



DIKTAT ELEKTRONIKA DIGITAL BILANGAN

Disusun oleh : Taufik Hidayat, ST,MT

Program Studi Teknik Elektro S1 & D3
Fakultas Teknologi Industri
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

1.1 Elektronika Digital

Digital berasal dari kata *Digitus*, yang berasal dari Bahasa Yunani yang berarti jari jemari. Apabila jari jemari orang dewasa di hitung, maka umumnya berjumlah 10 (sepuluh). Nilai sepuluh tersebut terdiri dari 2 (dua) digit, yaitu 1 dan 0, oleh karena itu digital merupakan penggambaran dari suatu keadaan bilangan yang terdiri dari angka 0 dan 1 atau off dan on (bilangan biner). Umumnya semua sistem komputer menggunakan sistem digital sebagai basis datanya.

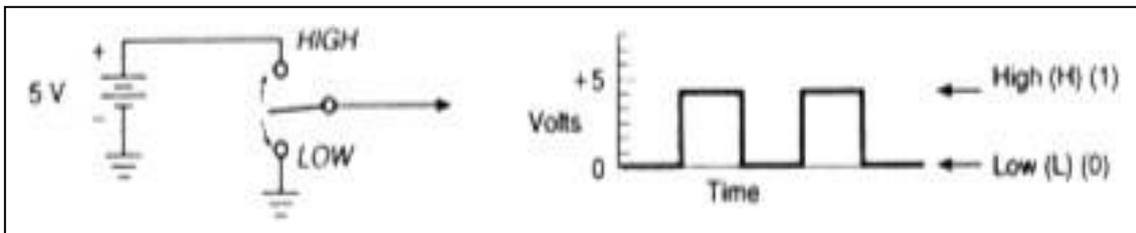
Elektronik digital adalah bidang elektronik yang melibatkan studi tentang sinyal digital dan rekayasa perangkat yang menggunakan atau memproduksinya. Ini berbeda dengan elektronik analog dan sinyal analog. Elektronika digital adalah sistem elektronika yang menggunakan isyarat digital. Elektronika digital adalah representasi dari aljabar boolean dan digunakan di komputer, telepon genggam dan berbagai produk konsumen lainnya.

Elektronika digital telah menyebabkan terjadinya perubahan besar dalam industri, baik dalam industri elektronika maupun industri yang lain. Beberapa tahun silam, aplikasi elektronika digital terbatas hanya pada sistem komputer. Belakangan ini penggunaan elektronika digital semakin meluas, seperti mesin robot dikontrol menggunakan rangkaian digital, pengendalian dan pemantauan fungsi mesin otomobil, peralatan musik, kontrol panel (*keyboard*), dan banyak lagi penggunaan yang lainnya.

1.1 Gelombang Signal Digital

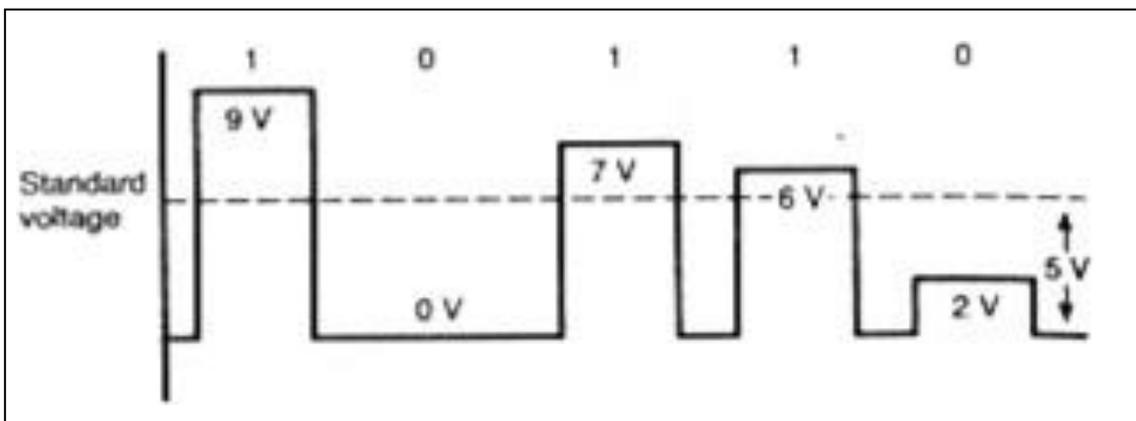
Rangkaian digital beroperasi hanya menggunakan signal 2 (dua) keadaan (*two-state signal*). Umumnya dinyatakan dengan 2 (dua) level tegangan berbeda yaitu tinggi dan rendah (*high and low*) yang masing-masing dengan simbol H dan L. Selain itu terdapat cara lain yang juga digunakan untuk menyatakan 2 (dua) keadaan

tersebut yaitu 0 dan 1 yang masing-masing sebagai pengganti level L dan level H, seperti yang tertera pada Gambar 14.1.



Gambar 14.1. Signal 2 (Dua) Keadaan (*Two-State Signal*)

Semua tegangan yang berada di atas level standar menyatakan signal ON (1), dan tegangan di bawah level standar menyatakan signal OFF (0), seperti yang tertera pada Gambar 14.2.



Gambar 14.2. Signal Level Standar ON (1) dan OFF (1)

2.1 Sistem Bilangan Biner

Sistem bilangan biner atau sistem bilangan basis dua adalah sebuah sistem penulisan angka dengan menggunakan dua simbol yaitu 0 dan 1. Sistem bilangan biner modern ditemukan oleh Gottfried Wilhelm Leibniz pada abad ke-17.

Sistem bilangan biner merupakan dasar dari semua sistem bilangan berbasis digital. Dari sistem biner, dapat dikonversi ke sistem bilangan Oktal atau Hexadesimal.

Sistem biner juga dapat disebut dengan istilah bit, atau Binary Digit. Pengelompokan biner dalam komputer selalu berjumlah 8, dengan istilah 1 Byte/bita. Dalam istilah komputer, 1 Byte = 8 bit yang digunakan untuk kode-kode rancang bangun komputer yang dibuat oleh ASCII (American Standard Code for Information Interchange) yang menggunakan sistem pengkodean 1 Byte.

Dalam sistem komunikasi digital modern, dimana data ditransmisikan dalam bentuk bit-bit biner, dibutuhkan sistem yang tahan terhadap noise yang terdapat di kanal transmisi sehingga data yang ditransmisikan tersebut dapat diterima dengan

benar. Kesalahan dalam pengiriman atau penerimaan data merupakan permasalahan yang mendasar yang memberikan dampak yang sangat signifikan pada sistem komunikasi. Biner yang biasa dipakai itu ada 8 digit angka dan cuma berisikan angka 1 dan 0, tidak ada angka lainnya.

Dalam elektronika digital, bilangan biner digunakan sebagai kode untuk menyatakan bilangan desimal, huruf alfabet, dan beberapa jenis informasi yang lain. Sistem bilangan biner merupakan cara lain yang sederhana untuk menyatakan bilangan, dimana hanya digunakan dua digit yaitu 0 dan 1.

Sistem biner dapat digunakan dengan rangkaian digital karena prosesnya hanya terdiri dari signal digital level *high* dan *low*. Setiap posisi bilangan biner hanya dapat berupa angka 0 atau 1 (pembacaan biangan biner dari posisi kanan), dan posisi berikutnya kemudian ditempatkan di sebelah kiri.

Dalam Tabel 14.1 menunjukkan bilangan biner untuk nilai desimal 1 (satu) sampai dengan 15 (lima belas).

Tabel 14.1. Sistem Bilangan Biner

Count	Decimal Number	Binary Number
Zero	0	0
One	1	1
Two	2	10
Three	3	11
Four	4	100
Five	5	101
Six	6	110
Seven	7	111
Eight	8	1000
Nine	9	1001
Ten	10	1010
Eleven	11	1011
Twelve	12	1100
Thirteen	13	1101
Fourteen	14	1110
Fiveteen	15	1111

3.1 Pembobotan Sistem Desimal

Basis dari sistem bilangan Desimal adalah 10 yaitu berkisar dari angka 0 hingga 9 (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9). Digit atau angka yang terletak di sebelah kiri koma desimal disebut dengan bilangan bulat, sedangkan digit atau angka yang terletak di sebelah kanan titik desimal disebut dengan bilangan pecahan.

Sistem Bilangan Desimal merupakan sistem bilangan yang dipergunakan pada kehidupan sehari-hari. Perlu diketahui bahwa Indonesia menggunakan koma untuk menunjukkan separator (pemisah) antara bilangan bulat dengan bilangan pecahan sedangkan negara-negara lainnya menggunakan tanda titik sebagai separator pecahannya.

Di sistem bilangan desimal ini, digit atau angka yang berada di posisi berturut-turut disebelah kiri koma desimal memiliki bobot 10^0 , 10^1 , 10^2 , 10^3 , 10^4 dan seterusnya. Sedangkan digit atau angka yang berada di posisi berturut-turut disebelah kanan koma desimal memiliki bobot 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} dan seterusnya. Artinya, setiap posisi digit yang ditempati memiliki bobot masing-masing dengan pangkat bilangan yang berbasis 10.

Bobot dari bilangan desimal tergantung dari jumlah digit yang membentuknya dan bobot posisi yang ditempati oleh setiap digit bilangan tersebut.

Dalam sistem bilangan desimal, untuk bobot posisi pertama dimulai dari posisi yang paling kanan adalah 0; kedua adalah 1; ketiga adalah 2; dan seterusnya hingga posisi yang terakhir.

Setiap posisi berturut-turut dikalikan dengan 10^0 , 10^1 , 10^2 , 10^3 (atau 1, 10, 100, 1000) dan seterusnya, dan jumlah hasil perkalian merupakan bobot dari keseluruhan bilangan tersebut.

Contoh Pembobotan Sistem Desimal

Tentukan pembobotan sistem desimal dari bilangan 1962.

Solusi

Bilangan 1962 seluruhnya merupakan bilangan bulat. Digit-digit 2, 6, 9, dan 1 yang masing-masing memiliki bobot 10^0 , 10^1 , 10^2 , 10^3 (atau 1, 10, 100, 1000).

Sehingga secara matematis, dapat dituliskan sebagai berikut:

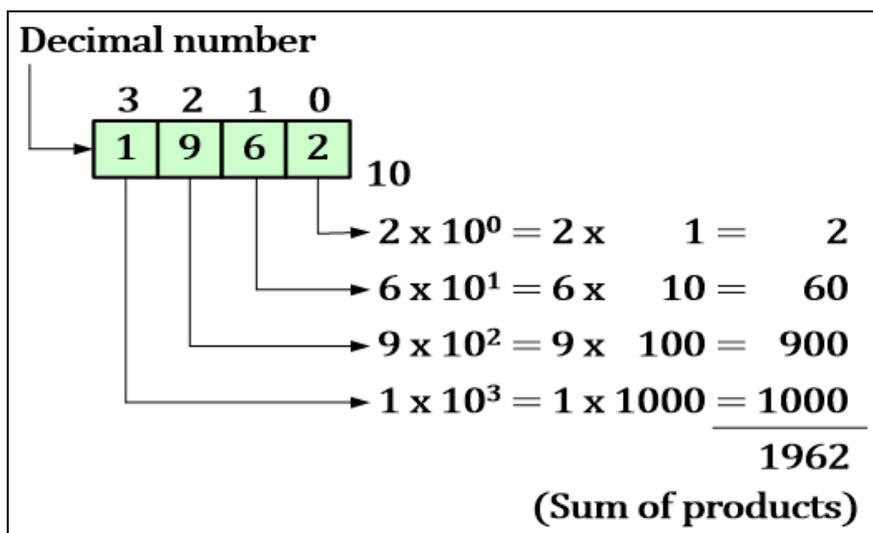
$$1962 = (1 \times 10^3) + (9 \times 10^2) + (6 \times 10^1) + (2 \times 10^0)$$

$$1962 = (1 \times 1000) + (9 \times 100) + (6 \times 10) + (2 \times 1)$$

$$1962 = (1000) + (900) + (60) + (2)$$

$$1962 = 1962$$

Pada Gambar 14.3 merupakan ilustrasi pembobotan sistem desimal dari contoh.



Gambar 14.3. Contoh Pembobotan Sistem Desimal

4.1 Konversi Sistem Desimal Ke Biner

Bilangan Desimal dan Bilangan Biner merupakan dua bilangan yang sering digunakan dalam elektronika digital sehingga sangat penting untuk memahami dan mengetahui cara konversi kedua bilangan tersebut. Sistem bilangan Desimal yang merupakan sistem bilangan yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari ini adalah sistem bilangan yang berbasis 10 (sepuluh), sedangkan Sistem Bilangan Biner (Binary) adalah sistem bilangan yang berbasis 2 (dua) yang digunakan pada semua rangkaian elektronika digital.

Meskipun di era komputerisasi ini sudah banyak tersedia perangkat lunak ataupun aplikasi untuk mempermudah perhitungan konversi bilangan desimal ke bilangan biner ataupun sebaliknya, namun penting untuk mengetahui bagaimana cara konversi kedua bilangan tersebut sehingga dapat lebih memahami cara kerja setiap rangkaian elektronika digital tersebut.

Contoh Konversi Sistem Desimal Ke Biner

Konversikan bilangan desimal nilai 50 menjadi bilangan biner.

Solusi

$$\frac{50}{2} = 25 \quad \text{dengan sisa pembagian adalah 0.}$$

$$\frac{25}{2} = 12 \quad \text{dengan sisa pembagian adalah 1.}$$

$$\frac{12}{2} = 6 \quad \text{dengan sisa pembagian adalah 0.}$$

$$\frac{6}{2} = 3 \quad \text{dengan sisa pembagian adalah 0.}$$

$$\frac{3}{2} = 1 \quad \text{dengan sisa pembagian adalah 1.}$$

$$\frac{1}{2} = 0 \quad \text{dengan sisa pembagian adalah 1.}$$

Hasil pembagian tersebut kemudian diurutkan dari yang paling akhir hingga paling awal sehingga menjadi 110010.

Jadi hasil konversi bilangan desimal 50 menjadi bilangan biner adalah 110010.

Contoh Konversi Sistem Desimal Ke Biner

Konversikan bilangan desimal nilai 105 menjadi bilangan biner.

Solusi

$$\frac{105}{2} = 52 \quad \text{dengan sisa pembagian adalah 1.}$$

$$\frac{52}{2} = 26 \quad \text{dengan sisa pembagian adalah 0.}$$

$$\frac{26}{2} = 13 \quad \text{dengan sisa pembagian adalah 0.}$$

$$\frac{13}{2} = 6 \quad \text{dengan sisa pembagian adalah 1.}$$

$$\frac{6}{2} = 3 \quad \text{dengan sisa pembagian adalah 0.}$$

$$\frac{3}{2} = 1 \quad \text{dengan sisa pembagian adalah 1.}$$

$$\frac{1}{2} = 0 \quad \text{dengan sisa pembagian adalah 1.}$$

Hasil pembagian tersebut kemudian diurutkan dari yang paling akhir hingga paling awal sehingga menjadi 1101001.

Jadi hasil konversi bilangan desimal 50 menjadi bilangan biner adalah 1101001.

5.1 Konversi Sistem Biner Ke Desimal

Konversi bilangan biner ke bilangan desimal dapat dilakukan dengan cara yang hampir sama dengan pembobotan sistem desimal.

Setiap posisi berturut-turut dikalikan dengan $2^0, 2^1, 2^2, 2^3, 2^4, 2^5, 2^6, 2^7$ (atau 1, 4, 8, 16, 32, 64, 128) dan seterusnya, dan jumlah hasil perkalian merupakan bobot dari keseluruhan bilangan desimal hasil konversi dari bilangan biner tersebut.

Contoh Konversi Sistem Biner Ke Desimal

Tentukan nilai bilangan desimal dari bilangan biner 10101101.

Solusi

Bilangan biner 10101101 memiliki digit-digit yaitu 1, 0, 1, 0, 1, 1, 0 dan 1 yang masing-masing memiliki bobot 2^7 , 2^6 , 2^5 , 2^4 , 2^3 , 2^2 , 2^1 , 2^0 (atau 128, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1) dengan perhitungannya dimulai dari kanan ke kiri.

Sehingga secara matematis, dapat dituliskan sebagai berikut:

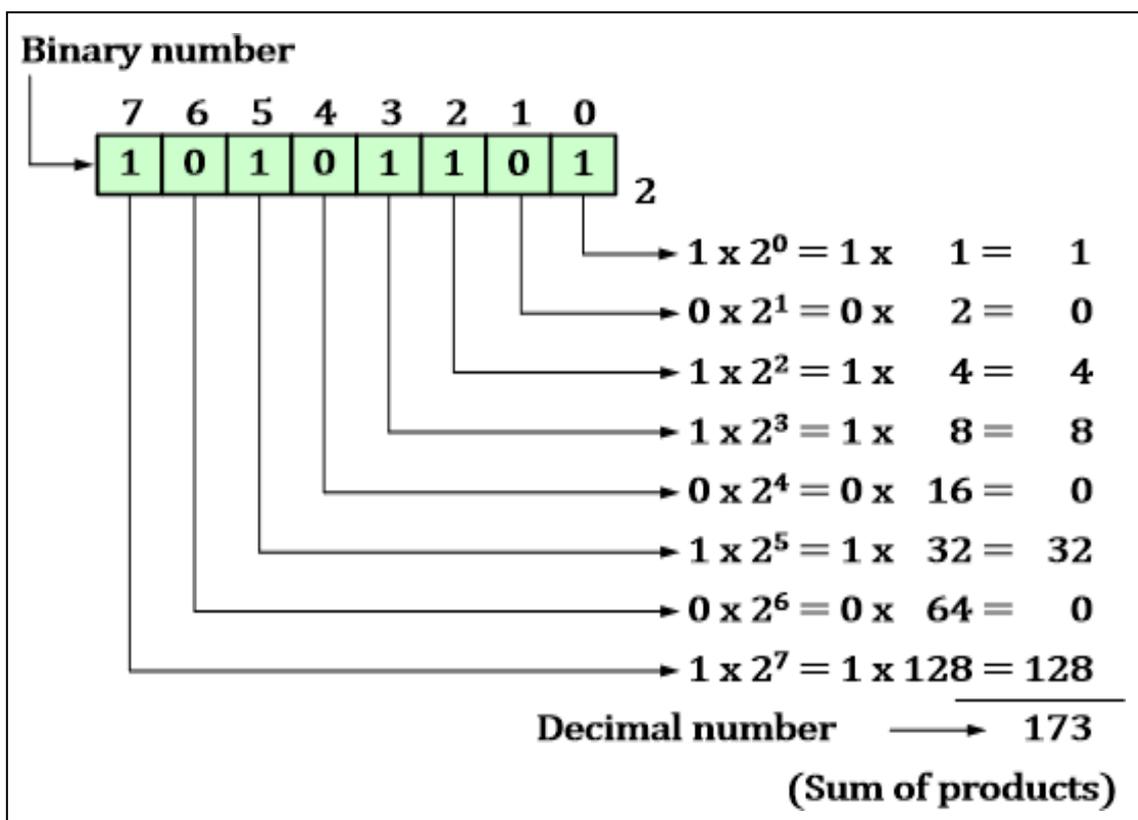
$$10101101 = (1 \times 2^7) + (0 \times 2^6) + (1 \times 2^5) + (0 \times 2^4) + (1 \times 2^3) + (1 \times 2^2) + (0 \times 2^1) + (1 \times 2^0)$$

$$10101101 = (1 \times 128) + (0 \times 64) + (1 \times 32) + (0 \times 16) + (1 \times 8) + (1 \times 4) + (0 \times 2) + (1 \times 1)$$

$$10101101 = 128 + 0 + 32 + 0 + 8 + 4 + 0 + 1$$

$$10101101 = 173$$

Pada Gambar 14.4 merupakan ilustrasi konversi sistem biner ke sistem desimal dari contoh.



Gambar 14.4. Contoh Konversi Sistem Biner Ke Desimal

6.1 Istilah Sistem Digital Bit, Nibble, Byte, dan Word

Terdapat beberapa istilah yang digunakan dalam sistem digital yang akan memberikan informasi-informasi tertentu, antara lain:

1) Bit

Merupakan satu digit angka biner tunggal.

Dalam sistem digital seluruh informasi disajikan dengan sederetan bit-bit.

2) Nibble

Merupakan satu deretan dengan 4-bit.

3) Byte

Merupakan satu deretan dengan 8-bit.

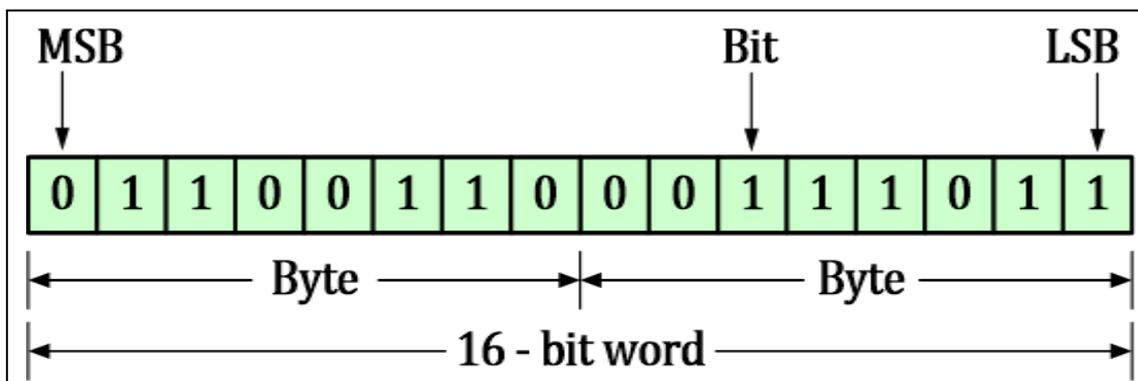
Satu byte dapat mempresentasikan angka desimal dari 0 sampai dengan 255 (disusun dalam $2^8 = 256$ kombinasi yang berbeda).

4) Word

Merupakan kelompok bit-bit dalam deretan yang berurutan.

Pada umumnya komputer menggunakan 8 atau 16 bit untuk membentuk sebuah word. Gambar 14.5 berikut merupakan word yang dibangun dari 2 byte.

Berdasarkan Gambar 14.5 dapat diketahui terdapat istilah LSB yang merupakan singkatan dari *Least Significant Bit* adalah digit yang menunjukkan nilai terendah dan MSB yang merupakan singkatan dari *Most Significant Bit* adalah digit yang menunjukkan nilai terbesar.

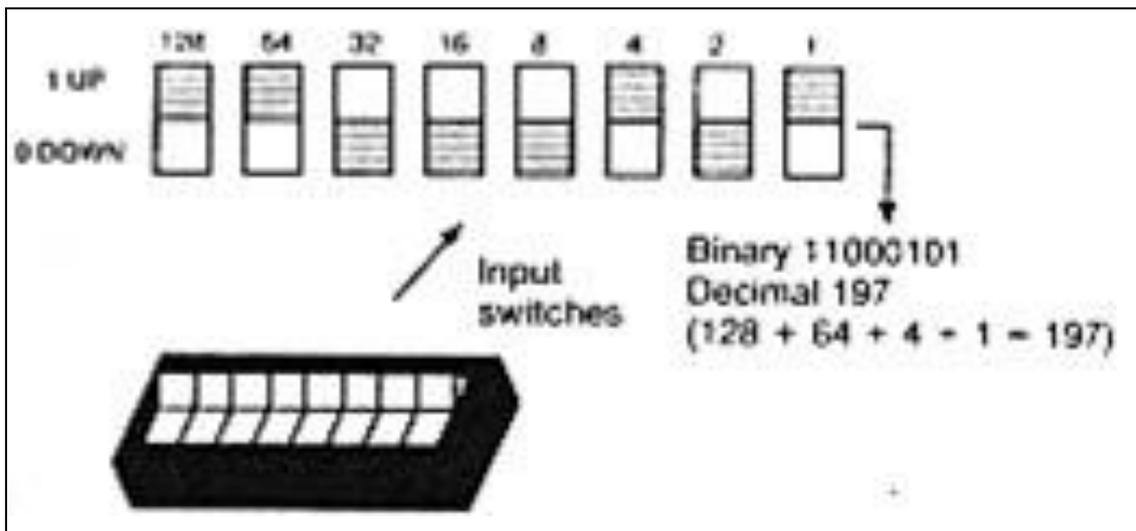


Gambar 14.5. Istilah Sistem Digital

7.1 Data Biner

Saklar dapat digunakan untuk memasukkan data biner ke dalam peralatan digital. Seperti pada Gambar 14.6 berikut ini yang menunjukkan bilangan biner 11000101 atau dalam bilangan desimal adalah 197.

Untuk menentukan nilai desimal dari bilangan biner tersebut dapat dilakukan dengan cara konversi biner ke desimal.



Gambar 14.6. Data Biner Pada Saklar

Berdasarkan Gambar 14.6 dapat diketahui bahwa bilangan biner yang terbentuk dari saklar adalah 11000101. Maka untuk menentukan nilai desimal dari bilangan biner tersebut harus dilakukan konversi dari biner ke desimal.

Bilangan biner 11000101 memiliki digit-digit yaitu 1, 1, 0, 0, 0, 1, 0 dan 1 yang masing-masing memiliki bobot 2^7 , 2^6 , 2^5 , 2^4 , 2^3 , 2^2 , 2^1 , 2^0 (atau 128, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1) dengan perhitungannya dimulai dari kanan ke kiri.

Sehingga secara matematis, dapat dituliskan sebagai berikut:

$$11000101 = (1 \times 2^7) + (1 \times 2^6) + (0 \times 2^5) + (0 \times 2^4) + (0 \times 2^3) + (1 \times 2^2) + (0 \times 2^1) + (1 \times 2^0)$$

$$11000101 = (1 \times 128) + (1 \times 64) + (0 \times 32) + (0 \times 16) + (0 \times 8) + (1 \times 4) + (0 \times 2) + (1 \times 1)$$

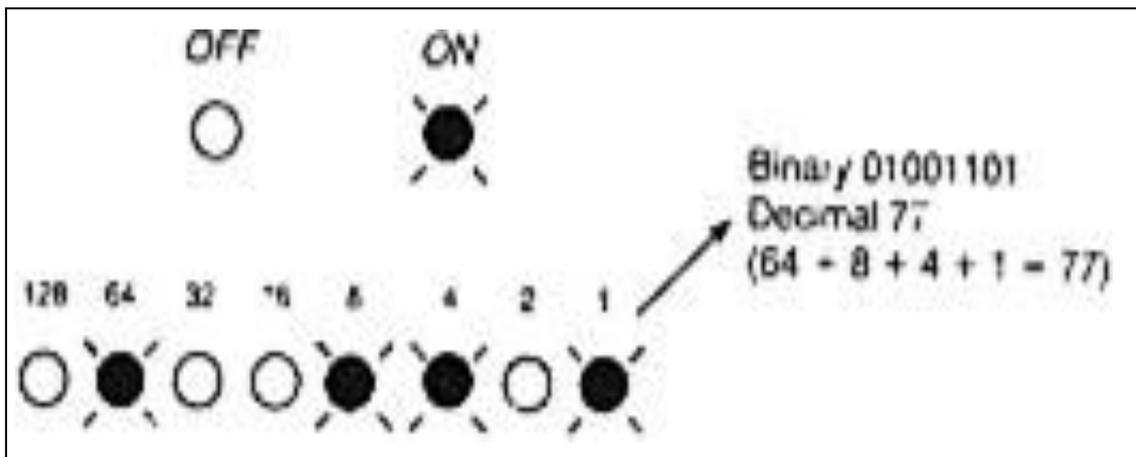
$$11000101 = 128 + 64 + 0 + 0 + 0 + 4 + 0 + 1$$

$$11000101 = 193$$

Sehingga bilangan desimal dari bilangan biner 11000101 adalah 193.

Selain itu, indikator sinar seperti LED kadang-kadang digunakan untuk membaca atau mendisplaykan data biner dalam peralatan digital. Seperti pada Gambar 14.7 berikut ini yang menunjukkan bilangan biner 11000101 atau dalam bilangan desimal adalah 197.

Sama seperti data biner pada saklar, maka untuk menentukan nilai desimal dari bilangan biner yang ada pada LED tersebut dapat dilakukan dengan cara konversi biner ke desimal.



Gambar 14.7. Data Biner Pada LED

Berdasarkan Gambar 14.7 dapat diketahui bahwa bilangan biner yang terbentuk dari LED adalah 01001101. Maka untuk menentukan nilai desimal dari bilangan biner tersebut harus dilakukan konversi dari biner ke desimal.

Bilangan biner 01001101 memiliki digit-digit yaitu 0, 1, 0, 0, 1, 1, 0 dan 1 yang masing-masing memiliki bobot 2^7 , 2^6 , 2^5 , 2^4 , 2^3 , 2^2 , 2^1 , 2^0 (atau 128, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1) dengan perhitungannya dimulai dari kanan ke kiri.

Sehingga secara matematis, dapat dituliskan sebagai berikut:

$$01001101 = (0 \times 2^7) + (1 \times 2^6) + (0 \times 2^5) + (0 \times 2^4) + (1 \times 2^3) + (1 \times 2^2) + (0 \times 2^1) + (1 \times 2^0)$$

$$01001101 = (0 \times 128) + (1 \times 64) + (0 \times 32) + (0 \times 16) + (1 \times 8) + (1 \times 4) + (0 \times 2) + (1 \times 1)$$

$$01001101 = 0 + 64 + 0 + 0 + 8 + 4 + 0 + 1$$

$$01001101 = 77$$

Sehingga bilangan desimal dari bilangan biner 01001101 adalah 77.

8.1 Sistem Bilangan Heksadesimal

Sistem biner memerlukan lebih banyak digit daripada sistem desimal, sehingga susah untuk dibaca dan ditulis. Untuk mengatasi masalah ini, sistem bilangan yang lain digunakan agar lebih mudah dan lebih efisien dikomunikasikan dengan rangkaian digital.

Sistem bilangan tersebut merupakan kelipatan dua dan termasuk oktal, heksadesimal, atau yang disebut dengan desimal kode biner (*Binary Code Decimal*, BCD). Pada Tabel 14.2 berikut ini menunjukkan perbandingan antara sistem bilangan heksadesimal, biner, desimal.

Tabel 14.2. Perbandingan Sistem Bilangan Heksadesimal, Biner, dan Desimal

Hexadecimal	Binary	Decimal
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
A	1010	10
B	1011	11
C	1100	12
D	1101	13
E	1110	14
F	1111	15

Pada Tabel 14.2 dapat diketahui bahwa sistem bilangan heksadesimal terdiri dari angka 0 sampai dengan 9 ditambah lagi dengan huruf A sampai dengan F. Selain itu, sistem bilangan heksadesimal dapat digunakan untuk menghitung dari 0 hingga 15 dengan satu digit karakter tunggal.

9.1 Penulisan Bilangan Heksadesimal

8-bit bilangan biner dapat dituliskan dalam heksadesimal dengan membagi menjadi 2 (dua) kelompok, dimana masing-masing kelompok terdiri dari 4-bit bilangan biner. Masing-masing kelompok 4-bit menunjukkan bilangan desimal 0 (bilangan biner 0000) hingga bilangan desimal 15 (bilangan biner 1111).

Contoh Penulisan Bilangan Heksadesimal

Tentukan bilangan heksadesimal dari bilangan desimal 47.

Solusi

Langkah pertama yaitu lakukan konversi desimal ke biner seperti berikut ini.

$$\frac{47}{2} = 23 \quad \text{dengan sisa pembagian adalah 1.}$$

$$\frac{23}{2} = 11 \quad \text{dengan sisa pembagian adalah 1.}$$

$$\frac{11}{2} = 5 \quad \text{dengan sisa pembagian adalah 1.}$$

$$\frac{5}{2} = 2 \quad \text{dengan sisa pembagian adalah 1.}$$

$$\frac{2}{2} = 1 \quad \text{dengan sisa pembagian adalah 0.}$$

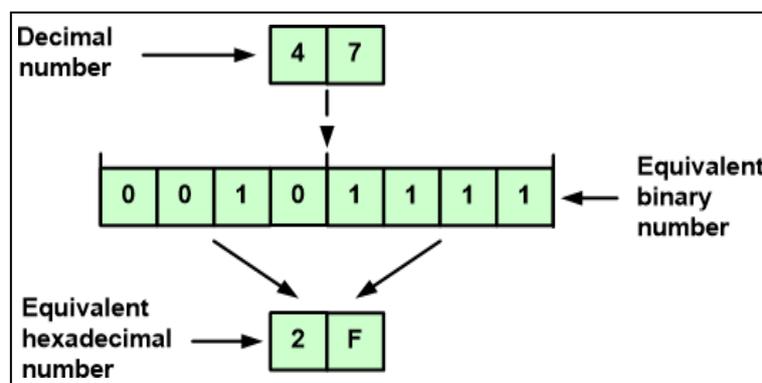
$$\frac{1}{2} = 0 \quad \text{dengan sisa pembagian adalah 1.}$$

Hasil pembagian tersebut kemudian diurutkan dari yang paling akhir hingga paling awal sehingga menjadi 101111 atau agar menjadi 8-bit maka tambahkan angka 0 (nol) pada bagian kiri, sehingga hasil konversi bilangan desimal 50 menjadi bilangan biner adalah 00101111.

Langkah selanjutnya adalah melakukan konversi dari biner ke heksadesimal dengan menggunakan ketentuan pada Tabel 14.2. Namun karena bilangan biner terdiri dari 8-bit, maka terlebih dahulu harus dibagi dua menjadi 4-bit, menjadi:

- 1) 4-bit pertama bilangan biner adalah 0010 dengan berdasar pada Tabel 14.2 maka bilangan heksadesimal adalah 2.
- 2) 4-bit kedua bilangan biner adalah 1111 dengan berdasar pada Tabel 14.2 maka bilangan heksadesimal adalah F.

Jadi bilangan desimal 47 dalam sistem biner adalah 00101111, dan dalam heksadesimal adalah 2F. Contoh penulisan bilangan heksadesimal dapat dilihat pada Gambar 14.8.



Gambar 14.8. Contoh Penulisan Bilangan Heksadesimal

Daftar Pustaka

- Asfahl C. R, 1995, Robot and Manufacturing Automation, Singapore, John Willey & Sons
- D. Bedworth, M. Hendeerson and P. Wolfe, 1991, Computer Integrated Design, McGraw-Hill
- Frank D. Petruzella, 1996, Industrial Electronics, McGraw-Hill
- Groover, Mikell P., 2001, Automation, Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing, Second Edition, New Jersey, Prentice Hall Inc.
- Katsuhiko Ogata, 1995, Teknik Kontrol Automatik, Jakarta, Penerbit Erlangga
- Richard C. Dorf, Andrew Kusiak, 1994, Handbook of Design, Manufacturing and Automation, John Wiley & Soons Inc.
- T. C Chang, R Wysk and H. P Wabng, 1998, Computer Aided Manufacturing Integrated Manufacturing, New Jersey, Prentice Hall Inc.
- Thomas O. Bouchery, 1996, Computer Automation in Manufacturing, Chapman & Hall

