

Rangkaian Digital untuk Teknik Elektro Vol. 1

Materi dalam buku ini dikelompokkan ke dalam lima bab yang telah disusun secara urut dan sistematis sehingga pembaca dapat memperoleh pengetahuan yang utuh terhadap rangkaian digital. Pada bab ini membahas tentang sistem bilangan dan kode, dasar gerbang logika, teknik aljabra Boolean, sinyal dan saklar elektronika, kode konverter, multiplexer, dan demultiplexer. Selain diperuntukkan bagi mahasiswa program studi Teknik Elektro, buku ajar ini juga dapat digunakan oleh para mahasiswa program studi lain yang serumpun seperti Teknik Informatika, Teknik Komputer, Sistem Informasi, Ilmu Komputer dan bahkan oleh para Ilmu Fisika dan Pendidikan Fisika yang mengambil mata kuliah sejenis dengan Rangkaian Digital.

Rangkaian Digital untuk Teknik Elektro
Dody Susilo, RD Laksono



Rangkaian Digital untuk Teknik Elektro Vol. 1

Dody Susilo, RD Laksono

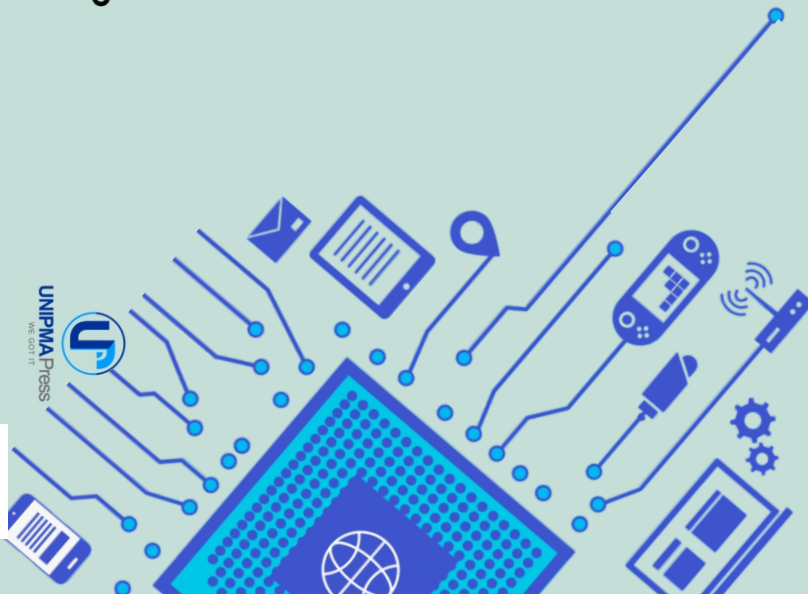


Penerbit UNIPMA Press
Universitas PGRI Madiun
Jl. Setia Budi No. 85, Jawa Timur 63118
E-mail: upress@unipma.ac.id
Website: kww.unipma.ac.id

ISBN 978-623-8095-38-4 (jil. 1)



9 786238 095384



Rangkaian Digital untuk Teknik Elektro

Vol. 1

Dody Susilo
Ridam Dwi Laksono



RANGKAIAN DIGITAL UNTUK TEKNIK ELEKTRO

Vol. 1

Penulis:

Dody Susilo

Ridam Dwi Laksono

Editor:

Agus

Perancang Sampul:

Tim Kreatif Unipma Press

Penata Letak:

Dody Susilo

Cetakan Pertama, November 2023

Diterbitkan Oleh:

UNIPMA Press Universitas PGRI Madiun

Jl. Setiabudi No. 85 Madiun Jawa Timur 63118

E-Mail: upress@unipma.ac.id

Website: kwu.unipma.ac.id

Anggota IKAPI: No. 207/Anggota Luar Biasa/JTI/2018

ISBN: 978-623-8095-38-4

Hak Cipta dilindungi oleh Undang-Undang

All right reserved

PRAKARTA

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat, hidayah, serta karunia-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan buku ajar ini dengan judul "Rangkaian Digital untuk Teknik Elektro".

Buku ajar ini merupakan upaya kami untuk memberikan kontribusi dalam bidang pendidikan teknik elektro, khususnya dalam memahami dan mengaplikasikan konsep-konsep dasar rangkaian digital. Perkembangan teknologi informasi dan elektronika semakin pesat, sehingga pemahaman yang mendalam mengenai rangkaian digital menjadi sangat penting bagi para mahasiswa dan praktisi teknik elektro.

Dalam buku ini, kami berusaha menjelaskan dengan jelas dan sistematis mengenai konsep dasar rangkaian digital, mulai dari logika dasar, gerbang logika, aljabar Boolean, hingga desain rangkaian kombinasional dan sekuen. Kami juga merinci penerapan praktis melalui contoh-contoh kasus yang relevan, sehingga pembaca dapat menghubungkan konsep teori dengan aplikasi nyata. Tidak lupa, apresiasi setinggi-tingginya kami sampaikan kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan dalam penulisan buku ini. Terima kasih kepada institusi pendidikan, dosen, teman-teman, dan keluarga yang senantiasa memberikan motivasi dan semangat kepada penulis.

Kami menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, saran dan kritik membangun dari para pembaca sangat kami harapkan guna perbaikan di masa yang akan datang. Semoga buku ajar ini dapat menjadi panduan yang bermanfaat bagi para pembaca dalam memahami dan menguasai konsep rangkaian digital.

Akhir kata, kami berharap buku ajar ini dapat memberikan kontribusi yang berarti dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang teknik elektro.

Salam,

Dody Susilo

DAFTAR ISI

PRAKARTA	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	xii
BAB I SISTEM BILANGAN DAN KODE	1
1.1 Digital versus Analog	1
1.2 Representasi Digital Kuantitas Analog	1
1.3 Sistem Penomoran Desimal (Basis 10)	5
1.4 Sistem Penomoran Biner (Basis 2)	6
1.5 Konversi Desimal ke Biner	8
1.6 Sistem Penomoran Oktal (Basis 8)	10
1.7 Konversi Oktal	11
1.8 Sistem Penomoran Heksadesimal (Basis 16)	12
1.9 Konversi Heksadesimal	13
1.10 Sistem Binary Coded Decimal	15
1.11 Perbandingan Sistem Penomoran	16
1.12 Kode ASCII	16
1.13 Aplikasi Sistem Penomoran	18
BAB II GERBANG LOGIKA DASAR	20
2.1 Gerbang AND	20
2.2 Gerbang OR	23
2.3 Analisis Timing	25
2.4 Fungsi Enable dan Disable	28
2.5 Teknik Troubleshooting	29
2.6 Inverter	33
2.7 Gerbang NAND	34
2.8 Gerbang NOR	37
2.9 Logic Gate Waveform	40
2.10 Gerbang Logika IC	42
BAB III ALJABAR BOOLEAN DAN TEKNIK REDUKSI	47
3.1 Logika Kombinasi	47
3.2 Hukum dan Aturan Aljabar Boolean	49
3.3 Penyederhanaan Rangkaian Logika Kombinasional Menggunakan Aljabar Boolean	54
3.4 Teorema De Morgan	59
3.5 Kemampuan Universal Gerbang NAND dan NOR	70

3.6	Gerbang AND–OR– INVERT untuk Mengimplementasikan Ekspresi Sum of-Products	75
3.7	Pemetaan Karnaugh	79
3.8	Aplikasi Desain Sistem	87
BAB IV SINYAL DAN SAKELAR ELEKTRONIK DIGITAL		90
4.1	Sinyal Digital	90
4.2	Clock Waveform Timing	90
4.3	Representasi Serial	92
4.4	Representasi Paralel	93
4.5	Sakelar di Sirkuit Elektronik	97
4.6	Relai sebagai Sakelar	98
4.7	Dioda Sebagai Sakelar	101
4.8	Transistor Sebagai Sakelar	103
4.9	TTL Integrated Circuit	105
4.10	Simulasi MultiSIM dari Sirkuit Sakelar	108
4.11	Sirkuit Terpadu CMOS	110
4.12	Perangkat Pemasangan Permukaan	111
BAB V KODE KONVERTER, MULTIPLEXER DAN DEMULTIPLEXER		112
5.1	Komparator	112
5.2	Komparator VHDL Menggunakan IF-THEN-ELSE	115
5.3	Decoding	117
5.4	Decoder Diimplementasikan dalam Bahasa VHDL	124
5.5	Encoding	127
5.6	Kode Konverter	130
5.7	Multiplexer	135
5.8	Demultiplexer	139
5.9	Aplikasi Desain Sistem	142
5.10	Aplikasi Desain FPGA Menggunakan LPM	148
DAFTAR PUSTAKA		153
BIOGRAFI PENULIS		154

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Analog Versus Digital: (a) Bentuk Gelombang Analog; (b) Bentuk Gelombang Digital; (c) Jam Tangan Analog; (d) Jam Tangan Digital	1
Gambar 1. 2 (a) Representasi Digital Dari Tiga Titik Data Pada Bentuk Gelombang Analog; (b) Mengubah Tegangan Analog 2V Menjadi Rangkaian Output Digital	2
Gambar 1. 3 Proses Konversi Suara Analog Ke Digital Dan Kemudian Kembali Ke Analog	3
Gambar 1. 4 Menambahkan Derau Elektrostatis Yang Tidak Diinginkan Ke (a) Bentuk Gelombang Analog Dan (b) Bentuk Gelombang Digital	4
Gambar 1. 5 Sistem Pencatat Data Radiasi Matahari: (a) Diagram Blok Sistem; (b) Subsistem Pencatat Data	4
Gambar 1. 6 Pembagian Berurutan Dengan 2 Untuk Mengembangkan Faktor Pembobotan Biner Fraksional Dan Menunjukkan Bahwa 20 Sama Dengan 1	7
Gambar 1. 7 (a) Sambungan Sirkuit Untuk Monitor Suhu Dan Tekanan Di Fasilitas Pembangkit Listrik Panas Bumi; (b) Tata Letak Data Biner Yang Dibaca Oleh Sistem Pemantauan Komputer	18
Gambar 2. 1 Simbol Gerbang AND Dua Masukan	20
Gambar 2. 2 Gerbang AND: (a) Digunakan untuk mengaktifkan alarm pencuri; (b) semua kombinasi kunci ON (K) dan pintu OPEN (D).....	21
Gambar 2. 3 Analogi Kelistrikan Untuk Gerbang AND: (a) Menggunakan Sakelar Manual; (b) Menggunakan Sakelar Transistor	21
Gambar 2. 4 Simbol Gerbang AND Multi-Input: (a) 4-Input; (b) 3-Input Dibentuk Dengan Dua Gerbang 2-Input; (c) 8-Input.....	22
Gambar 2. 5 Gerbang OR Dua Masukan: (a) Simbol; (b) Semua Kombinasi Masukan.....	23
Gambar 2. 6 Analogi Listrik Untuk Gerbang OR: (a) Menggunakan Sakelar Manual; (b) Menggunakan Sakelar Transistor	24
Gambar 2. 7 Gerbang OR Tiga Masukan: (a) Simbol; (b) Tiga Input Dibentuk Dengan Dua Gerbang 2-Input	24
Gambar 2. 8 Simbol Gerbang OR Delapan Masukan.....	24
Gambar 2. 9 Operasi Gerbang Dasar AND dan OR	25
Gambar 2. 10 Analisis Waktu Gerbang AND: (a) Sketsa Bentuk Gelombang; (b) Tampilan Penganalisa Logika Aktual	26
Gambar 2. 11 Gerbang Untuk Contoh 2.2	26
Gambar 2. 12 Solusi untuk Contoh 2.2.....	27
Gambar 2. 13 Gerbang untuk Contoh 2.3	27
Gambar 2. 14 Solusi Untuk Contoh 2.3.....	27
Gambar 2. 15 Gerbang Untuk Contoh 2.4.....	28
Gambar 2. 16 Solusi Untuk Contoh 2.4.....	28
Gambar 2. 17 Menggunakan Gerbang AND Untuk Mengaktifkan/Menonaktifkan Clock Oscillator	29
Gambar 2. 18 Menggunakan Gerbang OR Untuk Mengaktifkan/Menonaktifkan Clock Oscillator	29
Gambar 2. 19 Pulser Logika Dan Probe Logika	30
Gambar 2. 20 Empat Kesalahan Sirkuit Tercetak Yang Umum: (a) Misalignment Pin 14; (b) Papan Retak; (c) Jembatan Solder; (d) Transistor Yang Terbakar	31

Gambar 2. 21 Koneksi Untuk Troubleshooting Satu Gerbang Quad AND IC.....	32
Gambar 2. 22 Koneksi untuk troubleshooting satu gerbang OR pada IC 7432.....	33
Gambar 2. 23 Simbol Inverter dan Tabel Kebenaran	34
Gambar 2. 24 Analisis Waktu Gerbang Inverter: (a) Sketsa Bentuk Gelombang dan (b) Tampilan Osiloskop	34
Gambar 2. 25 Gerbang NAND: (a) Simbol; (b) AND–INVERT Setara Dengan Gerbang NAND Dengan $A = 1, B = 1$	35
Gambar 2. 26 Input Dan Output IC NAND 7400 Quad	35
Gambar 2. 27 Simbol Untuk Gerbang NAND Tiga Dan Delapan Masukan.....	36
Gambar 2. 28 Gerbang untuk Contoh 2.7	36
Gambar 2. 29 Analisis Waktu Gerbang NAND.....	37
Gambar 2. 30 Analisis Waktu Gerbang NAND Dengan Input Kontrol Logika Simbol	37
Gambar 2. 31 Bentuk Gelombang untuk Contoh 2.8.....	37
Gambar 2. 32 Simbol gerbang NOR dan persamaan OR–INVERT dengan $A = 0, B = 0$	38
Gambar 2. 33 Input dan Output dari 7402 Quad NOR IC	38
Gambar 2. 34 Gerbang untuk Contoh 2.9	39
Gambar 2. 35 Analisis Waktu Gerbang NOR.....	39
Gambar 2. 36 Gerbang Untuk Contoh 2.10	39
Gambar 2. 37 Analisis Waktu Gerbang NOR Tiga Masukan.....	39
Gambar 2. 38 Gerbang Untuk Contoh 2.11	40
Gambar 2. 39 Persyaratan Bentuk Gelombang Input Untuk Menghasilkan Output Tertentu	40
Gambar 2. 40 Johnson Shift Counter Waveform Generation: (a) Sketsa Waveform; (b) Tampilan Penganalisa Logika	41
Gambar 2. 41 Menghasilkan Pulsa HIGH 3-Ms Menggunakan Gerbang AND dan Penghitung Shift Johnson	42
Gambar 2. 42 Konfigurasi Pin IC Gerbang AND Dua Masukan 7408 Quad.....	43
Gambar 2. 43 IC TTL 7408 Pada Rangkaian Aktif Clock	43
Gambar 2. 44 Konfigurasi Pin Untuk IC Gerbang TTL dan CMOS AND dan OR Populer Lainnya: (A) 7411 (74HC11); (B) 7421 (74HC21); (C) 7432 (74HC32)	44
Gambar 2. 45 Konfigurasi Pin Inverter 7404 TTL dan 4049 CMOS	45
Gambar 2. 46 (a) Konfigurasi Pin 7402 TTL NOR dan 4001 CMOS NOR; (b) Konfigurasi Pin 7400 TTL NAND dan 4011 CMOS NAND	45
Gambar 2. 47 Gerbang untuk Contoh 2.12	46
Gambar 2. 48 Jawaban Rangkaian untuk Contoh 2.12	46
Gambar 3. 1 Persyaratan Logika Kombinasional Untuk Buzzer Peringatan Mobil	47
Gambar 3. 2 Sirkuit Logika Yang Diperkecil Untuk Buzzer Mobil	48
Gambar 3. 3 Solusi Untuk Contoh 3.1	48
Gambar 3. 4 Solusi Untuk Contoh 3.2.....	49
Gambar 3. 5 Sirkuit Logika Kombinasional Untuk Contoh 3.3	49
Gambar 3. 6 Hukum Komutatif Penambahan Untuk Mengatur Ulang Gerbang OR	50
Gambar 3. 7 Hukum Perkalian Komutatif Untuk Mengatur Ulang Gerbang AND	50
Gambar 3. 8 Hukum Penjumlahan Asosiatif Untuk Mengatur Ulang Pengelompokan Gerbang OR.....	50
Gambar 3. 9 Hukum Asosiatif Perkalian Untuk Mengatur Ulang Pengelompokan Gerbang AND	50
Gambar 3. 10 Hukum Distributif Untuk Membentuk Rangkaian Ekuivalen	50

Gambar 3. 11 Hukum Distributif Untuk Membentuk Rangkaian Ekuivalen (Metode FOIL).....	51
Gambar 3. 12 (a) Sirkuit Logika Untuk Alarm Pencuri Sederhana (b) Menonaktifkan Alarm Pencuri Dengan Membuat Alarm	51
Gambar 3. 13 Rangkaian Logika dan Tabel Kebenaran Yang Mengilustrasikan Aturan 2	52
Gambar 3. 14 Rangkaian Logika dan Tabel Kebenaran Yang Mengilustrasikan Aturan 3	52
Gambar 3. 15 Rangkaian Logika dan Tabel Kebenaran Yang Mengilustrasikan Aturan 4	52
Gambar 3. 16 Rangkaian Logika dan Tabel Kebenaran Yang Mengilustrasikan Aturan 5	52
Gambar 3. 17 Rangkaian Logika dan Tabel Kebenaran Yang Mengilustrasikan Aturan 6	53
Gambar 3. 18 Rangkaian Logika dan Tabel Kebenaran Yang Mengilustrasikan Aturan 7	53
Gambar 3. 19 Rangkaian Logika dan Tabel Kebenaran Yang Mengilustrasikan Aturan 8	53
Gambar 3. 20 Rangkaian Logika dan Tabel Kebenaran Yang Mengilustrasikan Aturan 9	53
Gambar 3. 21 Rangkaian Logika Untuk Contoh 3.5	55
Gambar 3. 22 Rangkaian Logika Yang Disederhanakan Untuk Contoh 3.5	56
Gambar 3. 23 Rangkaian Logika Untuk Contoh 3.6	56
Gambar 3. 24 Rangkaian Logika Yang Disederhanakan Untuk Contoh 3.6	56
Gambar 3. 25 Rangkaian Logika Untuk Contoh 3.7	57
Gambar 3. 26 Rangkaian Yang Disederhanakan	58
Gambar 3. 27 Rangkaian Logika Untuk Contoh 3.8	58
Gambar 3. 28 Rangkaian Yang Disederhanakan	59
Gambar 3. 29 Teorema De Morgan Yang Diterapkan Pada Gerbang NAND Menghasilkan Dua Tabel Kebenaran Yang Identik	60
Gambar 3. 30 (a) Teorema De Morgan Yang Diterapkan Pada Gerbang NOR Menghasilkan Dua Tabel Kebenaran Yang Identik; (b) Menggunakan Simbol NOR Alternatif Memudahkan Penyederhanaan Sirkuit; (c) Ringkasan Simbol Gerbang Alternatif	61
Gambar 3. 31 Rangkaian Logika Untuk Contoh 3.9	62
Gambar 3. 32 Rangkaian Logika Yang Disederhanakan Untuk Contoh 3.9	62
Gambar 3. 33 Rangkaian Logika Untuk Contoh 3.10	63
Gambar 3. 34 Rangkaian Logika Yang Disederhanakan Untuk Contoh 3.10	63
Gambar 3. 35 Solusi Yang Setara Dengan Contoh 3.10	63
Gambar 3. 36 Rangkaian Logika Untuk Contoh 3.11	64
Gambar 3. 37 Rangkaian Logika Yang Disederhanakan Untuk Contoh 3.11	64
Gambar 3. 38 Rangkaian Logika Untuk Contoh 3.12	65
Gambar 3. 39 Rangkaian Logika Yang Disederhanakan Untuk Contoh 3.12	65
Gambar 3. 40 Rangkaian Logika Untuk Contoh 3.13	66
Gambar 3. 41 Solusi Parsial Untuk Contoh 3.14	66
Gambar 3. 42 Rangkaian Logika Persamaan Untuk Contoh 3.14	67
Gambar 3. 43 Rangkaian Logika Untuk Persamaan Contoh 3.15	68
Gambar 3. 44 (a) Sirkuit Logika Asli; (b) Rangkaian Logika Ekuivalen	69
Gambar 3. 45 Sirkuit Gerbang Umum Yang Digunakan Untuk Akses Memori Mikroprosesor .	70
Gambar 3. 46 Membentuk Inverter Dari NAND	71
Gambar 3. 47 Membentuk AND Dari Dua NAND	71
Gambar 3. 48 Rangkaian Logika Yang Akan Diimplementasikan Hanya Menggunakan NAND	71
Gambar 3. 49 Rangkaian Logika Ekuivalen Hanya Menggunakan NAND	71
Gambar 3. 50 Sambungan Eksternal Ke IC TTL 7400 Untuk Membentuk Rangkaian Gambar 3.49.....	72
Gambar 3. 51 Membentuk OR Dari Tiga NAND	72

Gambar 3. 52 Membentuk NOR Dari Empat NAND.....	72
Gambar 3. 53 Membentuk Inverter Dari Gerbang NOR	73
Gambar 3. 54 Mengimplementasikan Fungsi $X = A + B$ Hanya Menggunakan Gerbang NOR. 73	
Gambar 3. 55 Sambungan Eksternal Ke IC CMOS 4001 Untuk Mengimplementasikan Rangkaian Gambar 3.54.....	74
Gambar 3. 56 Implementasi Sinyal.....	74
Gambar 3. 57 (a) Rangkaian Logika Yang Menghasilkan Bentuk Gelombang Di X; (b) Rangkaian Bagian (b) Digambar Ulang Hanya Menggunakan NAND.....	75
Gambar 3. 58 Rangkaian Logika Untuk Ekspresi POS	76
Gambar 3. 59 Rangkaian Logika Untuk Ekspresi SOP	77
Gambar 3. 60 Konfigurasi Pin Dan Simbol Logika Untuk Gerbang 74LS54 AOI	78
Gambar 3. 61 Menggunakan IC AOI Untuk Mengimplementasikan Persamaan SOP	78
Gambar 3. 62 Rangkaian Asli Untuk Contoh 3.18	79
Gambar 3. 63 Menggunakan IC AOI Untuk Mengimplementasikan Persamaan SOP Yang Disederhanakan Untuk Contoh 3.18.....	79
Gambar 3. 64 Peta Karnaugh Dengan Dua, Tiga, Dan Empat Variabel.....	80
Gambar 3. 65 Tabel Kebenaran Dan Peta Karnaugh $X = ABC + ABC + ABC$	81
Gambar 3. 66 Mengelilingi Sel Yang Berdekatan Di Peta Karnaugh	82
Gambar 3. 67 Peta Karnaugh Dan Persamaan Akhir Untuk Contoh 3.19.....	83
Gambar 3. 68 Solusi untuk Contoh 3.20.....	83
Gambar 3. 69 Solusi Untuk Contoh 3.21	84
Gambar 3. 70 Solusi Untuk Contoh 3.22 Mengilustrasikan Fitur Sampul	85
Gambar 3. 71 Solusi Untuk Contoh 3.33.....	85
Gambar 3. 72 Solusi Untuk Contoh 3.34.....	86
Gambar 3. 73 Solusi Untuk Contoh 3.35.....	87
Gambar 3. 74 (a) Persamaan Sederhana Diturunkan Dari Peta Karnaugh; (b) Implementasi Dekoder Bilangan Ganjil Menggunakan AOI	88
Gambar 3. 75 (a) Persamaan Sederhana Diturunkan Dari Peta Karnaugh; (b) Penerapan Alarm Tangki Bahan Kimia Menggunakan AOI.....	89
Gambar 4. 1 (a) Sinyal Digital Tipikal; (b) Osiloskop Menampilkan Bentuk Gelombang Digital Dari Instrumen Generator Clock.....	90
Gambar 4. 2 Bentuk Gelombang Clock Periodik Seperti Yang Terlihat Pada Osiloskop Yang Menampilkan Tegangan Terhadap Waktu.....	91
Gambar 4. 3 Solusi Untuk Contoh 4.3.....	92
Gambar 4. 4 Bentuk Gelombang Contoh 4.4.....	92
Gambar 4. 5 Komunikasi Serial Antar Komputer	93
Gambar 4. 6 Representasi serial dari bilangan biner 0110110	93
Gambar 4. 7 Komunikasi Paralel Asli Antara Komputer Dan Printer.....	94
Gambar 4. 8 Representasi Paralel Dari Bilangan Biner 01101100.....	95
Gambar 4. 9 Solusi Untuk Contoh 4.5.....	95
Gambar 4. 10 Solusi Untuk Contoh 4.6.....	96
Gambar 4. 11 Sakelar Manual: (a) Sakelar Terbuka, $R = \infty \text{ Ohms}$; (b) Sakelar Tertutup, $R = 0 \text{ Ohms}$	97
Gambar 4. 12 Level Output = 1	97
Gambar 4. 13 Level Output = 0	97

Gambar 4. 14 Representasi Fisik Dari Relai Elektromekanis: (a) Relai Tertutup Normal (NC); (b) Relai Normal Terbuka (NO); (C) Foto Relay Sebenarnya	98
Gambar 4. 15 Representasi Simbolik Dari Relai Elektromekanis: (a) Relai NC Digunakan Dalam Rangkaian dan (b) Relai NO Digunakan Dalam Rangkaian	99
Gambar 4. 16 Relai Digunakan Dalam Rangkaian Digital.....	100
Gambar 4. 17 Diagram Waktu	100
Gambar 4. 18 Rangkaian Untuk Contoh 4.7.....	100
Gambar 4. 19 Solusi Untuk Contoh 4.7.....	101
Gambar 4. 20 Dioda Dalam Rangkaian Seri: (a) Forward Biased dan (b) Reverse Biased	102
Gambar 4. 21 Katup Periksa Sistem Air.....	102
Gambar 4. 22 Kurva Karakteristik Tegangan versus Arus Dioda	102
Gambar 4. 23 Dioda Forward-Biased Dalam Rangkaian Listrik: (a) Rangkaian Asli dan (b) Rangkaian Ekuivalen Yang Menunjukkan Penurunan Tegangan Dioda dan $V_{out} = 5 - 0,7 = 4,3V$	103
Gambar 4. 24 Transistor Bipolar NPN: (a) Tata Letak Fisik; (b) Simbol; (c) Foto	104
Gambar 4. 25 Saklar Transistor NPN: (a) Transistor ON dan (b) Transistor OFF	104
Gambar 4. 26 Rangkaian Transistor Emitor Umum Beroperasi Sebagai Inverter	105
Gambar 4. 27 Kalkulasi Common-Emitter	106
Gambar 4. 28 Skema Rangkaian Inverter TTL.....	107
Gambar 4. 29 Chip IC TTL 7404.....	107
Gambar 4. 30 Konfigurasi Pin Inverter Hex 7404.....	108
Gambar 4. 31 Foto Tiga IC Yang Umum Digunakan: 74HC00, 74ACT244, dan 74150	108
Gambar 4. 32 Simulasi MultiSIM Dari Rangkaian Switching	109
Gambar 4. 33 Konfigurasi Pin Inverter Hex CMOS 4049.....	110
Gambar 4. 34 Perangkat Surface Mount Device (SMD) dan Tapaknya: (a) Small Outline (SO); (b) Plastic Leaded Chip Carrier (PLCC); (c) Ball Grid Array (BGA); (d) Foto SMD Yang Sebenarnya; (e) Foto SMD Yang Dipasang Pada Papan Sirkuit Tercetak	111
Gambar 5. 1 Komparator Biner Untuk Membandingkan Dua String Biner 4-Bit.....	113
Gambar 5. 2 Komparator Magnitudo 4-Bit 7485: (a) Konfigurasi Pin dan (b) Simbol Logika .	114
Gambar 5. 3 Perbandingan Besaran Dua String Biner 8-Bit (Atau Kata Biner)	114
Gambar 5. 4 Pembanding 8-Bit Mirip Dengan Gambar 5.3: (a) Daftar VHDL; (b) File Simbol Blok	115
Gambar 5. 5 Diagram Alur Yang Menunjukkan Eksekusi Berurutan Dalam PROSES.....	116
Gambar 5. 6 Simulasi Pembanding 8-Bit	117
Gambar 5. 7 Dekoder ABCD Memilih Lampu Penunjuk Desimal Yang Benar Berdasarkan Masukan BCD.....	117
Gambar 5. 8 Persyaratan Logika Untuk Menghasilkan LOW Pada Output 3 Untuk Input 011.	119
Gambar 5. 9 Rangkaian Lengkap Untuk Dekoder Oktal Keluaran LOW-Aktif (1-Dari-8).....	119
Gambar 5. 10 Decoder Oktal 74138: (a) Konfigurasi Pin; (b) Simbol Logika; (c) Diagram Logika; (d) Tabel Fungsi.....	121
Gambar 5. 11 Dekoder 7442 BCD-Ke-DEC: (a) Konfigurasi Pin; (b) Simbol Logika; (c) Diagram Logika; (d) Tabel Fungsi	123
Gambar 5. 12 Dekoder 74154 1 Dari 16: (a) Konfigurasi Pin; (b) Simbol Logika; (c) Diagram Logika; (d) Tabel Fungsi	123
Gambar 5. 13 Diagram Blok Dekoder: (a) Dekoder Oktal; (b) Dekoder Oktal Dengan Input Kontrol Aktif-TINGGI	124

Gambar 5. 14 Decoder Oktal: (a) Program VHDL Menggunakan Persamaan Boolean; (b) File Simbol Blok; (c) Simulasi Bentuk Gelombang Yang Didekodekan	125
Gambar 5. 15 Dekoder Oktal Diimplementasikan Dengan Vektor dan Penetapan Sinyal Yang Dipilih: (a) Daftar VHDL; (b) File Simbol Blok	126
Gambar 5. 16 Dekoder Oktal Dengan Input Aktif: (a) Daftar VHDL; (b) File Simbol Blok	127
Gambar 5. 17 Diagram Blok Umum Untuk Pembuat Enkode: (A)a) Pembuat Enkode Desimal Ke BCD Dan (b) Pembuat Enkode Oktal Ke Biner	127
Gambar 5. 18 Dasar Pembuat Desimal Ke BCD Enkoder.....	128
Gambar 5. 19 Encoder 74148 Oktal-Ke-Biner (8-Baris-Ke-3-Baris): (a) Simbol Logika; (b) Tabel Fungsional.....	129
Gambar 5. 20 Faktor Pembobotan Untuk Posisi Bit BCD.....	130
Gambar 5. 21 Simbol Logika Untuk Konverter 74184 BCD-Ke-Biner	131
Gambar 5. 22 Konverter BCD Ke Biner Enam Bit	131
Gambar 5. 23 Konversi BCD ke biner menggunakan 74184 dan konversi biner ke BCD menggunakan 74185: (a) Konverter BCD ke biner selama dua dekade BCD; (b) Konverter BCD-ke-biner selama tiga dekade BCD; (c) Konverter biner-ke-BCD 6-bit; (d) Konverter biner-ke-BCD 8-bit	132
Gambar 5. 24 Gray Code Wheel.....	134
Gambar 5. 25 Konverter Kode Biner Ke Gray	134
Gambar 5. 26 Konverter Kode Gray Ke Biner	134
Gambar 5. 27 Diagram Fungsional Multiplexer Empat Baris.....	135
Gambar 5. 28 Diagram Logika Untuk Multiplexer Empat Baris.....	136
Gambar 5. 29 Multiplexer Delapan Baris 74151: (a) Simbol Logika; (b) Diagram Logika	137
Gambar 5. 30 Multiplexer 4 Baris Pada Contoh 8–19: (a) Daftar VHDL; (b) Block Simbol File	138
Gambar 5. 31 Bentuk Gelombang Yang Disimulasikan Untuk Multiplexer 4 Baris Pada Contoh 8–19.....	138
Gambar 5. 32 Demultiplexer 4 Baris: (a) Diagram Fungsional; (b) Simulasi Bentuk Gelombang	139
Gambar 5. 33 Demultiplexer 4 Baris Ganda 74139: (a) Simbol Logika; (b) Diagram Logika ..	140
Gambar 5. 34 Koneksi Untuk Merutekan Sinyal Data Masukan Ke Keluaran 2a Demultiplexer 74139.....	140
Gambar 5. 35 Koneksi Demultiplexer 74154 Untuk Merutekan Sinyal Input Ke Output 5	141
Gambar 5. 36 Multiplexer/Demultiplexer Analog CMOS 4051	142
Gambar 5. 37 74HCT138 Untuk Decoder Alamat Memori Dalam Sistem Mikroprosesor 8085A	143
Gambar 5. 38 74148 Untuk Mengkodekan Alarm Aktif Untuk Dipantau Oleh Mikrokontroler	144
Gambar 5. 39 Multiplexer, Demultiplexer, dan Mikrokontroler Untuk Menyediakan Kemampuan Komunikasi Ke Beberapa Terminal Data Serial.....	145
Gambar 5. 40 Multiplexer Analog 74HCT4051 Digunakan Sebagai Generator Tangga.....	147
Gambar 5. 41 Diagram Blok Tampilan Empat Digit Multipleks.....	148
Gambar 5. 42 Modul LPM Untuk Komparator 8-Bit	149
Gambar 5. 43 Bentuk Gelombang Simulasi Untuk Pembandingan LPM	149
Gambar 5. 44 Modul LPM Untuk Dekoder Oktal	150
Gambar 5. 45 Bentuk Gelombang Simulasi Untuk Dekoder LPM	151
Gambar 5. 46 Modul LPM Untuk Multiplexer 8 Jalur	151

Gambar 5. 47 Bentuk Gelombang Simulasi Untuk Multiplekser LPM.....	152
--	-----

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Kekuatan Dari 2 Faktor Pembobotan Biner.....	6
Tabel 1. 2 Sistem Penomoran Oktal	10
Tabel 1. 3 Sistem Penomoran Heksadesimal.....	13
Tabel 1. 4 Perbandingan Sistem Penomoran	16
Tabel 1. 5 Kode Standar Amerika untuk Pertukaran Informasi.....	17
Tabel 2. 1 Tabel Kebenaran Gerbang AND Dua Masukan	20
Tabel 2. 2 Tabel Kebenaran Gerbang AND Empat Masukan	22
Tabel 2. 3 Tabel Kebenaran Gerbang OR Dua Masukan	23
Tabel 2. 4 Tabel Kebenaran Gerbang OR Tiga Masukan.....	25
Tabel 2. 5 Status Probe Logika	30
Tabel 2. 6 Tabel Kebenaran Gerbang NAND Dua Masukan	36
Tabel 2. 7 Tabel Kebenaran Untuk Gerbang NAND Tiga Masukan.....	36
Tabel 2. 8 Tabel Kebenaran Gerbang NOR.....	38
Tabel 3. 1 Menggunakan Tabel Kebenaran Untuk Membuktikan Persamaan pada Aturan 10....	54
Tabel 3. 2 Hukum dan Aturan Boolean Untuk Pengurangan Rangkaian Logika Kombinasional	54
Tabel 3. 3 Tabel Kebenaran Untuk Contoh 3.14	67
Tabel 3. 4 Tabel Kebenaran Untuk Contoh 3.15	68
Tabel 3. 5 Tabel Kebenaran Diselesaikan Menggunakan Ekspresi SOP.....	76
Tabel 3. 6 Tabel Kebenaran Hex Digunakan Untuk Menentukan Persamaan Untuk Angka Ganjil Dari 0 Hingga 9.....	88
Tabel 4. 1 Prefiks Rekayasa Umum.....	91
Tabel 5. 1 Tabel Kebenaran Untuk Decoder Oktal.....	118
Tabel 5. 2 IC Decoder	120
Tabel 5. 3 Tabel Kebenaran Desimal ke BCD Encoder	128
Tabel 5. 4 Four-Bit Gray Code	133
Tabel 5. 5 Kode Input Pemilihan Data untuk Gambar 5.27.....	135
Tabel 5. 6 Multiplexer TTL dan CMOS	136

BAB I

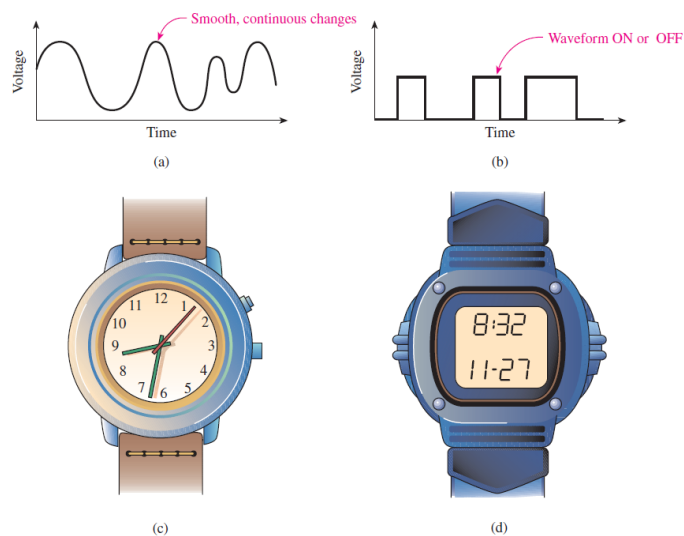
SISTEM BILANGAN DAN KODE

1.1 Digital versus Analog

Sistem digital beroperasi pada digit diskrit yang mewakili angka, huruf, atau simbol. Mereka berurusan secara ketat dengan status *ON* dan *OFF*, yang dapat wakili dengan 0 dan 1. Sistem analog mengukur dan merespons besaran listrik atau fisik yang bervariasi secara terus menerus. Perangkat analog terintegrasi secara elektronik ke dalam sistem untuk terus memantau dan mengontrol besaran seperti suhu, tekanan, kecepatan, dan posisi dan untuk menyediakan kontrol otomatis berdasarkan level besaran ini. Gambar 1.1 menunjukkan beberapa contoh besaran digital dan analog.

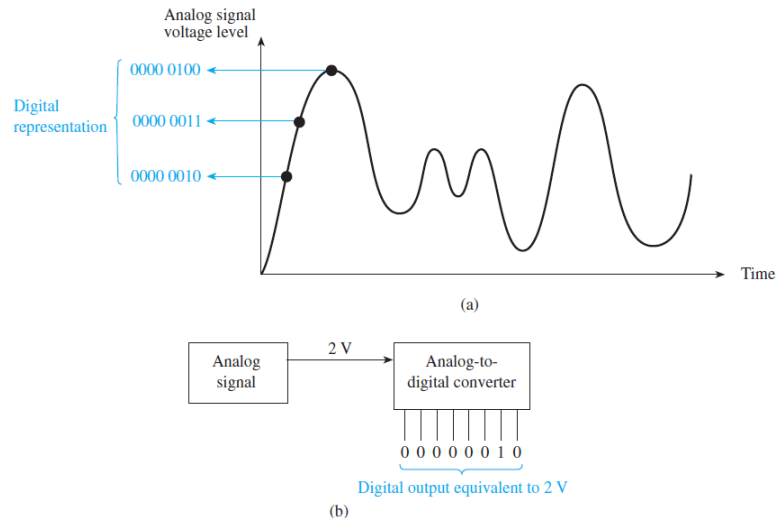
1.2 Representasi Digital Kuantitas Analog

Sebagian besar kuantitas fisik yang terjadi secara alami di dunia bersifat analog. Sinyal analog adalah kuantitas listrik atau fisik yang terus berubah. Pikirkan tentang termometer tabung berisi merkuri; saat suhu naik, merkuri mengembang dengan cara analog dan membuat gerakan yang mulus dan terus menerus relatif terhadap skala yang diukur dalam derajat. Seorang pemain bisbol mengayunkan pemukul dengan gerakan analog. Kecepatan dan kekuatan yang digunakan musisi untuk memukul tuts piano bersifat analog. Bahkan getaran yang dihasilkan dari senar piano adalah getaran analog sinusoidal.



Gambar 1. 1 Analog Versus Digital: (a) Bentuk Gelombang Analog; (b) Bentuk Gelombang Digital; (c) Jam Tangan Analog; (d) Jam Tangan Digital

Jadi mengapa perlu menggunakan representasi digital di dunia analog alami? Jawabannya adalah jika menginginkan mesin elektronik untuk menafsirkan, mengkomunikasikan, memproses, dan menyimpan informasi analog, akan lebih mudah bagi mesin untuk menanganinya jika terlebih dahulu mengubah informasi tersebut menjadi format digital. Nilai digital diwakili oleh kombinasi level tegangan *ON* dan *OFF* yang ditulis sebagai string 1 dan 0.

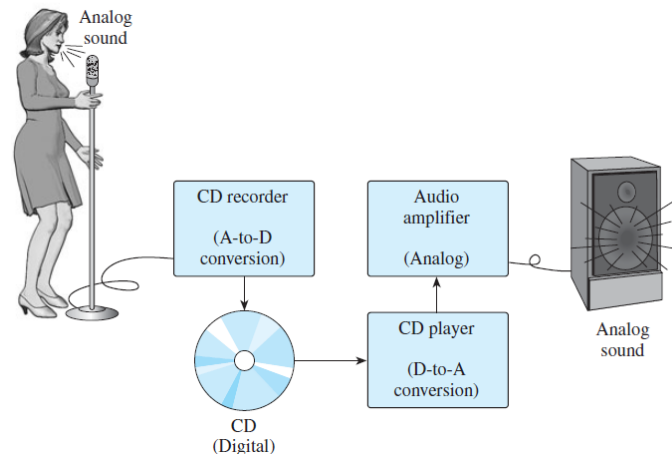


Gambar 1. 2 (a) Representasi Digital Dari Tiga Titik Data Pada Bentuk Gelombang Analog; (b) Mengubah Tegangan Analog 2V Menjadi Rangkaian Output Digital

Misalnya, termometer analog yang mencatat 72°F dapat direpresentasikan dalam rangkaian digital sebagai rangkaian level tegangan *ON* dan *OFF*. Fitur yang mudah digunakan dalam menggunakan level tegangan *ON/OFF* adalah sirkuit yang digunakan untuk menghasilkan, memanipulasi, dan menyimpannya sangat sederhana. Alih-alih berurusan dengan rentang dan interval tak terbatas dari level tegangan analog, yang perlu digunakan hanyalah tegangan *ON* atau *OFF* (biasanya $5\text{V} = \text{ON}$ dan $0\text{V} = \text{OFF}$).

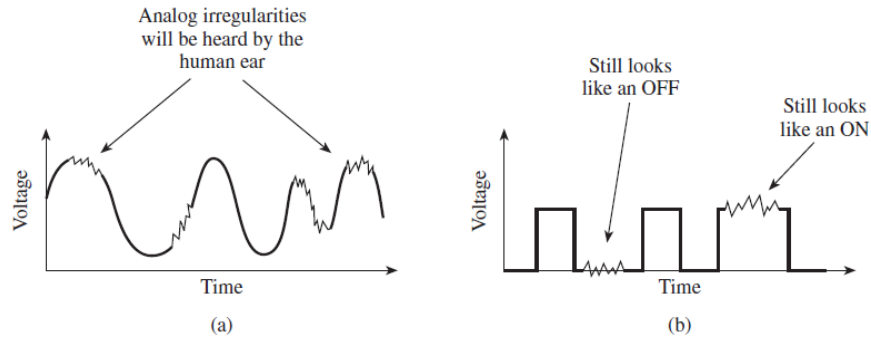
Contoh yang baik dari penggunaan representasi digital dari kuantitas analog adalah rekaman audio musik. *Compact Disk (CD)* dan *Digital Versatile Disk (DVD)* adalah hal yang biasa dan terbukti menjadi alat yang unggul untuk merekam dan memutar musik. Alat musik dan suara manusia menghasilkan sinyal analog, dan telinga manusia secara alami merespons sinyal analog. Meskipun prosesnya membutuhkan kerja ekstra, industri rekaman mengubah sinyal analog menjadi format digital dan kemudian menyimpan informasinya dalam *CD* atau *DVD*. Pemutar *CD* atau *DVD* kemudian mengubah level digital kembali ke sinyal analog yang sesuai sebelum memutarnya kembali untuk telinga manusia.

Untuk secara akurat mewakili sinyal musik yang kompleks sebagai string digital (rangkaian 1 dan 0), beberapa sampel sinyal analog harus diambil, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1–2(a). Konversi pertama yang diilustrasikan adalah pada titik di bagian naik dari sinyal analog. Pada titik tersebut, tegangan analog adalah 2V. Dua volt diubah menjadi rangkaian digital 0000 0010, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.2(b). Konversi berikutnya diambil saat sinyal analog pada Gambar 1.2(a) masih naik, dan konversi ketiga diambil pada level tertinggi. Proses ini berlanjut sepanjang seluruh karya musik yang akan direkam. Untuk memutar ulang musik, prosesnya dibalik. Konversi digital ke analog dibuat untuk membuat ulang sinyal analog asli. Jika jumlah sampel yang cukup tinggi diambil dari sinyal analog asli, reproduksi musik asli yang hampir persis dapat dibuat.



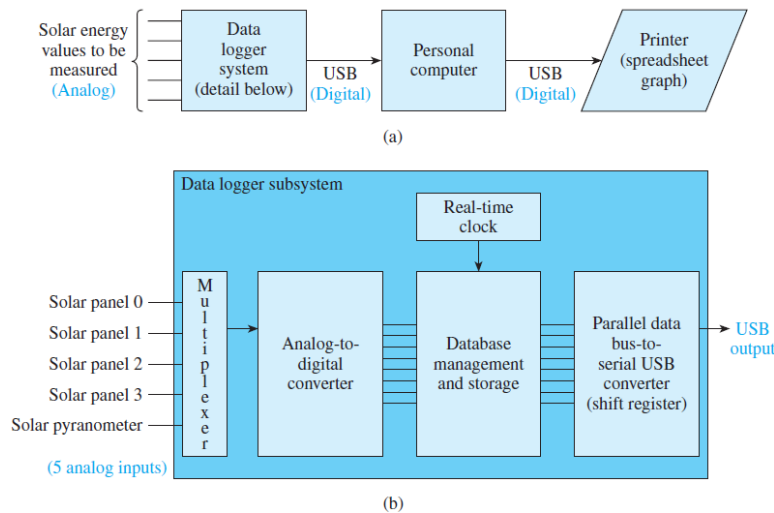
Gambar 1. 3 Proses Konversi Suara Analog Ke Digital Dan Kemudian Kembali Ke Analog

Ini tentu saja pekerjaan ekstra, tetapi rekaman digital hampir menghilangkan masalah seperti kebisingan elektrostatis dan desisan pita magnetik yang terkait dengan metode perekaman audio sebelumnya. Masalah-masalah ini telah diatasi karena, ketika ketidaksempurnaan diperkenalkan ke sinyal digital, sedikit variasi pada level digital tidak mengubah level *ON* ke level *OFF*, sedangkan sedikit perubahan pada level analog mudah ditangkap oleh telinga manusia. seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.4.



Gambar 1. 4 Menambahkan Derau Elektrostatis Yang Tidak Diinginkan Ke (a) Bentuk Gelombang Analog Dan (b) Bentuk Gelombang Digital

Aplikasi lain dari representasi digital besaran analog adalah data logging dari sumber energi alternatif. Sangat penting bagi teknisi energi untuk melacak efisiensi sistem pengumpulan energi mereka. Dalam kasus sistem solarcollection yang ditunjukkan pada Gambar 1.5(a) dan (b), efisiensi sistem dapat ditentukan dengan membagi jumlah watt yang dihasilkan oleh panel surya fotovoltaik (PV) dengan total energi matahari (radiasi) yang mencolok. panel. Namun, karena semua kuantitas yang terjadi secara alami seperti matahari, angin, suhu, dan tekanan adalah nilai analog, perlu mengubahnya menjadi representasi digital sebelum dapat dipahami oleh sistem komputer.



Gambar 1. 5 Sistem Pencatat Data Radiasi Matahari: (a) Diagram Blok Sistem; (b) Subsistem Pencatat Data

Pada Gambar 1.5(a) ada lima input besaran matahari analog ke sistem pencatatan data. Pencatat data mendigitalkan nilai-nilai ini dan mengeluarkannya sebagai aliran data dalam format

USB (Universal Serial Bus) ke komputer pribadi, yang kemudian dapat digunakan untuk menganalisis data melalui spreadsheet untuk menentukan efisiensi.

Detail dari sistem pencatatan data ditunjukkan pada Gambar 1.5(b). Ini menunjukkan input ke sistem sebagai empat panel surya *PV* dan satu piranometer surya. Piranometer digunakan untuk mengukur energi matahari yang mengenai bumi di lokasi tersebut dalam watt-permeter². Karena panel surya *PV* mengubah sinar matahari menjadi daya (Watt), setiap panel juga menyediakan tegangan analog yang sebanding dengan watt yang dihasilkan. Keempat nilai analog ini terhubung ke multiplexer, yang secara bergantian merutekan masing-masing besaran analog, satu per satu, ke *Analog Digital Converter (ADC)*. Saat setiap nilai diterima, *ADC* mengeluarkan output yang setara dengan angka digital 8-bit (tersedia konverter *ADC* 8, 10, 12 dan bit yang lebih tinggi). Data ini perlu diberi stempel waktu untuk membantu teknisi melacak efisiensi pada waktu yang berbeda dalam satu hari dan modifikasi lain yang mungkin dilakukannya pada panel di siang hari. Sirkuit jam digital real-time menyediakan stempel waktu ini.

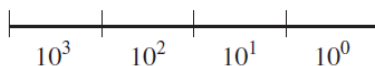
Terakhir, sebelum data logger dapat berkomunikasi dengan *PC*, data digital yang sekarang dalam format “paralel” harus diubah menjadi format “serial” untuk memenuhi standar *USB* yang digunakan oleh *PC*. Konversi paralel ke serial ini dibuat oleh register geser. Bagian berikut mengajarkan cara mengembangkan dan menginterpretasikan kode biner yang digunakan dalam sistem digital.

1.3 Sistem Penomoran Desimal (Basis 10)

Dalam sistem penomoran desimal, setiap posisi berisi 10 kemungkinan digit yang berbeda. Angka-angka ini adalah 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan 9. Setiap posisi dalam angka multidigit akan memiliki faktor pembobotan berdasarkan pangkat 10.

Contoh 1.1

Dalam angka desimal empat digit, posisi paling signifikan (paling kanan) memiliki faktor bobot 10^0 ; posisi paling signifikan (paling kiri) memiliki faktor bobot 10^3 :



Dimana:

$$10^3 = 1000$$

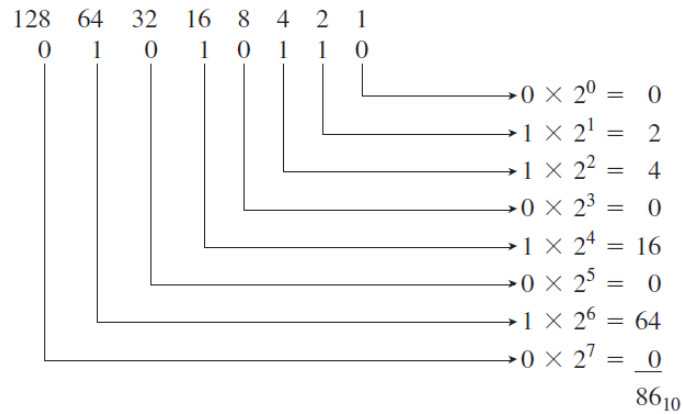
$$10^2 = 100$$

$$10^1 = 10$$

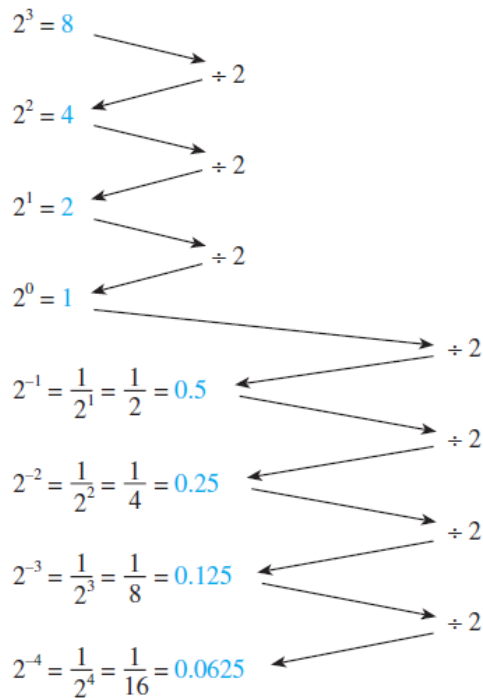
$$10^0 = 1$$

Untuk mengevaluasi angka desimal 4623, angka di setiap posisi dikalikan dengan faktor bobot yang sesuai:

4	6	2	3		



Meskipun jarang digunakan dalam sistem digital, pembobotan biner untuk nilai kurang dari 1 dimungkinkan (bilangan biner pecahan). Faktor-faktor ini dikembangkan dengan membagi faktor pembobot secara berturut-turut dengan 2 untuk setiap penurunan pangkat 2. Hal ini juga berguna untuk mengilustrasikan mengapa 2^0 sama dengan 1, bukan nol (lihat Gambar 1.6).



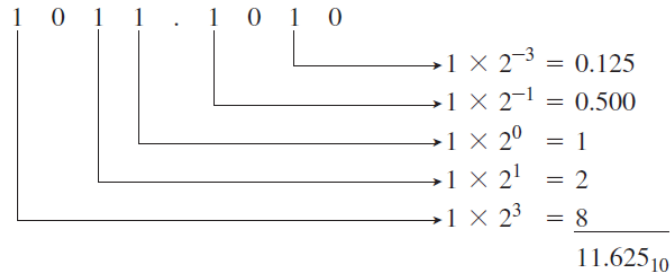
Gambar 1. 6 Pembagian Berurutan Dengan 2 Untuk Mengembangkan Faktor Pembobotan Biner Fraksional Dan Menunjukkan Bahwa 2^0 Sama Dengan 1

Contoh 1.3

Ubah bilangan biner pecahan $1011 \cdot 1010_2$ menjadi desimal.

Solusi:

Kalikan setiap digit biner dengan faktor pembobotan yang sesuai yang diberikan pada Gambar 1–6, dan jumlahkan hasilnya.



1.5 Konversi Desimal ke Biner

Konversi dari biner ke desimal biasanya dilakukan oleh komputer digital untuk kemudahan interpretasi oleh orang yang membaca angka tersebut. Sebaliknya, ketika seseorang memasukkan angka desimal ke dalam komputer digital, angka tersebut harus diubah menjadi biner sebelum dapat dioperasikan. Mari lihat konversi desimal ke biner.

Contoh 1.4

Ubah 133_{10} menjadi biner.

Solusi:

Mengacu pada Tabel 1–1, dapat melihat bahwa pangkat terbesar dari 2 yang sesuai dengan 133 adalah 2^7 ($2^7 = 128$), tetapi masih menyisakan nilai 5 ($133 - 128 = 5$) untuk diperhitungkan. Lima dapat diselesaikan dengan 2^2 dan 2^0 ($2^2 = 4$, $2^0 = 1$). Jadi prosesnya terlihat seperti ini:

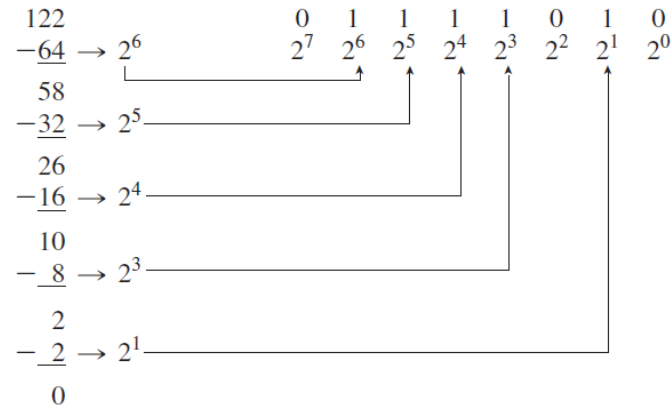
$$\begin{array}{r}
 133 \\
 -128 \rightarrow 2^7 \\
 \hline
 5 \\
 -4 \rightarrow 2^2 \\
 \hline
 1 \\
 -1 \rightarrow 2^0 \\
 \hline
 0
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{c}
 \overline{1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 1} \\
 \underbrace{}_{2^7 \quad 2^6 \quad 2^5 \quad 2^4 \quad 2^3 \quad 2^2 \quad 2^1 \quad 2^0}
 \end{array}$$

Jawaban: 110000101_2

Catatan: Pangkat 2 yang diperlukan untuk memberikan angka 133 ditentukan terlebih dahulu. Kemudian semua posisi lainnya diisi dengan nol.

Contoh 1.5

Ubah 122_{10} menjadi biner



Jawaban: 01111010_2

Metode lain untuk mengubah desimal menjadi biner adalah dengan pembagian berurutan. Pembagian berurutan melibatkan pembagian berulang kali dengan jumlah basis yang ubah. Lanjutkan proses hingga jawabannya adalah 0. Misalnya, untuk mengubah 122_{10} menjadi basis 2, gunakan prosedur berikut:

$$122 \div 2 = 61 \text{ dengan sisa } 0 \text{ (LSB)}$$

$$61 \div 2 = 30 \text{ dengan sisa } 1$$

$$30 \div 2 = 15 \text{ dengan sisa } 0$$

$$15 \div 2 = 7 \text{ dengan sisa } 1$$

$$7 \div 2 = 3 \text{ dengan sisa } 1$$

$$3 \div 2 = 1 \text{ dengan sisa } 1$$

$$1 \div 2 = 0 \text{ dengan sisa } 1 \text{ (MSB)}$$

Sisa pertama, 0, adalah bit terkecil (*LSB*) dari jawaban; sisa terakhir, 1, adalah bit paling signifikan (*MSB*) dari jawabannya. Oleh karena itu, jawabannya adalah sebagai berikut:

$1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0_2$
↖ *LSB*

Namun, karena sebagian besar komputer atau sistem digital menangani kelompok 4, 8, 16, atau 32 bit (digit biner), harus menyimpan semua jawaban dalam bentuk itu. Menambahkan nol di depan angka 1111010_2 tidak akan mengubah nilai numeriknya; oleh karena itu, jawaban 8-bit adalah sebagai berikut:

$$1111010_2 = 01111010_2$$

Contoh 1.6

Ubah 15210 menjadi biner menggunakan pembagian berurutan

Solusi:

$$152 \div 2 = 76 \text{ sisa } 0 \text{ (LSB)}$$

$$76 \div 2 = 38 \text{ sisa } 0$$

$$38 \div 2 = 19 \text{ sisa } 0$$

$$19 \div 2 = 9 \text{ sisa } 1$$

$$9 \div 2 = 4 \text{ sisa } 1$$

$$4 \div 2 = 2 \text{ sisa } 0$$

$$2 \div 2 = 1 \text{ sisa } 0$$

$$1 \div 2 = 0 \text{ sisa } 1 \text{ (MSB)}$$

Jawaban: 10011000_2

1.6 Sistem Penomoran Oktal (Basis 8)

Sistem penomoran oktal adalah metode pengelompokan bilangan biner ke dalam kelompok tiga. Delapan digit yang diperbolehkan adalah 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7. Sistem penomoran oktal digunakan oleh produsen komputer yang menggunakan kode 3-bit untuk menunjukkan instruksi atau operasi yang akan dilakukan. Dengan menggunakan representasi oktal, bukan biner, pengguna dapat menyederhanakan tugas memasukkan atau membaca instruksi komputer sehingga menghemat waktu. Pada Tabel 1.2, melihat bahwa ketika bilangan oktal melebihi 7, posisi oktal yang paling signifikan akan disetel ulang ke nol dan posisi paling signifikan berikutnya bertambah 1.

Tabel 1. 2 Sistem Penomoran Oktal

Decimal	Binary	Octal
0	000	0
1	001	1
2	010	2
3	011	3
4	100	4
5	101	5
6	110	6
7	111	7
8	1000	10
9	1001	11
10	1010	12

1.7 Konversi Oktal

Mengubah dari biner ke oktal hanyalah masalah mengelompokkan posisi biner dalam kelompok tiga (mulai dari posisi paling signifikan) dan menuliskan ekuivalen oktal.

Contoh 1.7

Ubah 011101_2 menjadi oktal.

Solusi:

$$\underbrace{0 \ 1 \ 1}_3 \quad \underbrace{1 \ 0 \ 1}_5 = 35_8$$

Contoh 1.8

Konversikan 10111001_2 ke oktal.

Solusi:

$$\begin{array}{ccc} & \underbrace{1\ 0} & \underbrace{1\ 1\ 1} & \underbrace{0\ 0\ 1}_2 \\ \text{add a leading zero} \swarrow & & \downarrow & \downarrow \\ & \underbrace{0\ 1\ 0} & & \\ & 2 & 7 & 1 \end{array} = 271_8$$

Untuk mengonversi oktal ke biner, maka membalik prosesnya.

Contoh 1.9

Konversikan 624_8 ke biner

Solusi:

$$\overbrace{1\ 1\ 0}^6\ \overbrace{0\ 1\ 0}^2\ \overbrace{1\ 0\ 0}^4 = 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0_2$$

Contoh 1.10

Ubah 326_8 menjadi desimal

Solusi:

$$\begin{array}{rcl} 3 & 2 & 6 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ & 6 \times 8^0 = 6 \times 1 = 6 \\ & 2 \times 8^1 = 2 \times 8 = 16 \\ 3 \times 8^2 = 3 \times 64 = 192 \\ \hline & & 214_{10} \end{array}$$

Untuk mengkonversi dari desimal ke oktal, prosedur pembagian berurutan dapat digunakan.