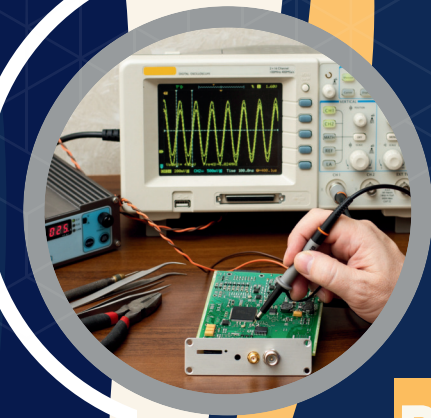
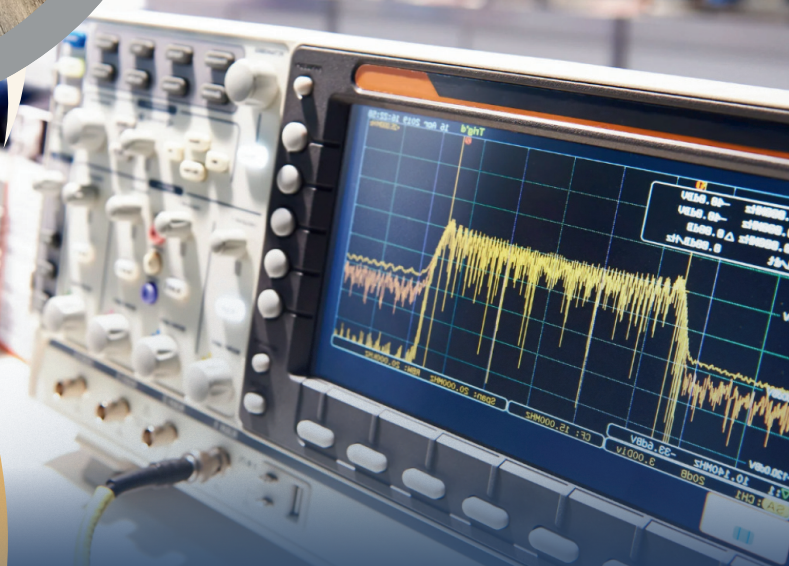




ALAT UKUR DASAR ELEKTRONIKA



Asep Muhamad Soleh, S.SiT., ST., M.Pd.
Henni Prapto Karnila, ST., M.Sc.
Galih Satria, S.Si., M.Sc.



Alat Ukur Dasar Elektronika

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

Pasal 113 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta:

- (1) Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000,00 (seratus juta rupiah).
- (2) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (3) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (4) Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

Alat Ukur Dasar Elektronika

Asep Muhamad Soleh S.SiT., ST., M.Pd.
Henni Prapto Karnila, ST, M.Sc.
Galih Satria, S.Si., M.Sc.



SGN

Penerbit Smart Global Nusantara
2025

Alat Ukur Dasar Elektronika

Penulis:

Asep Muhamad Soleh S.SiT., ST., M.Pd.

Henni Prapto Karnila, ST, M.Sc.

Galih Satria, S.Si., M.Sc.

Editor : Dr. Yuyun Suprpto, S.SiT., MM.

Layout: Tim Smart Global Nusantara

Desain Cover : Tim Smart Global Nusantara

Cetakan pertama: Agustus 2025

ISBN: 978-634-04-3906-9

Penerbit:

Smart Global Nusantara

Bumi Marina Emas Barat VII 43

www.smartglobalnusantara.com

email : smartglnusantara@gmail.com

Kata Pengantar

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga buku ini yang berjudul *Alat Ukur Dasar Elektronika* dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini disusun untuk memberikan pengetahuan dan pemahaman yang komprehensif mengenai prinsip kerja, penggunaan, dan perawatan berbagai alat ukur yang menjadi fondasi dalam dunia elektronika.

Perkembangan teknologi elektronika yang sangat pesat menuntut keterampilan pengukuran yang akurat dan efektif. Alat ukur seperti multimeter, osiloskop, function generator, dan spectrum analyzer bukan hanya sekadar perangkat pendukung, melainkan juga instrumen penting dalam proses perancangan, pengujian, serta perawatan rangkaian elektronika. Pemahaman mendalam terhadap cara kerja dan teknik penggunaannya akan membantu praktisi, teknisi, maupun mahasiswa dalam menghasilkan data yang tepat dan dapat dipertanggung jawabkan.

Buku ini disusun secara sistematis menjadi empat bab utama. Bab pertama membahas multimeter, mulai dari pengertian, bagian-bagian, hingga teknik penggunaannya. Bab kedua memaparkan secara rinci mengenai osiloskop, baik analog maupun digital, termasuk teori operasi, fitur-fitur, jenis probe, hingga praktik pengukuran yang baik dan aman. Bab ketiga membahas function generator, meliputi pengertian, jenis, karakter output, serta teknik penggunaan dan perawatannya. Bab keempat

menjelaskan spectrum analyzer, mulai dari prinsip kerja, aplikasi, hingga pembahasan mendetail tentang komponen, pengaturan, serta teknik pengoperasian yang efektif.

Setiap bab dilengkapi dengan penjelasan yang jelas, ilustrasi yang mendukung, serta panduan praktis yang dapat langsung diterapkan di lapangan. Penulis berharap buku ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat bagi mahasiswa, pendidik, teknisi, maupun praktisi di bidang elektronika, baik sebagai bahan pembelajaran maupun panduan kerja.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, masukan, dan bantuan dalam proses penyusunan buku ini. Semoga buku ini dapat memberikan kontribusi positif bagi peningkatan kompetensi dan profesionalisme di bidang elektronika.

Surabaya, Agustus 2025

Penulis

Daftar Isi

Kata Pengantar	v
Daftar Isi.....	vii
Daftar Gambar.....	ix
BAB 1 Alat Ukur Multimeter	1
1.1 Pengertian Multimeter.....	1
1.2 Bagian-bagian Multimeter.....	4
1.3 Cara Penggunaan Multimeter.....	5
1.4 RINGKASAN	8
BAB 2 Osiloskop	11
2.1 Pendahuluan	11
2.1.1 Jadi, apakah sebenarnya osiloskop itu?.....	11
2.1.2 Beberapa Kegunaan Osiloskop	13
2.1.3 Notasi	14
2.2 Sinyal.....	16
2.2.1 Pengukuran Frekuensi	16
2.2.2 Pengukuran Amplitudo	18
2.2.3 Gelombang Tak Sinusoidal	21
2.3 Osiloskop Analog.....	22
2.3.1 Kontrol Osiloskop Analog	23
2.3.2 Teori Operasi.....	26
2.3.3 Pengoperasian Osiloskop Analog.....	33
2.4 Osiloskop digital	43
2.4.1 Kontrol osiloskop digital.....	43
2.4.2 Jenis lain osiloskop digital	50
2.4.3 Teori operasi.....	52
2.4.4 Operasi dan fitur.....	62
2.5 Probes	85
2.5.1 Kompensasi probe	90
2.5.2 Jenis-jenis probe	91
2.5.3 Probe pasif dan aksesorinya	92
2.5.4 Mengembangkan osiloskop.....	97

2.6 Good measurement practices	98
2.7 Keselamatan penggunaan osiloskop.....	102
2.7.1 Mencegah kerusakan pada osiloskop	104
BAB 3 Function Generator	105
3.1 Pengertian Function Generator.....	105
3.2 Jenis-jenis Function Generator.....	106
3.3 Bagian-bagian <i>Function Generator</i>	107
3.4 Karakter <i>Output</i> Function Generator.....	110
3.5 Cara Penggunaan dan Perawatan <i>Function Generator</i>	112
BAB 4 Spectrum Analyzer.....	115
4.1 Pengenalan Spectrum Analyzer	115
4.1.1 Aplikasi Spectrum Analyzer	116
4.2 Ranah Frekuensi vs. Ranah Waktu	117
4.3 Jenis-jenis Spectrum / Signal Analyzer.....	119
4.4 Bagaimana Spectrum Analyzer Bekerja?.....	120
4.4.1 Tampilan dan Pengaturan Spectrum Analyzer.....	120
4.4.2 Menyetel (<i>Tuning</i>) Spectrum Analyzer.....	122
4.4.3 Derau Fasa.....	131
4.4.4 Waktu Pindaian (Sweep Time)	135
4.4.5 Filter Resolusi Digital	138
4.4.6 Jenis Detektor Tampilan.....	139
4.4.7 Average detection.....	145
4.5 Diagram Blok Spectrum Analyzer / Komponen dan Fungsinya.....	147
4.5.1 Peredam RF	147
4.5.2 <i>Low-pass filter</i> (LPF) / Preselector	148
4.5.3 Mixer	149
4.5.4 Penguat IF Bertingkat (<i>Variable Gain Amplifier</i>).....	149
4.6 Ringkasan	149
Biografi Penulis.....	151
Daftar Pustaka	154

Daftar Gambar

Gambar 1. 1 (a) Multimeter Analog, (b) Multimeter Digital	2
Gambar 1. 2 Komponen-komponen Multimeter Analog	4
Gambar 1. 3 Dial skala pengukuran pada multimeter analog	4
Gambar 2. 1 Tampilan Osiloskop	12
Gambar 2. 2 Gelombang Sinus	16
Gambar 2. 3 Tampilan Frekuensi	18
Gambar 2. 4 Gambar gelombang tak sinusoidal	22
Gambar 2. 5 Panel depan osiloskop	23
Gambar 2. 6 Tabung Sinar Katoda	27
Gambar 2. 7 Rangkaian Tabung Sinar Katoda	28
Gambar 2. 8 Rangkaian Vertikal	28
Gambar 2. 9 Rangkaian Horizontal dan Pemicu	29
Gambar 2. 10 Bentuk Gelombang Gigi Gergaji	31
Gambar 2. 11 Gratikul Layar Osiloskop	31
Gambar 2. 12 Gelombang Segitiga	33
Gambar 2. 13 Ilustrasi trigger holdoff pada osiloskop	39
Gambar 2. 14 Hasil Uji Komponen Osiloskop	41
Gambar 2. 15 Osiloskop Digital	43
Gambar 2. 16 Kontrol Osiloskop Digital	44
Gambar 2. 17 Gelombang Sinus 1kHz	48
Gambar 2. 18 Blok Diagram Arsitektur Osiloskop Digital	52
Gambar 2. 19 Frekuensi Sampling	55
Gambar 2. 20 Rekonstruksi sinyal: sampling cukup vs kurang	56
Gambar 2. 21 Ilustrasi windows sampling pada osiloskop	57
Gambar 2. 22 Diagram dead time dalam akuisisi osiloskop	60
Gambar 2. 23 <i>Delay Timebase</i>	67
Gambar 2. 24 Tampilan Osiloskop Melalui Sistem Jaringan	70
Gambar 2. 25 FFT	72
Gambar 2. 26 Video Triggering	74

Gambar 2. 27 <i>Averaging</i>	74
Gambar 2. 28 <i>Peak Detection</i>	75
Gambar 2. 29 Pengukuran Otomatis	77
Gambar 2. 30 Pemilihan Dua Gelombang Sinus.....	77
Gambar 2. 31 Gelombang Referensi	79
Gambar 2. 32 Skema perekaman bentuk gelombang berinterval Δt	80
Gambar 2. 33 Digital Filter	82
Gambar 2. 34 <i>Pass/fail Testing</i>	83
Gambar 2. 35 WaveXpress®	85
Gambar 2. 36 Rangkaian <i>Internal Probe</i>	87
Gambar 2. 37 Probe dan Aksesorisnya	92
Gambar 2. 38 Bagian-bagian Probe	94
Gambar 2. 39 Ujuk Kabel Probe	95
Gambar 2. 40 Derating tegangan probe terhadap frekuensi.....	97
Gambar 3. 1 <i>Function Generator</i>	105
Gambar 3. 2 Struktur panel function generator.....	107
Gambar 3. 3 Pengaturan invert switch dan duty control	108
Gambar 3. 4 Pengaruh Kendali DC Offset Pada Bentuk Gelombang.....	109

BAB 1

Alat Ukur Multimeter

1.1 Pengertian Multimeter

Multimeter merupakan instrumen pengukuran elektrik serba-guna yang berfungsi untuk menentukan nilai hambatan (R), arus (I), serta tegangan (V) dalam suatu rangkaian. Perangkat ini kerap disebut AVO meter—singkatan dari Ampere-Volt-Ohm. Berdasarkan metode penampilan datanya, multimeter dikelompokkan menjadi analog dan digital.

- Multimeter analog menampilkan hasil melalui indikator jarum pada skala bersusun; pembacaan nilai masih memerlukan ketelitian pengguna, khususnya ketika mengukur tegangan tinggi.
- Multimeter digital (sering disebut DMM atau DVOM) menyajikan nilai numerik langsung di layar LCD/LED, sehingga lebih mudah dioperasikan dan menawarkan akurasi serta resolusi lebih baik dibanding versi analog.

Selain tiga parameter dasar di atas, multimeter modern kerap dilengkapi fitur tambahan—misalnya pengukuran β (hFE) transistor, pengujian dioda, hingga sensor suhu terintegrasi. Dengan demikian, satu unit multimeter digital mampu menggantikan beberapa alat ukur terpisah dalam laboratorium elektronika maupun aplikasi lapangan.



(a)



(b)

Gambar 1. 1 (a) Multimeter Analog, (b) Multimeter Digital

1. Mengukur Arus Listrik

Pengukuran arus merupakan fungsi inti multimeter. Instrumen ini sanggup membaca arus searah (DC – Direct Current) maupun arus bolak-balik (AC – Alternating Current). Saat melakukan pengukuran, pastikan mode dan rentang arus yang dipilih sesuai agar rangkaian dan sekering internal multimeter tetap aman.

2. Mengukur Tegangan Listrik

Multimeter berfungsi pula sebagai voltmeter untuk memeriksa beda potensial suatu node rangkaian. Sakelar *selector* diatur pada rentang tegangan maksimum yang memadai sehingga nilai yang diukur tidak melampaui spesifikasi alat ukur.

3. Mengukur Hambatan Listrik

Instrumen ini dapat bertindak sebagai ohmmeter untuk menentukan resistansi komponen—misalnya resistor—atau nilai hambatan jalur. Seperti pada mode tegangan, rentang resistansi yang tepat harus dipilih supaya pembacaan akurat.

4. Fungsi hFE

Sebagian multimeter dilengkapi soket hFE yang memungkinkan pengujian faktor penguatan arus transistor bipolar, baik tipe NPN maupun PNP, tanpa memerlukan rangkaian tambahan.

5. Mengukur Nilai Kapasitansi

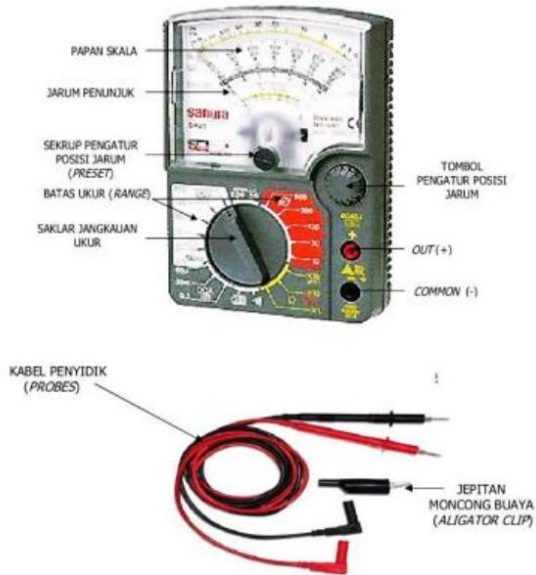
Model tertentu memiliki mode kapasitansi yang mengukur nilai kapasitor dengan mengisi-ulang (charge/discharge) komponen tersebut. Pastikan kapasitor yang diuji berada dalam batas rentang kapasitansi maksimal multimeter.

6. Mengukur Frekuensi Sinyal

Multimeter digital berfitur frekuensi-meter memungkinkan pembacaan frekuensi sinyal AC secara presisi, bermanfaat untuk verifikasi osilator, generator fungsi, maupun titik uji frekuensi lainnya dalam sistem elektronika.

Multimeter analog bekerja dengan prinsip kumparan bergerak (d'Arsonval) yang ditempatkan di antara kutub magnet permanen; arus pengukuran menimbulkan momen puntir pada kumparan sehingga jarum penunjuk menyimpang di atas skala. Karena kemampuannya mengukur beragam parameter—arus, tegangan, resistansi, penguatan transistor, kapasitansi, dan frekuensi—multimeter menjadi alat vital di laboratorium maupun lapangan untuk memverifikasi kondisi komponen serta mendeteksi kesalahan rangkaian sebelum perangkat dioperasikan.

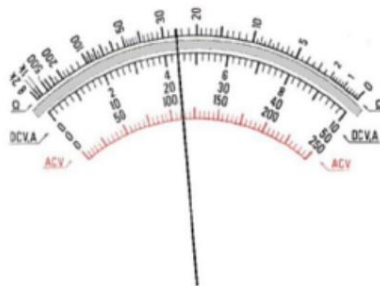
1.2 Bagian-bagian Multimeter



Gambar 1. 2 Komponen-komponen Multimeter Analog

1. Papan Skala

Dial ini berfungsi menampilkan nilai hasil pengukuran elemen rangkaian. Pada multimeter analog, skala dibagi untuk berbagai besaran: tegangan AC/DC, resistansi (Ω), serta arus DC (mA). Multimeter digital menampilkan nilai yang sama secara numerik pada layar display.



Gambar 1. 3 Dial skala pengukuran pada multimeter analog

2. Saklar Rentang Ukur (Selector)

Selector memilih jenis besaran—resistansi, arus DC, tegangan DC, atau tegangan AC—sekaligus batas ukur maksimumnya. Pemilihan rentang yang tepat mencegah kerusakan instrumen dan memberikan resolusi pembacaan terbaik.

3. Sekrup Zero Adjust

Baut penyetelan ini mengkalibrasi jarum ke posisi nol pada skala ketika instrumen tidak dihubungkan ke rangkaian, memastikan akurasi awal sebelum pengukuran.

4. Tombol Zero Adjustment (Ω -Zero)

Khusus mode ohmmeter, tombol ini digunakan dengan cara menyentuhkan kedua ujung probe, kemudian diputar sampai jarum tepat menunjuk angka nol pada skala resistansi; proses ini menghilangkan error akibat resistansi internal probe.

5. Terminal Input (Probe Sockets)

Terdapat dua jack: terminal positif berwarna merah (OUT) dan terminal negatif berwarna hitam (COMMON). Kedua lubang ini menjadi titik sambung kabel penyidik (probe) ke rangkaian yang diuji.

6. Jarum Penunjuk

Jarum bergerak di atas dial sebagai indikator numerik besaran listrik yang terukur, digerakkan oleh momen gaya pada kumparan bergerak di dalam medan magnet permanen multimeter.

1.3 Cara Penggunaan Multimeter

Sebelum mengoperasikan multimeter, perhatikan hal-hal berikut:

1. Pada multimeter analog, periksa jarum indikator pada skala. Pastikan jarum berada tepat di angka nol sebelum pengukuran dimulai. Penyelarasan awal ini merupakan prosedur kalibrasi sederhana yang harus dilakukan setiap kali memulai pengukuran.
2. Perhatikan kembali posisi kenop selektor yang akan dipakai—pilih rentang tegangan, resistansi, atau arus sesuai kebutuhan (mis. $\times 1$, $\times 10$, $\times 100$, dan seterusnya). Setelah selesai, kembalikan kenop ke posisi *OFF* untuk melindungi instrumen.
3. Pastikan terminal probe yang hendak dipakai sudah cocok dengan jenis pengukuran yang akan dilakukan.
4. Periksa kondisi dan orientasi baterai internal sebelum alat digunakan guna menjamin pembacaan akurat.

Cara penggunaan multimeter pada modul ini mengacu pada multimeter digital.

1. Pengukuran Tegangan DC

- Putar selektor ke posisi DCV.
- Pilih rentang tegangan yang mendekati nilai yang diperkirakan.
- Sambungkan probe ke titik ukur—probe merah ke terminal positif, probe hitam ke terminal negatif.
- Tegangan terukur akan muncul pada layar (*display*).

2. Pengukuran Tegangan AC

- Putar selektor ke posisi ACV.
- Setel rentang skala agar tidak melebihi batas maksimum alat.

- Hubungkan probe ke titik ukur; hasil pembacaan ditampilkan di display.

Batas maksimum pengukuran (range) tegangan AC/DC umumnya tersedia pada 10 V, 50 V, 250 V, 500 V, dan 1000 V. Misalnya, range 10 berarti tegangan yang diukur tidak boleh melebihi 10 V, begitu pula interpretasi untuk range 50, 250, 500, dan 1000.

3. Pengukuran Arus Listrik (Ampere)

- Putar selektor ke simbol **A**.
- Sesuaikan rentang arus yang diperlukan; contoh, untuk arus hingga 100 mA pilih range 0,3 A (300 mA). Jangan melebihi range agar sekering pelindung tidak putus.
- Putuskan catu daya beban sebelum menyisipkan multimeter secara seri ke rangkaian.
- Sambungkan probe merah ke jalur positif dan probe hitam ke jalur negatif beban.
- Nilai arus akan terbaca pada layar.

Range arus yang disediakan biasanya 0,25 mA, 25 mA, hingga 500 mA. Jika dipilih range 0,25 mA, maka arus yang dapat diukur harus di bawah 0,25 mA; ketentuan serupa berlaku untuk range lainnya.

4. Prosedur Pengukuran Resistor (Ω)

- Putar selektor ke posisi Ω .
- Tentukan rentang pengukuran sesuai estimasi nilai resistansi. Pada multimeter analog, rentang diawali “ $\times$ ” seperti $\times 1$, $\times 10$, $\times 100$, $\times 1\text{ k}$, $\times 10\text{ k}$, dst.; multimeter digital

biasanya menampilkan rentang langsung (100 Ω , 1 k Ω , 10 k Ω , 200 k Ω , 2 M Ω , dan seterusnya).

- Tempelkan probe pada kedua kaki resistor tanpa memperhatikan polaritas.
- Nilai resistansi langsung tampil di display (DMM) atau skala (analog). Untuk multimeter analog, hasil pada skala harus dikalikan faktor rentang yang dipilih.

Rentang maksimum Ω pada multimeter analog umumnya berupa $\times 1$, $\times 10$, dan skala kilo-ohm. Jika posisi $\times 1$, nilai dibaca persis pada skala (Ω). Pada posisi $\times 10$, pembacaan skala dikali 10; untuk skala $\times 1$ k (kilo-ohm), angka skala dibaca satuan k Ω . Demikian pula posisi $\times 10$ k, hasil skala dikali 10 dalam satuan k Ω .

1.4 RINGKASAN

1. Multimeter mengukur resistansi, arus, dan tegangan listrik.
2. Terdapat dua kategori utama: analog dan digital.
3. Multimeter analog memiliki indikator jarum dan skala bertingkat.
4. Multimeter digital lebih disukai karena operasi lebih mudah dan akurasinya tinggi.
5. Komponen utama multimeter analog meliputi papan skala, selektor rentang, sekrup *zero adjust*, tombol *zero* (Ω), konektor probe, dan jarum penunjuk.
6. Pada unit analog, hasil pembacaan terlihat di skala; pada DMM nilai tampil otomatis di layar.

7. Pastikan jarum analog berada di titik nol sebelum alat dipakai.
8. Soket probe terdiri atas terminal positif (merah, out) dan terminal negatif (hitam, common).
9. Operasikan multimeter dengan memutar selektor ke besaran dan rentang yang sesuai, lalu hubungkan probe merah ke terminal positif komponen dan probe hitam ke terminal negatif atau ground.
10. Konfirmasi bahwa besaran yang diukur tidak melampaui rentang yang dipilih; melebihi batas dapat memutus sekering internal.

