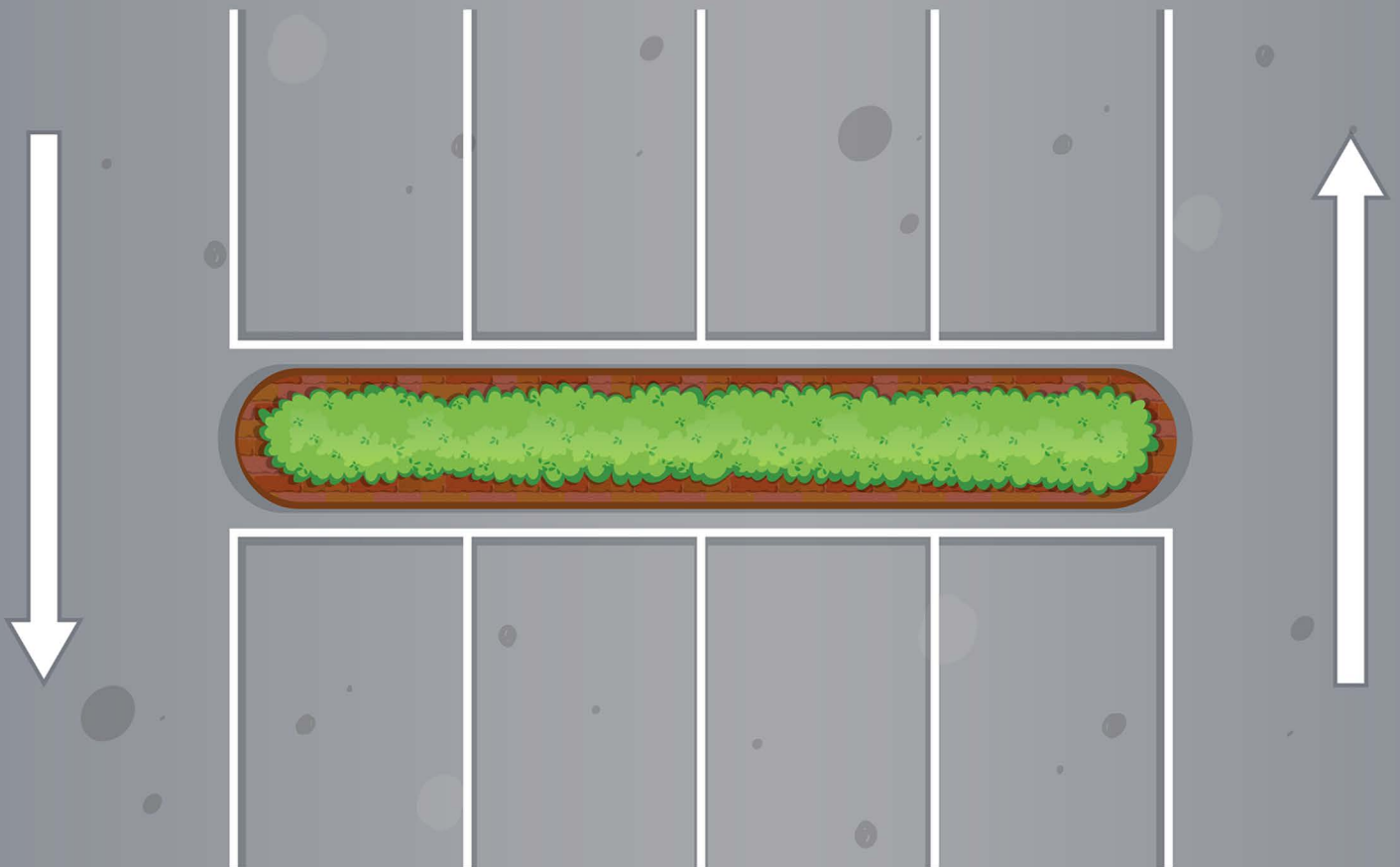




Pengembangan Sistem Parkir Cerdas

dengan Auto Debet dan Optical Character Recognition



Ninik Sri Lestari ST. M.Kom.
H.Syafuruddin r. Ir. Eng.

**PENGEMBANGAN SISTEM PARKIR CERDAS
DENGAN AUTO DEBET
DAN OPTICAL CHARACTER RECOGNITION**

PENGEMBANGAN SISTEM PARKIR CERDAS DENGAN AUTO DEBET DAN OPTICAL CHARACTER RECOGNITION

**Ninik Sri Lestari ST. M.Kom.
H. Syafruddin r. Ir. Eng.**



PENGEMBANGAN SISTEM PARKIR CERDAS DENGAN AUTO DEBET DAN OPTICAL CHARACTER RECOGNITION

© Penerbit Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia (PRCI)

Penulis:

**Ninik Sri Lestari ST. M.Kom.
H. Syafruddin r. Ir. Eng.**

Editor: Rusli

Cetakan Pertama: Desember 2023

Cover: Tim Penyusun

Tata Letak: Tim Kreatif PRCI

Hak Cipta 2023, pada Penulis. Diterbitkan pertama kali oleh:

**Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
ANGGOTA IKAPI JAWA BARAT**

Pondok Karisma Residence Jalan Raflesia VI D.151
Panglayungan, Cipedes Tasikmalaya – 085223186009

Website: www.rcipress.rcipublisher.org

E-mail: rumahcemerlangindonesia@gmail.com

Copyright © 2023 by Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
All Right Reserved

- Cet. I –: Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia, 2023
Dimensi: 21 x 29 cm

ISBN 978-623-448-747-3

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak buku ini dalam bentuk dan dengan
cara apapun tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang
Hak Cipta Pasal 72

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta
Pasal 72

Barang siapa dengan sengaja melanggar dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling sedikit 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp.1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).

Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta terkait sebagai dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur dipanjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan petunjukNya sehingga penulisan Buku Pengembangan Sistem Parkir Cerdas dengan Auto Debet dan Optical Character Recognition ini dapat diselesaikan dengan baik.

Seluruh materi dalam buku ini dikelompokkan ke dalam se belas bab yang telah disusun secara urut dan sistematis sehingga pembaca dapat memperoleh pengetahuan yang utuh terhadap Buku Ajar Pengembangan Sistem Parkir Cerdas dengan Auto Debet dan Optical Character Recognition. Ke sebelas bab itu adalah Rangkaian dan Sistem Digital, Sistem Bilangan dan Sistem Kode, Gerbang Logika Dasar dan Aljabar Boole, Rangkaian Logika Kombinasi, Logika Kombinasi Dalam Kemasan IC, Rangkaian Logika Sekuensi, Pencacah dan Register. Selain diperuntukkan bagi mahasiswa program studi Teknik Elektro dan Informatika, buku ajar ini juga dapat digunakan oleh para mahasiswa program studi lain sebagai *hobby* dalam pengetahuan praktis.

Melalui buku ini, mahasiswa diharapkan dapat memahami secara komprehensif dasar-dasar analisis dan perancangan rangkaian logika yang merupakan landasan bagi pengembangan kompetensi utama di lingkungan program studi Teknik Elektro, Informatika.

Kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan buku ini diucapkan terimakasih. Semoga bantuan tersebut menjadi amal sholeh dan mendapat imbalan pahala dari Allah Subhanahu Wa Ta'ala.

Dengan berbagai kekurangannya, buku ini diharapkan dapat memberikan manfaat sesuai dengan fungsinya. Masukan-masukan dari siapapun sangat dinanti demi perbaikan buku ajar ini.

Bandung, September 2023

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
BAB I RANGKAIAN DAN SISTEM DIGITAL	5
A. Rangkaian Digital	5
B. Sistem Digital	5
C. Representasi Besaran Digital	6
D. Soal Latihan.....	10
BAB II SISTEM BILANGAN DAN SISTEM KODE.....	12
A. Sistem Bilangan	12
B. Konversi Sistem Biner, Oktal, dan Heksadesimal ke Sistem Desimal	15
C. Konversi Sistem Desimal ke Sistem Biner, Oktal, dan Heksadesimal	16
D. Konversi Sistem Biner ke Sistem Oktal dan Heksadesimal	18
E. Sistem Kode.....	19
F. Soal Latihan.....	24
BAB III GERBANG LOGIKA DASAR DAN ALJABAR BOOLE.....	27
A. Tabel Kebenaran (Truth Table).....	27
B. Gerbang Logika Dasar	27
C. Mendeskripsikan Rangkaian Logika.....	31
D. Mengevaluasi Output Persamaan Logika	32
E. Mengimplementasikan Rangkaian Logika	33
F. Gerbang NOR dan Gerbang NAND	35
G. Teorema-teorema Aljabar Boole.....	38
H. Universalitas Gerbang NOR dan NAND	39
I. Soal Latihan.....	42
BAB IV RANGKAIAN LOGIKA KOMBINASI	46
A. Bentuk-bentuk Persamaan Logika	46
B. Mengubah Fungsi Bentuk Tak Standar Menjadi Bentuk Standar.....	49
C. Memperoleh Persamaan Bentuk Standar dari Tabel Kebenaran.....	49
D. Penyederhanaan Secara Aljabar	50
E. Metode Peta Karnaugh.....	55
F. Bentuk NAND dan NOR Rangkaian Logika.....	62
G. Rangkaian <i>Enable</i> dan <i>Inhibit</i>	64

H. Soal Latihan	65
BAB V LOGIKA KOMBINASI DALAM KEMASAN IC	70
A. Komparator	70
B. Penjumlah Biner (Adder)	76
C. Multiplexer	82
D. Demultiplexer	86
E. Decoder	96
F. Soal Latihan	104
BAB VI RANGKAIAN LOGIKA SEKUENSI	109
A. Pengertian Logika Sekuensi	109
B. Flip-flop	110
C. Analisis Rangkaian Sekuensi	122
D. Perancangan Rangkaian Sekuensi	129
E. Soal Latihan	134
BAB VII PENCACAH DAN REGISTER	139
A. Pencacah	139
B. Register	154
C. Soal Latihan	160
BAB VIII VISUAL STUDIO 2010(C#)	163
BAB IX ANDROID DOLPHIN GRADLE DAEOMON (JAVA SCRIP)	181
BAB X ARDUINO ESP 32 (Bahasa C Arduino atau Ecodevision) ^{[14][15][6]}	184
BAB XI ELECTRONIC DRAWING (Express Schematic & PCB Drawing or orcad caden) ^{[7][9]}	186
DAFTAR PUSTAKA	188

A. Rangkaian Digital

Rangkaian digital atau sering pula disebut dengan rangkaian logika adalah kesatuan dari elemen-elemen logika yang membentuk suatu fungsi **pemrosesan sinyaldigital**.



Gambar 1. Penjelasan pengertian rangkaian digital/logika

Pada gambar 1 terlihat bahwa baik input maupun output rangkaian digital merupakan sinyal digital dan outputnya memberikan fungsi pemrosesan sinyal digital.

B. Sistem Digital

Sistem digital adalah kesatuan dari beberapa rangkaian digital/logika^{[2][8]}, dan elemen/gerbang logika untuk suatu tujuan pengalihan tenaga/energi. Contoh sistem digital dalam bidang komputasi adalah komputer digital. Komputer digital merupakan kesatuan dari beberapa rangkaian digital/logika, dan elemen/gerbang logika untuk tujuan pengalihan tenaga dalam bidang komputasi. *Keyboard* merupakan periferal input (bagian luar sistem komputer) yang berfungsi menerima data dari pengguna. Untuk memasukkan data, *keyboard* harus ditekan sehingga memperoleh energi mekanik dan oleh sistem komputer data itu diproses, selanjutnya melalui bagian outputnya, data dikirim ke monitor yang merupakan periferal output dalam bentuk energi cahaya atau ke *printer* dalam bentuk energi mekanik. Demikian pula *disk drive*, *harddisk drive*, *CD-ROM drive* melayani pemasukan data ke sistem komputer dengan memutar *disk* dalam bentuk energi mekanik dan oleh sistem komputer diproses serta dikeluarkan ke periferal output dalam bentuk energi cahaya pada monitor atau energi mekanik pada *printer*.



Gambar 2. Komputer sebagai suatu sistem elektronika digital dalam bidang komputasi

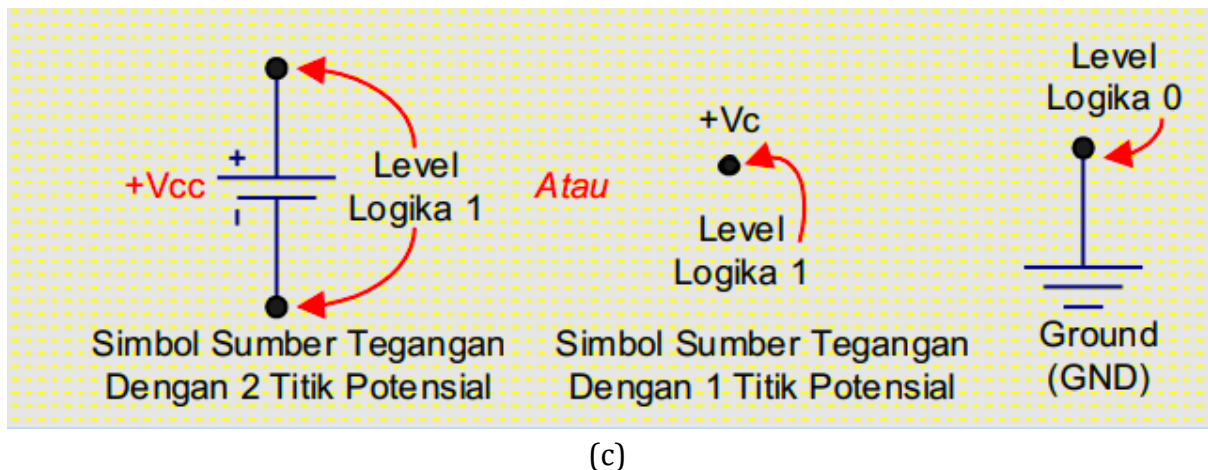
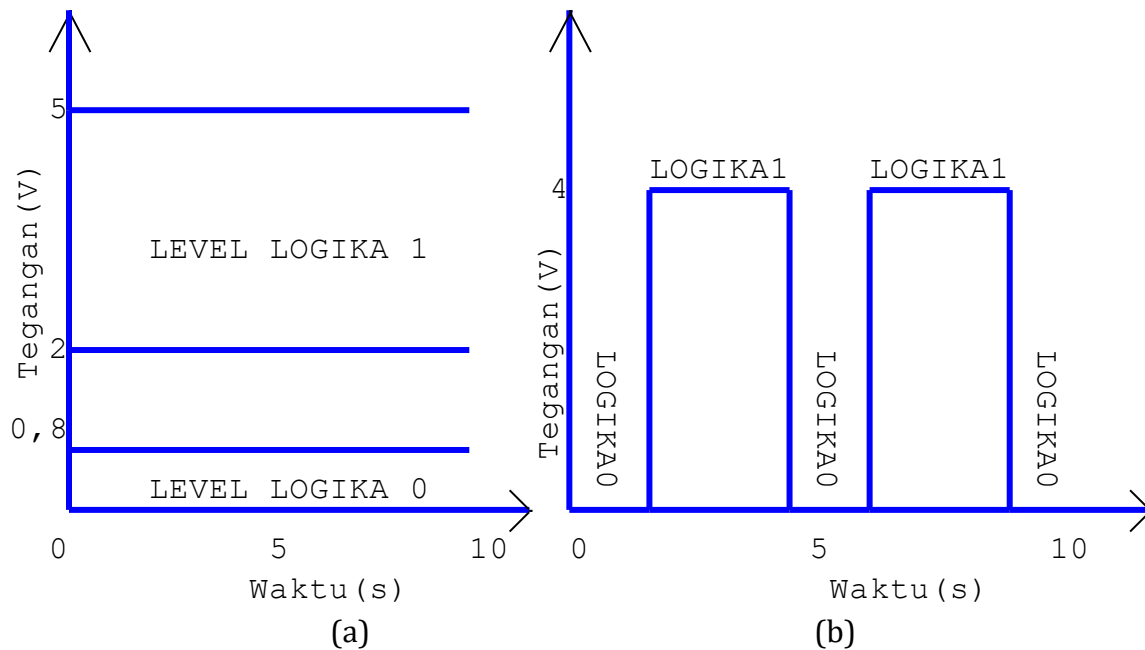
Selain komputer, contoh sistem digital yang lain adalah *handphone* yang merupakan sistem digital dalam bidang komunikasi dan *storage oscilloscope* yang merupakan sistem digital dalam bidang instrumentasi. Berikut ini adalah tabel yang dapat digunakan untuk membedakan antara rangkaian dan sistem digital.

Tabel 1. Perbedaan rangkaian dan sistem digital

1. Merupakan bagian dari sistem digital, bagian-bagiannya terdiri atasbeberapa elemen/gerbang logika. 2. Outputnya membentuk fungsipemrosesan sinyal digital. 3. Input dan outputnya berupa sinyaldigital.	1. Bagian-bagiannya terdiri atas beberapa rangkaian digital, gerbang logika, dan komponenelektronika lainnya. 2. Outputnya merupakan fungsipengalihan tenaga. 3. Input dan outputnya berupa suatu tenaga/energi.
--	--

C. Representasi Besaran Digital

Besaran digital merupakan besaran yang sifatnya diskrit, yakni besaran yang hanya memiliki dua keadaan saja. Dalam analisis dan perancangan sistem/rangkaian digital, kedua keadaan tersebut dinamakan keadaan biner yakni keadaan rendah atau level logika 0 dan keadaan tinggi atau level logika 1. Dalam tegangan listrik, besaran digital diwujudkan dalam berbagai bentuk seperti ditunjukkan pada gambar 3.

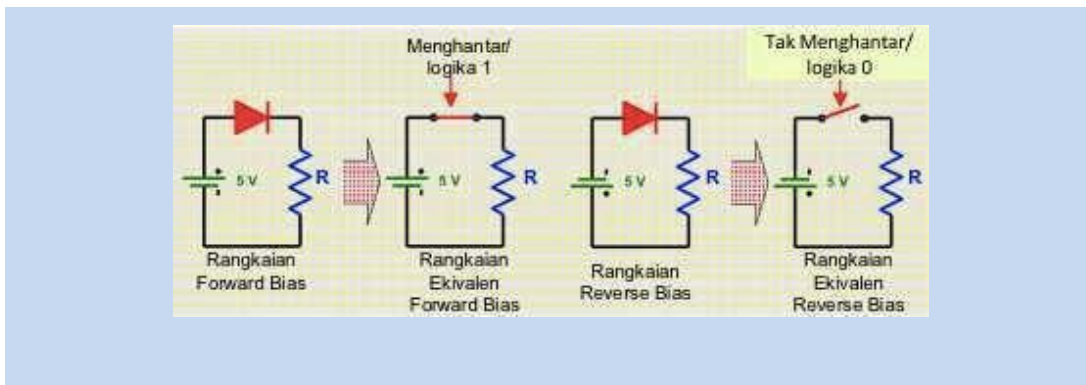


Gambar 3. Representasi besaran digital dengan tegangan listrik

Lihat juga:

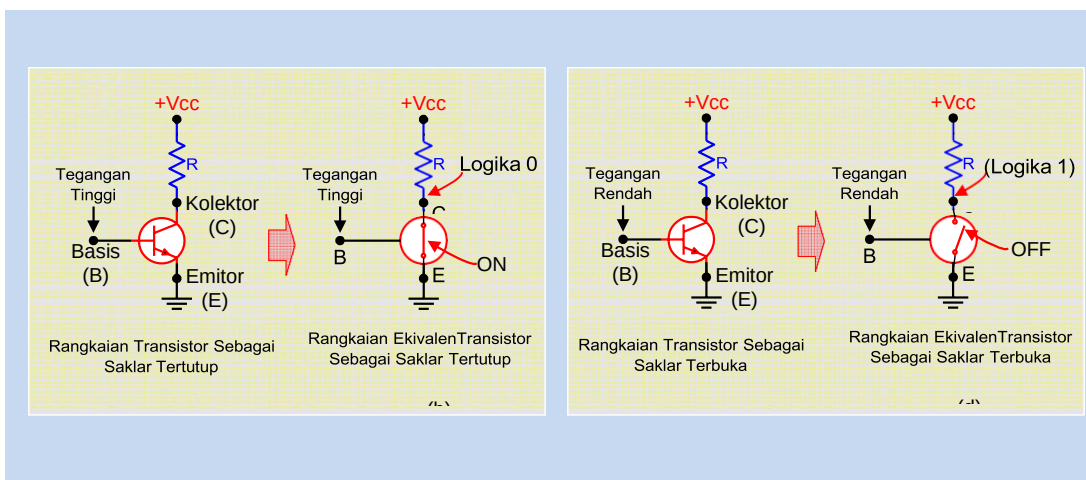
- Ragam tegangan rangkaian digital untuk TTL dan CMOS, definisi tegangan masukan untuk logika tinggi dan rendah (V_{IH} dan V_{IL}), serta tegangan keluaran (V_{OH} dan V_{OL}) pada **Lampiran 1**
- *Noise margin* pada IC digital pada **Lampiran 2**

Bentuk besaran digital yang lain dalam bidang elektronika adalah keadaan piranti diode dan transistor. Diode dalam keadaan menghantar (*conducting*) menunjukkan keadaan level logika 1 dan diode dalam keadaan tak menghantar (*nonconducting*) menunjukkan keadaan level logika 0. Diode merupakan piranti elektronika yang terbuat dari bahan semikonduktor yang memiliki dua buah elektrode yakni anode dan katode. Sifat diode adalah jika anode diberi tegangan yang lebih tinggi dari katodenya maka diode dalam keadaan menghantar. Keadaan tak menghantar terjadi jika tegangan pada kedua elektrodanya sama atau tegangan anode lebih rendah dari tegangan katodenya.



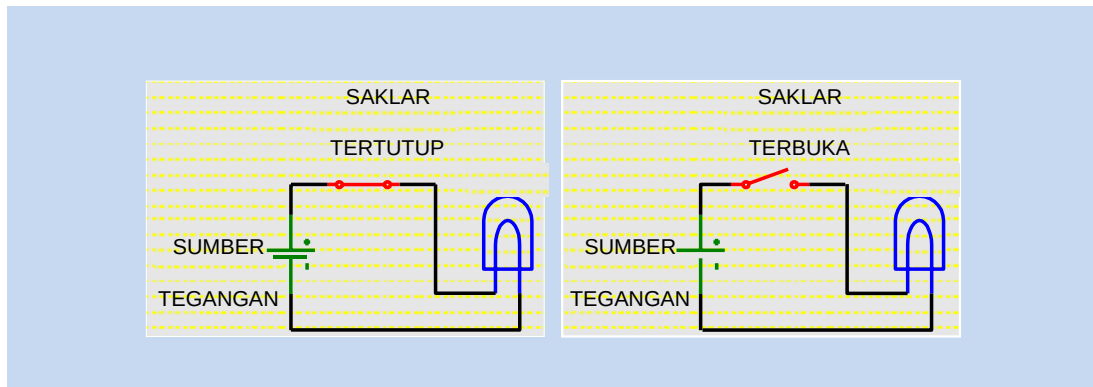
Gambar 4. Representasi besaran digital dengan diode

Jika besaran digital direpresentasikan dengan sifat transistor, maka ketika transistor dalam keadaan jenuh dapat dianggap merepresentasikan level logika 1 karena bersifat seperti saklar tertutup, dan apabila transistor berada pada keadaan mati dapat dianggap merepresentasikan level logika 0 karena bersifat seperti saklar terbuka. Transistor merupakan piranti elektronika dengan tiga elektrode yakni basis, kolektor dan emitor yang dapat berfungsi sebagai penguat (amplifier) maupun saklar. Dalam hal ini basis sebagai elektrode pengendali yang akan menentukan keadaan transistor. Untuk memberikan keadaan transistor seolah-olah seperti saklar tertutup antara elektrode emitor dan kolektor, maka pada basis harus diberi tegangan tinggi, dan sebaliknya jika diinginkan keadaan transistor seolah-olah seperti saklar terbuka antara emitor dan kolektor, maka tegangan basis harus rendah.



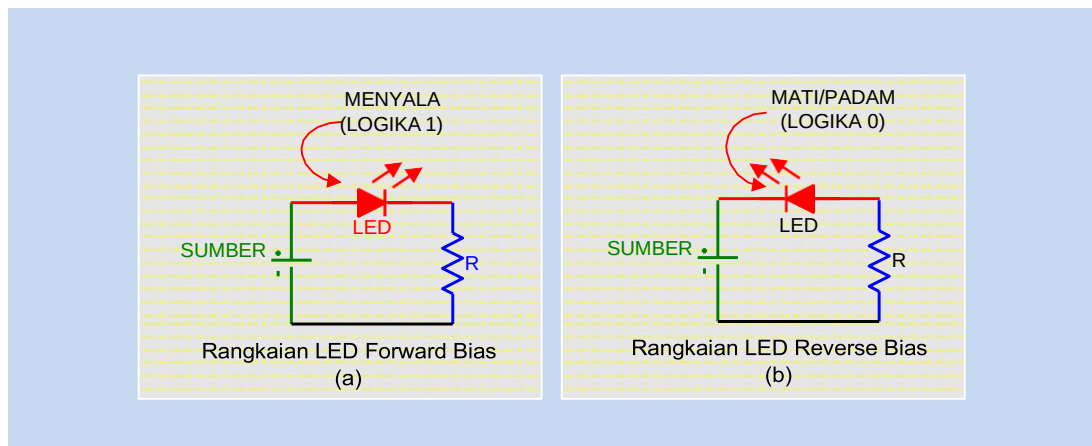
Gambar 5. Representasi besaran digital dengan transistor

Representasi lain adalah dengan saklar yang sebenarnya, dalam hal ini saklar tertutup merepresentasikan level logika 1 dan saklar terbuka merepresentasikan level logika 0. Biasanya representasi level logika dengan saklar ini digunakan pada bagian input dari suatu rangkaian logika, sedangkan level logika pada bagian outputnya direpresentasikan dengan menggunakan indikator LED (light emitting diode).



Gambar 6. Representasi besaran digital dengan saklar

LED merupakan suatu piranti elektronika yang memiliki dua buah elektrode yakni anode dan katode. Jika tegangan antara anode dan katode lebih besar dari tegangan ambang (*threshold*), maka LED akan menyala, dan sebaliknya akan mati. Keadaan LED yang menyala merepresentasikan level logika 1, sedangkan keadaan LED mati merepresentasikan level logika 0.



Gambar 7. Representasi level logika menggunakan LED

Jadi, representasi besaran digital dalam bidang elektronika khususnya pada rangkaian/sistem digital kebanyakan dinyatakan dalam bentuk sesuai tabel berikut ini.

Tabel 2. Representasi besaran digital pada bidang elektronika

Tegangan listrik 0 s.d. 0,8 V	Tegangan listrik 2 s.d. 5 V
Titik Potensial Referensi 0 (ground)	Titik Potensial Catu Daya +Vcc
Diode dengan <i>reverse bias</i>	Diode dengan <i>forward bias</i>
Transistor dalam keadaan mati (cut-off)	Transistor dalam keadaan jenuh (saturated)
Saklar dalam keadaan terbuka	Saklar dalam keadaan tertutup
Lampu atau LED dalam keadaan padam	Lampu atau LED dalam keadaan menyala

Lihat juga:

- Watak *floating input* IC TTL gerbang logika pada Lampiran 3
- Pengantarmukaan TTL/CMOS pada Lampiran 4

- Sifat keluaran gerbang TTL *open collector* dan *totem pole* serta teknik pemanfaatannya pada Lampiran 5
- *Fanin* dan *fanout* pada IC gerbang logika pada Lampiran 6
- *Propagation delay* pada gerbang logika pada Lampiran 7
- Peredaman *noise* dengan kapasitor bypass pada Lampiran 8

D. Soal Latihan

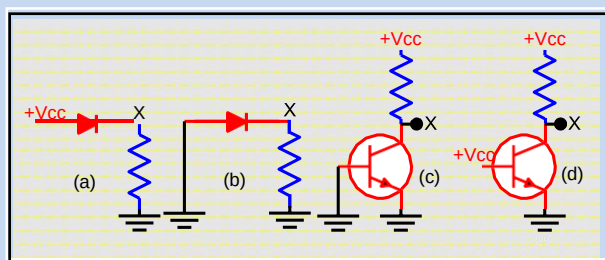
1. Apa perbedaan pokok rangkaian dan sistem digital dari sisi tugasnya! Jelaskan pula perbedaan keduanya dari sisi besaran yang diproses!
2. Apa yang dimaksud dengan elemen logika dan berikan contohnya!
3. Sebuah rangkaian logika memiliki input dan output seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 8. Diagram blok untuk soal nomor 3 pada Bab I

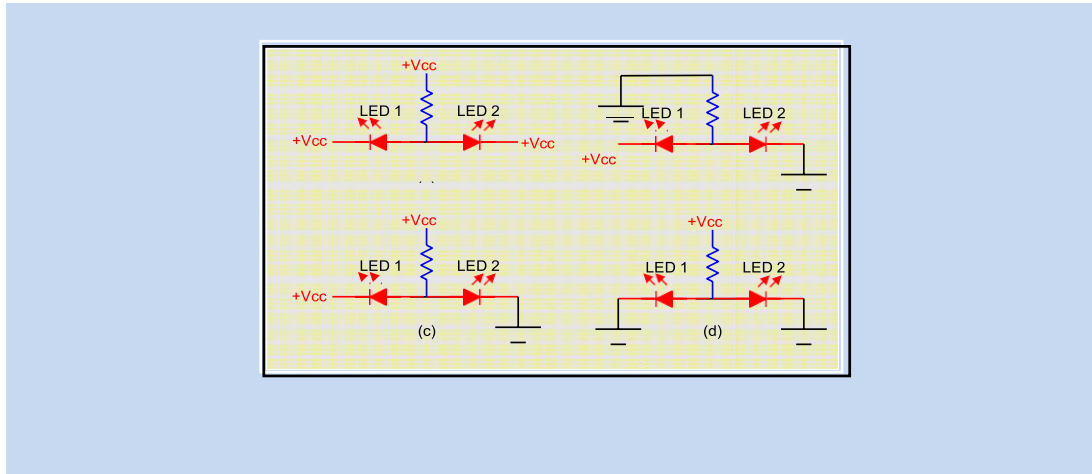
Jika pada input-1 diberi tegangan sebesar +0,1 volt, pada input-2 diberi tegangan +4 volt, serta memberikan tegangan pada outputnya sebesar 3,5 volt, tuliskan keadaan level logika pada input-1, input-2, dan output rangkaian logika tersebut!

4. Representasikan data digital 16-bit 1010110011110111 dalam bentuk gelombang kotak!
5. Tentukan keadaan level logika dari gambar a, b, c, dan d berikut ini serta berikan alasan mengapa anda menentukan keadaan tersebut!



Gambar 9. Representasi besaran digital dengan diode dan transistor untuk soal nomor 5 pada Bab I

6. Perhatikan rangkaian LED berikut ini:



Gambar 10. Representasi besaran digital dengan LED untuk soal nomor 6 pada Bab I

- Tentukan keadaan level logika LED 1 dan LED 2 serta jelaskan alasannya untuk gambar a, b, c, dan d!
7. Implementasikan rangkaian-rangkaian dalam bentuk gambar blok yang terdiri dari tiga buah input dan sebuah output dengan ketentuan input dan output rangkaian direpresentasikan dengan:
 - a. INPUT-1, INPUT-2, INPUT-3 dengan SAKLAR, OUTPUT dengan LED
 - b. INPUT-1, INPUT-2, INPUT-3 dengan SAKLAR, OUTPUT dengan Transistor.
 8. Soal nomor 8 dan nomor 9 adalah jenis pilihan ganda. Untuk mengerjakan soal-soal tersebut, pilih satu jawaban yang tepat di antara opsi jawaban yang tersedia! LED akan berfungsi sebagai peraga logika tinggi dalam suatu rangkaian dengan kondisi:
 - a. Tegangan anode sama dengan tegangan katode
 - b. Tegangan katode lebih positif dibandingkan tegangan anode
 - c. Tegangan anode lebih positif dibandingkan tegangan katode
 - d. Terpasang dalam konfigurasi *reverse bias*
 - e. Tegangan anode dan tegangan katode sama-sama positif
 9. Berikut ini merupakan sistem digital, kecuali:
 - a. *Handphone*
 - b. Multimeter *moving coil*
 - c. Timbangan buah dengan peraga tujuh segmen
 - d. Pengendali robot
 - e. *Storage oscilloscope*

BAB II

SISTEM BILANGAN DAN SISTEM KODE

A. Sistem Bilangan

1. Bilangan Desimal

Desimal merupakan sistem bilangan dengan basis 10, artinya digit/angka yang digunakan untuk menyajikannya berjumlah 10 buah yakni: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan 9, serta setiap digit penyusunnya memiliki bobot ke pangkat 10^n dengan n merupakan bilangan bulat positif dan negatif.

Contoh:

Bilangan $(5346)_{10}$ atau 5346_{10} memiliki arti:

$$5346_{10} = 5 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 6 \times 10^0$$

Angka-angka penyusun bilangan desimal disebut **digit**. Digit yang menempati posisi paling kiri yakni 5 memiliki bobot terbesar sehingga dinamakan **Most Significant Digit (MSD)** sedangkan digit paling kanan dinamakan **Least Significant Digit (LSD)** yang berarti digit dengan bobot terkecil. Untuk bilangan desimal bulat 5346, hubungan antara digit-digit penyusunnya dengan bobotnya dapat disajikan seperti berikut ini.

	10^3	10^2	10^1	10^0	← Bobot bilangan desimal bulat
Bilangan desimal →	5	3	4	6	
	MSD			LSD	

Contoh lain, bilangan desimal 0,25 memiliki arti:

$$0,25 = 2 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2}$$

Berdasarkan contoh tersebut, hubungan digit-digit penyusunnya dengan bobotnya pada bilangan desimal pecahan 0,25 dapat disajikan seperti berikut ini.

	10^{-1}	10^{-2}	← Bobot bilangan desimal pecahan
Bilangan desimal →	0, 2	5	
	MSD	LSD	

2. Bilangan Biner

Biner merupakan sistem bilangan dengan basis 2, artinya dalam sistem ini digit yang digunakan berjumlah 2 buah yakni 0 dan 1, serta setiap digit penyusunnya (dinamakan bit) memiliki bobot ke pangkat 2^n dengan n merupakan bilangan bulat positif dan negatif.

Contoh:

Bilangan biner $(10110)_2$ atau 10110_2 , dalam konteks bilangan desimal memiliki arti:

$$10110_2 = \underline{1 \times 2^4} + \underline{0 \times 2^3} + \underline{1 \times 2^2} + \underline{1 \times 2^1} + \underline{0 \times 2^0} = 22_{10}$$



$$10110_2 = 16_{10} \quad 0 \quad 4_{10} \quad 2_{10} \quad 0_{10} = 22_{10}$$

Bit dengan bobot terbesar dinamakan **Most Significant Bit (MSB)** dan bit paling kanan dengan bobot terkecil dinamakan **Least Significant Bit (LSB)**. Bobot bilangan biner ditunjukkan sebagai berikut:

$$\begin{array}{cccccc} & 2^4 & 2^3 & 2^2 & 2^1 & 2^0 \\ \text{Bilangan biner} \rightarrow & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & \leftarrow \text{Bobot bilangan biner bulat} \\ & \text{MSB} & & & & \text{LSB} \end{array}$$

Untuk bilangan biner pecahan, bobot bit MSB dimulai dari 2^{-1} . Contoh bilangan biner 0,1012 memiliki arti:

$$0,101_2 = 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} = 0,5 + 0 + 0,125 = 0,525_{10}$$

dan hubungan antara bit-bit penyusunnya dengan bobotnya adalah sebagai berikut.

$$\begin{array}{cccccc} & & 2^{-1} & 2^{-2} & 2^{-3} & \\ \text{Bilangan biner} \rightarrow & 0 & , & 1 & 0 & 1 & \leftarrow \text{Bobot bilangan biner bulat} \\ & \text{MSB} & & & & \text{LSB} \end{array}$$

3. Bilangan Oktal

Oktal merupakan sistem bilangan dengan basis 8. Dalam sistem ini digit yang digunakan berjumlah 8 buah yakni: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7, serta bobot yang dimiliki oleh setiap digit penyusunnya adalah ke pangkat 8^n dengan n merupakan bilangan bulat positif dan negatif.

Contoh:

Bilangan oktal (215)₈ atau 215₈ dalam konteks bilangan desimal memiliki arti:

$$215_8 = \underline{2 \times 8^2} + \underline{1 \times 8^1} + \underline{5 \times 8^0} = 141_{10}$$



$$215_8 = 128_{10} \quad 8_{10} \quad 5_{10} = 141_{10}$$

Setiap bilangan penyusun pada sistem oktal disebut **digit** dan bobotnya ditunjukkan sebagai berikut:

$$\begin{array}{rcccl} & 8^2 & 8^1 & 8^0 & \leftarrow \text{Bobot bilangan oktal bulat} \\ \text{Bilangan oktal} \rightarrow & 2 & 1 & 5 & \\ & \text{MSD} & & \text{LSD} & \end{array}$$

Untuk bilangan oktal pecahan bobotnya merupakan ke pangkatan negatif dari 8, contoh bilangan oktal 0,148 memiliki arti:

$$0,14_8 = 1 \times 8^{-1} + 4 \times 8^{-2} = \frac{1}{8} + \frac{4}{64} = \frac{2}{16} + \frac{1}{16} = \frac{3}{16}$$

dan hubungan antara digit-digit penyusunnya dengan bobotnya adalah:

$$\begin{array}{rcccl} & 8^2 & 8^1 & & \\ \text{Bilangan oktal} \rightarrow & 0 & , & 1 & 4 \leftarrow \text{Bobot bilangan oktal pecahan} \\ & \text{MSB} & & \text{LSB} & \end{array}$$

4. Bilangan Heksadesimal

Heksadesimal merupakan sistem bilangan dengan basis 16, artinya simbol digit yang digunakan berjumlah 16 yakni 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, dan F, serta bobot setiap digit penyusunnya adalah ke pangkatan 16^n dengan n merupakan bilangan bulat positif dan negatif.

Contoh:

Bilangan (BE5)₁₆ atau BE5₁₆ dalam konteks sistem desimal memiliki arti:

$$\begin{array}{rcccl} \underline{11 \times 16^2} & + & \underline{14 \times 16^1} & + & \underline{5 \times 16^0} = 3045_{10} \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ 2816_{10} & + & 224_{10} & + & 5_{10} = 3045_{10} \end{array}$$

Bobot digit-digit heksadesimal pada contoh ditunjukkan sebagai berikut.

$$\begin{array}{rcccl} \text{Bilangan heksadesimal} \rightarrow & 16^2 & 16^1 & 16^0 & \leftarrow \text{Bobot bilangan heksadesimal bulat} \\ & B & E & 5 & \\ & \text{MSD} & & \text{LSD} & \end{array}$$

Untuk bilangan heksadesimal pecahan, bobot terbesar dimulai dari 16^{-1} . Contoh bilangan heksadesimal pecahan adalah 0,C8₁₆. Bilangan heksadesimal tersebut memiliki nilai desimal:

$$0, C8_{16} = 12 \times 16^{-1} + 8 \times 16^{-2} = \frac{12}{16} + \frac{8}{256} = \frac{24}{32} + \frac{1}{32} = \frac{25}{32}$$

dan hubungan antara digit-digit penyusunnya dengan bobotnya dapat dituliskan sebagai berikut:

Bilangan heksadesimal →	16^{-1}	16^{-2}	← Bobot bilangan heksadesimal pecahan
	0	C	8
	MSD		LSD

B. Konversi Sistem Biner, Oktal, dan Heksadesimal ke Sistem Desimal

Uraian tentang pengertian sistem bilangan biner, oktal, dan heksadesimal dalam konteks bilangan desimal yang telah dikemukakan di depan pada dasarnya merupakan penjelasan cara melakukan konversi dari semua sistem bilangan ke sistem bilangan desimal.

Prinsip dari konversi ini adalah menjumlahkan nilai dari setiap digit/bit suatu bilangan yang telah dikalikan dengan bobotnya.

1. Konversi Sistem Biner ke Desimal

a. Bilangan Bulat

Contoh:

$$11012 = \dots_{10}$$

$$11012 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 8 + 4 + 0 + 1 = 13_{10}$$

b. Untuk Bilangan Pecahan

Contoh:

$$1101,112 = \dots_{10}$$

$$1101,112 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$$

$$1101,112 = 8 + 4 + 0 + 1 + 0,5 + 0,25 = 13,75_{10}$$

2. Konversi Sistem Oktal ke Desimal

a. Bilangan Bulat

Contoh:

$$1548 = \dots_{10}$$

$$1548 = 1 \times 8^2 + 5 \times 8^1 + 4 \times 8^0 = 64 + 40 + 4 = 108_{10}$$

b. Bilangan Pecahan

Contoh:

$$154,678 = \dots_{10}$$

$$154,678 = 1 \times 8^2 + 5 \times 8^1 + 4 \times 8^0 + 6 \times 8^{-1} + 7 \times 8^{-2}$$

$$154,678 = 64 + 40 + 4 + 6/8 + 7/64 = 92,86_{10}$$

3. Konversi Sistem Heksadesimal ke Desimal

a. Bilangan Bulat

Contoh:

$$5B_{16} = \dots_{10}$$

$$5B_{16} = 5 \times 16^1 + 11 \times 16^0 = 80 + 11 = 91_{10}$$

b. Bilangan Pecahan

Contoh:

$$A7,C1_{16} = \dots_{10}$$

$$A7,C1_{16} = 10 \times 16^1 + 7 \times 16^0 + 12 \times 16^{-1} + 1 \times 16^{-2}$$

$$A7,C1_{16} = 160 + 7 + 12/16 + 1/256 = 167,75_{10}$$

C. Konversi Sistem Desimal ke Sistem Biner, Oktal, dan Heksadesimal

Konversi sistem desimal ke sistem bilangan lain dapat dilakukan dengan dua cara yakni metode nilai digit dan metode bagi. Pemilihan terhadap metode yang digunakan tergantung pada kebiasaan seseorang.

4. Konversi Sistem Desimal ke Sistem Biner

a. Metode Nilai Digit

Konversi sistem desimal ke sistem biner dengan metode ini dilakukan dengan cara menuliskan terlebih dahulu bobot bilangan biner pecahan dan bobot bilangan biner bulat misalnya dimulai dari 2^{-3} sampai dengan 2^8 . Penulisan bobot-bobot bilangan biner tersebut diurutkan dari bobot terkecil sampai dengan bobot terbesar dari kanan ke kiri.

Contoh:

$$21_{10} = \dots_2$$

$$227_{10} = \dots_2$$

$$227,625_{10} = \dots_2$$

Penyelesaian dari contoh di atas dengan metode nilai digit adalah sebagai berikut:

										Batas desimal		
										↓		
	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}
	256	128	64	32	16	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125
2110 =					1	0	1	0	1			
22710 =		1	1	1	0	0	0	1	1			
227,62510=		1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1

Gambar 11. Metode nilai digit

Dengan cara di atas, maka dapat diperoleh hasil konversi bilangan desimal 21 ke biner sebagai berikut:

$$21_{10} = 10101_2$$

Untuk memeriksa kebenaran hasil konversi, dapat dilakukan konversi balik dari bilangan biner 101012 ke sistem desimal sebagai berikut:

$$101012 = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

$$101012 = 16 + 0 + 4 + 0 + 1 = 101012 = 2110$$

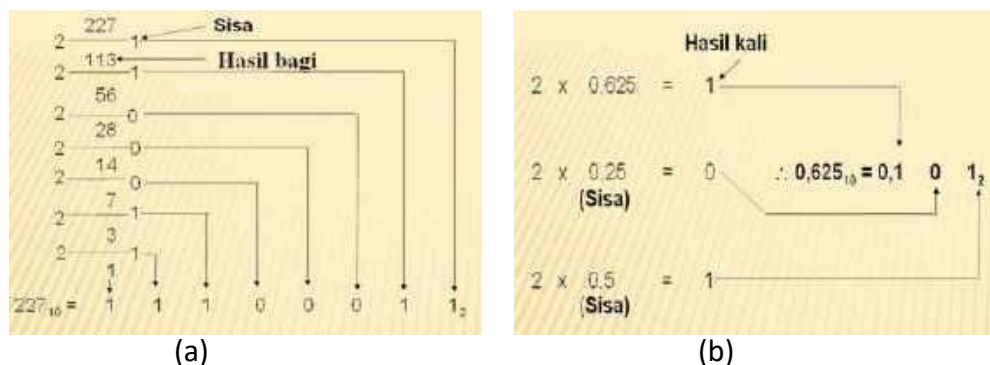
Dengan cara yang sama, yakni metode nilai digit dapat diperoleh hasil konversi bilangan desimal 227 dan 227,625 sebagai berikut:

$$227_{10} = 111000112$$

$$227,625_{10} = 11100011,1012$$

b. Metode Bagi Dua

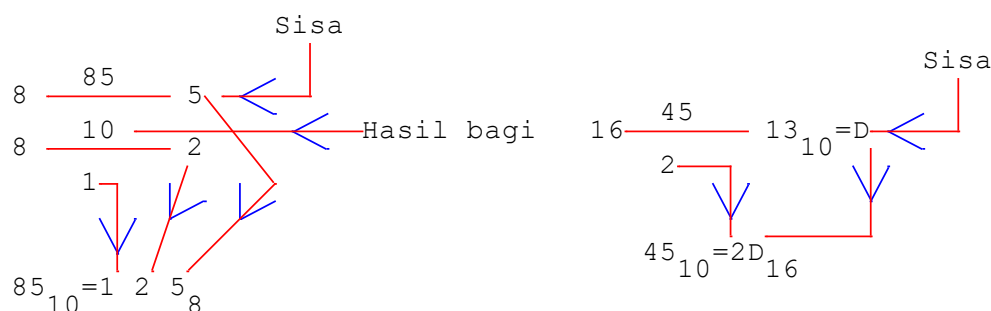
Konversi bilangan desimal ke sistem biner dengan metode bagi dua dapat dilakukan dengan cara seperti ditunjukkan pada gambar 12.



Gambar 12. Konversi bilangan desimal ke sistem biner menggunakan metode bagi dua: (a) bulat, (b) pecahan

5. Konversi Sistem Desimal ke Sistem Oktal dan Heksadesimal

Konversi sistem desimal ke sistem oktal dan ke sistem heksadesimal dapat dilakukan dengan metode bagi, dan dalam hal ini faktor pembagiannya adalah 8 untuk oktal dan 16 untuk heksadesimal. Contoh: konversikan bilangan desimal 85 ke sistem oktal dan sistem heksadesimal! Penyelesaiannya dapat dilakukan dengan cara:



Gambar 13. Konversi bilangan desimal bulat ke sistem (a) oktal dan (b) heksadesimal

D. Konversi Sistem Biner ke Sistem Oktal dan Heksadesimal

1. Konversi Sistem Biner ke Sistem Oktal

Konversi sistem biner ke sistem oktal dilakukan dengan cara mengelompokkan bilangan biner menjadi kelompok 3 bit dimulai dari LSB. Selanjutnya setiap kelompok bilangan biner tersebut dikonversi ke sistem oktal.

Contoh:

$$10100111010001101_2 = \dots\dots\dots 8$$

Penyelesaian konversinya adalah sebagai berikut:

$$\begin{array}{cccccc} \underline{10} & \underline{100} & \underline{111} & \underline{010} & \underline{001} & \underline{101}_2 \\ 2 & 4 & 7 & 2 & 1 & 5_8 \end{array}$$

Jadi, $10100111010001101_2 = 247215_8$.

2. Konversi Sistem Biner ke Sistem Heksadesimal

Konversinya dilakukan dengan cara mengelompokkan bilangan biner menjadi kelompok 4 bit dimulai dari LSB. Selanjutnya setiap kelompok bilangan biner tersebut dikonversi ke sistem heksadesimal.

Contoh:

$$10100111010001101_2 = \dots\dots\dots 16$$

Proses konversinya sebagai berikut:

$$\begin{array}{cccccc} \underline{1} & \underline{0100} & \underline{1110} & \underline{1000} & \underline{1101}_2 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 1 & 4 & E & 8 & D_{16} \end{array}$$

Sehingga $10100111010001101_2 = 14E8D_{16}$

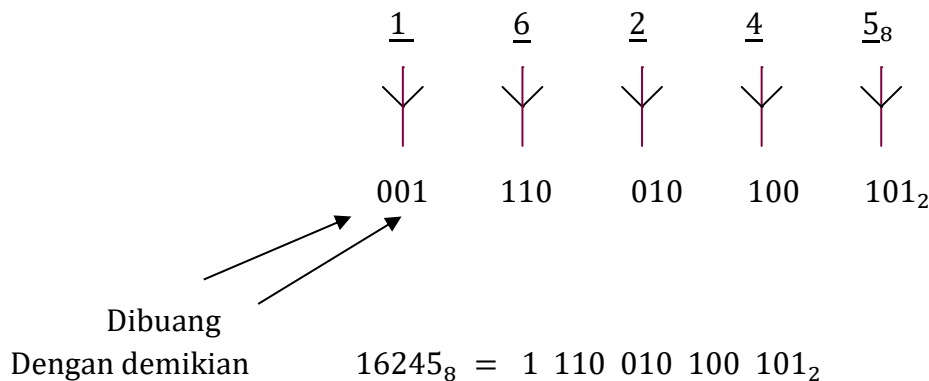
Konversi Sistem Oktal dan Heksadesimal ke Sistem Biner

Konversi Sistem Oktal ke Sistem Biner

Konversi suatu bilangan oktal menjadi bilangan biner dilakukan dengan cara mengubah setiap bilangan oktal ke dalam bilangan biner 3-bit, dan jika ditemukan bit 0 pada MSB, bit tersebut dibuang.

Contoh:

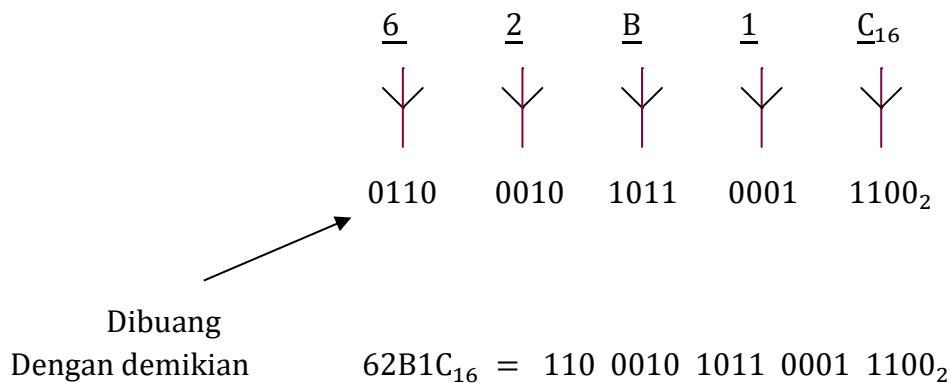
$$16245_8 = \dots\dots_2$$



1. Konversi Sistem Heksadesimal ke Sistem Biner

Konversi ini dilakukan dengan cara mengubah setiap bilangan heksadesimal ke dalam bilangan biner 4-bit. Jika ditemukan bit 0 pada MSB, bit tersebut dibuang.

Contoh: $62B1C_{16} = \dots\dots_2$



E. Sistem Kode

Data yang diproses di dalam sistem digital disusun dengan menggunakan kode tertentu. Terdapat berbagai macam sistem kode seperti desimal dikode biner atau *binary-coded decimal* (BCD), *gray*, excess-3, kode peraga 7-segmen, dan ASCII.

Kode-kode tersebut disusun dengan suatu cara menggunakan bilangan biner yang membentuk kelompok tertentu. Kelompok bilangan biner yang membentuk suatu kode dibedakan penyebutannya. Kode biner **4-bit** dinamakan **nibble**, contoh 1101, 1010, dan 1001. Kode biner **8-bit** dinamakan **byte**, contoh: 10011100, dan 10101010. Dalam hal ini 1 byte=8-bit, 1Kilo byte=1KB=1024 byte= 2^{10} byte. Kode biner **16-bit** dinamakan **word**, contoh: 1001110010101010, dan kode biner **32-bit** dinamakan **double word**.

1. Kode BCD (*Binary-Coded Decimal*)

Kode BCD atau Desimal Dikode Biner sering ditulis dalam bentuk BCD-8421 menggunakan kode biner 4-bit untuk merepresentasikan masing-masing digit desimal dari suatu bilangan.

Contoh: Tulis dalam bentuk kode BCD-8421 bilangan desimal; 529!

Jawab:

5 2 9 ← DESIMAL

0101 0010 1001 ← BCD – 8421

Dalam sistem kode BCD terdapat 6 buah kode yang tidak dapat digunakan (*invalid code*) yakni: 1010, 1011, 1100, 1101, 1110, dan 1111, sehingga hanya ada 10 buah kode BCD yang valid yakni kode-kode untuk merepresentasikan bilangan desimal 0 s.d. 9. Untuk lebih memahami kode BCD, coba perhatikan konversi kode BCD ke sistem desimal berikut ini!

- a. Ubah 0110 1000 0011 1001_{BCD} ke sistem desimal!Jawab:

0110 1000 0011 1001_{BCD} → Sistem BCD

6 8 3 9 → Sistem DESIMAL

- b. Ubah 0111 1100 0001_{BCD} ke sistem desimal!Jawab:

0111 1100 0001_{BCD} → Sistem BCD

7 1 → Sistem DESIMAL



Kode yang tidak dapat digunakan (*invalid*), menunjukkan terjadi kesalahan pada kode BCD.

2. Kode Excess-3 (XS-3)

Sistem kode lain yang mirip dengan BCD adalah Excess-3. Untuk menyusun kode XS-3 dari suatu bilangan desimal, masing-masing digit dari suatu bilangan desimal yang akan dikode dengan XS-3, ditambah dengan 3 desimal, kemudian hasilnya dikonversi seperti cara pada konversi BCD.

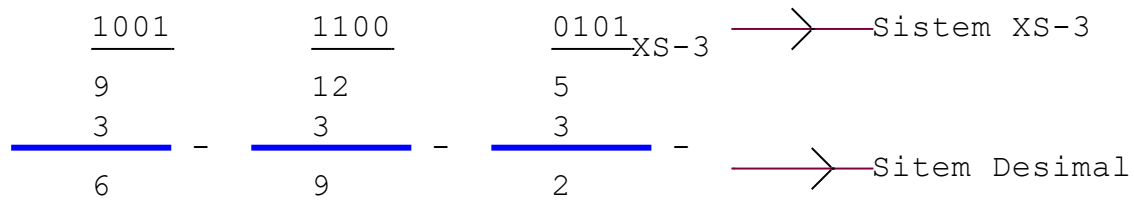
Contoh: Tulis dalam bentuk kode XS-3 bilangan desimal 12!

Jawab:

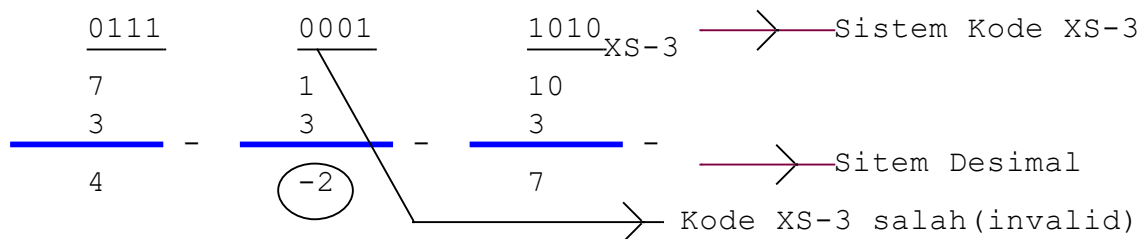
1		2	→	Sitem Desimal
3		3		
	+		+	
4		5		
0100		0101	→	Sistem XS-3

Pada XS-3, terdapat 6 kode yang tidak dapat digunakan yakni: 0000, 0001, 0010, 1101, 1110,dan 1111. Perhatikan contoh konversi berikut ini!

- a. Ubah kode XS-3: 1001 1100 0101XS-3 ke sistem desimal!Jawab:



- b. Ubah kode XS-3: 0111 0001 1010XS-3 ke sistem desimal!
Jawab:



3. Kode Gray

Kode *gray* memiliki keunikan yakni setiap kali kode itu berubah nilainya secara berurutan misalnya dari 2 ke 3 atau dari 5 ke 6, hanya terdapat 1-bit saja yang berubah. Contoh:jika nilai kode *gray* berubah dari 2 ke 3, maka kode *gray* berubah dari 0011 ke 0010. Kode gray biasanya digunakan sebagai data yang menunjukkan posisi dari suatu poros mesin yang berputar. Cara mengubah bilangan desimal menjadi kode *gray* adalah sebagai berikut:

Ubah 1310 dalam bentuk kode Gray!

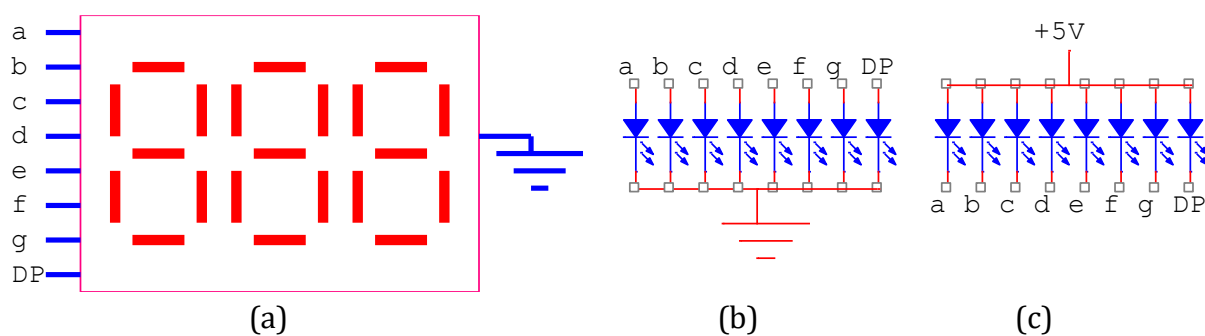
Jawab:

		13			Sistem Desimal	Langkah konversi: 1.MSB biner=MSB gray 2.Tambahkan MSB biner dengan bit kanannya, hasilnya adalah kode gray setelah MSB
MSB Binner	+	+	+		Abaikan bawaanya (carry)	
	1	1	0	1		
sama	↓	↓	↓	↓		
	1	0	1	1	Sistem Gray	3.Dengan mengabaikan carry, lakukan langkah ke-2 untuk semua bit yang ada
MSB Gray						

Gambar 14. Konversi sistem desimal ke sistem gray
Jadi, 1310 dalam bentuk kode *gray* adalah 1011GRAY.

4. Kode 7-Segment Display

Hasil pemrosesan sinyal dari suatu rangkaian digital merupakan sinyal digital dalam bentuk kode-kode biner. Jika hasil tersebut tetap disajikan dalam bentuk aslinya yakni kode biner, maka kita akan mengalami kesulitan di dalam membacanya karena kita tidak terbiasa menggunakan kode biner dalam kehidupan sehari-hari. Kebiasaan kita adalah menggunakan sajian bilangan dalam bentuk desimal. Agar menjadi mudah dibaca, maka kode-kode biner tersebut perlu diubah tampilannya menggunakan tampilan desimal. Piranti yang digunakan untuk menampilkan data dalam bentuk desimal adalah LED 7-Segment Display atau dinamakan peraga 7-segmen saja. Untuk menampilkan bilangan desimal, peraga ini memerlukan penggerak berbentuk kode-kode biner. Bentuk peraga 7-segmen ditunjukkan padagambar 15 berikut ini.



Gambar 15. Peraga 7-segmen

Setiap segmen dari peraga tersebut berupa LED yang susunannya membentuk suatu konfigurasi tertentu. Gambar 15 (a) menunjukkan wujud peraga 7-segmen dilihat dari atas, sedangkan gambar 15 (b) menunjukkan segmen-segmen peraga 7-segmen jenis *common cathode*. Pada jenis ini diperlukan sinyal tinggi untuk menyalakan setiap segmennya. Pada gambar 15 (c) ditunjukkan segmen-segmen peraga 7-segmen jenis *common anode* yang memerlukan sinyal rendah untuk menyalakan setiap segmennya.

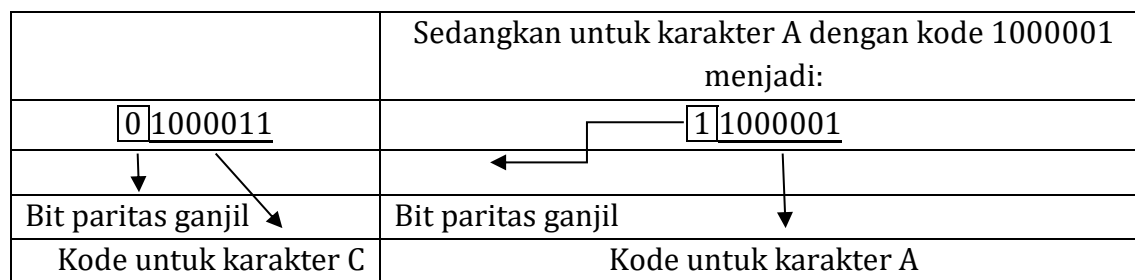
5. Kode ASCII

ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*) merupakan kode biner untuk merepresentasikan bilangan, huruf, dan simbol, sehingga disebut juga kode alfanumerik. Terdapat duajenis kode ASCII yakni berparitas genap dan ganjil. Contoh: Kode ASCII untuk karakter C adalah 1000011, memiliki jumlah bit 1 ganjil yakni 3 buah dan karakter A adalah 1000001, memiliki jumlah bit 1 genap yakni 2 buah. Untuk menyusun menjadi kode ASCII berparitas genap dilakukan sebagai berikut:

	Sedangkan untuk karakter A dengan kode 1000001 menjadi:
<u>1</u> 1000011	<u>0</u> 1000001
↓	↓
Bit paritas genap	Bit paritas genap
Kode untuk karakter C	Kode untuk karakter A

Gambar 16. Bit paritas genap untuk karakter C dan A

Sedangkan kode ASCII berparitas ganjil disusun dengan cara:



Gambar 17. Bit paritas ganjil untuk karakter C dan A

Tabel 3 menunjukkan nilai heksadesimal dari kode ASCII 7-bit. Untuk memperoleh nilai biner dari kode ASCII tersebut, anda harus mengubah nilai heksadesimal dari suatu kode ASCII ke dalam nilai biner. Contoh, pada tabel tercantum nilai heksadesimal dari karakter C adalah 43, maka nilai binernya adalah 100 0011. Untuk karakter A yang memiliki nilai heksadesimal 41, nilai binernya adalah 100 0001.

Tabel 3. Nilai heksadesimal untuk beberapa kode ASCII 7-bit.

Simbol	Kode ASCII	Simbol	Kode ASCII	Simbol	Kode ASCII	Simbol	Kode ASCII	Simbol	Kode ASCII
!	21	4	34	G	47	Z	5A	m	6D
”	22	5	35	H	48	[	5B	n	6E
#	23	6	36	I	49	\	5C	o	6F
\$	24	7	37	J	4A	]	5D	p	70
%	25	8	38	K	4B	^	5E	q	71
&	26	9	39	L	4C	_	5F	r	72
'	27	:	3A	M	4D		60	s	73
(	28	;	3B	N	4E	a	61	t	74
)	29	<	3C	O	4F	b	62	u	75
*	2A	=	3D	P	50	c	63	v	76
+	2B	>	3E	Q	51	d	64	w	77
,	2C	?	3F	R	52	e	65	x	78
-	2D	@	40	S	53	f	66	y	79
.	2E	A	41	T	54	g	67	z	7A
/	2F	B	42	U	55	h	68	{	7B
0	30	C	43	V	56	i	69		7C
1	31	D	44	W	57	j	6A	}	7D
2	32	E	45	X	58	k	6B	~	7E
3	33	F	46	Y	59	l	6C	DEL	7F

Ringkasan nilai biner, oktal, dan heksadesimal, serta nilai kode BCD, XS-3, Gray, dan kode peraga 7-segmen untuk bilangan desimal 0 sampai dengan 15 disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Nilai berbagai sistem bilangan dan kode untuk bilangan desimal 0 s.d. 15

Desimal	Biner	Oktal	Heksa-desimal	BCD Gray			Peraga 7-segmen	
				8421	XS-3		abcdefg	Display
0	0	0	0	0000	0011	0000	1111110	0
1	1	1	1	0001	0100	0001	0110000	1
2	10	2	2	0010	0101	0011	1101101	2

Desimal	Biner	Oktal	Heksa-desimal	BCD Gray			Peraga 7-segmen	
				8421	XS-3		abcdefg	Display
3	11	3	3	0011	0110	0010	1111001	3
4	100	4	4	0100	0111	0110	0110011	4
5	101	5	5	0101	1000	0111	1011011	5
6	110	6	6	0110	1001	0101	1011111	6
7	111	7	7	0111	1010	0100	1110000	7
8	1000	10	8	1000	1011	1100	1111111	8
9	1001	11	9	1001	1100	1101	1110011	9
10	1010	12	A	0001 0000	0100 0011	1111	1111101	A
11	1011	13	B	0001 0001	0100 0100	1110	0011111	B
12	1100	14	C	0001 0010	0100 0101	1010	0001101	C
13	1101	15	D	0001 0011	0100 0110	1011	0111101	D
14	1110	16	E	0001 0100	0100 0111	1001	1101111	E
15	1111	17	F	0001 0101	0100 1000	1000	1000111	F

F. Soal Latihan

- Tulislah bobot bilangan:
 - biner 12 bit, terdiri atas 10 bit bilangan biner bulat dan 2 bit bilangan biner pecahan!
 - oktal 6 digit, terdiri atas 4 digit bilangan oktal bulat dan 2 digit bilangan oktal pecahan!
 - heksadesimal 5 digit, terdiri atas 3 digit bilangan bulat dan 2 digit pecahan!
- Ubahlah ke dalam sistem desimal
 - nilai: a. 10001102
 - b. 11010010,0112
 - c. 3458
 - d. 153,248
 - e. 12AB16
 - f. 2F1,E216
- Lakukan konversi ke sistem biner dengan menggunakan metode nilai digit dan metode bagidua bilangan desimal berikut ini, dan lakukan konversi balik untuk memeriksa kebenaran konversi yang anda lakukan!
 - a. 26810
 - b. 51310
 - c. 102510
 - d. 0,37510
 - e. 71,875

4. Ubahlah ke dalam sistem oktal, dan heksadesimal bilangan desimal berikut ini dan lakukan konversi balik untuk memeriksa kebenaran konversi yang anda lakukan!
 - a. 259₁₀
 - b. 5000₁₀
5. Ubahlah 10110101010111011100₂ ke sistem oktal dan heksadesimal!
6. Lakukan konversi nilai 2BF1A₁₆ dan nilai 16243₈ ke sistem biner!
7. Susunlah ke dalam kode BCD, Gray, dan XS-3 untuk bilangan desimal 4581₁₀!
8. Apa yang dimaksud dengan kode salah (invalid code) pada sistem kode BCD dan XS-3?
9. Lakukan konversi ke nilai desimal kode 000101001000BCD, 1001001101110110BCD, 0101000000001100001BCD, dan 1010011100111001XS-3, 10001011011001110101XS-3, serta 011101101001110001010101XS-3!
10. Perhatikan kode BCD dan XS-3 berikut
 - ini: a. 1001001101011100BCD
 - b. 010101110000000110010110BCD
 - c. 101100001000BCD
 - d. 0110010110110101XS-3
 - e. 110000100110XS-3
 Tentukan kode mana yang salah dan kemukakan alasan mengapa kode tersebut andanyatakan salah!
11. Tulislah kode peraga 7-segmen untuk menampilkan angka 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, dan F sesuai jenis peraga yang digunakan dengan mengisi tabel berikut ini:

Tabel 5. Kode peraga 7-segmen untuk soal nomor 11 pada Bab II

Kode Peraga 7-Segmen		Tampilan
Jenis Common Cathode	Jenis Common Anode	
a b c d e f g	a b c d e f g	
.....		0
.....		1
.....		2
.....		3
.....		4
.....		5