Dwi Sari Ida Aflaha, S.Pd., M.Pd.
Siti Zaenab Nurul Haq, S.T., M.T

SAINS DAN TEKNIK ELEKTRO

DARI TEORI SAINS HINGGA SISTEM TENAGA MODERN

SAINS DAN TEKNIK ELEKTRO

DARI TEORI SAINS HINGGA SISTEM TENAGA MODERN

Dwi Sari Ida Aflaha, S.Pd., M.Pd.
Siti Zaenab Nurul Haq, S.T., M.T

Penerbit Widina

SAINS DAN TEKNIK ELEKTRO:
DARI TEORI SAINS HINGGA SISTEM TENAGA MODERN

Penulis:
Dwi Sari Ida Aflaha, S.Pd., M.Pd.
Siti Zaenab Nurul Haq, S.T., M.T

Desain Cover:
Andi Juliandi

Sumber Ilustrasi:
www.freepik.com

Tata Letak:
Handarini Rohana

Editor:
Neneng Sri Wahyuni

ISBN:
978-634-317-078-5

Cetakan Pertama:
Juli, 2026

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang
by Penerbit Widina Media Utama

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT:
WIDINA MEDIA UTAMA
Komplek Puri Melia Asri Blok C3 No. 17 Desa Bojong Emas
Kec. Solokan Jeruk Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat

Anggota IKAPI No. 519/JBA/2025
Website: www.penerbitwidina.com
Instagram: @penerbitwidina
Telepon (022) 87355370

KATA PENGANTAR

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah membawa perubahan yang sangat signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, khususnya pada bidang keteknikan. Teknik elektro menjadi salah satu disiplin ilmu yang memiliki peran strategis dalam mendukung kemajuan industri, teknologi informasi, sistem energi, telekomunikasi, otomasi, hingga pengembangan teknologi berbasis Internet of Things (IoT). Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan sumber daya manusia yang memiliki kompetensi di bidang tersebut, ketersediaan referensi yang komprehensif, sistematis, dan mudah dipahami menjadi semakin penting.

Buku ***Sains dan Teknik Elektro: Dari Teori Sains Hingga Sistem Tenaga Modern*** disusun sebagai bahan ajar sekaligus referensi yang memberikan pemahaman menyeluruh mengenai konsep-konsep dasar hingga penerapan teknik elektro dalam berbagai bidang. Materi disajikan secara bertahap, dimulai dari pengenalan sains dan teknik elektro, keselamatan kerja, besaran dan satuan listrik, komponen elektronika, rangkaian arus searah (DC), rangkaian arus bolak-balik (AC), elektronika digital, mikrokontroler, mesin listrik, sistem tenaga listrik, energi terbarukan, hingga sistem kendali dan otomasi industri. Penyusunan materi dilakukan secara sistematis agar pembaca memperoleh pemahaman konseptual sekaligus mampu mengaitkannya dengan penerapan di dunia nyata.

Selain membahas aspek teoritis, buku ini juga mengangkat perkembangan teknologi modern yang menjadi arah perkembangan teknik elektro saat ini, seperti sistem tenaga cerdas (smart grid), pembangkit energi terbarukan, sistem tertanam (embedded system), Internet of Things (IoT), serta otomasi industri berbasis Programmable Logic Controller (PLC). Kehadiran materi tersebut diharapkan mampu memberikan wawasan yang relevan dengan kebutuhan dunia industri, pendidikan, maupun penelitian pada era transformasi digital.

Buku ini ditujukan bagi mahasiswa, dosen, guru, praktisi, teknisi, maupun masyarakat umum yang memiliki ketertarikan terhadap bidang teknik elektro. Penyajian materi menggunakan bahasa yang jelas dan

terstruktur sehingga dapat digunakan sebagai sumber belajar mandiri maupun sebagai pendamping dalam kegiatan perkuliahan dan pelatihan.

Melalui buku ini, diharapkan pembaca memperoleh pemahaman yang kuat mengenai prinsip-prinsip dasar teknik elektro sekaligus mampu mengikuti perkembangan teknologi kelistrikan modern. Penguasaan terhadap konsep-konsep tersebut diharapkan dapat menjadi bekal dalam mengembangkan kemampuan analitis, keterampilan teknis, serta inovasi yang mendukung kemajuan ilmu pengetahuan, teknologi, dan pembangunan berkelanjutan.

Juli, 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ..... **iii**
DAFTAR ISI ..... **v**
BAB I PENDAHULUAN & KESELAMATAN KERJA **1**
A. Pengertian Sains dan Teknik 1
B. Sejarah Perkembangan Teknik Elektro 6
C. Peran Teknik Elektro Dalam Kehidupan Modern 11
D. Ruang Lingkup dan Cabang-Cabang Teknik Elektro 15
E. Aspek K3 Listrik 20
BAB II BESARAN, SATUAN, & ALAT UKUR **27**
A. Sistem Satuan Internasional (SI) 27
B. Besaran Listrik dan Magnet 32
C. Pengukuran dan Ketelitian 37
D. Kesalahan Pengukuran dan Cara Meminimalkannya 41
BAB III KOMPONEN ELEKTRONIKA (PASIF & AKTIF) **47**
A. Klasifikasi Komponen Elektronika 47
B. Hambatan, Kondensator, dan Kumparan 50
C. Semikonduktor Dasar 54
D. Rangkaian Seri dan Paralel 56
E. Karakteristik dan Lembar Data (Datasheet) 59
BAB IV KONSEP DASAR & RANGKAIAN DC **65**
A. Muatan Listrik dan Arus Listrik 65
B. Hukum OHM 68
C. Hukum Kirchhoff 69
D. Energi dan Daya Listrik 71
BAB V RANGKAIAN AC & SISTEM 3 FASA **75**
A. Karakteristik Arus AC 75
B. Gelombang Sinus 77
C. Impedansi dan Faktor Daya 79
D. Aplikasi Sistem AC 81

BAB VI ELEKTRONIKA DIGITAL & MIKROKONTROLER 85
A. Sistem Bilangan Digital 85
B. Gerbang Logika 89
C. Flip-Flop dan Register 92
D. Rangkaian Digital Dasar 97
E. Konsep IoT dan Sistem Tertanam 100
BAB VII MESIN LISTRIK 105
A. Generator Listrik 106
B. Motor Listrik DC 107
C. Motor Listrik AC 110
D. Aplikasi Mesin Listrik 114
BAB VIII SISTEM TENAGA & ENERGI TERBARUKAN 127
A. Arsitektur Sistem Tenaga Konvensional 128
B. Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik 133
C. Gardu Induk 144
D. Teknologi Panel Surya (Photovoltaics - PV) 148
E. Teknologi Energi Angin (Wind Turbine) 152
F. Smart Grid dan Masa Depan Energi 157
BAB IX SISTEM KENDALI & OTOMASI INDUSTRI 167
A. Konsep Dasar Sistem Kendali 167
B. Sistem Kendali Terbuka 171
C. Sistem Kendali Tertutup 173
D. PLC dan Otomasi Industry 178

BAB I

PENDAHULUAN & KESELAMATAN KERJA

A. PENGERTIAN SAINS DAN TEKNIK

1. Hakikat Sains

Sains merupakan suatu sistem pengetahuan yang disusun secara sistematis berdasarkan hasil pengamatan, eksperimen, serta analisis rasional terhadap fenomena alam. Sains tidak hanya berisi kumpulan fakta, tetapi juga mencakup proses ilmiah yang digunakan untuk memperoleh kebenaran yang dapat diuji dan diverifikasi. Sains bertujuan untuk memahami hukum-hukum alam serta menjelaskan hubungan sebab akibat yang terjadi dalam berbagai peristiwa di sekitar manusia (Nasution et al., 2024).

Secara epistemologis, sains dibangun melalui tahapan yang terstruktur, dimulai dari observasi terhadap suatu gejala, perumusan masalah, penyusunan hipotesis, pengujian melalui eksperimen, hingga penarikan kesimpulan. Proses ini menunjukkan bahwa sains tidak lahir secara instan, melainkan melalui mekanisme berpikir kritis dan sistematis. Dengan demikian, kebenaran dalam sains bersifat objektif, rasional, dan terbuka untuk diuji kembali oleh peneliti lain.

Hakikat sains juga terletak pada karakteristiknya yang empiris dan logis. Empiris berarti sains bersandar pada fakta yang dapat diamati dan diukur, sedangkan logis berarti penjelasan yang diberikan harus masuk akal serta sesuai dengan prinsip penalaran ilmiah. Kedua karakteristik ini menjadikan sains sebagai fondasi utama dalam pengembangan berbagai disiplin ilmu, termasuk teknik. Tanpa pendekatan ilmiah yang teruji, perkembangan teknologi akan kehilangan legitimasi akademiknya.

DAFTAR PUSTAKA

Dodie, S., Rumokoy, S. N., Simanjuntak, C. H., Wenno, L. A., & Khasanah, F. N. (2025). Evaluasi Penerapan Sistem K3 Dalam Pembelajaran Praktek: Studi Kasus Pada Prodi Sarjana Terapan Teknik Listrik. *Jurnal Kajian Ilmiah*, *25*(2), 141-156.

Mismail, B. (2011). *Dasar Teknik Elektro Jilid 1: Rangkaian Listrik* (Vol. 1). Universitas Brawijaya Press.

Mismail, B. (2011). *Dasar Teknik Elektro Jilid 2: Elektronika*. Universitas Brawijaya Press.

Nasution, N. L., Salminawati, S., Salum, R. N., & Tarigan, I. W. B. (2024). Pengertian, Tujuan, dan Objek Kajian Sains. *MODELING: Jurnal Program Studi PGMI*, *11*(1), 333-344.

Octiva, C. S., S ST, M. T., Hardiantono, I. D., Corputty, I. R., Ir Yohanes Letsoin, M. T., Letsoin, S. M. A., ... & Budiarto, B. W. (2025). *Teknik Elektro Dalam Era Internet Of Things (IOT)*. Cendikia Mulia Mandiri.

Sudiyono, S., & Hasibuan, S. (2019). Strategi implementasi Sistem Manajemen K3 yang berkelanjutan pada perusahaan pembangkit listrik Indonesia. *Jurnal Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, *11*(2), 153-164.

Sunarsono, H., Handayani, V. A., Mardiansyah, Y., Azharman, Z., & Dio, R. (2025). *Sains Dasar dalam Mendukung Keilmuan Teknik*. CV. Gita Lentera.

Tsabitah, A. S., Zidni, M. E., Sofa, N. R., & Raida, N. Peran Kontribusi Ft-Eic Its Dalam Perkembangan Inovasi Teknologi Masa Depan.

BAB II

BESARAN, SATUAN, & ALAT UKUR

A. SISTEM SATUAN INTERNASIONAL (SI)

1. Pengertian Sistem Satuan Internasional

Dalam ilmu sains dan teknik elektro, penggunaan sistem satuan yang baku sangat penting untuk memastikan keseragaman dalam pengukuran dan komunikasi ilmiah. Tanpa adanya sistem satuan yang disepakati secara global, hasil pengukuran dapat menimbulkan perbedaan interpretasi yang berdampak pada kesalahan analisis maupun penerapan teknologi. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem satuan yang berlaku secara universal.

Sistem satuan yang digunakan secara internasional dikenal sebagai Sistem Internasional atau International System of Units yang disingkat SI. Sistem ini menjadi standar resmi dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan dan rekayasa, termasuk fisika dan teknik elektro, agar hasil pengukuran dapat dipahami, direplikasi, dan dibandingkan secara universal (Pandiangan, 2014).

Sistem SI dirancang untuk memberikan kesederhanaan dan konsistensi dalam menyatakan besaran fisika. Setiap besaran memiliki satuan yang jelas dan terdefinisi secara ilmiah. Hal ini sangat penting dalam dunia teknik elektro karena setiap perhitungan rangkaian listrik, analisis sistem tenaga, maupun pengujian perangkat elektronik bergantung pada ketepatan penggunaan satuan.

Dalam praktiknya, sistem SI memungkinkan ilmuwan, teknisi, dan mahasiswa untuk bekerja dalam kerangka pengukuran yang sama. Sebagai contoh, ketika arus listrik dinyatakan dalam ampere atau tegangan dalam volt, maka nilai tersebut memiliki makna yang sama di berbagai negara dan

DAFTAR PUSTAKA

Anisa, N. F., Nainggolan, G. T., Sihombing, W. S., Suyanti, R. D., & Pardosi, S. M. (2025). Systematic Literature Review: Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran Pada Materi Listrik Dan Magnet. *Jurnal Media Akademik (JMA)*, *3*(11).

Dimyati, D., Triwidjaja, H. A., & Untari, E. (2017). Kesalahan-kesalahan sistemik dalam pengukuran fisika bagi mahasiswa pendidikan guru sekolah dasar. *Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LP2M)*, 1-9.

Ir Noor Cholis Basjaruddin, M. T. (2025). *Alat Ukur Dan Pengukuran*. PT. Nas Media Indonesia.

Nursupiamin, N. (2020). Tipe Kesalahan Newman Pada Hasil Pengukuran. *Ibtidai'y Datokarama: Jurnal Pendidikan Dasar*, *1*(1), 17-26.

Pandiangan, P. (2014). Pengukuran dan Sistem Satuan dalam Fisika. *Fisika Dasar*, *1*, 1-43.

Pandiangan, P., & Arkundato, A. (2018). Ketidakpastian dan pengukuran. *Modul 1: Ketidakpastian Dan Pengukuran*, *1*.

Puriyanto, R. D., & Rosyady, P. A. (2021). *Dasar-Dasar Pengukuran Besaran Listrik*. UAD PRESS.

Soufitri, F. (2023). *Konsep sistem informasi*. PT Inovasi Pratama Internasional.

Sulistiadji, K., & Pitoyo, J. (2009). Alat Ukur dan Instrumen Ukur. *Staf Perekayasa BBP Mektan, Serpong*.

BAB III

KOMPONEN ELEKTRONIKA (PASIF & AKTIF)

A. KLASIFIKASI KOMPONEN ELEKTRONIKA

Komponen elektronika merupakan elemen dasar yang digunakan dalam penyusunan suatu rangkaian elektronik. Setiap rangkaian, baik sederhana maupun kompleks, tersusun atas berbagai komponen yang memiliki fungsi tertentu. Komponen tersebut bekerja berdasarkan prinsip kelistrikan dan sifat bahan penyusunnya sehingga mampu mengatur aliran arus, membagi tegangan, memperkuat sinyal, maupun mengendalikan sistem secara keseluruhan (Oktavianto dan Tjahjono, 2018).

Dalam sistem elektronika modern, komponen tidak hanya berfungsi sebagai bagian fisik rangkaian, tetapi juga sebagai elemen fungsional yang menentukan kinerja, efisiensi, dan keandalan suatu perangkat. Sebuah rangkaian catu daya, misalnya, memerlukan kombinasi resistor, kapasitor, dioda, dan transistor untuk menghasilkan keluaran tegangan yang stabil. Tanpa pemahaman klasifikasi komponen, perancangan rangkaian akan menjadi tidak sistematis.

Secara umum, komponen elektronika diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama, yaitu komponen pasif dan komponen aktif. Pembagian ini didasarkan pada kemampuan komponen dalam menghasilkan atau memperkuat energi listrik.

1. Komponen Pasif

Komponen pasif adalah komponen yang tidak memerlukan sumber energi tambahan untuk bekerja dan tidak dapat memperkuat sinyal listrik. Komponen ini hanya menyerap, menyimpan, atau melepaskan energi listrik

DAFTAR PUSTAKA

Arrosyid, M. Z., & Hermawan, A. (2025). Analisis Perbandingan Model CNN Terhadap Klasifikasi Citra Komponen Elektronika. *Algoritme Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, *5*(2), 152-163.

Bambang Bagus, H., SiT, S., Bambang Supriyanto ST, M. T., Arie Wardhono, S. T., MT, M., & Suhartini, R. (2025). *Elektronika Semikonduktor: Dioda dan Transistor*. Smart Global Nusantara.

Himmah, S. F., Syauqy, D., & Ichsan, M. H. H. (2018). Implementasi Metode Naïve Bayes pada Sistem Stop Kontak untuk Klasifikasi Perangkat Elektronik dalam Kamar. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, *2*(12), 6000-6007.

Oktavianto, A., & Tjahjono, A. A. (2018). *Elektronika Dasar*. PIP Semarang.

Pranata, K. B., Sundaygara, C., Sayadi, M., Sholikan, S. S., Wijaya, H., & Ghufron, M. (2020). Workshop Peningkatan Kualitas SDM bagi Calon Guru Fisika melalui Media Praktikum Komponen Elektronika Pasif dan Aktif. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Khatulistiwa*, *3*(2), 46-60.

Prasetya, A., Arsa, I. P. S., & Pracasitaram, I. G. M. S. B. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Komponen Aktif dan Pasif Berbasis Barcode Pada Matapelajaran Dasar Listrik dan Elektronika di SMK N 3 Negara. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha*, *11*(3), 141-149.

BAB IV

KONSEP DASAR & RANGKAIAN DC

A. MUATAN LISTRIK DAN ARUS LISTRIK

Muatan listrik merupakan sifat dasar partikel penyusun materi yang menyebabkan timbulnya gaya tarik atau gaya tolak antarpartikel. Secara fisika, muatan listrik diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu muatan positif dan muatan negatif. Muatan sejenis akan saling tolak-menolak, sedangkan muatan yang berbeda jenis akan saling tarik-menarik.

Fenomena interaksi antar muatan dijelaskan melalui Hukum Coulomb, yang menyatakan bahwa besar gaya listrik antara dua muatan berbanding lurus dengan hasil kali besar kedua muatan tersebut dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak pemisahnya (Gulo & Gea, 2024). Secara matematis dapat dituliskan:

$$F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

di mana:
F = gaya listrik (Newton)
k = konstanta Coulomb
q_1 dan q_2 = besar muatan (Coulomb)
r = jarak antar muatan (meter)

Hukum ini menunjukkan bahwa semakin besar nilai muatan, semakin besar pula gaya interaksinya. Sebaliknya, semakin jauh jarak antar muatan, semakin kecil gaya yang ditimbulkan.

DAFTAR PUSTAKA

Gulo, C. E. N., & Gea, N. N. R. (2024). Analisis Hukum Coulomb Dalam Dinamika Muatan Listrik. *Jurnal Ilmu Ekonomi, Pendidikan dan Teknik*, *1*(3), 13-18.

Larassaty, A. A., Bandoro, A., & Fatimah, I. (2015). Hukum Ohm Dan Hukum Kirchoff. *Jurnal Saint dan Seni ITS*, *4*(1).

Melipurbowo, B. G. (2016). Pengukuran daya listrik real time dengan menggunakan sensor arus acs. 712. *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial*, *12*(1).

Setiaji, N., Sumpena, S., & Sugiharto, A. (2022). Analisis konsumsi daya dan distribusi tenaga listrik. *Jurnal Teknologi Industri*, *11*(1).

Siagian, S. M., Jaya, G. W., & Nurhidayati, I. (2021). Analisis Jumlah Muatan Listrik Serta Energi Pada Kapasitor Berdasarkan Konstanta Dielektrik Suatu Material. *Orbita*, *7*(1), 176-180.

Sitinjak, E. K. (2022). Modul Listrik dan Magnet.

Wahid, A. (2014). Analisis kapasitas dan kebutuhan daya listrik untuk menghemat penggunaan energi listrik di fakultas teknik universitas tanjungpura. *Journal Of Electrical Engineering, Energy, And Information Technology (J3eit)*, *2*(2).

Yasi, R. M., & Hadi, C. F. (2021). Pengaruh tegangan terhadap besar kuat arus listrik pada persamaan hukum ohm. *Journal Zetroem*, *3*(1), 34-36.

BAB V

RANGKAIAN AC & SISTEM 3 FASA

A. KARAKTERISTIK ARUS AC

Arus bolak-balik atau Alternating Current (AC) merupakan arus listrik yang nilai dan arahnya berubah secara periodik terhadap waktu. Perubahan ini terjadi secara kontinu mengikuti pola tertentu, yang dalam sistem tenaga listrik umumnya berbentuk gelombang sinus. Berbeda dengan arus searah yang mengalir stabil dalam satu arah, arus AC mengalami pembalikan arah secara teratur dalam interval waktu yang sama. Sifat periodik inilah yang menjadi ciri utama sistem AC dan membedakannya dari sistem DC.

Secara teoritis, arus AC dinyatakan sebagai fungsi waktu yang dapat dituliskan dalam bentuk persamaan matematis sinusoidal, yaitu $i(t) = I_m \sin(\omega t + \phi)$. Dalam persamaan tersebut, I_m adalah nilai maksimum atau amplitudo arus, ω adalah kecepatan sudut yang berhubungan dengan frekuensi, t adalah waktu, dan ϕ adalah sudut fase awal. Persamaan ini menunjukkan bahwa arus AC tidak hanya dipengaruhi oleh besarannya, tetapi juga oleh faktor waktu dan posisi fase. Oleh karena itu, analisis arus AC memerlukan pendekatan yang melibatkan konsep gelombang dan trigonometri.

Dalam satu siklus penuh, arus bergerak dari nilai nol menuju nilai maksimum positif, kembali ke nol, kemudian menuju nilai maksimum negatif, dan akhirnya kembali lagi ke nol. Proses ini berlangsung berulang secara teratur. Satu siklus penuh mencerminkan satu periode gelombang. Kompleksitas analisis arus AC muncul karena setiap saat memiliki nilai yang

DAFTAR PUSTAKA

Agna, D. I. Y., Sobhita, R. A., & Nugraha, A. T. (2023). Penyearah gelombang penuh 3 fasa tak terkendali dari generator kapal AC 3 fasa. In *Seminar MASTER PPNS* (Vol. 8, No. 1, pp. 214-221).

Fierdaus, R. (2013). *Pengaruh Bentuk Gelombang Sinus Termodifikasi (Modified Sine Wave) Terhadap Unjuk Kerja Motor Induksi Satu Fasa* (Doctoral dissertation, Brawijaya University).

Hamid, S., Jamaaluddin, J., Saputra, D. H. R., & Wisaksono, A. (2022). Analysis of DC MCB Usage Characteristics for AC and DC Load Usage: Analisis Karakteristik Pemakaian MCB DC Untuk Pemakaian Beban AC dan DC. *Procedia of Engineering and Life Science*, *2*(2).

Nasution, M. (2021). Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik. *Journal of Electrical Technology*, *6*(1), 35-40.

Nugraha, A. T., & Eviningsih, R. P. (2022). *Penerapan Sistem Elektronika Daya: AC Regulator, DC Chopper, dan Inverter*. Deepublish.

Sayekti, I. (2015). Rancang bangun modul inverter gelombang sinus menggunakan LPF orde dua sebagai pengubah gelombang kotak menjadi sinus. *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial*, *11*(2).

Yudha, F. A. K., Fadullah, I. F., & Kurniawan, A. (2024). Rancang Bangun Simulasi Rangkaian Foward Reverse Motor 3 Fasa. *Journal of Cyber Health and Computer*, *2*(1), 60-63.

BAB VI

ELEKTRONIKA DIGITAL & MIKROKONTROLER

Elektronika digital merupakan cabang penting dalam teknik elektro yang menjadi dasar bagi berbagai sistem teknologi modern. Berbeda dengan elektronika analog yang bekerja dengan sinyal kontinu, elektronika digital menggunakan sinyal diskrit yang direpresentasikan dalam dua kondisi logika, yaitu 0 (Low) dan 1 (High).

Perkembangan sistem digital telah memberikan kontribusi signifikan dalam berbagai bidang, seperti sistem komputer, komunikasi, otomasi industri, dan teknologi informasi. Keunggulan utama sistem digital meliputi ketahanan terhadap gangguan (noise), kemudahan dalam pengolahan data, serta fleksibilitas dalam desain sistem.

Pada bab ini akan dibahas konsep dasar elektronika digital, meliputi sistem bilangan digital, gerbang logika, elemen penyimpanan, serta pengenalan sistem tertanam dan Internet of Things (IoT).

A. SISTEM BILANGAN DIGITAL

Sistem bilangan digital merupakan metode representasi data menggunakan simbol-simbol tertentu berdasarkan suatu basis (radix). Dalam elektronika digital, sistem bilangan digunakan untuk merepresentasikan informasi agar dapat diproses oleh rangkaian digital seperti gerbang logika, mikroprosesor, dan mikrokontroler.

Berbeda dengan sistem analog yang bersifat kontinu, sistem digital bekerja secara diskrit dengan dua kondisi logika utama, yaitu:

a. **Logika 1 (High)** → menunjukkan kondisi aktif atau bernilai tinggi
b. **Logika 0 (Low)** → menunjukkan kondisi tidak aktif atau bernilai rendah

DAFTAR PUSTAKA

Al-Qaseer, B., Al-Maliki, M., & Al-Banna, A. 2023. Internet of Things (IoT) Applications and Embedded Systems: A Review. *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*, 35(7), 101642.

Floyd, T. L. 2024. *Digital Fundamentals* (12th ed.). Hoboken, NJ: Pearson.

Givone, D. D. 2015. *Digital Principles and Design*. New York, NY: McGraw-Hill Education.

Hambley, A. R. 2023. *Electrical Engineering: Principles and Applications* (8th ed.). Hoboken, NJ: Pearson.

Kleitz, W. 2018. *Digital Electronics: A Practical Approach with VHDL* (9th ed.). London: Pearson Education.

Mahmoud, M., Mohamad, A., & Hussein, A. 2024. Embedded Systems and IoT Integration for Smart Environments: A Comprehensive Review. *IEEE Access*, 12, 58231–58257.

Mano, M. M., & Ciletti, M. D. 2018. *Digital Design* (6th ed.). Boston, MA: Pearson.

Mohiuddin, M., & Islam, M. 2024. Emerging Trends in Microcontroller-Based Embedded Systems for Industrial Automation. *Sensors*, 24(5), 1738.

Morris, M. A. 2021. *Digital Electronics*. New York, NY: McGraw-Hill Education.

Rizzoni, G. 2017. *Principles and Applications of Electrical Engineering* (7th ed.). New York, NY: McGraw-Hill Education.

Roth, C. H., & Kinney, L. L. 2020. *Fundamentals of Logic Design* (8th ed.). Boston, MA: Cengage Learning.

Tocci, R. J., Widmer, N. S., & Moss, G. L. 2017. *Digital Systems: Principles and Applications* (12th ed.). Boston, MA: Pearson.

Valvano, J. W. 2022. *Embedded Systems: Introduction to ARM Cortex-M Microcontrollers* (6th ed.). Austin, TX: CreateSpace.

Yarbrough, J. M. 2018. *Digital Logic: Applications and Design*. Boston, MA: Cengage Learning.

BAB VII

MESIN LISTRIK

Energi listrik memiliki peran penting dalam kehidupan modern, baik pada sektor industri, transportasi, maupun rumah tangga. Namun, dalam banyak aplikasi, energi listrik tidak hanya digunakan dalam bentuk listrik itu sendiri, melainkan perlu dikonversi menjadi bentuk energi lain, seperti energi mekanik. Proses konversi energi inilah yang menjadi dasar dari mesin listrik.

Mesin listrik merupakan perangkat elektromekanik yang bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik atau sebaliknya. Peralatan seperti motor listrik, generator, transformator, hingga sistem pembangkit tenaga listrik merupakan bagian penting dari teknologi mesin listrik.

Perkembangan teknologi industri modern telah meningkatkan penggunaan mesin listrik secara luas karena memiliki efisiensi tinggi, perawatan relatif mudah, serta kemampuan otomasi yang baik. Hampir seluruh sistem industri modern menggunakan motor listrik sebagai penggerak utama dalam proses produksinya.

Pada bab ini akan dibahas konsep dasar mesin listrik, prinsip kerja generator dan motor listrik, jenis-jenis mesin listrik DC dan AC, serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari dan dunia industri. Pemahaman terhadap materi ini menjadi dasar penting dalam mempelajari sistem tenaga listrik dan otomasi industri.

DAFTAR PUSTAKA

Boldea, I., & Nasar, S. A. 2019. *Electric Drives* (4th ed.). Boca Raton, FL: CRC Press.

Bose, B. K. 2020. *Power Electronics and Motor Drives: Advances and Trends* (2nd ed.). Oxford: Academic Press.

Chapman, S. J. 2012. *Electric Machinery Fundamentals* (5th ed.). New York, NY: McGraw-Hill Education.

Fitzgerald, A. E., Kingsley, C., & Umans, S. D. 2014. *Electric Machinery* (7th ed.). New York, NY: McGraw-Hill Education.

Guru, B. S., & Hiziroglu, H. R. 2013. *Electric Machinery and Transformers* (4th ed.). New York, NY: Oxford University Press.

Hambley, A. R. 2023. *Electrical Engineering: Principles and Applications* (8th ed.). Hoboken, NJ: Pearson.

Hughes, A., & Drury, B. 2019. *Electric Motors and Drives: Fundamentals, Types and Applications* (5th ed.). Oxford: Elsevier.

Kothari, D. P., & Nagrath, I. J. 2018. *Electrical Machines* (5th ed.). New Delhi: McGraw-Hill Education India.

Mukherjee, P. K., & Chakravorti, S. 2021. *Electrical Machines* (3rd ed.). New Delhi: McGraw-Hill Education India.

Nagrath, I. J., & Kothari, D. P. 2019. *Basic Electrical Engineering* (4th ed.). New Delhi: McGraw-Hill Education India.

Rizzoni, G. 2017. *Principles and Applications of Electrical Engineering* (7th ed.). New York, NY: McGraw-Hill Education.

Sen, P. C. 2013. *Principles of Electric Machines and Power Electronics* (3rd ed.). Hoboken, NJ: Wiley.

Singh, B., Chandra, A., & Al-Haddad, K. 2023. Modern Electric Machine Drives and Applications: Recent Advances and Future Perspectives. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 70(8), 8123–8135.

Wildi, T. 2017. *Electrical Machines, Drives, and Power Systems* (6th ed.). Boston, MA: Pearson.

Zhang, H., Liu, Y., & Wang, X. 2024. High-Efficiency Electric Motors for Industrial and Renewable Energy Applications: A Review. *Energies*, 17(3), 621.

BAB VIII

SISTEM TENAGA & ENERGI TERBARUKAN

Energi listrik merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan modern. Hampir seluruh aktivitas masyarakat, industri, transportasi, dan teknologi informasi bergantung pada ketersediaan energi listrik yang stabil dan andal. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut diperlukan suatu sistem yang mampu membangkitkan, menyalurkan, dan mendistribusikan energi listrik secara efisien. Sistem tersebut dikenal sebagai sistem tenaga listrik. Sistem tenaga listrik merupakan jaringan besar yang terdiri dari pembangkit listrik, sistem transmisi, gardu induk, dan sistem distribusi yang saling terhubung untuk menyalurkan energi listrik dari sumber pembangkit hingga ke konsumen.

Perkembangan kebutuhan energi dunia juga mendorong pemanfaatan energi terbarukan sebagai alternatif pengganti energi fosil. Energi terbarukan seperti tenaga surya dan tenaga angin menjadi solusi penting untuk mendukung keberlanjutan energi dan mengurangi dampak lingkungan. Selain itu, kemajuan teknologi digital dan komunikasi melahirkan konsep smart grid, yaitu sistem tenaga listrik cerdas yang mampu melakukan pemantauan, pengendalian, dan distribusi energi secara lebih efisien dan otomatis.

Pada bab ini akan dibahas konsep dasar sistem tenaga listrik, sistem transmisi dan distribusi, gardu induk, teknologi energi terbarukan, serta perkembangan smart grid sebagai bagian dari masa depan sistem energi modern.

DAFTAR PUSTAKA

Alyami, S., Alharbi, A., & Alotaibi, M. 2024. Renewable Energy Integration and Future Smart Grid Challenges. *Renewable Energy*, 225, 120–136.

Blackburn, J. L., & Domin, T. J. 2015. *Protective Relaying: Principles and Applications* (4th ed.). Boca Raton, FL: CRC Press.

Duffie, J. A., & Beckman, W. A. 2020. *Solar Engineering of Thermal Processes, Photovoltaics and Wind* (5th ed.). Hoboken, NJ: Wiley.

El-Sharkawi, M. A. 2019. *Electric Energy: An Introduction* (4th ed.). Boca Raton, FL: CRC Press.

Glover, J. D., Sarma, M. S., & Overbye, T. J. 2017. *Power System Analysis and Design* (6th ed.). Boston, MA: Cengage Learning.

Gönen, T. 2014. *Electric Power Distribution Engineering* (3rd ed.). Boca Raton, FL: CRC Press.

Hambley, A. R. 2023. *Electrical Engineering: Principles and Applications* (8th ed.). Hoboken, NJ: Pearson.

Kabeyi, M. J. B., & Olanrewaju, O. A. 2023. Smart Grid Technologies and Application in the Sustainable Energy Transition: A Review. *International Journal of Sustainable Energy*, 42(1), 685–758.

Khalid, M. 2024. Smart Grids and Renewable Energy Systems: Perspectives and Grid Integration Challenges. *Energy Strategy Reviews*, 51, 101299.

Kothari, D. P., & Nagrath, I. J. 2019. *Modern Power System Analysis* (5th ed.). New Delhi: McGraw-Hill Education India.

Muqeet, H. A., Liaqat, R., Jamil, M., & Khan, A. A. 2023. A State-of-the-Art Review of Smart Energy Systems and Their Management in a Smart Grid Environment. *Energies*, 16(1), 472.

Patel, M. R. 2021. *Wind and Solar Power Systems* (3rd ed.). Boca Raton, FL: CRC Press.

Rosida, R. A., Nahari, R. V., & Saputro, A. K. 2025. *Teknik Tenaga Listrik: Konsep dan Aplikasi*. Yogyakarta: CV Karya Bakti Makmur Indonesia.

Saadat, H. 2011. *Power System Analysis* (3rd ed.). Tehran: PSA Publishing.

Shafiullah, G. M., Ali, A. B. M. S., & Wolfs, P. 2023. Distributed Energy Resources and Smart Grid Technologies: Recent Advances and Future Prospects. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 58, 103450.

Wadhwa, C. L. 2019. *Electrical Power Systems* (7th ed.). New Delhi: New Age International Publishers.

Wood, A. J., Wollenberg, B. F., & Sheblé, G. B. 2013. *Power Generation, Operation, and Control* (3rd ed.). Hoboken, NJ: Wiley.

BAB IX

SISTEM KENDALI & OTOMASI INDUSTRI

Perkembangan teknologi industri modern menuntut sistem kerja yang lebih cepat, efisien, akurat, dan otomatis. Dalam dunia industri, berbagai proses produksi tidak lagi dilakukan secara manual, melainkan dikendalikan menggunakan sistem otomatis yang mampu bekerja secara kontinu dengan tingkat kesalahan yang rendah. Teknologi tersebut dikenal sebagai sistem kendali dan otomasi industri.

Sistem kendali (*control system*) merupakan sistem yang digunakan untuk mengatur, mengendalikan, dan menjaga suatu proses agar bekerja sesuai dengan kondisi yang diinginkan. Sistem kendali digunakan pada berbagai bidang, seperti industri manufaktur, pembangkit listrik, robotika, kendaraan otomatis, hingga peralatan rumah tangga modern.

Perkembangan elektronika digital, mikrokontroler, sensor, dan komputer telah mendorong lahirnya sistem otomasi industri yang semakin cerdas dan terintegrasi. Teknologi seperti PLC (*Programmable Logic Controller*), sensor digital, aktuator, dan sistem monitoring berbasis komputer memungkinkan proses industri berjalan secara otomatis dan efisien. Pada bab ini akan dibahas konsep dasar sistem kendali, sistem kendali terbuka dan tertutup, PLC, serta penerapan otomasi industri dalam dunia modern.

A. KONSEP DASAR SISTEM KENDALI

1. Pengertian Sistem Kendali

Sistem kendali adalah suatu sistem yang digunakan untuk mengatur dan mengendalikan kerja suatu proses agar menghasilkan keluaran (*output*) sesuai dengan yang diinginkan. Tujuan utama sistem kendali adalah:

DAFTAR PUSTAKA

Bolton, W. 2021. *Programmable Logic Controllers* (7th ed.). Oxford: Elsevier.

Dorf, R. C., & Bishop, R. H. 2017. *Modern Control Systems* (13th ed.). Boston, MA: Pearson.

Hambley, A. R. 2023. *Electrical Engineering: Principles and Applications* (8th ed.). Hoboken, NJ: Pearson.

Nise, N. S. 2020. *Control Systems Engineering* (8th ed.). Hoboken, NJ: Wiley.

Ogata, K. 2010. *Modern Control Engineering* (5th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.

Petruzella, F. D. 2020. *Programmable Logic Controllers* (6th ed.). New York, NY: McGraw-Hill Education.

Rizzoni, G. 2017. *Principles and Applications of Electrical Engineering* (7th ed.). New York, NY: McGraw-Hill Education.

Shawki, K., & Hassan, M. 2023. Industrial Automation and PLC-Based Control Systems: Recent Developments and Applications. *Journal of Industrial Information Integration*, 34, 100472.

Singh, B., Sharma, S., & Tiwari, A. 2020. *Smart Grid Technology and Applications*. Hoboken, NJ: Wiley.

Webb, J. W., & Reis, R. A. 2022. *Programmable Logic Controllers: Principles and Applications* (6th ed.). Boston, MA: Pearson.

Zhang, Y., Liu, X., & Wang, H. 2024. Industry 4.0 and Intelligent Automation Systems: A Review. *IEEE Access*, 12, 45678–45703.

Zhou, K., Fu, C., & Yang, S. 2023. Smart Manufacturing and Industrial Automation Technologies: A Comprehensive Review. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 120, 105881.

SAINS DAN TEKNIK ELEKTRO

DARI TEORI SAINS HINGGA SISTEM TENAGA MODERN

Buku Sains dan Teknik Elektro: Dari Teori Sains Hingga Sistem Tenaga Modern disusun sebagai sumber belajar komprehensif yang mengintegrasikan konsep dasar sains, prinsip-prinsip teknik elektro, serta perkembangan teknologi kelistrikan modern. Pembahasan diawali dengan pengenalan hakikat sains dan teknik, sejarah perkembangan teknik elektro, ruang lingkup keilmuan, hingga aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3) listrik yang menjadi fondasi penting bagi setiap praktisi maupun mahasiswa di bidang ketenagalistrikan. Selanjutnya, buku ini menguraikan berbagai konsep fundamental yang menjadi dasar pemahaman teknik elektro, mulai dari besaran dan satuan listrik, teknik pengukuran, komponen elektronika pasif dan aktif, hingga analisis rangkaian arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC). Materi disajikan secara sistematis dengan pembahasan hukum-hukum dasar kelistrikan, karakteristik komponen elektronika, sistem tiga fasa, serta pengenalan elektronika digital dan mikrokontroler yang menjadi tulang punggung perkembangan teknologi digital dan Internet of Things (IoT). Pada bagian lanjutan, buku ini membahas mesin listrik, sistem tenaga listrik, energi terbarukan, serta sistem kendali dan otomasi industri yang menjadi pilar utama transformasi industri modern.

www.penerbitwidina.com
@penerbitwidina
penerbit widina
penerbitwidina@gmail.com
widina store
widina bookstore

Layanan Pembaca & Penerbitan Buku
0815-7000-699

SCANME

Teknik

ISBN 978-634-317-078-5

9 786343 170785