

MODUL ELEKTRONIKA DAN MEKATRONIKA

ELEKTRONIKA DASAR

OLEH SYAIFI ABDURRAHMAN



MODUL ELEKTRONIKA DASAR

Untuk Sekolah Menengah Kejuruan
Edisi Tahun 2017



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN

MODUL ELEKTRONIKA DASAR

Copyright © 2017, Direktorat Pembinaan SMK

All rights Reserved

Pengarah

Drs. H. Mustaghfirin Amin, M.BA

Direktur Pembinaan SMK

Penanggung Jawab

Arie Wibowo Khurniawan, S.Si. M.Ak

Kasubdit Program dan Evaluasi, Direktorat Pembinaan SMK

Ketua Tim

Arfa Laidiah Razik, S.H., M.A.

Kasi Evaluasi, Subdit Program dan Evaluasi, Direktorat Pembinaan SMK

Penyusun

Syaifi Abdurrahman

(SMK Negeri 1 Karangdadap)

Desain dan Tata Letak

Rayi Citha Dwisandy, S.Ds

ISBN : 978-602-5517-10-5

Penerbit

Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan

Komplek Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Gedung E, Lantai 13

Jalan Jenderal Sudirman, Senayan, Jakarta 10270

KATA PENGANTAR KASUBDIT PROGRAM DAN EVALUASI



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Salam Sejahtera,

Melalui Instruksi Presiden (Inpres) Nomor 9 Tahun 2016 tentang Revitalisasi Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), dunia pendidikan khususnya SMK sangat terbantu karena akan terciptanya sinergi antar instansi dan lembaga terkait sesuai dengan tugas dan fungsi masing-masing dalam usaha mengangkat kualitas SMK. Kehadiran Buku Serial Revitalisasi SMK ini diharapkan dapat memudahkan penyebaran informasi bagaimana tentang Revitalisasi SMK yang baik dan benar kepada seluruh stakeholder sehingga bisa menghasilkan lulusan yang terampil, kreatif, inovatif, tangguh, dan sigap menghadapi tuntutan dunia global yang semakin pesat.

Buku Serial Revitalisasi SMK ini juga diharapkan dapat memberikan pelajaran yang berharga bagi para penyelenggara pendidikan Kejuruan, khususnya di Sekolah Menengah Kejuruan untuk mengembangkan pendidikan kejuruan yang semakin relevan dengan kebutuhan masyarakat yang senantiasa berubah dan berkembang sesuai tuntutan dunia usaha dan industri.

Tidak dapat dipungkiri bahwa pendidikan kejuruan memiliki peran strategis dalam menghasilkan manusia Indonesia yang terampil dan berkeahlian dalam bidang-bidang yang sesuai dengan kebutuhan.

Terima kasih dan penghargaan kami sampaikan kepada semua pihak yang terus memberikan kontribusi dan dedikasinya untuk meningkatkan kualitas Sekolah Menengah Kejuruan. Buku ini diharapkan dapat menjadi media informasi terkait upaya peningkatan kualitas lulusan dan mutu Sumber Daya Manusia (SDM) di SMK yang harus dilakukan secara sistematis dan terukur.

Wassalamu`alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Jakarta, 2017

Kasubdit Program Dan Evaluasi
Direktorat Pembinaan SMK

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas terselesaikannya modul ini, dengan harapan dapat digunakan sebagai modul untuk Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Bidang Teknologi dan Rekayasa. .

Modul Elektronika dasar ini dibuat ini belum memuat materi secara lengkap, tetapi hanya sebagian saja. Akan tetapi diharapkan modul ini dapat digunakan dengan sebaik-baiknya, serta memiliki manfaat untuk belajar siswa di Sekolah Menengah Kejuruan Khususnya program studi Teknik Mesin.

Segala masukan yang bersifat membangun, akan jadi pertimbangan demi kesempurnaan modul ini dan penghargaan kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam membantu terselesaikannya modul ini.

Stuttgart, 9 April 2017

Syaifi Abdurrahman

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR KASUBDIT PROGRAM DAN EVALUASI.....	i
KATA PENGANTAR PENULIS.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
PETA KEDUDUKAN MODUL	viii
GLOSARIUM	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Deskripsi	1
B. Waktu	2
C. Prasyarat	2
D. Petunjuk Penggunaan.....	2
E. Tujuan Akhir.....	3
F. Kompetensi Inti Dan Kompetensi Dasar.....	3
G. Cek Kompetensi Awal	6
BAB II PEMBELAJARAN	21
Kegiatan 1 Memahami Komponen-Komponen Elektronika.....	21
1. Tujuan Pembelajaran	21
2. Materi Pembelajaran.....	21
3. Rangkuman	52
4. Tugas	52
5. Tes Formatif	53
6. Kunci Jawaban Formatif	53
7. Lembar Kerja	55
Kegiatan 2. Menganalisis Rangkaian Listrik dan Memahami Hukum Ohm	56
1. Tujuan Pembelajaran	56
2. Materi Pembelajaran	57
3. Rangkuman	69
4. Tugas	69
5. Tes Formatif	70

6. Kunci Jawaban Formatif	70
7. Lembar Kerja	72
Kegiatan 3. Menentukan resistansi seri untuk dioda emisi cahaya (<i>Light Emitting Diode</i>)	75
1. Tujuan Pembelajaran	75
2. Materi Pembelajaran	76
3. Rangkuman.....	86
4. Tugas	87
5. Tes Formatif	87
6. Kunci Jawaban Formatif	88
7. Lembar Kerja	91
Kegiatan 4. Merancang sirkuit untuk pembagi tegangan Potensiometer.....	94
1. Tujuan Pembelajaran	94
2. Materi Pembelajaran	94
3. Rangkuman.....	111
4. Tugas	111
5. Tes Formatif	112
6. Kunci Jawaban Formatif	113
7. Lembar Kerja	114
BAB III EVALUASI.....	117
A. Kognitif Skill	117
B. Psikomotor Skill	123
A. Attitude Skill	128
C. Batasan Waktu Yang Telah Ditetapkan	128
D. Kunci Jawaban.....	128
DAFTAR PUSTAKA.....	130

DAFTAR GAMBAR

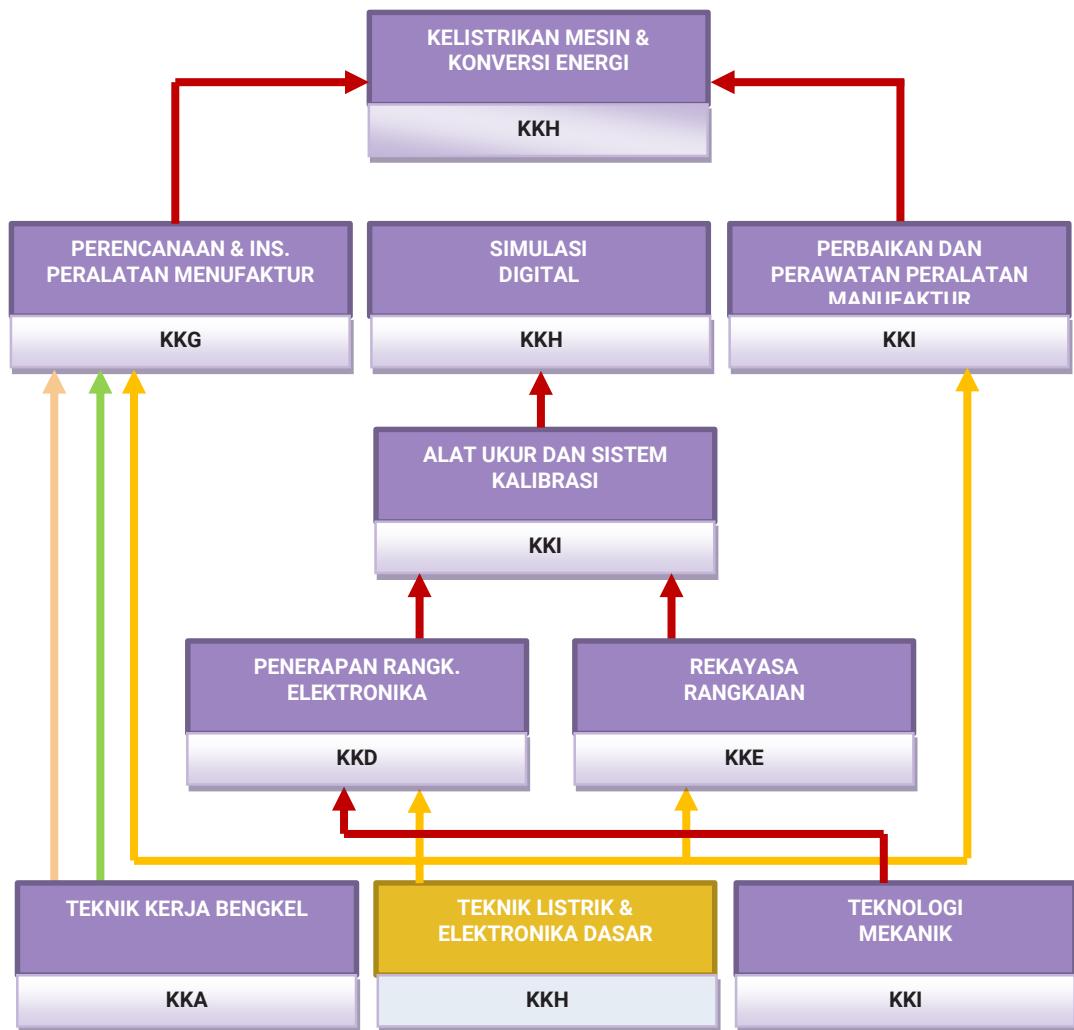
Gambar 1. Solenoid.....	22
Gambar 2. Resistor Kawat.....	25
Gambar 3. Resistor Batang Karbon	25
Gambar 4. Resistor Keramik.....	26
Gambar 5. Resistor Film Karbon	26
Gambar 6. Resistor Film Metal.....	27
Gambar 7. Potensiometer.....	27
Gambar 8. Trimpot	28
Gambar 9. PTC.....	28
Gambar 10. NTC	29
Gambar 11. LDR.....	29
Gambar 12. VDR	30
Gambar 13. Simbol Resistor.....	30
Gambar 14. Kapasitor Kerami	32
Gambar 15. Membaca Nilai Kapasitor.....	33
Gambar 16. Kapasitor Polyester	33
Gambar 17. Kapasitor Kertas	34
Gambar 18. Kondensator Elektrolit.....	35
Gambar 19. Kondensator Solid Tantalum	35
Gambar 20. Elco Non Polar	35
Gambar 21. Kondensator Variable.....	36
Gambar 22. Simbol Kapasitor	37
Gambar 23. Potensiometer.....	38
Gambar 24. Simbol Potensimeter.....	38
Gambar 25. Induktor Dalam Sentimeter.....	40
Gambar 26. Simbol Induktor	40
Gambar 27. Skema Sebuah Trafo Step Up.....	41
Gambar 28. Skema Sebuah Trafo Step Down.....	41
Gambar 29. Simbol Transformator	42
Gambar 30. Voltmeter Digital.....	42
Gambar 31. Voltmeter analog	43
Gambar 32. Simbol Voltmeter	43
Gambar 33. Dioda.....	44
Gambar 34.Simbol dan Struktur Dioda.....	44
Gambar 35. Dioda Zener	46

Gambar 36. Dioda Varactor	46
Gambar 37. Dioda Pemancar Cahaya.....	47
Gambar 38. Simbol Dioda	49
Gambar 39. Induktor	50
Gambar 40. Simbol Induktor	51
Gambar 41. Resistor	52
Gambar 42. Rangkaian Dasar Praktikum Hukum Ohm	59
Gambar 43. Diagram Arus Listrik	60
Gambar 44. Elektromagnetik.....	62
Gambar 45. Multimeter	63
Gambar 46. Analogi Perhitungan Hambatan Seri	66
Gambar 47. Analogi Perhitungan Hambatan Paralel	67
Gambar 48. Analogi rangkaian kombinasi	68
Gambar 49. Rangkaian Listrik Resistor	73
Gambar 50. Rangkaian Resistor TP 1011 FESTO	74
Gambar 51. Grafik Log Pengukuran Resistansi	75
Gambar 52. Dioda dengan keterangannya.....	77
Gambar 53. Dioda.....	78
Gambar 54. Bicolour Light Emitting Diodes	82
Gambar 55. LED multi atau 3 Warna.....	83
Gambar 56. Contoh Penggunaan LED display	83
Gambar 57. Analogi Menghitung Nilai Resistor LED	84
Gambar 58. Rangkaian Seri Dioda LED dan Resistor	87
Gambar 59. Rangkaian DC dengan 2 Resistor	90
Gambar 60. Rangkaian Seri Pada Resistor	91
Gambar 61. Potensiometer.....	94
Gambar 62. Jenis-Jenis Potensio Meter	95
Gambar 63. Pengukuran potensiometer	97
Gambar 64. Pengujian Potensiometer.....	98
Gambar 65. Analogi Potensiometer	99
Gambar 66. Potensiometer Karbon	100
Gambar 67. Potensiometer Gulungan Kawat	101
Gambar 68. Potensiometer Metal Film.....	101
Gambar 69. Galvanometer.....	104
Gambar 70. Prinsip Kerja Potensiometer	104
Gambar 71. Mengukur Variabel Resistor / Potensiometer	106
Gambar 72. Cara menghitung Potensiometer	108
Gambar 73. Rangkaian Contoh Soal 1	109
Gambar 74. Rangkaian Solusi 1	109

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kompetensi inti dan kompetensi dasar	3
Tabel 2. Angka Kapasitor.....	34
Tabel 3. Komponen Elektronika	53
Tabel 4. Lembar Observasi Komponen Elektronika.....	55
Tabel 5. Cek Peralatan Rangkaian Resistor	73
Tabel 6. LED Dan Tegangannya	76
Tabel 7. Warna dan Material LED.....	81
Tabel 8. LED's Technical data	85
Tabel 9. Perlengkapan Pengukuran Arus Resistansi	92
Tabel 10. Log pengukuran arus.....	92
Tabel 11. Pengamatan	124

PETA KEDUDUKAN MODUL



GLOSARIUM

- Atom** : adalah suatu satuan dasar materi, yang terdiri atas inti atom serta awan elektron yang bermuatan negatif yang mengelilinginya. Inti atom terdiri atas proton yang bermuatan positif, dan neutron yang bermuatan netral (kecuali pada inti atom Hidrogen-1, yang tidak memiliki neutron)
- Elektron** : adalah partikel subatom yang bermuatan negatif dan umumnya ditulis sebagai e-. Elektron tidak memiliki komponen dasar ataupun substruktur apapun yang diketahui, sehingga ia dipercaya sebagai partikel elementer.
- Gaya** : adalah pengaruh apapun yang dapat menyebabkan sebuah benda bermassa mengalami perubahan, baik dalam bentuk gerakan, arah, maupun konstruksi geometris. . Dengan kata lain, sebuah gaya dapat menyebabkan sebuah objek dengan massa tertentu untuk mengubah kecepatannya (termasuk untuk bergerak dari keadaan diam), atau berakselerasi, atau untuk terdeformasi. Gaya memiliki besar dan arah, sehingga merupakan besaran vektor. Satuan SI yang digunakan untuk mengukur gaya adalah Newton (dilambangkan dengan N). Gaya sendiri dilambangkan dengan simbol F.
- Massa** : adalah suatu sifat fisika dari suatu benda yang digunakan untuk menjelaskan berbagai perilaku objek yang terpantau. Dalam kegunaan sehari-hari, massa biasanya disinonimkan dengan berat. Namun menurut pemahaman ilmiah modern, berat suatu objek diakibatkan oleh interaksi massa dengan medan gravitasi. Sebagai contoh, seseorang yang mengangkat benda berat di Bumi dapat mengasosiasi berat benda tersebut dengan massanya. Asosiasi ini dapat diterima untuk benda-benda yang berada di Bumi. Namun apabila benda tersebut berada di Bulan, maka berat benda tersebut akan lebih kecil dan lebih mudah diangkat namun massanya tetaplah sama.

Energi	: dinyatakan satuan kerja adalah joule (J), dinamakan untuk menghormati James Prescott Joule dan percobaannya dalam persamaan mekanik panas. SDalam istilah yang lebih mendasar 1 joule sama dengan 1 newton-meter dan, dalam istilah satuan dasar SI, 1 J sama dengan $1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$
Sistem Satuan	
Internasional	: adalah sistem satuan atau besaran yang paling umum digunakan. Pada awalnya sistem ini merupakan sistem MKS, yaitu panjang (meter), massa (kilogram), dan waktu (detik/sekon). Sistem SI ini secara resmi digunakan di semua negara di dunia kecuali Amerika Serikat (yang menggunakan Sistem Imperial), Liberia, dan Myanmar. Dalam sistem SI terdapat 7 satuan dasar/pokok SI dan 2 satuan tanpa dimensi. Selain itu, dalam sistem SI terdapat standar awalan-awalan (prefix) yang dapat digunakan untuk penggandaan atau menurunkan satuan-satuan yang lain.
Usaha atau kerja	: (dilambangkan dengan W dari Bahasa Inggris Work) adalah energi yang disalurkan gaya ke sebuah benda sehingga benda tersebut bergerak.
Energi kinetic	: adalah bagian energi yang berhubungan dengan gerakan suatu benda.
Energi potensial	: dari sebuah sistem adalah energi yang dihubungkan dengan konfigurasi ruang dari komponen-komponennya dan interaksi mereka satu sama lain. Jumlah partikel yang mengeluarkan gaya satu sama lain secara otomatis membentuk sebuah sistem dengan energi potensial. Gaya-gaya tersebut, contohnya, dapat timbul dari interaksi elektrostatik

BAB I

PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Materi Belajar Elektronika Dasar untuk Pemula saat ini belajar elektronika dasar bukanlah perkara yang sulit jika dulu sebelum jaringan internet mudah diakses harus kursus elektronika dulu atau jika mau otodidak harus membeli buku-buku panduan tapi sekarang semua materi belajar elektronika dasar dengan mudah ditemukan diinternet dari yang berupa tutorial,video atau ebook bahkan bisa diperoleh secara gratis. Jika berniat belajar elektronika dasar secara otodidak agar proses belajarnya lebih terarah dan lebih fokus langkah baiknya mencari materi-materi elektronika dasar yang pokok terlebih dahulu setelah itu baru mempelajari materi yang lebih rumit.

Peralatan Elektronika adalah sebuah peralatan yang terbentuk dari beberapa Jenis Komponen Elektronika dan masing-masing Komponen Elektronika tersebut memiliki fungsi-fungsinya tersendiri di dalam sebuah Rangkaian Elektronika. Seiring dengan perkembangan Teknologi, komponen-komponen Elektronika makin bervariasi dan jenisnya pun bertambah banyak. Tetapi komponen-komponen dasar pembentuk sebuah peralatan Elektronika seperti Resistor, Kapasitor, Transistor, Dioda, Induktor dan IC masih tetap digunakan hingga saat ini.

Buku pelajaran Elektronika Dasar kelas X semester 1 ini membahas mengenai dasar elektronika yang terdiri dari 4 bab:

1. Memahami komponen-komponen elektronika
2. Menganalisis rangkaian listrik dan memahami hukum ohm
3. Menentukan resistansi seri untuk dioda emisi cahaya (*Light Emitting Diode*)
4. Merancang sirkuit untuk membagi tegangan dengan Potensiometer

Buku pelajaran ini tidak hanya berisi teori tentang elektronika saja tetapi dilengkapi juga dengan petunjuk pelaksanaan praktik. Selain itu terdapat juga soal-soal tes formatif untuk mengukur ketercapaian siswa.

B. Waktu

Berdasarkan silabus, waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan modul ini adalah 40 jam pelajaran.

C. Prasyarat

Pelajaran Elektronika dasar kelas X semester 1 merupakan pelajaran yang tergabung dalam pelajaran C3 pada paket keahlian Teknik mesin. Pelajaran ini diberikan bersamaan dengan pelajaran Mekanika & Elemen Mesin, Teknologi Mekanik dan Teknik Kontrol. Untuk mempelajari ini pelajaran pendukungnya adalah pelajaran C1 yaitu Fisika dan Gambar Teknik.

D. Petunjuk Penggunaan

Buku pelajaran ini dapat digunakan siapa saja terutama siswa-siswi SMK Bidang Keahlian Teknologi dan Rekayasa, terutama untuk program studi keahlian Teknik Mesin, Teknik Listrik dan Teknik Elektronika yang ingin mempelajari dasar-dasar elektronika. Khusus siswa-siswi SMK Paket Keahlian Teknik Mesin, buku pelajaran ini dapat memenuhi tuntutan profil kompetensi tamatan.

Buku pelajaran ini berisi 4 kegiatan pembelajaran yaitu :

1. Memahami komponen-komponen elektronika
2. Menganalisis rangkaian listrik dan memahami hukum ohm
3. Menentukan resistansi seri untuk dioda emisi cahaya (*Light Emitting Diode*)
4. Merancang sirkuit untuk bagi tegangan dengan Potensiometer

Setiap kegiatan belajar berisi informasi teori, tugas dan tes formatif. Tugas-tugas merupakan kegiatan praktek. Informasi pelaksanaan praktek dapat dibaca di lembar kerja peserta didik. Tes formatif berisi pertanyaan-pertanyaan baik teori maupun hasil praktek. Mulailah mempelajari teori terlebih dahulu kemudian lakukan kegiatan praktikum. Belajarlah secara urut dari kegiatan 1 sampai kegiatan 4.

Setiap tugas lakukan secara berkelompok, bagilah tugas dengan teman kelompokmu. Setelah selesai mengerjakan tugas buat laporan dan presentasikan ke teman-teman kelompok lain. Setiap melakukan kegiatan praktek ikuti petunjuk operasionalnya.

E. Tujuan Akhir

Setelah selesai mengikuti pelajaran ini siswa dapat:

1. Memahami komponen-komponen elektronika
2. Menganalisis rangkaian listrik dan memahami hukum ohm
3. Menentukan resistansi seri untuk dioda emisi cahaya (*Light Emitting Diode*)
4. Merancang sirkuit untuk pembagi tegangan dengan Potensiometer

F. Kompetensi Inti Dan Kompetensi Dasar

Tabel 1. Kompetensi inti dan kompetensi dasar

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.	<p>1.1. Membangun kebiasaan bersyukur atas limpahan rahmat, karunia dan anugerah yang diberikan oleh Tuhan Yang Maha Kuasa.</p> <p>1.2. Memilikisikap dan perilaku beriman dan bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlaq mulia, jujur, disiplin, sehat, berilmu, cakap, sehingga dihasilkan insan Indonesia yang demokratis dan bertanggung jawab sesuai dengan bidang keilmuannya.</p> <p>1.3. Membangun insan Indonesia yang cerdas, mandiri, dan kreatif, serta bertanggung jawab kepada Tuhan yang menciptakan alam semesta.</p> <p>1.4 Memiliki sikap saling menghargai (toleran) keberagaman agama, bangsa, suku, ras, dan golongan sosial ekonomi dalam lingkup global</p>
2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung	<p>2.1 Menerapkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat;</p>

<p>jawab, peduli (gotong royohng, kerjasama,toleran,damai),santun, responsif dan proaktif dan menunjukan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.</p>	<p>tekun; bertanggung jawab; terbuka; peduli lingkungan) sebagai wujud implementasi proses pembela-jaran bermakna dan terintegrasi, sehingga dihasilkan insan Indonesia yang produktif, kreatif dan inovatif melalui penguatan sikap (tahu mengapa),keterampilan(tahu bagaimana), dan pengetahuan (tahu apa) sesuai dengan jenjang pengetahuan yang dipelajarinya.</p> <p>2.2 Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan</p> <p>2.3 Memiliki sikap dan perilaku patuh pada tata tertib dan aturan yang berlaku dalam kehidupan sehari-hari selama di kelas dan lingkungan sekolah.</p>
<p>3. Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahu nya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusia-an, kebangsaan, kenegara-an, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik sesuai untuk memecahkan masalah.</p>	<p>3.1 Memahami istilah-istilah dari komponen elektronika dasar</p> <p>3.2 Menunjukkan komponen-komponen elektronika beserta simbol-simbolnya</p> <p>3.3 Memahami perhitungan-perhitungan fundamental dari komponen-komponen elektronik</p> <p>3.4 Memahami prinsip dasar dari masing komponen-komponen beserta kegunaannya.</p>

- 4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif serta mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.**
- 4.1 Menafsirkan variabel listrik dasar tegangan, arus dan hambatan dan perhitungannya.
- 4.2 Menunjukkan komponen-komponen pada rangkaian rangkaian listrik dalam trainer dengan melihat simbolnya,
- 4.3 Memahami perhitungan variabel listrik dasar tegangan, arus dan hambatan
- 4.4 Memahami hukum Ohm dan dapat menentukan dan mewakili hubungan dengan pengukuran.
- 4.5 Merangkai dengan menggunakan variabel listrik dengan pengukuran dan mengevaluasi
- 4.6 Menggunakan peralatan pengukuran yang cocok untuk melakukan pengukuran.
- 4.7 Siswa mampu menerapkan variabel listrik dasar energi dan listrik.
- 4.8 Siswa dapat menyelidiki rangkaian listrik dasar dengan pengukuran dan mengkaji hukum dari variabel pengukuran ditentukan.
- 4.9 Siswa dapat mengukur dan menghitung sirkuit listrik dasar seperti sirkuit seri dengan menggunakan dioda emisi cahaya.
- 4.10 Siswa dapat menguji fungsi dari sirkuit listrik dioda emisi cahaya dan peralatannya.

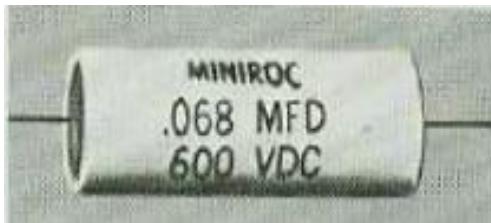
- 4.11 Memahami prinsip dengan pembagi tegangan dimuat sebagai aplikasi dari sirkuit.
- 4.12 Mengaplikasikan hasil perhitungan tegangan output untuk dibongkar dan pembagi tegangan dimuat.
- 4.13 Menafsirkan ukuran pembagi tegangan dimuat.

G. Cek Kompetensi Awal

1. Kapasitor bertuliskan 2A474J100 mempunyai nilai
 - A. 2 Ampere
 - B. 474 pF
 - C. 470 nF
 - D. 100 Volt

2. Resistor yang mempunyai gelang-gelang : Oranye, Putih , Merah, Emas nilainya
 - A. $2700 \Omega + 5\%$
 - B. $3900 \Omega + 5\%$
 - C. $27 K\Omega + 1\%$
 - D. $392 \Omega + 2\%$

3.



Berapakah nilai kapasitor berikut ini?

A. 0,068 uF

B. 600 uF

C. 0,068 nF

D. 600 nF

4. Satuan Kapasitor adalah

A. Volt

B. Ohm

C. Ampere

D. Nano Farad

5. Satuan Resistor adalah

A. Volt

B. Ohm

C. Ampere

D. Nano Farad

6. Resistor 5,6 Kilo Ω nilainya sama dengan

A. 56000 Ω

B. 5600 Ω

C. 560 Ω

D. 56 Ω

7. Kapasitor yang bertuliskan 2n2 nilainya

A. 22000 pF

B. 2200 pF

C. 220 pF

D. 2,2 pF

8. Kapasitor 30 nF dan 60 nF dirangkai seri, maka nilai totalnya adalah

A. 20 nF

B. 30 nF

C. 60 nF

D. 90 nF

9. Diode adalah komponen yang terdapat pada bagian adaptor;

A. Input tegangan

B. Penyearah

C. Filter

D. Amplifier

10. Nilai resistor $820 \Omega + 1\%$; mempunyai warna-warna gelang

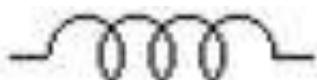
A. Merah; abu-abu; hitam; coklat; coklat

B. Abu-abu; merah; hitam; hitam; coklat

C. Biru; abu-abu; coklat; emas

D. Abu-abu; ungu; merah; emas

11.



Gambar berikut merupakan symbol

A. Kapasitor

B. Resistor

C. Induktor / lilitan

D. Transistor

12. Elco singkatan dari

A. Electric component

B. Elektrolit component

C. Electronic coefisien

D. Elektrolit condensator

13. Dioda yang berfungsi sebagai penala adalah

A. Varactor

B. Zenner

C. LED

D. Photo dioda

14. Huruf "K" pada kode nilai kapasitor menunjukkan toleransi nilai kapasitor sebesar

A. 1 %

B. 5 %

C. 10 %

D. 20 %

15. Nilai resistor SMD ditunjukkan dengan kode

A. Angka

B. Huruf

C. Gelang

D. Warna

16.



Nilai resistor berikut adalah

A. $102\Omega + 1\%$

B. $1000\Omega + 5\%$

C. $1000\Omega + 1\%$

D. $102\Omega + 5\%$

17. Resistor SMD dengan kode 3 angka mempunyai nilai toleransi

A. 1 %

B. 2 %

C. 5 %

D. 10 %

18. Resistor SMD dengan kode 4 angka mempunyai nilai toleransi

A. 1 %

B. 2 %

C. 5 %

D. 10 %

19. Kapasitor yang nilainya dapat diubah yaitu

A. Varco dan trimpot

B. LDR dsn NTC

C. Varco dan trimmer

D. Trimmer dan trimpot

20.



Nilai resistor berikut adalah

A. $2512\Omega + 1\%$

B. $25,1\text{ K}\Omega + 1\%$

C. $2512\Omega + 5\%$

D. $251\text{K}\Omega + 5\%$

21.



Komponen berikut yang terdapat pada bagian adaptor;

A. Input tegangan

B. Penyearah

C. Penurun tegangan

D. Filter

22. Dioda zenner berfungsi sebagai

A. Input tegangan

B. Penurun tegangan

-
- C. Pembatas tegangan
- D. Penyearahkan tegangan
23. LED merupakan singkatan dari
- A. Light emitting diode
 - B. Layer element drive
 - C. Light element dark
 - D. Liquid extended drive
24. Trafo yang berfungsi untuk menurunkan tegangan adalah
- A. Step-up
 - B. Step-down
 - C. Step-bottom
 - D. Step-top
25. Trafo yang berfungsi untuk menaikkan tegangan listrik adalah
- A. Step-up
 - B. Step-down
 - C. Step-bottom

D. Step-top

26. Berikut ini merupakan kaki-kaki transistor FET, kecuali

A. Kolektor dan emitor

B. Drain dan source

C. Source dan gate

D. Gate dan drain

27. Bagian speaker berfungsi untuk

A. Menguatkan getaran listrik

B. Mengatur nada

C. Mengubah getaran listrik menjadi suara

D. Menyuplai arus listrik ke semua rangkaian

28. Bagian tone control berfungsi untuk

A. Menguatkan getaran listrik

B. Menyuplai arus listrik ke semua rangkaian

C. Mengubah getaran listrik menjadi suara

D. Mengatur nada

29. Berikut ini merupakan jenis-jenis transistor, *kecuali*

- A. FET
- B. BJT
- C. IC
- D. MOSFET

30. Satuan muatan yang tersimpan pada kapasitor adalah

- A. Coulomb
- B. Ohm
- C. Ampere
- D. Joule

31. IC singkatan dari

- A. Integrated Circuit
- B. Internal Circuit
- C. Integrated Circle
- D. Intermediate Circuit

32. Berikut ini pembagian IC berdasar jumlah komponennya, *kecuali*

- A. VLSI

-
- B. SSI
- C. MSI
- D. LPI
33. Berikut ini pembagian IC berdasar jumlah komponennya paling banyak dalam satu keping, yaitu
- A. LSI
- B. MSI
- C. SSI
- D. ULSI
34. Penguat power amplifier yang paling banyak dijumpai di pasaran dan paling banyak dipakai adalah
- A. Penguat kelas A
- B. Penguat kelas B
- C. Penguat kelas AB
- D. Penguat kelas D
35. Penguat power amplifier dengan bentuk gelombang input sama dengan gelombang output adalah
- A. Penguat kelas A

-
- B. Penguat kelas B
- C. Penguat kelas C
- D. Penguat kelas D
36. Berikut ini merupakan salah satu bagian dari suatu rangkaian penguat suara, yaitu
- A. Penerima
- B. Pemancar
- C. Pengatur nada
- D. Pengatur waktu
37. Rangkaian yang bertugas untuk mengatur nada bass dan treble adalah
- A. Receiver
- B. Regulator
- C. Transmitter
- D. Tone control
38. Satuan energy yang tersimpan pada kapasitor adalah
- A. Ohm
- B. Joule

C. Ampere

D. Coulomb

39. Jenis speaker yang mereproduksi sinyal audio frekuensi tinggi adalah

A. Tweeter

B. Woofer

C. Full range

D. Sub woofer

40. Resistor dengan 5 gelang warna mempunyai nilai toleransi

A. 1%

B. 20%

C. 5%

D. 10%

BAB II

PEMBELAJARAN

Kegiatan 1 Memahami Komponen-Komponen Elektronika

1. Tujuan Pembelajaran

- Memahami istilah-istilah dari komponen elektronika dasar
- Menunjukkan komponen-komponen elektronika beserta simbol-simbolnya
- Memahami perhitungan-perhitungan fundamental dari komponen-komponen elektronik
- Memahami prinsip dasar dari masing komponen-komponen beserta kegunaannya.

2. Materi Pembelajaran

a. Pengantar

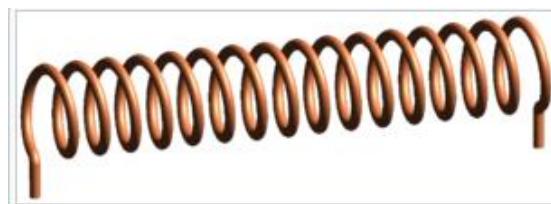
Materi Belajar Elektronika Dasar untuk Pemula saat ini belajar elektronika dasar bukanlah perkara yang sulit jika dulu sebelum jaringan internet mudah diakses harus kursus elektronika dulu atau jika mau otodidak harus membeli buku-buku panduan tapi sekarang semua materi belajar elektronika dasar dengan mudah ditemukan diinternet dari yang berupa tutorial,video atau ebook bahkan bisa diperoleh secara gratis. Jika berniat belajar elektronika dasar secara otodidak agar proses belajarnya lebih terarah dan lebih fokus alangkah baiknya mencari materi-materi elektronika dasar yang pokok terlebih dahulu setelah itu baru mempelajari materi yang lebih rumit.

Peralatan Elektronika adalah sebuah peralatan yang terbentuk dari beberapa Jenis Komponen Elektronika dan masing-masing Komponen Elektronika tersebut memiliki fungsi-fungsinya tersendiri di dalam sebuah Rangkaian Elektronika. Seiring dengan perkembangan Teknologi, komponen-komponen Elektronika makin bervariasi dan jenisnya pun bertambah banyak. Tetapi komponen-komponen dasar pembentuk sebuah peralatan Elektronika seperti Resistor, Kapasitor, Transistor, Dioda, Induktor dan IC masih tetap digunakan hingga saat ini.

b. Materi

1) Solenoid

Solenoid adalah salah satu jenis kumparan terbuat dari kabel panjang yang dililitkan secara rapat dan dapat diasumsikan bahwa panjangnya jauh lebih besar daripada diameternya. Dalam kasus solenoid ideal, panjang kumparan adalah tak hingga dan dibangun dengan kabel yang saling berhimpit dalam lilitannya dan medan magnet di dalamnya adalah seragam dan paralel terhadap sumbu solenoid.



Gambar 1. Solenoid

Kuat medan magnet untuk solenoid ideal adalah:

$$B = \mu_0 i n$$

di mana:

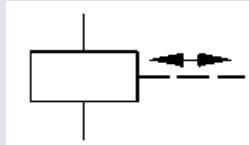
B : Kuat medan magnet,

μ_0 : Permeabilitas ruang kosong,

i : Kuat arus yang mengalir,

N : Jumlah lilitan.

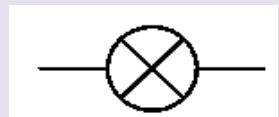
Jika terdapat batang besi dan ditempatkan sebagian panjangnya di dalam solenoid, batang tersebut akan bergerak masuk ke dalam solenoid saat arus dialirkkan. Hal ini dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan tuas, membuka pintu, atau mengoperasikan relay.

Nama komponen	Gambar komponen	Simbol
SOLENOID		

Parameter:

Resistance	1 1000 Ohm	(20)
------------	-----------------	------

2) Lampu Indikator

Nama komponen	Gambar komponen	Simbol
LAMPU INDIKATOR		

Parameter :

Resistance	0.01	1E4 Ohm	(193.5)
Minimum Voltage	0.1	300 V	(5)

3) Resistor

Resistor merupakan komponen elektronik yang memiliki dua pin dan didesain untuk mengatur tegangan listrik dan arus listrik, dengan resistansi tertentu (tahanan) dapat memproduksi tegangan listrik di antara kedua pin, nilai tegangan terhadap resistansi berbanding lurus dengan arus yang mengalir. berdasarkan hukum Ohm:

$$V = IR$$

$$I = \frac{V}{R}$$

Resistor digunakan sebagai bagian dari rangkaian elektronik dan sirkuit elektronik, dan merupakan salah satu komponen yang paling sering digunakan. Resistor dapat dibuat dari bermacam-macam komponen dan film, bahkan kawat resistansi (kawat yang dibuat dari paduan resistivitas tinggi seperti nikel-kromium).

Karakteristik utama dari resistor adalah resistansinya dan daya listrik yang dapat dihantarkan. Karakteristik lain termasuk koefisien suhu, derau listrik (noise), dan induktansi.

Resistor dapat diintegrasikan kedalam sirkuit hibrida dan papan sirkuit cetak, bahkan sirkuit terpadu. Ukuran dan letak kaki bergantung pada desain sirkuit, kebutuhan daya resistor harus cukup dan disesuaikan dengan kebutuhan arus rangkaian agar tidak terbakar.

a) Jenis-jenis resistor

Dilihat dari fungsinya, resistor dapat dibagi menjadi :

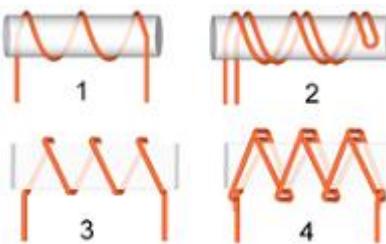
(1) Resistor Tetap

Resistor tetap merupakan resistor yang mempunyai nilai hambatan tetap. Biasanya terbuat dari karbon, kawat atau panduan logam. Pada resistor tetap nilai Resistansi biasanya ditentukan dengan kode warna Resistor yang termasuk resistor jenis ini adalah :

(a) Resistor kawat

Resistor kawat adalah jenis resistor generasi pertama yang lahir pada saat rangkaian elektronika masih menggunakan tabung hampa (*vacuum tube*). Bentuknya bervariasi dan memiliki ukuran yang cukup besar. Resistor kawat ini biasanya banyak dipergunakan dalam rangkaian power karena memiliki resistansi yang tinggi dan tahan terhadap panas yang tinggi. Jenis lainnya yang masih dipakai sampai sekarang adalah jenis resistor dengan lilitan kawat yang dililitkan pada bahan keramik, kemudian dilapisi

dengan bahan semen. Rating daya yang tersedia untuk resistor jenis ini adalah dalam ukuran 1 watt, 2 watt, 5 watt, dan 10 watt. Ilustrasi dari resistor kawat dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2. Resistor Kawat

(b) Resistor batang karbon (arang)

Pada awalnya, resistor ini dibuat dari bahan karbon kasar yang diberi lilitan kawat yang kemudian diberi tanda dengan kode warna berbentuk gelang dan pembacaannya dapat dilihat pada tabel kode warna. Jenis resistor ini juga merupakan jenis resistor generasi awal setelah adanya resistor kawat. Sekarang sudah jarang untuk dipakai pada rangkaian – rangkaian elektronika. Bentuk dari resistor jenis ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Resistor Batang Karbon

(c) Resistor keramik atau porselin

Resistor ini terbuat dari keramik yang dilapisi dengan kaca tipis. Jenis resistor ini telah banyak digunakan dalam rangkaian elektronika saat ini karena bentuk fisiknya kecil dan memiliki resistansi yang tinggi. Resistor ini memiliki rating daya sebesar

1/4 watt, 1/2 watt, 1 watt, dan 2 watt. Bentuk dari resistor ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. Resistor Keramik

(d) Resistor Film karbon

Resistor ini dibuat dari bahan karbon dan dilapis dengan bahan film yang berfungsi sebagai pelindung terhadap pengaruh luar. Nilai resistansinya dicantumkan dalam bentuk kode warna. Resistor ini juga sudah banyak digunakan dalam berbagai rangkaian elektronika karena bentuk fisiknya kecil dan memiliki resistansi yang tinggi. Namun, untuk masalah ukuran fisik, resistor ini masih kalah jika dibandingkan dengan resistor keramik. Resistor ini memiliki rating daya sebesar 1/4 watt, 1/2 watt, 1 watt, dan 2 watt. Bentuk dari resistor ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5. Resistor Film Karbon

(e) Resistor film Metal

Resistor film metal dibuat dengan bentuk hampir menyerupai resistor film karbon. Resistor tahan terhadap perubahan temperatur. Resistor ini juga memiliki tingkat kepresision yang tinggi karena nilai toleransi yang tercantum pada resistor ini sangatlah kecil, biasanya sekitar 1% atau 5%. resistor film metal ini memiliki 5 buah gelang warna, bahkan ada yang 6

buah gelang warna. Sedangkan, resistor film karbon hanya memiliki 4 buah gelang warna. Resistor film metal ini sangat cocok digunakan dalam rangkaian – rangkaian yang memerlukan tingkat ketelitian yang tinggi, seperti alat ukur. Resistor ini memiliki rating daya sebesar 1/4 watt, 1/2 watt, 1 watt, dan 2 watt. Bentuk dari resistor ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 6. Resistor Film Metal

(2) Resistor Variabel

Resistor variabel (*variable resistor* atau *varistor*) adalah resistor yang nilai tahanannya dapat berubah atau dapat diubah. Ada bermacam-macam resistor variabel antara lain :

(a) Potensiometer

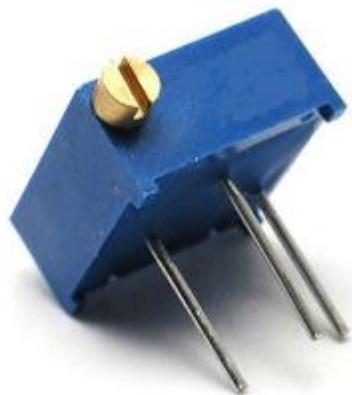
Potensiometer adalah resistor tiga terminal yang nilai tahanannya dapat diubah dengan cara menggeser (untuk potensio jenis geser) atau memutar (untuk potensio jenis putar) tuasnya.



Gambar 7. Potensiometer

(b) Trimpot

Trimpot adalah potensiometer yang cara mengubah nilai tahanannya dengan cara mentrim dengan menggunakan obeng trim.



Gambar 8. Trimpot

(c) PTC (*Positif Temperature Control*)

PTC termasuk jenis thermistor, yaitu resistor yang nilai tahanannya dipengaruhi oleh suhu. Nilai hambatan PTC saat dingin adalah sangat rendah, tetapi saat suhu PTC naik maka nilai hambatannya juga ikut naik.



Gambar 9. PTC

(d) NTC (*Negative Temperature Control*)

NTC juga termasuk jenis thermistor, yaitu resistor yang nilai tahanannya dipengaruhi oleh suhu, tetapi NTC kebalikan dari

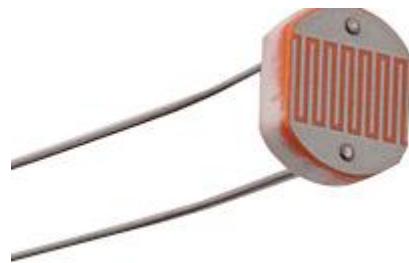
PTC, dimana nilai tahanan NTC saat dingin sangat tinggi, tetapi saat suhu NTC semakin naik, maka nilai tahanannya akan semakin mengecil bahkan nol.



Gambar 10. NTC

(e) **LDR (*Light Depending Resistor*)**

LDR adalah merupakan resistor peka cahaya atau biasa disebut dengan fotoresistor, dimana nilai resistansinya akan menurun jika ada penambahan intensitas cahaya yang mengenainya.



Gambar 11. LDR

(f) **VDR (*Voltage Dependent Resistor*)**

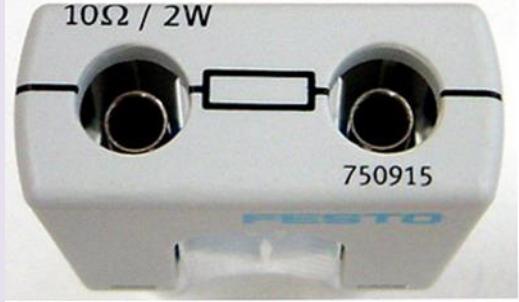
VDR adalah singkatan dari Voltage Dependent Resistor, yaitu sebuah resistor tidak tetap yang nilai resistansinya akan berubah tergantung dari tegangan yang diterimanya. Sifat dari VDR adalah semakin besar tegangan yang diterima, maka nilai tahanannya akan semakin mengecil, sehingga arus yang

melaluianya akan semakin besar. Dengan adanya sifat tersebut maka VDR akan sangat cocok digunakan sebagai stabilizer bagi



komponen transistor.

Gambar 12. VDR

Nama komponen	Gambar komponen	Simbol
RESISTOR		

Gambar 13. Simbol Resistor

4) Kapasitor

Kondensator atau sering disebut sebagai kapasitor adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Kondensator memiliki satuan yang disebut Farad dari nama Michael Faraday. Kondensator juga dikenal sebagai "kapasitor", namun kata "kondensator" masih dipakai

hingga saat ini. Pertama disebut oleh Alessandro Volta seorang ilmuwan Italia pada tahun 1782 (dari bahasa Italia *condensatore*), berkenaan dengan kemampuan alat untuk menyimpan suatu muatan listrik yang tinggi dibanding komponen lainnya. Kebanyakan bahasa dan negara yang tidak menggunakan bahasa Inggris masih mengacu pada perkataan bahasa Italia *condensateur*, "condensatore", Indonesia dan Jerman.

Condensator atau Spanyol *Condensador*. Kondensator diidentikkan mempunyai dua kaki dan dua kutub yaitu positif dan negatif serta memiliki cairan elektrolit dan biasanya berbentuk tabung.



Lambang kondensator (mempunyai kutub) pada skema elektronika.

Sedangkan jenis yang satunya lagi kebanyakan nilai kapasitasnya lebih rendah, tidak mempunyai kutub positif atau negatif pada kakinya, kebanyakan berbentuk bulat pipih berwarna coklat, merah, hijau dan lainnya seperti tablet atau kancing baju.



Lambang kapasitor (tidak mempunyai kutub) pada skema elektronika.

Namun kebiasaan dan kondisi serta artikulasi bahasa setiap negara tergantung pada masyarakat yang lebih sering menyebutkannya. Kini kebiasaan orang tersebut hanya menyebutkan salah satu nama yang paling dominan digunakan atau lebih sering didengar. Pada masa kini, kondensator sering disebut kapasitor (*capacitor*) ataupun sebaliknya yang pada ilmu elektronika disingkat dengan huruf (C).

Macam-macam dan Bentuk Kondensator Setelah anda tahu yang dimaksud dengan komponen kondensator maupun kapasitor, baca Pengertian Kapasitor / Kondensator Dalam Bidang Elektronika dan Cara Membaca Nilai Kapasitor / Kondensator. Seperti halnya komponen elektronika yang lain

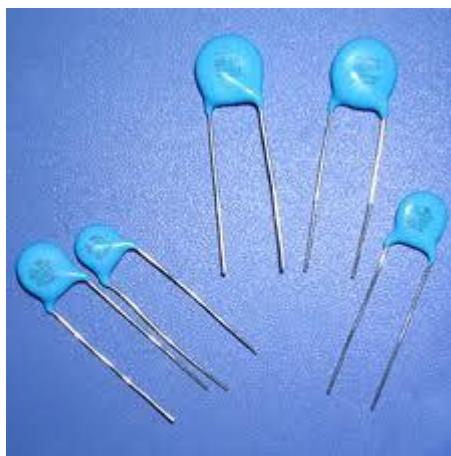
kondensator juga memiliki banyak macamnya. Berikut macam kondensator berdasarkan kegunaannya:

(a) Kondensator Tetap

Kondensator tetap ialah suatu kondensator yang nilainya konstan dan tidak berubah-ubah.(nilai kapasitasnya tetap tidak dapat diubah).Kondensator tetap ada tiga macam bentuk :

(1) Kondensator Keramik (*Ceramic Capacitor*)

Bentuknya ada yang bulat tipis, ada yang persegi empat berwarna merah, hijau, coklat dan lain-lain.Dalam pemasangan di papan rangkaian (PCB), boleh dibolak-balik karena tidak mempunyai kaki positif dan negatif. Mempunyai kapasitas mulai dari beberapa piko Farad sampai dengan ratusan Kilopiko Farad (KpF). Dengan tegangan kerja maksimal 25 volt sampai 100 volt, tetapi ada juga yang sampai ribuan volt.

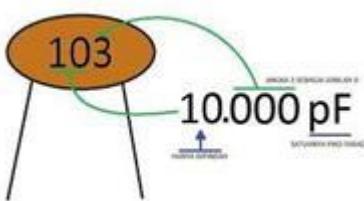


Gambar 14. Kapasitor Kerami

Cara membaca nilai kapasitor Keramik :

Contoh misal pada badannya tertulis = 203, nilai kapasitasnya = 20.000 pF = 20 KpF = 0,02 μ F.

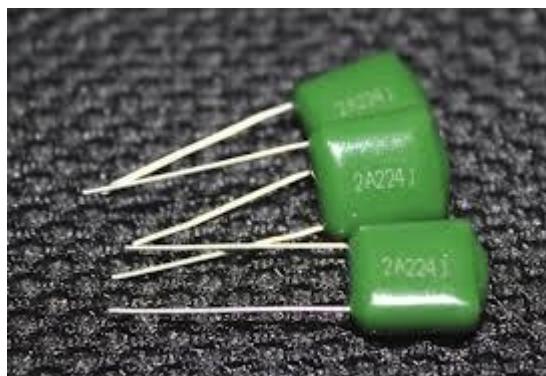
Jika pada badannya tertulis = 502, nilai kapasitasnya = 5.000 pF = 5 KpF
= 0,005 μ F



Gambar 15. Membaca Nilai Kapasitor

(2) Kondensator Polyester

Pada dasarnya sama saja dengan kondensator keramik begitu juga cara menghitung nilainya. Bentuknya persegi empat seperti permen. Biasanya mempunyai warna merah, hijau, coklat dan sebagainya.

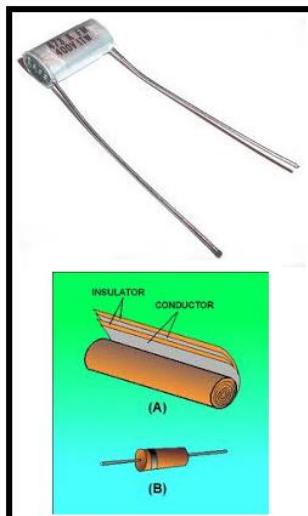


Gambar 16. Kapasitor Polyester

(3) Kondensator Kertas

Kondensator kertas ini sering disebut juga kondensator padder. Misal pada radio dipasang seri dari spul osilator ke variabel condensator. Nilai kapasitas yang dipakai pada sirkuit oscilator antara lain:

- Kapasitas 200 pF - 500 pF untuk daerah gelombang menengah (Medium Wave / MW) = 190 meter - 500 meter.
- Kapasitas 1.000 pF - 2.200 pF untuk daerah gelombang pendek (Short Wave / SW) SW 1 = 40 meter - 130 meter.
- Kapasitas 2.700 pF - 6.800 pF untuk daerah gelombang SW 1, 2, 3 dan 4, = 13 meter - 49 meter.



Gambar 17. Kapasitor Kertas

Tabel 2. Angka Kapasitor

WARNA	ANGK A KE 1	ANGK A KE 2	PERKALIAN	TOLE RANSI	VOLT MAKSIMUM
	0	X1			
COKLAT	1	1	X10		100V
MERAH	2	2	X100		250V
JINGGA	3	3	X1000		250V
KUNING	4	4	X10 000		400V
HIJAU	5	5	X100 000		400V
BIRU	6	6	X1000 000		630V
UNGGU	7	7	X10 000 000		630V
ABU-ABU	8	8	X100 000 000		630V
PUTIH	9	9	X1000 000 000	10%	630V

(4) Kondensator elektrolit (*Electrolite Condenser = Elco*)

Kondensator

elektrolit atau Electrolytic

Condenser (Elco) adalah kondensator yang biasanya berbentuk tabung, mempunyai dua kutub kaki berpolaritas positif dan negatif, ditandai oleh kaki yang panjang positif sedangkan yang pendek negatif atau yang dekat tanda minus (-) adalah kaki negatif. Nilai kapasitasnya dari 0,47 μF (mikroFarad) sampai ribuan mikroFarad dengan voltase kerja dari beberapa volt hingga ribuan volt.

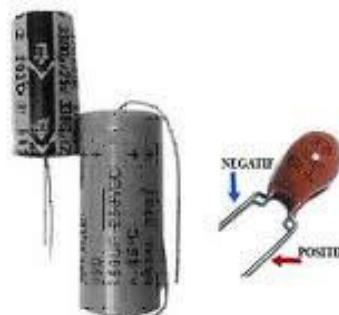


Gambar 18. Kondensator Elektrolit

Selain kondensator elektrolit (Elco) yang mempunyai polaritas, ada juga kondensator jenis elco yang berpolaritas yaitu kondensator solid tantalum dan ada Elco yang Non Polaritas pada kakinya tidak ada kutub (+) dan (-)



Gambar 19. Kondensator Solid Tantalum



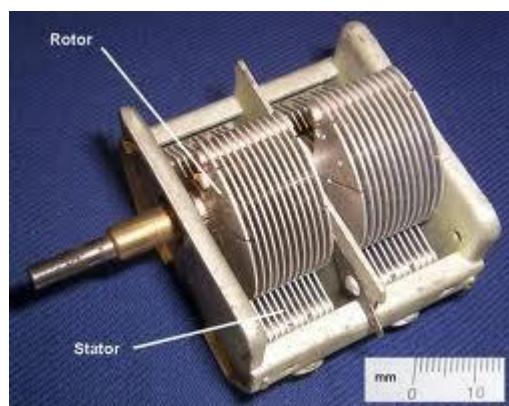
Gambar 20. Elco Non Polar

Kerusakan umum pada kondensator elektrolit di antaranya adalah :

- Kering (kapasitasnya berubah)
- Konsleting
- Meledak, yang dikarenakan salah dalam pemberian tegangan positif dan negatifnya, jika batas maksimum voltase dilampaui juga bisa meledak.

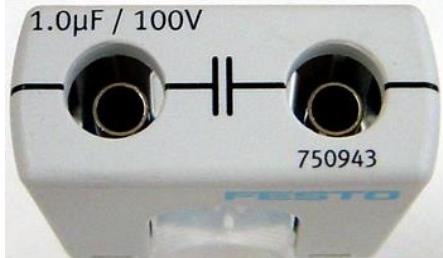
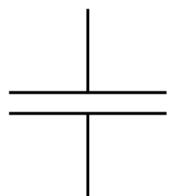
(b) Kondensator Tidak Tetap (*Variabel dan Trimmer*)

Kondensator variabel dan trimmer adalah jenis kondensator yang kapasitasnya bisa diubah-ubah. Kondensator ini dapat berubah kapasitasnya karena secara fisik mempunyai poros yang dapat diputar dengan menggunakan obeng.



Gambar 21. Kondensator Variable

Kondensator variabel (Varco) terbuat dari logam, mempunyai kapasitas maksimum sekitar 100 pF (pikoFarad) sampai 500 pF (100pF = 0.0001 μ F). Kondensator variabel dengan spul antena dan spul osilator berfungsi sebagai pemilih gelombang frekuensi tertentu yang akan ditangkap.

Nama komponen	Gambar komponen	Simbol
KAPASITOR		

Gambar 22. Simbol Kapasitor

5) Potensiometer

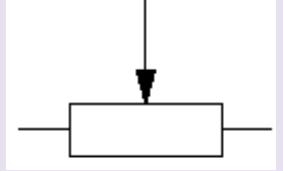
Potensiometer adalah resistor tiga terminal dengan sambungan geser yang membentuk pembagi tegangan dapat disetel. Jika hanya dua terminal yang digunakan (salah satu terminal tetap dan terminal geser), potensiometer berperan sebagai resistor variabel atau Rheostat. Potensiometer biasanya digunakan untuk mengendalikan peranti elektronik seperti pengendali suara pada penguat. Potensiometer yang dioperasikan oleh suatu mekanisme dapat digunakan sebagai transduser, misalnya sebagai sensor joystick.

Potensiometer jarang digunakan untuk mengendalikan daya tinggi (lebih dari 1 Watt) secara langsung. Potensiometer digunakan untuk menyetel taraf isyarat analog (misalnya pengendali suara pada peranti audio), dan sebagai pengendali masukan untuk sirkuit elektronik. Sebagai contoh, sebuah peredup lampu menggunakan potensiometer untuk menendalikan pensakelaran sebuah TRIAC, jadi secara tidak langsung mengendalikan kecerahan lampu.



Gambar 23. Potensiometer

Potensiometer yang digunakan sebagai pengendali volume kadang-kadang dilengkapi dengan sakelar yang terintegrasi, sehingga potensiometer membuka sakelar saat penyapu berada pada posisi terendah.

Nama komponen	Gambar komponen	Simbol
POTENSIO METER		

Gambar 24. Simbol Potensimeter

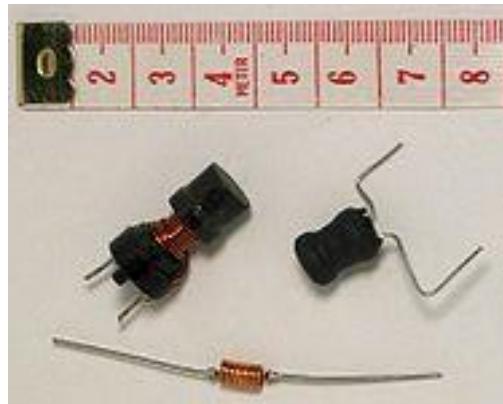
6) Induktor

Sebuah induktor atau reaktor adalah sebuah komponen elektronika pasif (kebanyakan berbentuk torus) yang dapat menyimpan energi pada medan magnet yang ditimbulkan oleh arus listrik yang melintasinya. Kemampuan induktor untuk menyimpan energi magnet ditentukan oleh induktansinya, dalam satuan Henry. Biasanya sebuah induktor adalah

sebuah kawat penghantar yang dibentuk menjadi kumparan, lilitan membantu membuat medan magnet yang kuat di dalam kumparan dikarenakan hukum induksi Faraday. Induktor adalah salah satu komponen elektronik dasar yang digunakan dalam rangkaian yang arus dan tegangannya berubah-ubah dikarenakan kemampuan induktor untuk memproses arus bolak-balik.

Sebuah induktor ideal memiliki induktansi, tetapi tanpa resistansi atau kapasitansi, dan tidak memboroskan daya. Sebuah induktor pada kenyataanya merupakan gabungan dari induktansi, beberapa resistansi karena resistivitas kawat, dan beberapa kapasitansi. Pada suatu frekuensi, induktor dapat menjadi sirkuit resonansi karena kapasitas parasitnya. Selain memboroskan daya pada resistansi kawat, induktor berinti magnet juga memboroskan daya di dalam inti karena efek histeresis, dan pada arus tinggi mungkin mengalami nonlinearitas karena penjenuhan.

Sebuah induktor biasanya dikonstruksi sebagai sebuah lilitan dari bahan penghantar, biasanya kawat tembaga, digulung pada inti magnet berupa udara atau bahan feromagnetik. Bahan inti yang mempunyai permeabilitas magnet yang lebih tinggi dari udara meningkatkan medan magnet dan menjaganya tetap dekat pada induktor, sehingga meningkatkan induktansi induktor. Induktor frekuensi rendah dibuat dengan menggunakan baja laminasi untuk menekan arus eddy. Ferit lunak biasanya digunakan sebagai inti pada induktor frekuensi tinggi, dikarenakan ferit tidak menyebabkan kerugian daya pada frekuensi tinggi seperti pada inti besi. Ini dikarenakan ferit mempunyai lengkung histeresis yang sempit dan resistivitasnya yang tinggi mencegah arus eddy. Induktor dibuat dengan berbagai bentuk. Sebagian besar dikonstruksi dengan meng gulung kawat tembaga email disekitar bahan inti dengan kaki-kali kawat terlukts keluar. Beberapa jenis menutup penuh gulungan kawat di dalam material inti, dinamakan induktor terselubungi. Beberapa induktor mempunyai inti yang dapat diubah letaknya, yang memungkinkan pengubahan induktansi. Induktor yang digunakan untuk menahan frekuensi sangat tinggi biasanya dibuat dengan melilitkan tabung atau manik-manik ferit pada kabel transmisi.



Gambar 25. Induktor Dalam Sentimeter

Induktor kecil dapat dicetak langsung pada papan rangkaian cetak dengan membuat jalur tembaga berbentuk spiral. Beberapa induktor dapat dibentuk pada rangkaian terintegrasi menhan menggunakan inti planar. Tetapi bentuknya yang kecil membatasi induktansi. Dan girator dapat menjadi pilihan alternatif.

Nama komponen	Gambar komponen	Simbol
INDUKTOR		

Gambar 26. Simbol Induktor

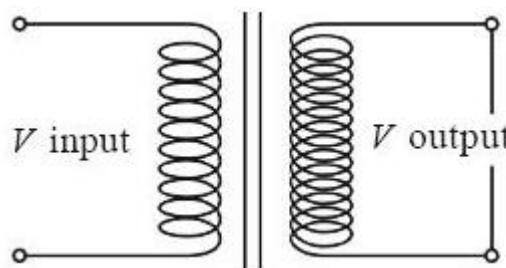
7) Transformator

Pada dasarnya, transformator hanyalah komponen yang terdiri dari lilitan-lilitan tembaga yang disusun sedemikian rupa yang fungsinya untuk memindahkan tenaga listrik dari primer ke sekunder melalui induksi elektromagnet. Karena rata-rata rangkaian elektronika menggunakan tegangan catu yang rendah, maka penggunaan trafo mutlak diperlukan sebagai pengganti baterai untuk menurunkan tegangan jala-jala PLN 220V menjadi tegangan yang

lebih rendah, misalnya 6V, 9V, 12V dan lain-lain sesuai dengan fungsi dan kebutuhannya. Secara umum, jenis-jenis trafo yang paling sering digunakan pada rangkaian elektronika terbagi dua, yaitu trafo step-up dan trafo step-down.

a) *Trafo step up*

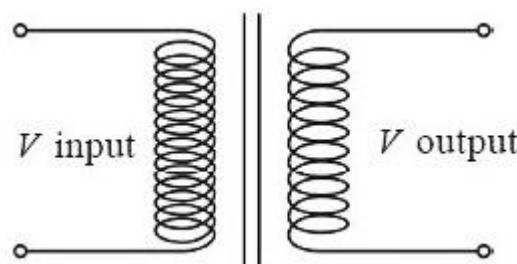
Trafo Step-Up adalah jenis transformator yang berfungsi untuk menaikkan tegangan bolak-balik (AC). Trafo Step-Up disebut juga dengan trafo penaik tegangan.



Gambar 27. Skema Sebuah Trafo Step Up

b) *Trafo Step-Down*

Trafo Step-Down adalah jenis transformator yang berfungsi untuk menurunkan tegangan bolak-balik (AC). Kebalikan dari trafo step-up, trafo step-down disebut juga dengan trafo penurun tegangan. Pada trafo step-down ini, jumlah lilitan primer lebih banyak daripada lilitan sekunder. Trafo ini banyak digunakan pada rangkaian elektronika terutama yang membutuhkan tegangan catu rendah.



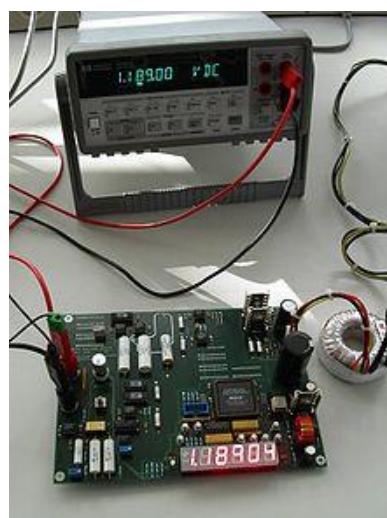
Gambar 28. Skema Sebuah Trafo Step Down

Nama komponen	Gambar komponen	Simbol
TRANSFOR MATOR		

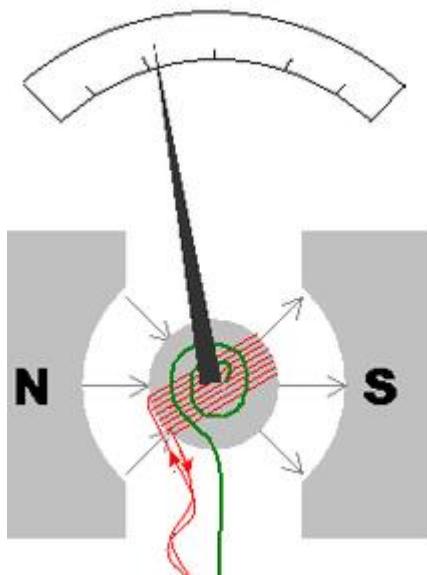
Gambar 29. Simbol Transformator

8) Voltmeter

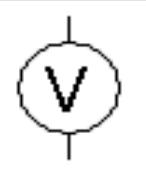
Voltmeter adalah alat/perkakas untuk mengukur besar tegangan listrik dalam suatu rangkaian listrik. Voltmeter disusun secara paralel terhadap letak komponen yang diukur dalam rangkaian. Alat ini terdiri dari tiga buah lempengan tembaga yang terpasang pada sebuah bakelite yang dirangkai dalam sebuah tabung kaca atau plastik. Lempengan luar berperan sebagai anode sedangkan yang di tengah sebagai katode. Umumnya tabung tersebut berukuran 15 x 10 cm (tinggi x diameter).



Gambar 30. Voltmeter Digital



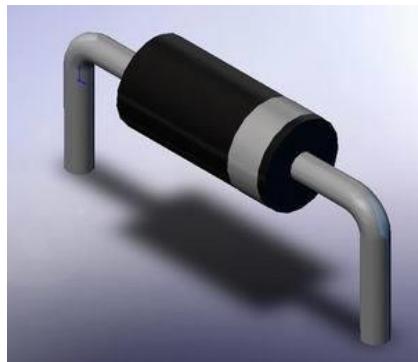
Gambar 31. Voltmeter analog

Nama komponen	Gambar komponen	Simbol
VOLT METER		

Gambar 32. Simbol Voltmeter

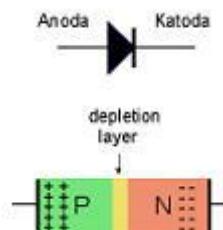
9) Dioda

Dioda sebagai salah satu komponen aktif sangat popular digunakan dalam rangkaian elektronika, karena bentuknya sederhana dan penggunaannya sangat luas. Ada beberapa macam rangkaian dioda, diantaranya : penyearah setengah gelombang (Half-Wave Rectifier), penyearah gelombang penuh (Full-Wave Rectifier), rangkaian pemotong (Clipper), rangkaian penjepit (Clamper) maupun pengganda tegangan (Voltage Multiplier). Di bawah ini merupakan gambar yang melambangkan dioda penyearah.



Gambar 33. Dioda

Sisi Positif (P) disebut Anoda dan sisi Negatif (N) disebut Katoda. Lambang dioda seperti anak panah yang arahnya dari sisi P ke sisi N. Karenanya ini mengingatkan kita pada arus konvensional dimana arus mudah mengalir dari sisi P ke sisi N.



Gambar 34. Simbol dan Struktur Dioda

DIODA TERBAGI ATAS BEBERAPA JENIS ANTARA LAIN :

- Dioda germanium
- Dioda silikon
- Dioda selenium
- Dioda zener
- Dioda cahaya (*LED*)

Dioda termasuk komponen elektronika yang terbuat dari bahan semikonduktor. Beranjang dari penemuan dioda, para ahli menemukan juga komponen turunan lainnya yang unik. Dioda memiliki fungsi yang unik yaitu hanya dapat mengalirkan arus satu arah saja. Struktur dioda tidak lain adalah sambungan semikonduktor P dan N. Satu sisi adalah

semikonduktor dengan tipe P dan satu sisinya yang lain adalah tipe N. Dengan struktur demikian arus hanya akan dapat mengalir dari sisi P menuju sisi N.

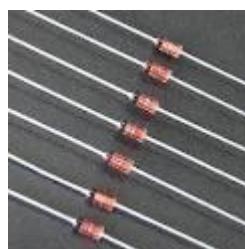
Gambar ilustrasi di atas menunjukkan sambungan PN dengan sedikit porsi kecil yang disebut lapisan deplesi (*depletion layer*), dimana terdapat keseimbangan *hole* dan elektron. Seperti yang sudah diketahui, pada sisi P banyak terbentuk *hole-hole* yang siap menerima elektron sedangkan di sisi N banyak terdapat elektron-elektron yang siap untuk bebas merdeka. Lalu jika diberi bias positif, dengan arti kata memberi tegangan potensial sisi P lebih besar dari sisi N, maka elektron dari sisi N dengan serta merta akan tergerak untuk mengisi *hole* di sisi P. Tentu kalau elektron mengisi *hole* disisi P, maka akan terbentuk *hole* pada sisi N karena ditinggal elektron. Ini disebut aliran *hole* dari P menuju N. Jika menggunakan terminologi arus listrik, maka dikatakan terjadi aliran listrik dari sisi P ke sisi N.

Sebaliknya apakah yang terjadi jika polaritas tegangan dibalik yaitu dengan memberikan bias negatif (*reverse bias*). Dalam hal ini, sisi N mendapat polaritas tegangan lebih besar dari sisi P.

Tentu jawabannya adalah tidak akan terjadi perpindahan elektron atau aliran hole dari P ke N maupun sebaliknya. Karena baik hole dan elektron masing-masing tertarik ke arah kutup berlawanan. Bahkan lapisan deplesi (*depletion layer*) semakin besar dan menghalangi terjadinya arus. Demikianlah sekelumit bagaimana dioda hanya dapat mengalirkan arus satu arah saja. Dengan tegangan bias maju yang kecil saja dioda sudah menjadi konduktor. Tidak serta merta di atas 0 volt, tetapi memang tegangan beberapa volt di atas nol baru bisa terjadi konduksi. Ini disebabkan karena adanya dinding deplesi (*depletion layer*). Untuk dioda yang terbuat dari bahan Silikon tegangan konduksi adalah di atas 0.7 volt. Kira-kira 0.3 volt batas minimum untuk dioda yang terbuat dari bahan Germanium.

Sebaliknya untuk bisa negatif dioda tidak dapat mengalirkan arus, namun memang ada batasnya. Sampai beberapa puluh bahkan ratusan volt baru terjadi breakdown, dimana dioda tidak lagi dapat menahan aliran elektron yang terbentuk di lapisan deplesi.

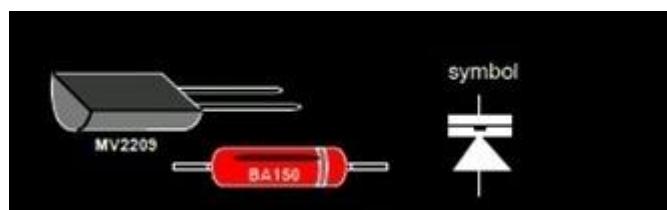
- Dioda Zener



Gambar 35. Dioda Zener

Fungsi dari dioda zener adalah sebagai penstabil tegangan. Selain itu dioda zener juga dapat dipakai sebagai pembatas tegangan pada level tertentu untuk keamanan rangkaian. Berikut ini rangkaian penerapan untuk regulator.

- Dioda varactor



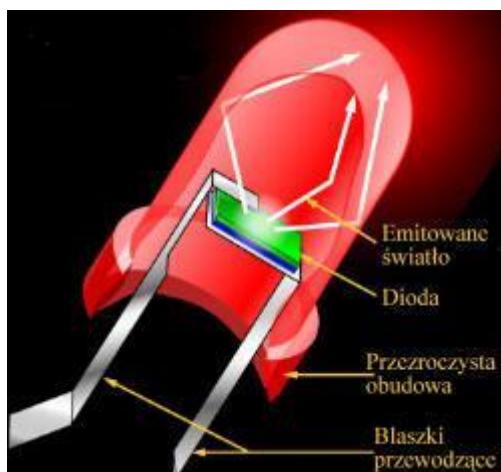
Gambar 36. Dioda Varactor

Dioda varactor adalah sebuah kapasitor yang kapasitansinya ditentukan oleh tegangan yang masuk. Contoh penerapannya pada pesawat TV, pesawat radio FM, pesawat telekomunikasi yang bekerja pada frekwensi tinggi.

- Dioda Pemancar Cahaya (LED)

LED adalah singkatan dari *Light Emitting Dioda*, merupakan komponen yang dapat mengeluarkan emisi cahaya. LED merupakan produk temuan lain setelah dioda. Strukturnya juga sama dengan dioda, tetapi belakangan ditemukan bahwa elektron yang menerjang sambungan P-N juga melepaskan energi berupa energi panas dan energi cahaya. LED

dibuat agar lebih efisien jika mengeluarkan cahaya. Untuk mendapatkan emisi cahaya pada semikonduktor, doping yang dipakai adalah gallium, arsenic dan phosphorus. Jenis doping yang berbeda menghasilkan warna cahaya yang berbeda pula.

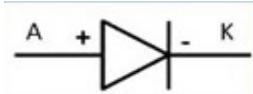
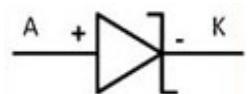
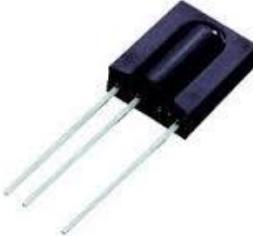
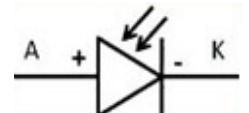


Gambar 37. Dioda Pemancar Cahaya

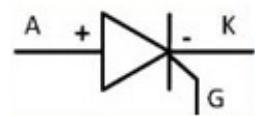
Pada saat ini warna-warna cahaya LED yang ada adalah warna merah, kuning dan hijau. LED berwarna biru sangat langka. Pada dasarnya semua warna bisa dihasilkan, namun akan menjadi sangat mahal dan tidak efisien. Dalam memilih LED selain warna, perlu diperhatikan tegangan kerja, arus maksimum dan disipasi daya-nya. Rumah (chasing) LED dan bentuknya juga bermacam-macam, ada yang persegi empat, bulat dan lonjong.

LED terbuat dari berbagai material setengah penghantar campuran seperti misalnya gallium arsenida fosfida (GaAsP), gallium fosfida (GaP), dan gallium aluminium arsenida (GaAsP). Karakteristiknya yaitu kalau diberi panjatan maju, pertemuannya mengeluarkan cahaya dan` warna cahaya bergantung pada jenis dan kadar material pertemuan. Ketandasan cahaya berbanding lurus dengan arus maju yang mengalirinya. Dalam kondisi menghantar, tegangan maju pada LED merah adalah 1,6 sampai 2,2 volt, LED kuning 2,4 volt, LED hijau 2,7 volt. Sedangkan tegangan terbaik maksimum yang dibolehkan pada LED merah adalah 3 volt, LED kuning 5 volt, LED hijau 5 volt. LED mengkonsumsi arus sangat kecil, awet dan kecil

bentuknya (tidak makan tempat), selain itu terdapat keistimewaan tersendiri dari LED itu sendiri yaitu dapat memancarkan cahaya serta tidak memancarkan sinar infra merah (terkecuali yang memang sengaja dibuat seperti itu).

Nama komponen	Gambar komponen	Simbol
DIODA PENYARAH		
DIODA ZENER		
LED (Light Emitting Diode)		
DIODA FOTO (Photo Diode)		

SCR
(Silicon Control
Rectifier)



Gambar 38. Simbol Dioda

10) Induktor

Pengertian Induktor adalah komponen elektronika berupa kumparan yang tersusun dari lilitan kawat. Induktor merupakan salah satu diantara komponen pasif elektronika yang bisa menghasilkan medan magnet bila dialiri arus listrik dan sebaliknya jika diberi medan magnet bisa menghasilkan listrik. Induktor termasuk juga komponen yang dapat menyimpan muatan listrik. Bersama kapasitor induktor dapat berfungsi sebagai rangkaian resonator yang dapat beresonansi pada frekuensi tertentu. Satuan induktansinya dalam ilmu elektronika disebut henry (h=henry, mh=mili henry, uh=mikro henry, nh=nano henry) dengan notasi penulisan huruf I. Suatu induktor dikatakan ideal jika mempunyai induktansi, namun tanpa resistansi atau kapasitansi, dan tidak memboroskan energi.

Berdasarkan kegunaannya Induktor dapat bekerja pada:

- Frekuensi tinggi pada spul antena dan osilator
- Frekuensi menengah pada spul MF rendah pada trafo input, trafo output, spul speaker, trafo tenaga, spul relay dan spul penyaring



Gambar 39. Induktor

Induktor terbuat dari lilitan-lilitan kawat n tembaga. Adapun jenis-jenis lilitan Induktor yaitu:

(a) *Lilitan ferit sarang madu*

Lilitan sarang madu dililit dengan cara bersilanganuntuk mengurangi dampak kapasitansi terdistribusi. ini kerap dipakai pada rangkaian tala pada penerima radio didalam jangka gelombang menengah dan gelombang panjang. karena konstruksinya, induktansi tinggi bisa dicapai dengan bentuk yang kecil.

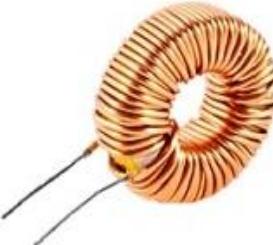
(b) *Lilitan inti toroid*

Sebuah lilitan simpel yang dililit dengan bentuk silinder menciptakan medan magnet eksternal dengan kutub utara-selatan. Sebuah lilitan toroid bisa dibuat dari lilitan silinder dengan menghubungkannya menjadi berbentuk donat, sehingga menyatukan kutub utara dan selatan. Pada lilitan toroid, medan magnet ditahan pada lilitan. Ini mengakibatkan lebih sedikit radiasi magnetik dari lilitan, dan kekebalan dari medan magnet eksternal.

Adapun fungsi Induktor adalah sebagai berikut :

- (1) Tempat terjadinya gaya magnet
- (2) Pelipat ganda tegangan

- (3) Pembangkit getaran
- (4) Penyimpan arus listrik dalam bentuk medan magnet
- (5) Menahan arus bolak-balik/ac
- (6) Meneruskan/meloloskan arus searah/dc
- (7) Sebagai penapis (*filter*) Sebagai penalaan (*tuning*)

Nama komponen	Gambar komponen	Simbol
INDUKTOR (Nilai Tetap)	  	
INDUKTOR VARIABLE (Variable Coil)		

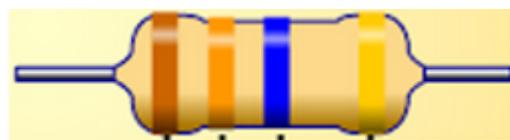
Gambar 40. Simbol Induktor

3. Rangkuman

- 1) Selenoid adalah salah satu jenis kumparan terbuat dari kabel panjang yang dililitkan secara rapat dan dapat diasumsikan bahwa panjangnya jauh lebih besar daripada diameternya.
- 2) Resistor merupakan komponen elektronik yang memiliki dua pin dan didesain untuk mengatur tegangan listrik dan arus listrik, dengan resistansi tertentu (tahanan) dapat memproduksi tegangan listrik di antara kedua pin, nilai tegangan terhadap resistansi berbanding lurus dengan arus yang mengalir.
- 3) Karakteristik utama dari resistor adalah resistansinya dan daya listrik yang dapat dihantarkan.
- 4) Kondensator atau sering disebut sebagai kapasitor adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik.
- 5) Potensiometer adalah resistor tiga terminal dengan sambungan geser yang membentuk pembagi tegangan dapat disetel.
- 6) Transformator hanyalah komponen yang terdiri dari lilitan-lilitan tembaga yang disusun sedemikian rupa yang fungsinya untuk memindahkan tenaga listrik dari primer ke sekunder melalui induksi elektromagnet.
- 7) Induktor adalah komponen elektronika berupa kumparan yang tersusun dari lilitan kawat.

4. Tugas

- 1) Dari gambar resistor dibawah hitung berbagai parameter fisik yang ada di resistor tersebut!



Gambar 41. Resistor

- 2) Lengkapi keterangan dari tabel berikut ini:

Tabel 3. Komponen Elektronika

Gambar Komponen	Nama Komponen

5. Tes Formatif

- 1) Apa karakteristik utama dari resistor?
- 2) Apa yang kamu ketahui mengenai resistor film karbon?
- 3) Sebutkan kerusakan umum dari kondensator elektrolit?
- 4) Apa yang kamu ketahui mengenai inductance ferit sarang madu pada induktor?
- 5) Jelaskan mengenai **VDR (Voltage Dependent Resistor)**?
- 6) Jelaskan mengenai Potensiometer?

6. Kunci Jawaban Formatif

- 1) Apa karakteristik utama dari resistor?

Jawab:

Karakteristik utama dari resistor adalah resistansinya dan daya listrik yang dapat dihantarkan. Karakteristik lain termasuk koefisien suhu, derau listrik (noise), dan induktansi.

- 2) Apa yang kamu ketahui mengenai resistor film karbon?

Jawab:

Resistor ini dibuat dari bahan karbon dan dilapisi dengan bahan film yang berfungsi sebagai pelindung terhadap pengaruh luar. Nilai resistansinya dicantumkan dalam bentuk kode warna. Resistor ini juga sudah banyak digunakan dalam berbagai rangkaian elektronika karena bentuk fisiknya kecil dan memiliki resistansi yang tinggi.

- 3) Sebutkan kerusakan umum dari kondensator elektrolit?

Jawab:

Kerusakan umum pada kondensator elektrolit di antaranya adalah :

7. Kering (kapasitasnya berubah)
8. Konsleting
9. Meledak, yang dikarenakan salah dalam pemberian tegangan positif dan negatifnya, jika batas maksimum voltase dilampaui juga bisa meledak.

- 4) Apa yang kamu ketahui mengenai ferit sarang madu pada induktor?

Jawab:

Lilitan sarang madu dililit dengan cara bersilanganuntuk mengurangi dampak kapasitansi terdistribusi. ini kerap dipakai pada rangkaian tala pada penerima radio didalam jangka gelombang menengah dan gelombang panjang. karena konstruksinya, induktansi tinggi bisa dicapai dengan bentuk yang kecil.

- 5) Jelaskan mengenai **VDR (Voltage Dependent Resistor)?**

Jawab:

VDR adalah singkatan dari Voltage Dependent Resistor, yaitu sebuah resistor tidak tetap yang nilai resistansinya akan berubah tergantung dari tegangan yang diterimanya. Sifat dari VDR adalah semakin besar tegangan yang diterima, maka nilai tahanannya akan semakin mengecil, sehingga arus yang melaluinya akan semakin besar

- 6) Jelaskan mengenai Potensiometer?

Jawab:

Potensiometer adalah resistor tiga terminal yang nilai tahanannya dapat diubah dengan cara menggeser (untuk potensio jenis geser) atau memutar (untuk potensio jenis putar) tuasnya.

7. Lembar Kerja

Untuk memahami dasar-dasar dari komponen elektronik ada kegiatan yang harus dilakukan oleh para siswa yaitu mencari komponen elektronik minimal 10 komponen elektronik kemudian difoto, fotonya ditempelkan pada lembar observasi lalu dideskripsikan dengan jelas dan rinci!

Tabel 4. Lembar Observasi Komponen Elektronika

No	Foto Komponen	Deskripsi
1	
2	
3	
4	
5	

6
7
8
9
10

Kegiatan 2. Menganalisis Rangkaian Listrik dan Memahami Hukum Ohm

1. Tujuan Pembelajaran

- Menafsirkan variabel listrik dasar tegangan, arus dan hambatan dan perhitungannya.

- Menunjukkan komponen-komponen pada rangkaian rangkaian listrik dalam trainer dengan melihat simbolnya,
- Memahami perhitungan variabel listrik dasar tegangan, arus dan hambatan
- Memahami hukum Ohm dan dapat menentukan dan mewakili hubungan dengan pengukuran.
- Merangkai dengan menggunakan variabel listrik dengan pengukuran dan mengevaluasi
- Menggunakan peralatan pengukuran yang cocok untuk melakukan pengukuran.

2. Materi Pembelajaran

a. Pengantar

Pengertian, Rumus dan Bunyi Hukum Ohm – Dalam Ilmu Elektronika, Hukum dasar Elektronika yang wajib dipelajari dan dimengerti oleh setiap Engineer Elektronika ataupun penghobi Elektronika adalah Hukum Ohm, yaitu Hukum dasar yang menyatakan hubungan antara Arus Listrik (I), Tegangan (V) dan Hambatan (R). Hukum Ohm dalam bahasa Inggris disebut dengan “*Ohm’s Laws*”. Hukum Ohm pertama kali diperkenalkan oleh seorang fisikawan Jerman yang bernama Georg Simon Ohm (1789-1854) pada tahun 1825. Georg Simon Ohm mempublikasikan Hukum Ohm tersebut pada Paper yang berjudul “*The Galvanic Circuit Investigated Mathematically*” pada tahun 1827.

Bunyi Hukum Ohm

Pada dasarnya, bunyi dari Hukum Ohm adalah :

“Besar arus listrik (I) yang mengalir melalui sebuah penghantar atau Konduktor akan berbanding lurus dengan beda potensial / tegangan (V) yang diterapkan kepadanya dan berbanding tersbalik dengan hambatannya (R)”.

Secara Matematis, Hukum Ohm dapat dirumuskan menjadi persamaan seperti dibawah ini :

$$V = I \times R$$

$$I = V / R$$

$$R = V / I$$

Dimana:

V = Voltage (Beda Potensial atau Tegangan yang satuan unitnya adalah Volt (V)

I = Current (Arus Listrik yang satuan unitnya adalah Ampere (A)

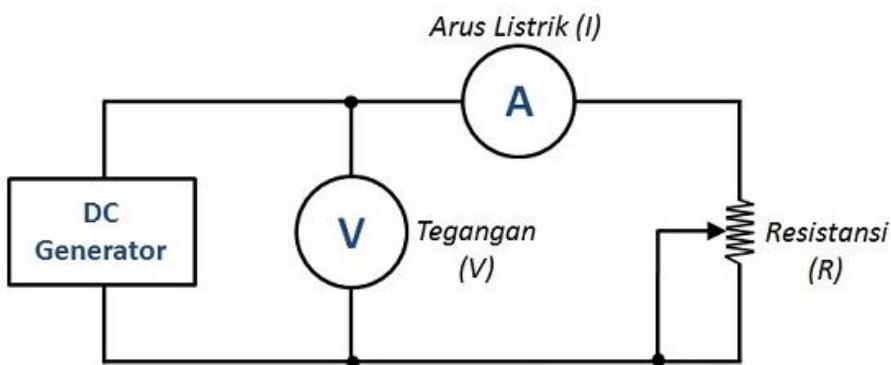
R = Resistance (Hambatan atau Resistansi yang satuan unitnya adalah Ohm (Ω))

Dalam aplikasinya, dapat menggunakan Teori Hukum Ohm dalam Rangkaian Elektronika untuk memperkecilkan Arus listrik, Memperkecil Tegangan dan juga dapat memperoleh Nilai Hambatan (Resistansi) yang diinginkan.

Hal yang perlu diingat dalam perhitungan rumus Hukum Ohm, satuan unit yang dipakai adalah Volt, Ampere dan Ohm. Jika menggunakan unit lainnya seperti milivolt, kilovolt, miliampere, megaohm ataupun kiloohm, maka perlu melakukan konversi ke unit Volt, Ampere dan Ohm terlebih dahulu untuk mempermudahkan perhitungan dan juga untuk mendapatkan hasil yang benar.

Contoh Kasus dalam Praktikum Hukum Ohm

Untuk lebih jelas mengenai Hukum Ohm, dapat melakukan Praktikum dengan sebuah Rangkaian Elektronika Sederhana seperti dibawah ini :



Gambar 42. Rangkaian Dasar Praktikum Hukum Ohm

Rangkaian ini memerlukan sebuah DC Generator (Power Supply), Voltmeter, Amperemeter, dan sebuah Potensiometer sesuai dengan nilai yang dibutuhkan.

Dari Rangkaian Elektronika yang sederhana diatas dapat membandingkan Teori Hukum Ohm dengan hasil yang didapatkan dari Praktikum dalam hal menghitung Arus Listrik (I), Tegangan (V) dan Resistansi/Hambatan (R).

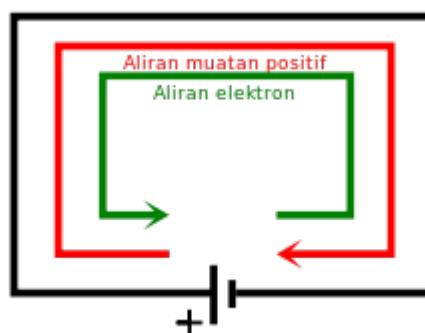
1) Arus Listrik (I)

(a) Tinjauan

Arus listrik adalah banyaknya muatan listrik yang disebabkan dari pergerakan elektron-elektron, mengalir melalui suatu titik dalam sirkuit listrik tiap satuan waktu. Arus listrik dapat diukur dalam satuan Coulomb/detik atau Ampere. Contoh arus listrik dalam kehidupan sehari-hari berkisar dari yang sangat lemah dalam satuan microampere seperti di dalam jaringan tubuh hingga arus yang sangat kuat 1-200 kiloAmpere (kA) seperti yang terjadi pada petir. Dalam kebanyakan sirkuit arus searah dapat diasumsikan resistansi terhadap arus listrik adalah konstan sehingga besar arus yang mengalir dalam sirkuit bergantung pada voltase dan resistansi sesuai dengan hukum Ohm.

Arus listrik merupakan satu dari tujuh satuan pokok dalam satuan internasional. Satuan internasional untuk arus listrik adalah Ampere (A). Secara formal satuan Ampere didefinisikan sebagai

arus konstan yang, bila dipertahankan, akan menghasilkan gaya sebesar 2×10 Newton/meter di antara dua pengantar lurus sejajar, dengan luas penampang yang dapat diabaikan, berjarak 1 meter satu sama lain dalam ruang hampa udara.



Gambar 43. Diagram Arus Listrik

Definisi arus listrik yang mengalir dari kutub positif (+) ke kutub negatif (-) baterai (kebalikan arah untuk gerakan elektronnya).

Pada diagram digambarkan panah arus searah dengan arah pergerakan partikel bermuatan positif (muatan positif) atau disebut dengan istilah arus konvensional. Pembawa muatan positif tersebut akan bergerak dari kutub positif baterai menuju ke kutub negatif. Pada kenyataannya, pembawa muatan dalam sebuah pengantar listrik adalah partikel-partikel elektron bermuatan negatif yang didorong oleh medan listrik mengalir berlawanan arah dengan arus konvensional. Sayangnya, dengan alasan sejarah, digunakan konvensi berikut ini:

Panah arus digambarkan searah dengan arah pergerakan seharusnya dari pembawa muatan positif, walaupun pada kenyataannya pembawa muatan adalah muatan negatif dan bergerak pada arah berlawanan.

Konvensi demikian dapat digunakan pada sebagian besar keadaan karena dapat diasumsikan bahwa pergerakan pembawa muatan positif memiliki efek yang sama dengan pergerakan pembawa muatan negatif.

(b) Perhitungan

Rumus yang dapat gunakan untuk menghitung Arus Listrik adalah

$$I = V / R$$

Contoh Kasus 1 :

Setting DC Generator atau Power Supply untuk menghasilkan Output Tegangan 10V, kemudian atur Nilai Potensiometer ke 10 Ohm. Berapakah nilai Arus Listrik (I) ?

Masukan nilai Tegangan yaitu 10V dan Nilai Resistansi dari Potensiometer yaitu 10 Ohm ke dalam Rumus Hukum Ohm seperti dibawah ini :

$$I = V / R$$

$$I = 10 / 10$$

$$I = 1 \text{ Ampere}$$

Maka hasilnya adalah 1 Ampere.

Contoh Kasus 2 :

Setting DC Generator atau Power Supply untuk menghasilkan Output Tegangan 10V, kemudian atur nilai Potensiometer ke 1 kiloOhm. Berapakah nilai Arus Listrik (I)?

Konversi dulu nilai resistansi 1 kiloOhm ke satuan unit Ohm. 1 kiloOhm = 1000 Ohm. Masukan nilai Tegangan 10V dan nilai Resistansi dari Potensiometer 1000 Ohm ke dalam Rumus Hukum Ohm seperti dibawah ini:

$$I = V / R$$

$$I = 10 / 1000$$

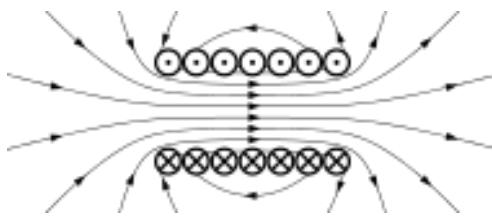
$$I = 0.01 \text{ Ampere atau } 10 \text{ miliAmpere}$$

Maka hasilnya adalah 10mA

1) Tegangan (V)

(a) Tinjauan

Tegangan listrik adalah perbedaan potensial listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik, dan dinyatakan dalam satuan volt. Besaran ini mengukur energi potensial dari sebuah medan listrik yang mengakibatkan adanya aliran listrik dalam sebuah konduktor listrik. Tergantung pada perbedaan potensial listriknya, suatu tegangan listrik dapat dikatakan sebagai ekstra rendah, rendah, tinggi atau ekstra tinggi. Secara definisi tegangan listrik menyebabkan objek bermuatan listrik negatif tertarik dari tempat bertegangan rendah menuju tempat bertegangan lebih tinggi. Sehingga arah arus listrik konvensional di dalam suatu konduktor mengalir dari tegangan tinggi menuju tegangan rendah.



Gambar 44. Elektromagnetik

Secara sederhana, sirkuit elektronik dapat dianalogikan sebagai aliran air dalam pipa yang didorong oleh pompa air. Perbedaan tekanan air dari satu titik dekat pompa dan titik lain di ujung pipa dapat dianalogikan dengan perbedaan potensial tegangan listrik. Jika pompa mulai bekerja tekanan air dalam pipa pada titik dekat pompa menjadi lebih tinggi sehingga air dalam pipa mulai ter dorong dari satu titik (dekat pompa) menuju titik yang lain (ujung pipa). Pergerakan air ini (yang disebabkan perbedaan tekanan) mampu melakukan usaha, misalnya memutar turbin. Begitu pula dalam sirkuit elektronik, perbedaan potensial tegangan (misalnya dihasilkan oleh baterai) mampu melakukan usaha pula, misalnya memutar motor listrik. Jika dalam analogi, air pompa tidak bekerja, maka tidak ada perbedaan tekanan dan air tidak mengalir. Begitu pula untuk sirkuit elektronik, jika baterai, misalnya, habis, maka tidak ada perbedaan potensial tegangan listrik dan motor listrik tidak akan berputar.

Analogi ini cukup berguna untuk memahami beberapa konsep elektronik. Misalnya energi yang diperlukan untuk menggerakkan air dalam pipa sama dengan tekanan dikali volume air yang bergerak. Hal ini senada dalam dunia elektronik, energi yang diperlukan untuk menggerakkan elektron dalam konduktor sama dengan besar tegangan dikali jumlah muatan yang bergerak. Tegangan listrik sangat praktis digunakan untuk mengukur kemampuan suatu sumber energi listrik untuk melakukan usaha. Semakin besar tegangan listrik antara dua titik, maka semakin besar arus yang bisa mengalir.

Alat yang dipergunakan untuk mengukur besar tegangan listrik, antara lain: voltmeter, dan osiloskop. Voltmeter bekerja dengan cara mengukur arus dalam sirkuit ketika dilewatkan melalui resistor dengan nilai tertentu. Sesuai hukum Ohm, besar tegangan sebanding dengan besar arus untuk nilai resistansi sama.



Gambar 45. Multimeter

Prinsip kerja potensiometer adalah menimbang tegangan yang diukur dengan tegangan yang sudah diketahui besarnya dengan menggunakan sirkuit jembatan. Sedang osiloskop bekerja dengan cara menggunakan tegangan yang diukur untuk membelokkan elektron di layar monitor, sehingga di layar akan tercipta grafik dari elektron yang telah dibelokkan. Grafik ini sebanding dengan besar tegangan yang diukur.

(b) Perhitungan

Rumus yang akan digunakan untuk menghitung Tegangan atau Beda Potensial adalah $V = I \times R$.

Contoh Kasus :

Atur nilai resistansi atau hambatan (R) Potensiometer ke 500 Ohm, kemudian atur DC Generator (Power supply) hingga mendapatkan Arus Listrik (I) 10mA. Berapakah Tegangannya (V)? Konversikan dulu unit Arus Listrik (I) yang masih satu miliAmpere menjadi satuan unit Ampere yaitu : $10\text{mA} = 0.01\text{ Ampere}$. Masukan nilai Resistansi Potensiometer 500 Ohm dan nilai Arus Listrik 0.01 Ampere ke Rumus Hukum Ohm seperti dibawah ini :

$$V = I \times R$$

$$V = 0.01 \times 500$$

$$V = 5 \text{ Volt}$$

Maka nilainya adalah 5Volt.

1. Resistansi / Hambatan (R)

(a) Definisi

Hambatan listrik adalah perbandingan antara tegangan listrik dari suatu komponen elektronik (misalnya resistor) dengan arus listrik yang melewatkinya. Hambatan listrik yang mempunyai satuan Ohm dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\boxed{\mathbf{R} = V/I}$$

Atau

$$\boxed{\mathbf{R} = \delta V/I}$$

di mana V adalah tegangan dan I adalah arus listrik.

Jembatan Wheatstone adalah alat ukur yang ditemukan oleh Samuel Hunter Christie pada 1833 dan meningkat kemudian dipopulerkan oleh Sir Charles Wheatstone pada tahun 1843. Ini digunakan untuk

mengukur suatu yang tidak diketahui hambatan listrik dengan menyeimbangkan dua kali dari rangkaian jembatan, satu kaki yang mencakup komponen diketahui kerjanya mirip dengan aslinya potensiometer. Jembatan Wheatstone adalah suatu proses menentukan nilai hambatan listrik yang presisi/tepat menggunakan rangkaian Jembatan Wheatstone dan melakukan perbandingan antara besar hambatan yang telah diketahui dengan besar hambatan yang belum diketahui yang tentunya dalam keadaan Jembatan disebut seimbang yaitu Galvanometer menunjukkan pada angka nol.

(b) Perhitungan

Rumus yang akan digunakan untuk menghitung Nilai Resistansi adalah :

$$R = V / I$$

Contoh Kasus :

Jika di nilai Tegangan di Voltmeter (V) adalah 12V dan nilai Arus Listrik (I) di Amperemeter adalah 0.5A. Berapakah nilai Resistansi pada Potensiometer?

Masukan nilai Tegangan 12V dan Arus Listrik 0.5A kedalam Rumus Ohm seperti dibawah ini:

$$R = V / I$$

$$R = 12 / 0.5$$

$$R = 24 \text{ Ohm}$$

Maka nilai Resistansinya adalah 24 Ohm

Perhitungan Hambatan dalam berbagai rangkaian diantaranya adalah:

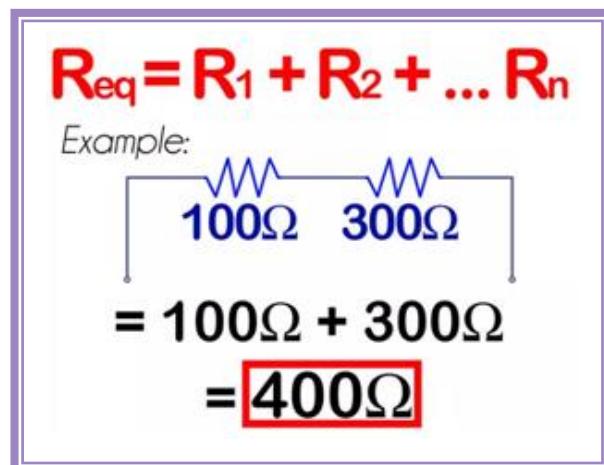
(1) Hambatan Seri

Hambatan seri hanyalah menghubungkan bagian keluaran salah satu resistor dengan bagian masukan resistor lain dalam sebuah rangkaian. Setiap resistor tambahan yang ditambahkan di dalam rangkaian dijumlahkan dengan hambatan total rangkaian itu.

- Rumus menghitung total hambatan resistor n yang ada di dalam rangkaian seri adalah:

$$R_{\text{tot}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

- Jadi, semua resistor seri hanya dijumlahkan. Misalnya, carilah hambatan total dari gambar di bawah:
- Dalam contoh ini, $R_1 = 100 \Omega$ dan $R_2 = 300 \Omega$ dirangkai seri. $R_{\text{tot}} = 100 \Omega + 300 \Omega = 400 \Omega$



Gambar 46. Analogi Perhitungan Hambatan Seri

(2) Hambatan Seri

Hambatan paralel adalah saat bagian masukan dua resistor atau lebih dihubungkan, dan bagian keluaran resistor itu dihubungkan.

- Rumus untuk merangkai resistor n secara paralel adalah:

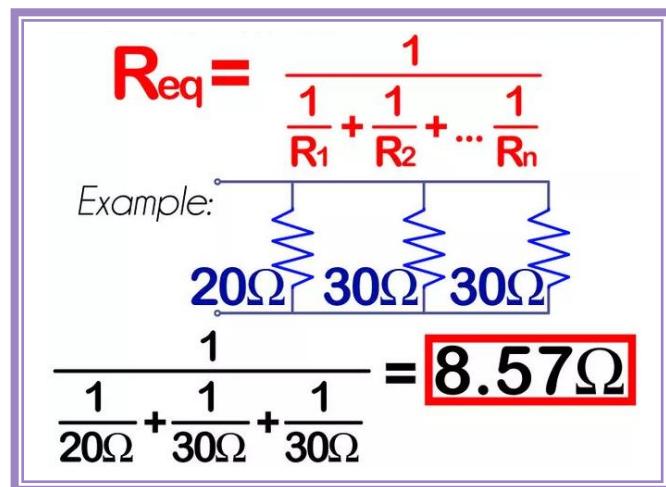
$$R_{\text{tot}} = 1 / \left\{ \left(1/R_1 \right) + \left(1/R_2 \right) + \left(1/R_3 \right) + \dots + \left(1/R_n \right) \right\}$$

- Berikut adalah sebuah contoh. Diketahui $R_1 = 20 \Omega$, $R_2 = 30 \Omega$, dan $R_3 = 30 \Omega$.
- Total hambatan untuk 3 resistor yang disusun paralel adalah:

$$R_{\text{eq}} = 1 / \left\{ \left(1/20 \right) + \left(1/30 \right) + \left(1/30 \right) \right\}$$

$$= 1 / \left\{ (3/60) + (2/60) + (2/60) \right\}$$

$$= 1 / (7/60) = 60/7 \Omega = \text{sekitar } 8,57 \Omega$$



Gambar 47. Analogi Perhitungan Hambatan Paralel

(3) Rangkaian Kombinasi Seri dan Paralel

Rangkaian kombinasi adalah kombinasi rangkaian seri dan paralel apapun yang dirangkai dalam satu rangkaian. Cobalah mencari hambatan total dari rangkaian berikut:

- Resistor R_1 dan R_2 dihubungkan secara seri. Jadi, hambatan totalnya (kita namakan R_s) adalah:

$$R_s = R_1 + R_2 = 100\Omega + 300\Omega = 400\Omega.$$

- Selanjutnya, kita melihat resistor R_3 dan R_4 dihubungkan secara paralel. Jadi, hambatan totalnya (namakan R_{p1}) adalah:

$$R_{p1} = 1/\{(1/20)+(1/20)\} = 1/(2/20) = 20/2 = 10\Omega$$

- Kemudian, Resistor R_5 dan R_6 juga dihubungkan secara paralel. Jadi, hambatan totalnya (kita namakan R_{p2}) adalah:

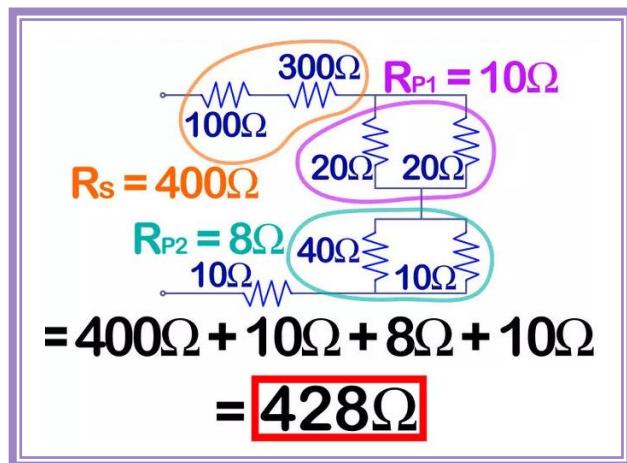
$$R_{p2} = 1/\{(1/40)+(1/10)\} = 1/(5/40) = 40/5 = 8\Omega$$

- Jadi sekarang rangkaian dengan resistor R_s , R_{p1} , R_{p2} dan R_7 yang dihubungkan secara seri. Hambatan ini dapat dijumlahkan untuk mendapatkan hambatan total R_{tot} dari rangkaian awal yang

diberikan.

$$R_{\text{tot}} = 400 \Omega + 20\Omega + 8 \Omega = 428 \Omega.$$

Rangkaian kombinasi adalah rangkaian seri dan paralel apapun yang dirangkai dalam satu rangkaian. Cobalah mencari hambatan total dari rangkaian berikut:



Gambar 48. Analogi rangkaian kombinasi

- Resistor R1 dan R2 dihubungkan secara seri. Jadi, hambatan totalnya (kita namakan Rs) adalah:

$$R_s = R_1 + R_2 = 100 \Omega + 300 \Omega = 400 \Omega.$$

- Selanjutnya, lihat resistor R3 dan R4 dihubungkan secara paralel. Jadi, hambatan totalnya (kita namakan Rp1) adalah:

$$Rp1 = 1/\{(1/20)+(1/20)\} = 1/(2/20) = 20/2 = 10 \Omega$$

- Kemudian, lihat bahwa resistor R5 dan R6 juga dihubungkan secara paralel. Jadi, hambatan totalnya (kita namakan Rp2) adalah:

$$Rp2 = 1/\{(1/40)+(1/10)\} = 1/(5/40) = 40/5 = 8 \Omega$$

- Jadi sekarang ada rangkaian dengan resistor R_s , R_{p1} , R_{p2} dan R_7 yang dihubungkan secara seri. Hambatan ini dapat dijumlahkan untuk mendapatkan hambatan total R_{tot} dari rangkaian awal yang diberikan pada kita.

$$R_{tot} = 400 \Omega + 20\Omega + 8 \Omega = 428 \Omega.$$

3. Rangkuman

- a. Hukum dasar Elektronika yang wajib dipelajari dan dimengerti adalah Hukum Ohm, yaitu Hukum dasar yang menyatakan hubungan antara Arus Listrik (I), Tegangan (V) dan Hambatan (R).
- b. Dalam aplikasinya, dapat menggunakan Teori Hukum Ohm dalam Rangkaian Elektronika untuk memperkecilkan Arus listrik, Memperkecil Tegangan dan juga dapat memperoleh Nilai Hambatan (Resistansi) yang diinginkan.
- c. Arus listrik adalah banyaknya muatan listrik yang disebabkan dari pergerakan elektron-elektron, mengalir melalui suatu titik dalam sirkuit listrik tiap satuan waktu.
- d. Arus listrik merupakan satu dari tujuh satuan pokok dalam satuan internasional. Satuan internasional untuk arus listrik adalah Ampere (A).
- e. Tegangan listrik adalah perbedaan potensial listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik, dan dinyatakan dalam satuan volt.
- f. Alat yang dipergunakan untuk mengukur besar tegangan listrik, antara lain: voltmeter, dan osiloskop.
- g. Hambatan listrik adalah perbandingan antara tegangan listrik dari suatu komponen elektronik (misalnya resistor) dengan arus listrik yang melewatkannya.

4. Tugas

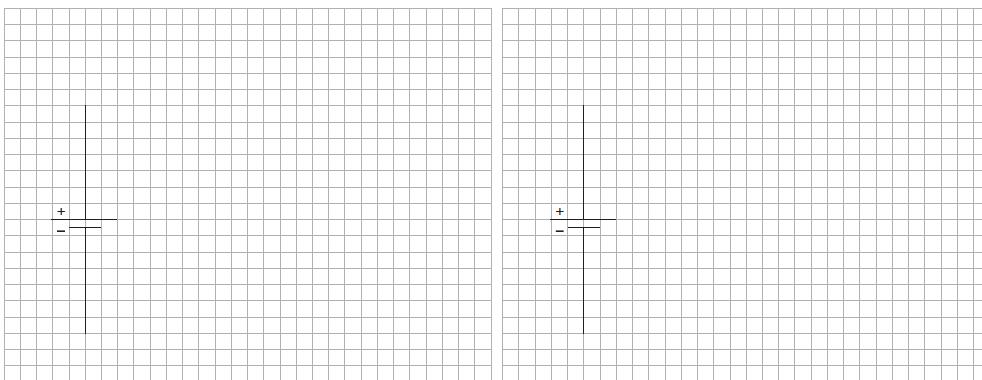
- 1) Cari tahu tentang multimeter digital dan analog dan menjawab pertanyaan-pertanyaan.
- 2) Pilih alat pengukur yang cocok untuk mengukur arus, tegangan dan hambatan di sirkuit DC.
- 3) Cari tahu bagaimana mengukur ketahanan tegangan, arus dan dan menjawab pertanyaan-pertanyaan.
- 4) Mengambil pengukuran untuk hukum Ohm dalam rangkaian listrik sederhana.

5. Tes Formatif

- 1) Jelaskan komponen utama dari rangkaian listrik sederhana!
- 2) Lengkapi tabel variable dasar, masukkan uraian singkat, simbol dan unit fisiknya.

Variabel listrik	Deskripsi	Simbol	Unit pengukuran
Arus listrik
Tegangan listrik
hambatan listrik

- 3) Lengkapi rangkaian listrik untuk menghasilkan rangkaian sederhana listrik tertutup (dengan resistor dan *indicator light*).



- 4) Lengkapi dengan variabel listrik sebagai anak panah dengan menambahkan keterangan di rangkaian sirkuitnya?

6. Kunci Jawaban Formatif

- 1) Setiap rangkaian listrik pada dasarnya terdiri dari

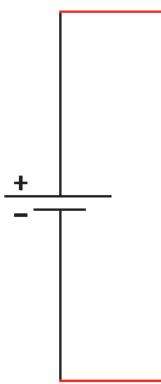
- Sumber tegangan,
- Menghubungkan kabel dan
- Perangkat mengkonsumsi.

Sumber tegangan, misalnya baterai atau soket steker, menyediakan energi listrik dalam bentuk terpisah. Rangkaian berfungsi sebagai jalur untuk energi listrik yang mengalir antara sumber tegangan dan perangkat dengan mengalirkan arus listrik. Energi yang dihasilkan oleh sumber tegangan diubah menjadi bentuk lain energi seperti panas, energi cahaya atau gerakan di perangkat mengkonsumsi.

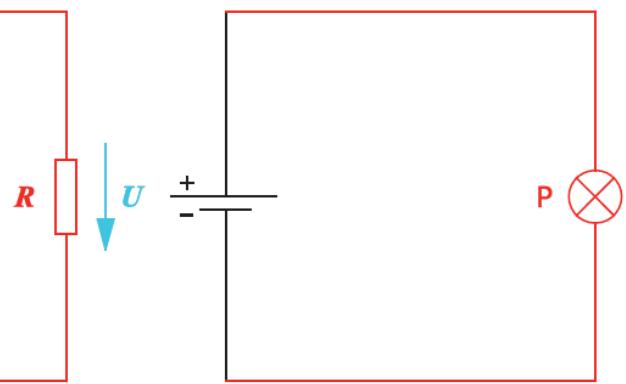
2) Jawabannya:

variabel listrik	Deskripsi	Simbol	Unit pengukuran
Arus listrik	arus listrik adalah ukuran dari jumlah bebas listrik biaya operator yang mengalir dalam satu arah di sirkuit.	I	Ampere [A]
Tegangan listrik	tegangan listrik menentukan perbedaan antara muatan di kedua terminal. sumber tegangan selalu memiliki dua terminal dengan tegangan yang berbeda.	U	Volt [V]
hambatan listrik	hambatan listrik adalah ukuran dari kemampuan bahan untuk menghambat aliran arus dalam sebuah rangkaian listrik.	R	Ohm [Ω]

3) Jawabannya:

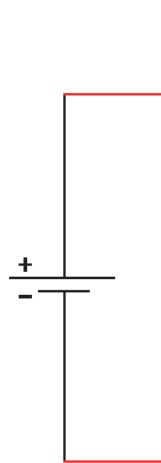


Rangkaian listrik dengan resistor

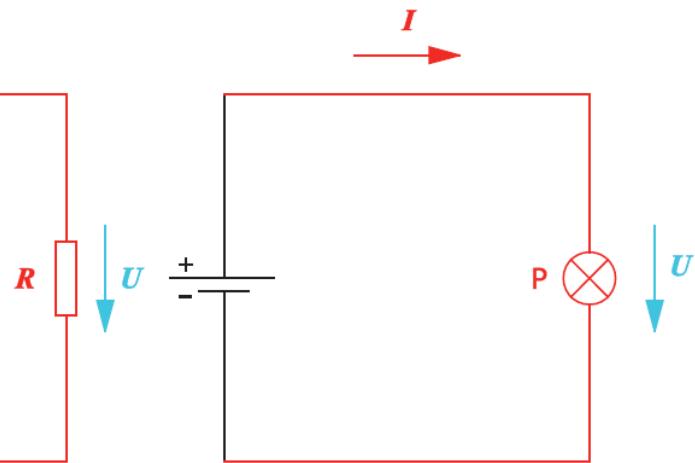


Rangkaian listrik dengan resistor

4) Jawabannya



Rangkaian listrik dengan resistor



Rangkaian listrik dengan resistor

7. Lembar Kerja

Membuktikan hubungan yang mendefinisikan hukum Ohm dengan cara eksperimen yang sesuai. Untuk melakukan hal ini, mengidentifikasi $I = f(U)$ dan $I = f(R)$ pada tegangan konstan.

a. Peralatan yang digunakan:

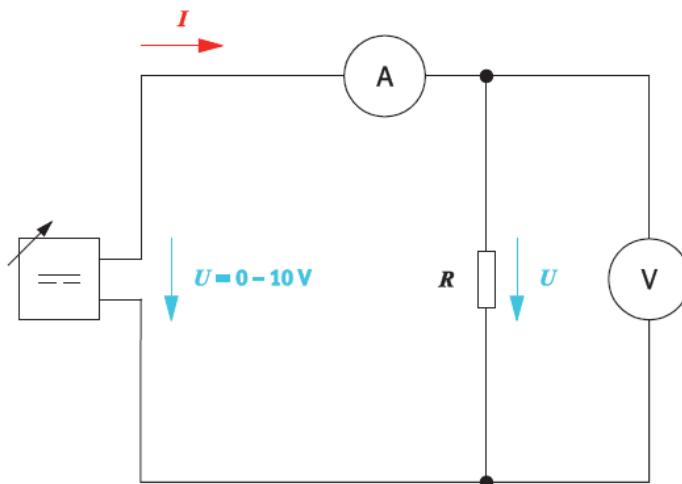
- 1) 1 Set peralatan dasar listrik rekayasa / elektronik TP 1011 FESTO
- 2) Kabel penghubung
- 3) 1 set Multimeter

- 4) Resistor 330Ω .
- b. Langkah kerja:
- 1) Pilih resistor $R = 330 \Omega$.
 - 2) Cek Resistor yang dipilih resistansi langsung dalam kondisi *de-energized*

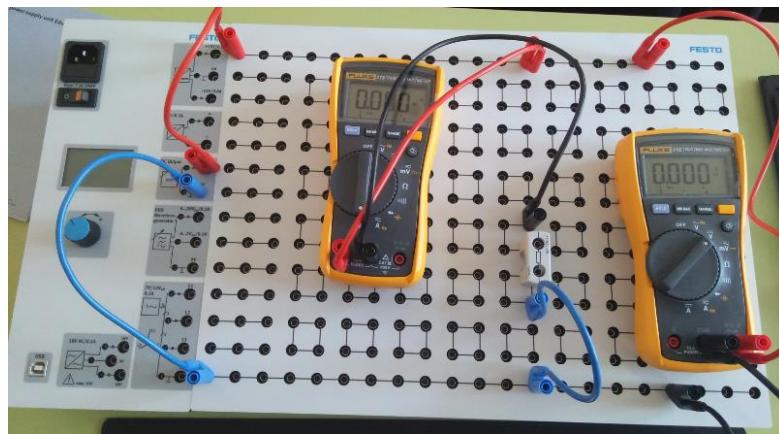
Tabel 5. Cek Peralatan Rangkaian Resistor

Identifier	Penunjukan	Nilai
R	Penghambat	$330 \Omega / 2 W$
-	Multimeter digital	-
-	Power supply dasar Unit EduTrainer® Festo	-

- 3) Rangkailah sirkuit dengan menggunakan resistor (R) seperti gambar dibawah ini:



Gambar 49. Rangkaian Listrik Resistor

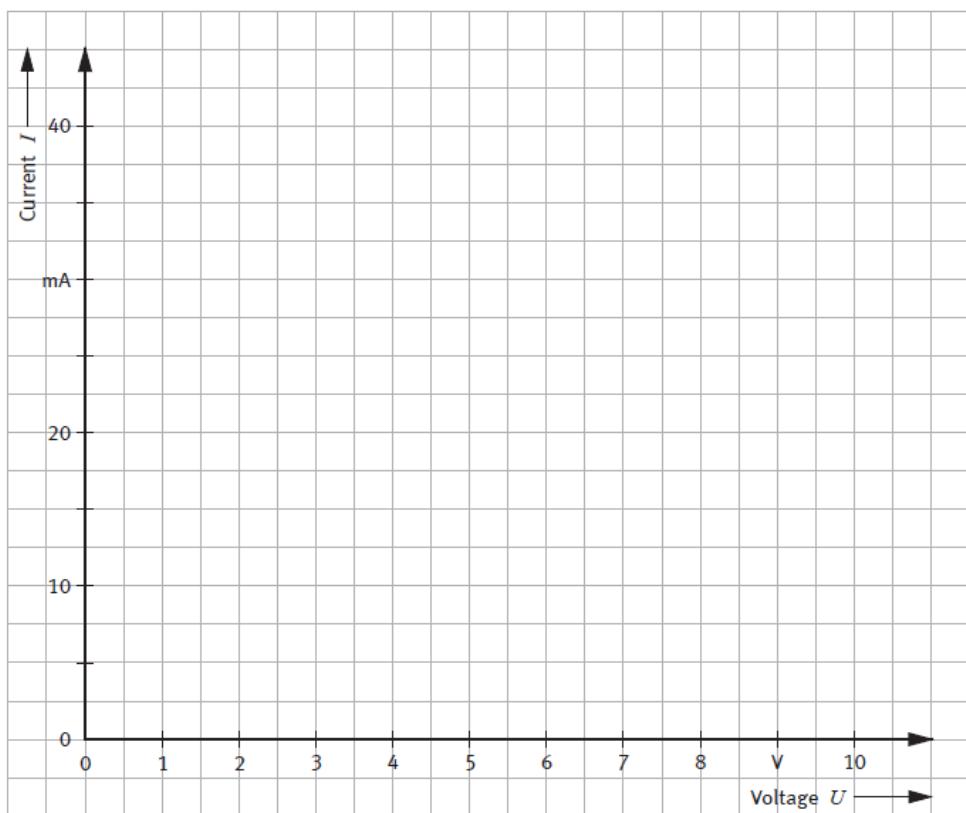


Gambar 50. Rangkaian Resistor TP 1011 FESTO

- 4) Tingkatkan tegangan dari $U = 0 \text{ V}$ untuk $U = 10 \text{ V}$ di 2 V bertahap dan mengukur peningkatan saat ini / setelah setiap ada peningkatan.
- 5) Masukkan hasil pengukuran dalam log pengukuran
Tabel Pengukuran Arus.

Tegangan U (V)	Arus I (mA)
0
2
4
6
8
10

- 6) Gambarkan grafik data diatas. Untuk melakukan hal ini, pindahkan nilai-nilai dari log pengukuran lalu buatlah grafiknya.



Gambar 51. Grafik Log Pengukuran Resistansi

- 7) Jelaskan hubungan I pada tegangan U yang di tahan secara konstan dengan Resistor.
-

Kegiatan 3. Menentukan resistansi seri untuk dioda emisi cahaya (Light Emitting Diode)

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan bahasan ini:

- Siswa mampu menerapkan variabel listrik dasar energi dan listrik.

- Siswa dapat menyelidiki rangkaian listrik dasar dengan pengukuran dan mengkaji hukum dari variabel pengukuran ditentukan.
- Siswa dapat mengukur dan menghitung sirkuit listrik dasar seperti sirkuit seri dengan menggunakan dioda emisi cahaya.
- Siswa dapat menguji fungsi dari sirkuit listrik dioda emisi cahaya dan peralatannya.

2. Materi Pembelajaran

a. Pengantar

Dioda emisi cahaya atau dikenal dengan singkatan LED merupakan *Solid State Lamp* yang merupakan piranti elektronik gabungan antara elektronik dengan optik, sehingga dikategorikan pada keluarga “*Optoelectronic*”. Sedangkan elektroda-elektrodanya sama seperti dioda lainnya, yaitu anoda (+) dan Katoda (-). Ada tiga kategori umum penggunaan LED, yaitu :

- Sebagai lampu indikator,
- Untuk transmisi sinyal cahaya yang dimodulasikan dalam suatu jarak tertentu,
- Sebagai pengganteng rangkaian elektronik yang terisolir secara total.

Bangun fisiknya dan konstruksinya diperlihatkan pada gambar berikut:

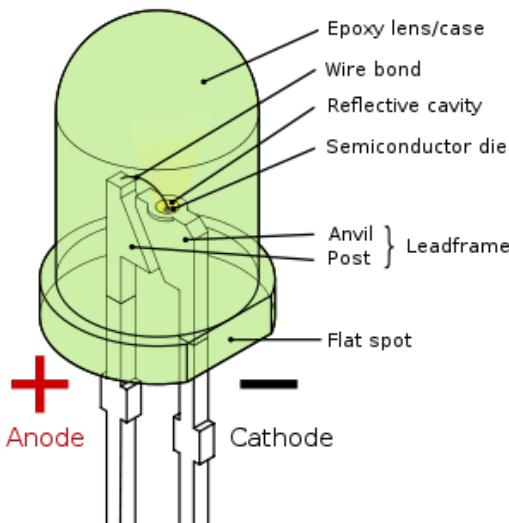
Bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan LED adalah bahan Galium Arsenida (GaAs) atau Galium Arsenida Phospida (GaAsP) atau juga Galium Phospida (GaP), bahan-bahan ini memancarkan cahaya dengan warna yang berbeda-beda. Bahan GaAs memancarkan cahaya infra-merah, Bahan GaAsP memancarkan cahaya merah atau kuning, sedangkan bahan GaP memancarkan cahaya merah atau hijau.

Seperti halnya piranti elektronik lainnya , LED mempunyai nilai besar terbatas dimana tegangan majunya dibedakan atas jenis warna.

Tabel 6. LED Dan Tegangannya

Warna	Tegangan Maju
Merah	1.8 Volt
Orange	2.0 Volt
Kuning	2.1 Volt
Hijau	2.2 Volt

Sedangkan besar arus maju suatu LED standard adalah sekitar 20 mA. Karena dapat mengeluarkan cahaya, maka pengujian LED ini mudah, cukup dengan menggabungkan dengan sumber tegangan dc kecil saja atau dengan ohmmeter dengan polaritas yang sesuai dengan elektrodanya.



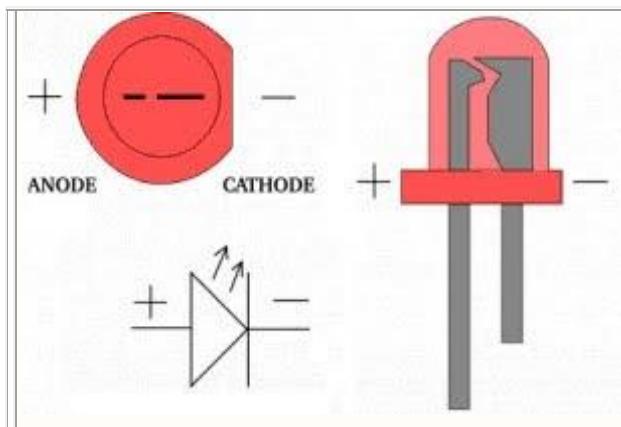
Gambar 52. Dioda dengan keterangannya

LED konvensional terbuat dari mineral inorganik yang bervariasi sehingga menghasilkan warna sebagai berikut:

- **Aluminium Gallium Arsenide (AlGaAs)** – merah dan inframerah
- **Gallium Aluminium Phosphide** – hijau
- **Gallium Arsenide/Phosphide (GaAsP)** – merah, oranye-merah, oranye, dan kuning
- **Gallium Nitride (GaN)** – hijau, hijau murni (**atau hijau emerald**), dan biru
- **Gallium Phosphide (GaP)** – merah, kuning, dan hijau
- **Zinc Selenide (ZnSe)** – biru
- **Indium Gallium Nitride (InGaN)** – hijau kebiruan dan biru
- **Indium Gallium Aluminium Phosphide** – oranye-merah, oranye, kuning, dan hijau
- **Silicon Carbide (SiC)** – biru
- **Diamond (C)** – ultraviolet
- **Silicon (Si)** – biru (**dalam pengembangan**)
- **Sapphire (Al₂O₃)** – biru

LED biru pertama kali dan bisa dikomersialkan menggunakan substrat *gallium nitrida*. LED ini ditemukan oleh Shuji Nakamura tahun 1993 sewaktu berkarir di Nichia Corporation di Jepang. LED ini kemudian populer di penghujung tahun 90-an. LED biru ini dapat dikombinasikan ke LED merah dan hijau yang telah ada sebelumnya untuk menciptakan cahaya putih.

Dalam definisi lain LED / *Light Emitting Diode* adalah salah satu komponen elektronika yang terbuat dari bahan semi konduktor jenis dioda yang mempunyai mengeluarkan cahaya. Strukturnya juga sama dengan dioda, tetapi pada LED elektron menerjang sambungan P-N (Positif-Negatif). Untuk mendapatkan emisi cahaya pada semikonduktor, doping yang pakai adalah gallium, arsenic dan phosphorus. Jenis doping yang berbeda menghasilkan warna cahaya yang berbeda pula. LED memiliki bentuk fisik seperti gambar berikut:



Gambar 53. Dioda

LED memiliki dua kaki yang terbuat dari sejenis kawat. Kawat yang panjang adalah anoda, sedangkan kawat yang pendek adalah katoda. Coba perhatikan bagian dalam LED, akan terlihat berbeda antara kiri dan kanannya. Yang ukurannya lebih besar adalah katoda, atau yang mempunyai panjang sisi atas yang lebih besar adalah katoda.

Anoda adalah elektroda, bisa berupa logam maupun penghantar listrik lainnya pada sel elektrokimia yang terpolarisasi jika arus mengalir ke dalamnya. Arus listrik mengalir berlawanan dengan arah pergerakan elektron.

Katoda merupakan kebalikan dari anoda. Katoda adalah elektroda dalam sel elektrokimia yang terpolarisasi jika arus listrik mengalir keluar darinya.

Cara Kerja LED

Dalam hal ini LED akan menyala bila ada arus listrik mengalir dari anoda ke katoda. Pemasangan kutub LED tidak boleh terebalik karena apabila terbalik kutubnya maka LED tersebut tidak akan menyala. LED memiliki karakteristik berbeda-beda menurut warna yang dihasilkan. Semakin tinggi arus yang mengalir pada LED maka semakin terang pula cahaya yang dihasilkan, namun perlu diperhatikan bahwa besarnya arus yang diperbolehkan adalah 10mA-20mA dan pada tegangan 1,6V – 3,5 V menurut karakter warna yang dihasilkan. Apabila arus yang mengalir lebih dari 20mA maka LED akan terbakar. Untuk menjaga agar LED tidak terbakar perlu kita gunakan resistor sebagai penghambat arus.

Arah arus konvensional hanya dapat mengalir dari anoda ke katoda. Untuk pemasangan LED pada board mikrokontroller Anoda dihubungkan ke sumber tegangan dan katoda dihubungkan ke *ground*.

Di dalam LED terdapat sejumlah zat kimia yang akan mengeluarkan cahaya jika elektron-elektron melewatkinya. Dengan mengganti zat kimia ini (doping), dapat mengganti panjang gelombang cahaya yang dipancarkannya, seperti infra red, hijau/biru/merah, dan ultraviolet.

Klasifikasi tegangan LED menurut warna yang dihasilkan:

Tegangan kerja / jatuh tegangan pada sebuah menurut warna yang dihasilkan:

- Infra merah : 1,6 V
- Merah : 1,8 V – 2,1 V
- Oranye : 2,2 V
- Kuning : 2,4 V
- Hijau : 2,6 V
- Biru : 3,0 V – 3,5 V
- Putih : 3,0 – 3,6 V
- Ultraviolet : 3,5 V

Keunggulan dari LED:

- LED memiliki efisiensi energi yang lebih tinggi dibandingkan dengan lampu lain, dimana LED lebih hemat energi 80 % sampai 90% dibandingkan lampu lain.
- LED memiliki waktu penggunaan yang lebih lama hingga mencapai 100 ribu jam.
- LED memiliki tegangan operasi DC yang rendah.
- Cahaya keluaran dari LED bersifat dingin atau cool (tidak ada sinar UV atau energi panas).
- Ukurannya yang mini dan praktis
- Tersedia dalam berbagai warna
- Harga murah

Kelemahan dari LED

- Suhu lingkungan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan gangguan elektrik pada LED.
- Harga LED per lumen lebih tinggi dibandingkan dengan lampu lain.
- Intensitas cahaya (Lumen) yang dihasilkannya tergolong kecil.

Warna LED

Tidak seperti dioda signal biasa yang dibuat untuk penyearah dan terbuat dari germanium ataupun silikon, LED terbuat dari senyawa semikonduktor eksotik seperti Gallium (GaAs), Gallium fosfida (GaP), Gallium fosfida (GaAsP), Silicon Carbide (SiC) atau Indium Gallium Nitrida (GaN) yang dicampur pada rasio yang berbeda untuk menghasilkan panjang gelombang warna yang berbeda. Pilihan yang tepat dari bahan semikonduktor yang digunakan akan menentukan panjang gelombang keseluruhan dari emisi foton cahaya dan akan menentukan warna yang dipancarkan LED.

Tabel 7. Warna dan Material LED

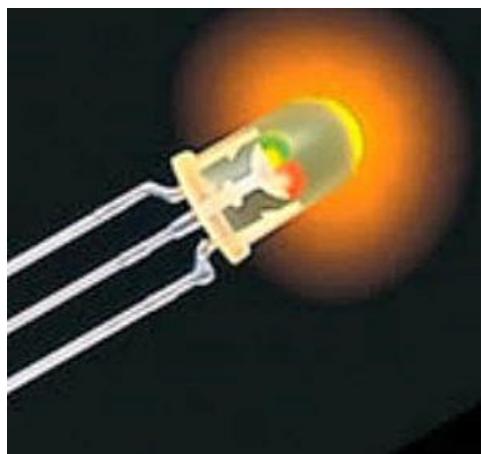
Warna	Panjang gelombang [nm]	Material semikonduktor
Infrared	$\lambda > 760$	Gallium arsenide (GaAs) Aluminium gallium arsenide (AlGaAs)
Red	$610 < \lambda < 760$	Aluminium gallium arsenide (AlGaAs) Gallium arsenide phosphide (GaAsP) Aluminium gallium indium phosphide (AlGaNp) Gallium(III) phosphide (GaP)
Orange	$590 < \lambda < 610$	Gallium arsenide phosphide (GaAsP) Aluminium gallium indium phosphide (AlGaNp) Gallium(III) phosphide (GaP)
Yellow	$570 < \lambda < 590$	Gallium arsenide phosphide (GaAsP) Aluminium gallium indium phosphide (AlGaNp) Gallium(III) phosphide (GaP)
Green	$500 < \lambda < 570$	Indium gallium nitride (InGaN) / Gallium(III) nitride (GaN) Gallium(III) phosphide (GaP) Aluminium gallium indium phosphide (AlGaNp) Aluminium gallium phosphide (AlGaP)
Blue	$450 < \lambda < 500$	Zinc selenide (ZnSe) Indium gallium nitride (InGaN)
Violet	$400 < \lambda < 450$	Indium gallium nitride (InGaN)
Purple	multiple types	Dual blue/red LEDs, blue with red phosphor, or white with purple plastic
Ultraviolet	$\lambda < 400$	Diamond (235 nm) Boron nitride (215 nm) Aluminium nitride (AlN) (210 nm) Aluminium gallium nitride (AlGaN) Aluminium gallium indium nitride (AlGaN) – (down to 210 nm)

Pink	multiple types	Blue with one or two phosphor layers: yellow with red, orange or pink phosphor added afterwards, or white with pink pigment or dye.
White	Broad spectrum	Blue/UV diode with yellow phosphor

LED Multi Warna

- *Bicolour Light Emitting Diodes (LED 2 Warna)*

LED 2 warna mempunyai 2 LED dalam satu komponen yang dipasang "inverse parallel" (salah satu bias maju dan satunya bias mundur), jadi ketika di operasikan bias maju akan menghasilkan warna 1 dan jika dioperasikan bias mundur akan menghasilkan warna kedua.



Gambar 54. Bicolour Light Emitting Diodes

- *Multi or Tricolour Light Emitting Diodes (LED multi atau 3 Warna)*

LED 3 warna yang paling terkenal adalah LED berwarna merah dan hijau, dan warna ketiganya adalah kombinasi dari keduanya yaitu kuning. LED 3 warna mempunyai 3 kaki, 2 kaki anoda dan 1 kaki yang di tengah merupakan katoda.



Gambar 55. LED multi atau 3 Warna

- *LED Displays*

LED display merupakan beberapa LED yang dijadikan satu membuat bentuk tertentu, contoh yang umum adalah, 7-semen, LED display yang berfungsi menampilkan angka (digit 0-9)

- *Common Cathode Display (CCD)* – Pada display common katoda, semua katoda LED di gabung menjadi satu. Masing-masing segmen akan menyala jika diberi logika “HIGH” logic “1”.
- *Common Anode Display (CAD)* - Pada display common anoda, semua anoda LED di gabung menjadi satu. Masing-masing segmen akan menyala jika diberi logika “LOW” logic “0”.



Gambar 56. Contoh Penggunaan LED display

Menghitung nilai Resistor LED

Sebuah rangkaian LED harus mempunyai sebuah resistor yang dipasang seri untuk membatasi arus listrik yang melewati LED agar LED tidak hangus. Arus yang melewati LED berbanding lurus dengan nyala LED, semakin besar arus yang melewati LED semakin terang LED menyala dan sebaliknya. Arus LED biasanya antara 10 – 20 mA. Jadi Resistor juga berfungsi mengatur nyala LED atau sebagai pembatas arus untuk efisiensi daya.

Nilai R ditentukan dengan rumus berikut:

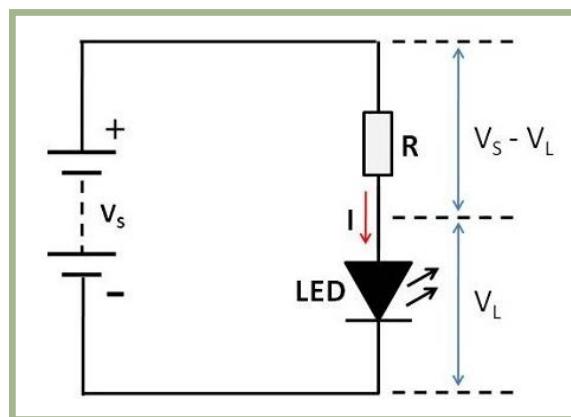
$$R = (V_S - V_L) / I$$

Dimana :

V_S = Tegangan sumber (V)

V_L = Tegangan LED (biasanya bernilai 2V, atau 4V ntuk LED putih dan Biru) (V)

I = Arus yang maksimal yang akan melewati LED (A)



Gambar 57. Analogi Menghitung Nilai Resistor LED

Catatan:

- Pastikan Arus LED yang ditentukan dibawah arus maksimum yang diizinkan Jika tidak ada resistor yang sama dengan nilai kalkulasi maka gunakan nilai resistor yang lebih besar, jadi arus yang mengalir akan sedikit berkurang pada LED.
- Untuk pemilihan intensitas LED, pada datasheet biasanya dicantumkan grafik hubungan Arus dan Intensitas, maka pemilihan arus bisa mengacu pada grafik tsb.
- Untuk Tegangan bias maju LED biasanya juga tergantung warna LED, juga tercantum pada datasheet.

Tabel of technical data for LEDs

Pada datasheet biasanya dicantumkan data mengenai LED, data ini berisi informasi mengenai karakteristik LED, tabel dibawah ini merupakan contoh beberapa data teknis LED.

Tabel 8. LED's Technical data

Type	Colour	I _F max	V _F typ	V _F max	V _R max	Luminous intensity	Viewing angle	Wave length
Standard	Red	30mA	1.7V	2.1V	5V	5mcd @ 10mA	60°	660nm
Standard	Bright red	30mA	2.0V	2.5V	5V	80mcd @ 10mA	60°	625nm
Standard	Yellow	30mA	2.1V	2.5V	5V	32mcd @ 10mA	60°	590nm
Standard	Green	25mA	2.2V	2.5V	5V	32mcd @ 10mA	60°	565nm
High intensity	Blue	30mA	4.5V	5.5V	5V	60mcd @ 20mA	50°	430nm
Super bright	Red	30mA	1.85V	2.5V	5V	500mcd @ 20mA	60°	660nm
Low current	Red	30mA	1.7V	2.0V	5V	5mcd @ 2mA	60°	625nm

Keterangan

I_F max.	Arus maksimum LED
V_F typ.	Tegangan bias maju LED, V_L pada perhitungan resistor LED. Sekitar 2V, kecuali untuk LED biru dan putih sekitar 4V
V_F max.	Tegangan bias maju maksimal
V_R max.	Tegangan bias mundur maksimal.
Luminous intensity	Intensitas Cahaya LED pada arus tertentu yang diberikan, mcd = millicandela.
Viewing angle	LED standar mempunyai "viewing angle" 60°, dan yang lain sekitar 30°.
Wavelength	Panjang gelombang LED, yang menentukan warna LED. nm = nanometer.

3. Rangkuman

- a. Dioda emisi cahaya atau dikenal dengan singkatan LED merupakan *Solid State Lamp* yang merupakan piranti elektronik gabungan antara elektronik dengan optik, sehingga dikategorikan pada keluarga "*Optoelectronic*".
- b. tiga kategori umum penggunaan LED, yaitu : 1) Sebagai lampu indikator, 2) Untuk transmisi sinyal cahaya yang dimodulasikan dalam suatu jarak tertentu, 3) Sebagai pengganteng rangkaian elektronik yang terisolir secara total.
- c. Pemasangan kutub LED tidak boleh terbalik karena apabila terbalik kutubnya maka LED tersebut tidak akan menyala. LED memiliki karakteristik berbeda-beda menurut warna yang dihasilkan.
- d. LED memiliki dua kaki yang terbuat dari sejenis kawat. Kawat yang panjang adalah anoda, sedangkan kawat yang pendek adalah katoda.
- e. Di dalam LED terdapat sejumlah zat kimia yang akan mengeluarkan cahaya jika elektron-elektron melewatinya. Dengan mengganti zat kimia ini (doping), dapat mengganti panjang gelombang cahaya yang dipancarkannya, seperti infra red, hijau/biru/merah, dan ultraviolet.

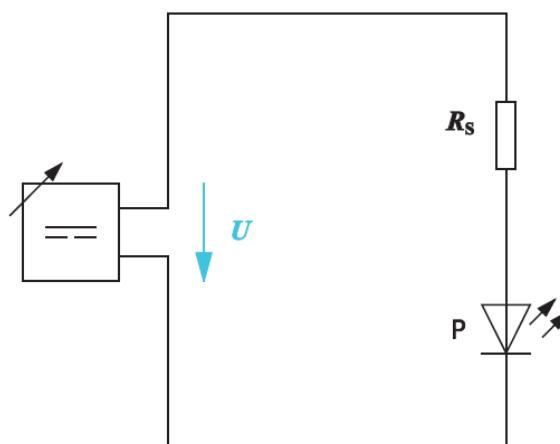
- f. LED 2 warna mempunyai 2 LED dalam satu komponen yang dipasang "inverse parallel" (salah satu bias maju dan satunya bias mundur), jadi ketika di operasikan bias maju akan menghasilkan warna 1 dan jika dioperasikan bias mundur akan menghasilkan warna kedua.
- g. LED 3 warna yang paling terkenal adalah LED berwarna merah dan hijau, dan warna ketiganya adalah kombinasi dari keduanya yaitu kuning.
- h. LED display merupakan beberapa LED yang dijadikan satu membuat bentuk tertentu, contoh yang umum adalah, 7-semen, LED display yang berfungsi menampilkan angka (digit 0-9).

4. Tugas

- 1) Jelaskan mengapa seri resistor tidak disirkuit secara seri dengan diode LED!
- 2) Cari tahu tentang hukum mengenai rangkaian seri dioda dan tulis ringkasannya pada buku catatan!
- 3) Pelajari tentang sambungan seri dengan melakukan beberapa percobaan pada sambungan seri resistor ohmik!
- 4) Pelajari perhitungan hambatan seri yang diperlukan untuk dioda LED! Pilih resistor yang sesuai!

5. Tes Formatif

- 1) Jelaskan apa seri resistor R_s tidak di sirkuit dengan dioda memancarkan cahaya!



Gambar 58. Rangkaian Seri Dioda LED dan Resistor

- 2) Gambarkan hukum yang mengatur hubungan seri resistor ohmik!
- 3) Cari tahu tentang hukum yang mengatur hubungan seri resistor ohmik lengkap dengan rumusnya!
- 4) Gambarkan rangkaian seri dengan menggunakan dua resistor yang berbeda!
- 5) Hitung tegangan dan resistansinya dari rangkaian no. 4!

6. Kunci Jawaban Formatif

- 5) Jelaskan apa seri resistor R_S tidak di sirkuit dengan dioda memancarkan cahaya!

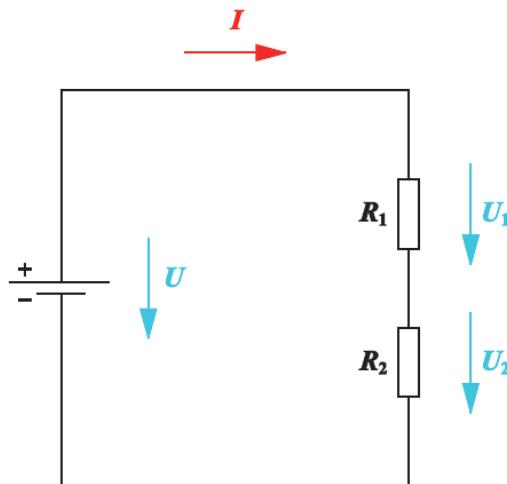
Jawab:

Tegangan operasi dari rangkaian di mana dioda LED dioperasikan lebih tinggi dari tegangan nominal light emitting diode. Dioda LED akan kembali semula jika resistor seri tidak digunakan. Resistor mulai membatasi tegangan dan arus dalam rangkaian sehingga dioda LED tidak rusak (*short*).

- 6) Gambarkan hukum yang mengatur hubungan seri resistor ohmik!

Jawab:

Sambungan seri mengacu pada sambungan dari dua atau lebih perangkat dalam rangkaian seri dalam satu jalur pada saat yang bersamaan.



- 7) Cari tahu tentang hukum yang mengatur hubungan seri resistor ohmik lengkap dengan rumusnya!

Jawab:

Berikut ini berlaku untuk variabel listrik dalam rangkaian seri:

Arus

Arus yang sama I mengalir melalui semua resistor.

Tegangan

Hukum II Kirchhoff berbunyi : "Di dalam sebuah rangkaian tertutup, jumlah aljabar gaya gerak listrik (e) dengan penurunan tegangan ($I \cdot R$) sama dengan nol. Maksud dari jumlah penurunan potensial sama dengan nol adalah tidak ada energi listrik yang hilang dalam rangkaian tersebut, atau dalam arti semua energi listrik bisa digunakan atau diserap."

$$U = U_1 + U_2$$

Resistansi

Arus yang sama sayamengalir melalui semua resistor dalam rangkaian seri. Menurut hukum Ohm, berikut ini berlaku untuk tegangan

$$U_1 = R_1 \cdot I$$

$$U_2 = R_2 \cdot I$$

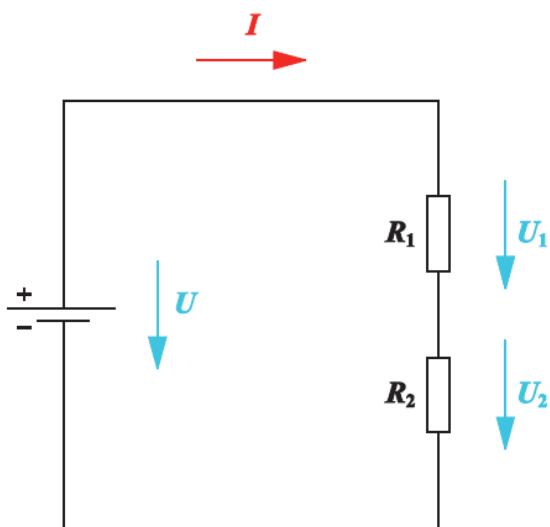
Oleh karena itu berikut ini rumus yang berlaku untuk Resistansi R adalah:

$$R = U/I = (U_1 + U_2)/I = U_1/I + U_2/I = (R_1 \cdot I) / I = R_1 + R_2$$

Resistansi total dari rangkaian seri adalah jumlah dari semua resistensi individu.

- 8) Gambarkan rangkaian seri dengan menggunakan dua resistor yang berbeda!

Jawab:



Rangkaian seri dengan $R_1 = 220 \Omega$, $R_2 = 470 \Omega$. $U = 24 \text{ V}$

Gambar 59. Rangkaian DC dengan 2 Resistor

- 9) Hitung tegangan dan resistansinya dari rangkaian no. 4!

Jawab:

Hitung saat ini, tegangan komponen dan resistansi total untuk rangkaian seri.

Diketahui

Tegangan $U = 24 \text{ V}$

Resistor 1 $R_1 = 220 \Omega$

Resistor 2 $R_2 = 470 \Omega$

Dapat disimpulkan

Intensitas arus I di sebuah

Tegangan komponen di R_1 U_1 di V

Tegangan komponen di R_2 U_2 di V

Resistansi total R_{total} di Ω

Perhitungan

$$R_{\text{total}} = R_1 + R_2 = 220\Omega + 470\Omega = 690\Omega$$

$$I = \frac{U}{R_{\text{total}}} = \frac{24 \text{ V}}{690 \Omega} = 0,03478 \text{ A} = 34,78 \text{ mA}$$

$$U_1 = R_1 \cdot I = 220\Omega \cdot 0,03478 \text{ A} = 7,65 \text{ V}$$

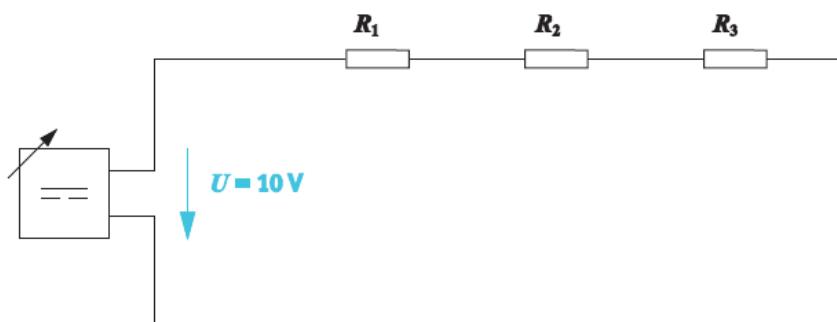
$$U_2 = R_2 \cdot I = 470\Omega \cdot 0,03478 \text{ A} = 16,035 \text{ V}$$

$$U = U_1 + U_2 = 7,65 \text{ V} + 16,035 \text{ V} = 24 \text{ V}$$

7. Lembar Kerja

Verifikasi hukum yang mengatur sambungan seri dengan cara eksperimen.

Untuk melakukannya, gunakan rangkaian seri dengan tiga resistor yang berbeda.



Gambar 60. Rangkaian Seri Pada Resistor

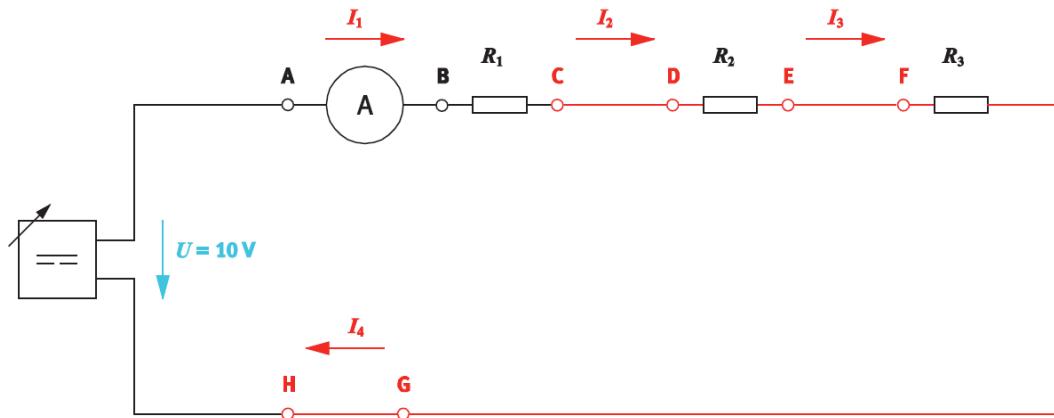
Mengukur arus

Siapkan rangkaian seri untuk mengukur arus. Untuk melakukan hal ini, silahkan rangkaian sesuai dengan gambar rangkaian diatas kemudian mengukur arus menggunakan multimeter digital.

Langkah yang harus dilakukan:

- Masukkan seluruh elemen sesuai dengan gambar rangkaian.
- Identifikasi titik pengukuran dengan panah seperti gambar rangkaian tersebut.

- c. Lengkapi rangkaian pengukuran.
- d. Membangun sirkuit pengukuran dan melakukan pengukuran.
- e. Masukkan nilai pengukuran kedalam log pengukuran.
- f. Mengevaluasi hasil pengukuran.
- g. Crosscek nilai pada pengukuran dengan nilai perhitungan dan bandingkan.



Tabel 9. Perlengkapan Pengukuran Arus Resistansi

Identifikasi	Penunjukan	nilai
R_1	Resistor	$100\Omega / 2\text{ W}$
R_2	Resistor	$330\Omega / 2\text{ W}$
R_3	Resistor	$470\Omega / 2\text{ W}$
-	Multimeter digital	-
-	Power supply dasar Unit EduTrainer®	-

- h. Lengkapi tabel berikut:

Tabel 10. Log pengukuran arus

I_1 (MA)	I_2 (MA)	I_3 (MA)	I_4 (MA)
Mengukur poin AB	Mengukur poin CD	Mengukur poin EF	Mengukur poin GH
.....

i. Mengevaluasi saat ini

Arus adalah sama pada setiap resistor.

$$I_1 = I_2 = I_3 = I = \dots \text{mA}$$

Verifikasi I dengan perhitungan:

$$I = \frac{U}{R_{\text{total}}} = \frac{U}{R_1 + R_2 + R_3} = \dots$$

sedikit penyimpangan antara nilai yang terukur dan nilai-nilai dihitung adalah karena pada saat pengukuran kemungkinan ada kesalahan dan toleransi komponen.

Kegiatan 4. Merancang sirkuit untuk pembagi tegangan Potensiometer

1. Tujuan Pembelajaran

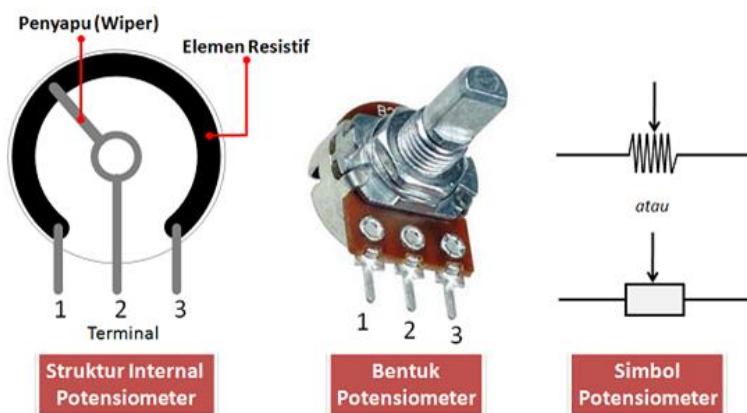
- Memahami prinsip dengan pembagi tegangan dimuat sebagai aplikasi dari sirkuit.
- Mengaplikasikan hasil perhitungan tegangan output untuk dibongkar dan pembagi tegangan dimuat.
- Menafsirkan ukuran pembagi tegangan dimuat.

2. Materi Pembelajaran

Pengertian dan Fungsi Potensiometer, – Dalam Peralatan Elektronik, sering ditemukan Potensiometer yang berfungsi sebagai pengatur Volume di peralatan Audio / Video seperti Radio, Walkie Talkie, Tape Mobil, DVD Player dan Amplifier. Potensiometer juga sering digunakan dalam rangkaian pengatur terang gelapnya Lampu (*Light Dimmer Circuit*) dan Pengatur Tegangan pada Power Supply (DC Generator).

Potensiometer (POT) adalah salah satu jenis Resistor yang Nilai Resistansinya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan Rangkaian Elektronika ataupun kebutuhan pemakainya. Potensiometer merupakan Keluarga Resistor yang tergolong dalam Kategori Variable Resistor. Secara struktur, Potensiometer terdiri dari 3 kaki Terminal dengan sebuah shaft atau tuas yang berfungsi sebagai pengurnyanya.

Gambar dibawah ini menunjukkan Struktur Internal Potensiometer beserta bentuk dan Simbolnya:



Gambar 61. Potensiometer

Struktur Potensiometer beserta Bentuk dan Simbolnya

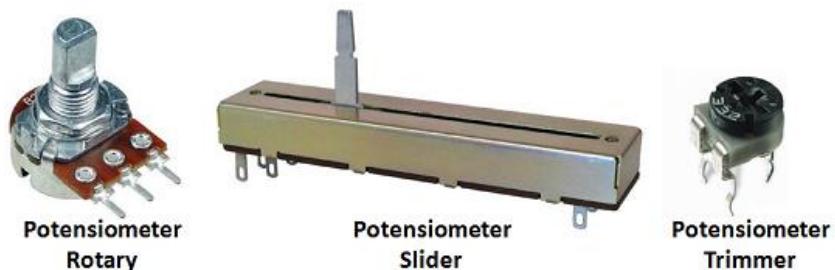
Pada dasarnya bagian-bagian penting dalam Komponen Potensiometer adalah :

- 1) Penyapu atau disebut juga dengan Wiper
- 2) Element Resistif
- 3) Terminal

Jenis-jenis Potensiometer

Berdasarkan bentuknya, Potensiometer dapat dibagi menjadi 3 macam, yaitu :

- 1) **Potensiometer Slider**, yaitu Potensiometer yang nilai resistansinya dapat diatur dengan cara menggeserkan Wiper-nya dari kiri ke kanan atau dari bawah ke atas sesuai dengan pemasangannya. Biasanya menggunakan Ibu Jari untuk menggeser wiper-nya.
- 2) **Potensiometer Rotary**, yaitu Potensiometer yang nilai resistansinya dapat diatur dengan cara memutar Wiper-nya sepanjang lintasan yang melingkar. Biasanya menggunakan Ibu Jari untuk memutar wiper tersebut. Oleh karena itu, Potensiometer Rotary sering disebut juga dengan Thumbwheel Potentiometer.
- 3) **Potensiometer Trimmer**, yaitu Potensiometer yang bentuknya kecil dan harus menggunakan alat khusus seperti Obeng (screwdriver) untuk memutarinya. Potensiometer Trimmer ini biasanya dipasangkan di PCB dan jarang dilakukan pengaturannya.



Gambar 62. Jenis-Jenis Potensio Meter

Prinsip Kerja (Cara Kerja) Potensiometer:

Sebuah Potensiometer (POT) terdiri dari sebuah elemen resistif yang membentuk jalur (track) dengan terminal di kedua ujungnya. Sedangkan terminal lainnya (biasanya berada di tengah) adalah Penyapu (Wiper) yang dipergunakan untuk menentukan pergerakan pada jalur elemen resistif (Resistive). Pergerakan Penyapu (Wiper) pada Jalur Elemen Resistif inilah yang mengatur naik-turunnya Nilai Resistansi sebuah Potensiometer.

Elemen Resistif pada Potensiometer umumnya terbuat dari bahan campuran Metal (logam) dan Keramik ataupun Bahan Karbon (*Carbon*).

Berdasarkan *Track* (jalur) elemen resistif-nya, Potensiometer dapat digolongkan menjadi 2 jenis yaitu Potensiometer Linear (*Linear Potentiometer*) dan Potensiometer Logaritmik (*Logarithmic Potentiometer*).

Fungsi-fungsi Potensiometer

Dengan kemampuan yang dapat mengubah resistansi atau hambatan, Potensiometer sering digunakan dalam rangkaian atau peralatan Elektronika dengan fungsi-fungsi sebagai berikut :

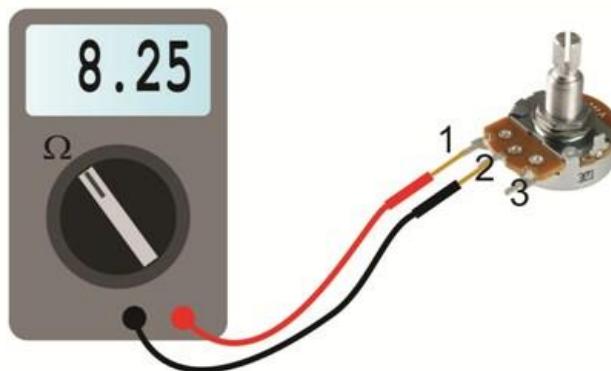
- Sebagai pengatur Volume pada berbagai peralatan Audio/Video seperti Amplifier, Tape Mobil, DVD Player.
- Sebagai Pengatur Tegangan pada Rangkaian Power Supply
- Sebagai Pembagi Tegangan
- Aplikasi Switch TRIAC
- Digunakan sebagai Joystick pada Tranduser
- Sebagai Pengendali Level Sinyal

Dalam makna lain, Potensiometer adalah resistor variable yang artinya nilai hambatannya bisa berubah-ubah sesuai keinginan si pengguna.

Tampak pada halaman sebelumnya adalah gambar rangkaian internal potensiometer kemudian gambar fisik potensiometer serta yang terakhir paling kanan adalah gambar simbol potensiometer.

Cara mengukur nilai resistansi pada potensiometer sebagai berikut:

- 1) Multimeter diposisikan pada Ohm meter sekala yang digunakan disesuaikan dengan potensiometer yang dibaca. Misalkan nilai potensiometer 10K maka sekala yang kita pilih adalah diatas 10K yaitu 20K.
- 2) Hubungkan Probe positip (+) pada kaki 1 potensiometer dan probe negatif (-) pada kaki 2 potensiometer.
- 3) Putar potensiometer searah jarum jam perhatikan perubahan nilai pada multimeter seharusnya hambatannya semakin besar nilai maksimal hambatan 10K.
- 4) Putar balik potensiometernya maka nilai hambatanya berubah menjadi lebih kecil bahkan bernilai 0 Ohm. Pindah probe positip ke kaki 3 potensiometer, putar potensiometer searah jarum jam nilai resistansi berkurang (semakin kecil).
- 5) Apabila langkah tadi sesuai maka potensiometer dalam keadaan baik.

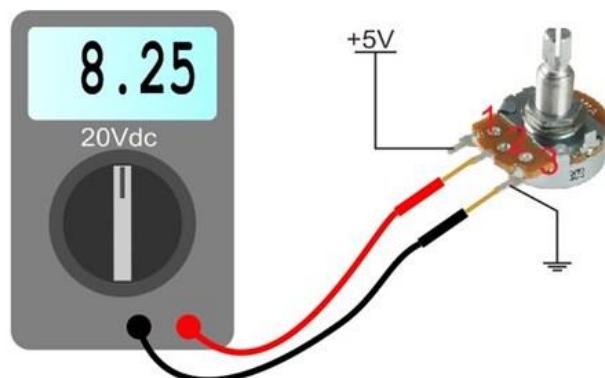


Gambar 63. Pengukuran potensiometer

Cara menguji potensiometer menggunakan tegangan +5V:

- 1) Posisikan multimeter pada sekala 20Vdc.
- 2) Kaki 1 potensiometer dihubungkan dengan tegangan 5Vdc.
- 3) Hubungkan kaki 3 potensiometer dengan GND.
- 4) Hubungkan probe merah/positif pada kaki 2 potensiometer
- 5) Hubungkan probe hitam/com pada kaki 3 (GND).
- 6) Putar potensiometer searah jarum jam, maka tegangan yang terbaca (V_{out}) semakin kecil.

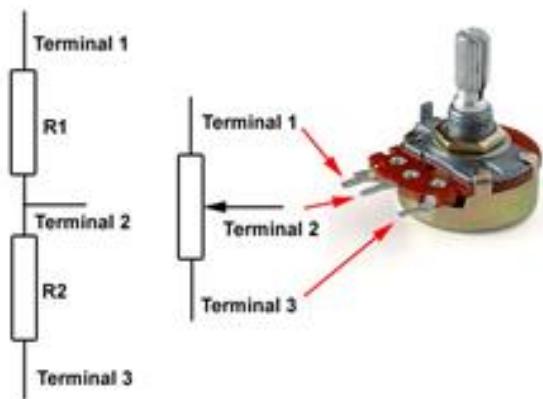
- 7) Sebaliknya saat potensiometer diputar berlawanan arah jarum jam maka Vout semakin besar (maksimal 5Vdc).



Gambar 64. Pengujian Potensiometer

Definisi ini juga mengacu pada makna potensiometer yang lain, yaitu resistor yang dapat berubah nilai satuan Ohm nya dengan cara memutar tuas pemutar atau sekrup yang menggerakkan kontak geser/penyapu (*wiper*) yang terdapat di dalam resistor tersebut. Potensiometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur potensial yang berdasarkan sifat-sifat kelistrikan, yang dapat digunakan untuk menentukan jumlah analit (kuantitatif) dengan menggunakan sinyal potensial.

Potensiometer adalah juga termasuk resistor tiga terminal dengan sambungan geser yang membentuk pembagi tegangan dan dapat diatur nilai resistasinya. Jika hanya dua terminal yang digunakan (salah satu terminal tetap dan terminal geser), potensiometer berperan sebagai resistor variabel atau Rheostat. Potensiometer biasanya digunakan untuk mengendalikan peranti elektronik seperti pengendali suara pada penguat. Potensiometer yang dioperasikan oleh suatu mekanisme dapat digunakan sebagai transduser, misalnya sebagai sensor joystick.



Gambar 65. Analogi Potensiometer

Fungsi Potensiometer :

Penggunaan potensiometer banyak digunakan sebagai kontrol pengguna, dan dapat mengontrol berbagai fungsi yang sangat luas peralatannya. Potensiometer linier (juga dikenal sebagai "fader") dan potensiometer putar (biasanya disebut tombol-tombol) secara teratur digunakan untuk mengatur kenyaringan, redaman frekuensi dan karakteristik lain dari sinyal audio dalam audio control.

Potensiometer juga digunakan sebagai kontrol volume di amplifier audio, dimana potensio juga disebut "lancip pot audio", karena respon amplitudo dari telinga manusia juga logaritma. Memastikan bahwa, pada kontrol volume ditandai 0 hingga 10, misalnya, pengaturan dari 5 suara setengah keras sebagai pengaturan 10. Ada juga sebuah pot anti-log atau lancip audio sebaliknya yang hanya kebalikan dari potensiometer logaritmik. Hal ini hampir selalu digunakan dalam konfigurasi dengan potensiometer logaritmik, misalnya, dalam kontrol keseimbangan audio.

Adapun fungsi potensiometer sebagai kontrol nada atau equalizer dalam penggunaan kombinasi dan jaringan filter, sebelumnya untuk televisi dipergunakan untuk mengontrol kecerahan gambar, kontras, dan respon warna. Sebuah potensiometer sering digunakan untuk mengatur "menahan rangkaian vertikal", yang mempengaruhi sinkronisasi antara menyapu sirkuit internal penerima (multivibrator dan sinyal gambar yang diterima)

Potensiometer banyak digunakan sebagai bagian dari transduser perpindahan karena kesederhanaan konstruksi dan dapat memberikan sinyal keluaran yang besar untuk komputasi dalam komputer analog. Potensiometer presisi tinggi digunakan untuk skala hasil antara faktor konstan yang diinginkan, atau untuk mengatur kondisi awal untuk perhitungan. Sebuah potensiometer bermotor dapat digunakan sebagai generator fungsi, menggunakan kartu perlawanan non-linear untuk memasok aproksimasi untuk fungsi trigonometri. Sebagai contoh, putaran poros mungkin mewakili sudut, dan pembagian tegangan dapat dibuat sebanding dengan cosinus sudut.

Jenis potensiometer yang tersedia di pasaran:

Potensiometer yang tersedia di pasar terdiri dari beberapa jenis, yaitu potensiometer karbon, potensiometer wire wound dan potensiometer metal film.

1) Potensiometer karbon

Potensiometer yang terbuat dari bahan karbon harganya cukup murah akan tetapi kepresision potensiometer ini sangat rendah biasanya harga resistansi akan sangat mudah berubah akibat pergeseran kontak.



Gambar 66. Potensiometer Karbon

2) Potensiometer gulungan kawat (*wire wound*)

Potensiometer yang menggunakan kawat halus yang dililit pada batang metal. Ketelitian potensiometer tergantung dari ukuran kawat. Kawat yang digunakan biasanya adalah kawat nikelin.



Gambar 67. Potensiometer Gulungan Kawat

3) Potensiometer metal film

Potensiometer metal film adalah potensiometer yang menggunakan bahan metal yang dilapiskan kebahan isolator



Gambar 68. Potensiometer Metal Film

Sebuah potensiometer biasanya dibuat dari sebuah unsur resistif semilingkar dengan sambungan geser (penyapu). Unsur resistif, dengan terminal pada salah satu ataupun kedua ujungnya, berbentuk datar atau menyudut, dan biasanya dibuat dari grafit, walaupun begitu bahan lain mungkin juga digunakan sebagai gantinya. Penyapu disambungkan ke terminal lain. Pada potensiometer panel, terminal penyapu biasanya terletak di tengah-tengah kedua terminal unsur resistif. Untuk potensiometer putaran tunggal, penyapu biasanya bergerak kurang dari satu putaran penuh sepanjang kontak. Potensiometer "putaran ganda" juga ada, elemen resistifnya mungkin berupa pilinan dan penyapu mungkin bergerak 10, 20, atau lebih

banyak putaran untuk menyelesaikan siklus. Bahan yang digunakan untuk membuat unsur resistif adalah kawat resistansi, plastik partikel karbon dan campuran keramik-logam yang disebut cermet.

Pada potensiometer geser linier, sebuah kendali geser digunakan sebagai ganti kendali putar. Unsur resistifnya adalah sebuah jalur persegi, bukan jalur semi-lingkar seperti pada potensiometer putar. Potensiometer jenis ini sering digunakan pada peranti penyetel grafik, seperti ekualizer grafik. Karena terdapat bukaan yang cukup besar untuk penyapu dan kenob, potensiometer ini memiliki reliabilitas yang lebih rendah jika digunakan pada lingkungan yang buruk.

Pembuat potensiometer jalur konduktif menggunakan pasta resistor polimer konduktif yang mengandung resin dan polimer, pelarut, pelumas dan karbon. Jalur dibuat dengan melakukan cetak permukaan pada substrat fenolik dan memanggangnya pada oven. Proses pemanggangan menghilangkan seluruh pelarut dan memungkinkan pasta untuk menjadi polimer padat. Proses ini menghasilkan jalur tahan lama dengan resistansi yang stabil sepanjang operasi.

Bagian- bagian potensiometer:

- 1) Elemen resistif
- 2) Badan
- 3) Penyapu (wiper)
- 4) Sumbu
- 5) Sambungan tetap
- 6) Sambungan penyapu
- 7) Cincin
- 8) Baut
- 9) Sambungan tetap

Potensiometer jarang digunakan untuk mengendalikan daya tinggi (lebih dari 1 Watt) secara langsung. Potensiometer digunakan untuk mengatur taraf isyarat analog (misalnya pengendali suara pada peranti audio), dan sebagai pengendali masukan untuk sirkuit elektronik. Sebagai contoh, sebuah peredup lampu menggunakan potensiometer untuk menendalikan pensakelaran sebuah TRIAC, jadi secara tidak langsung mengendalikan kecerahan lampu.

Nilai hambatan dari potensiometer ada beragam ada 50K, 100K, dll, sebagai contohnya dapat kita lihat pada volume radio atau amplifier yang menggunakan tombol yang diputar. Dalam tombol tersebut sebenarnya adalah berisi potensio yang nilai hambatannya dapat digeser, jadi dengan berubahnya nilai tahanan dari resistor maka volume akan semakin tinggi atau semakin rendah.

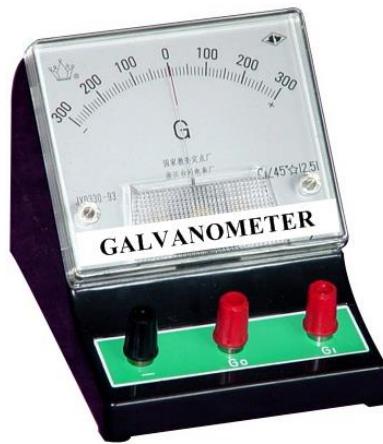
Galvanometer

Galvanometer adalah alat yang digunakan untuk deteksi dan pengukuran arus. Prinsip kerjanya tergantung pada momen yang berlaku pada kumparan di dalam medan magnet. Bentuk mula-mula dari galvanometer adalah seperti alat yang dipakai Oersted yaitu jarum kompas yang diletakkan dibawah kawat yang dialiri arus yang akan diukur. Kawat dan jarum diantara keduanya mengarah utara-selatan apabila tidak ada arus di dalam kawat. Kepekaan galvanometer bertambah, bila kawat dililitkan menjadi kumparan dalam bidang vertikal dengan jarum kompas ditengahnya.

Jika konduktor pengalir arus ditempatkan dalam medan magnet dihasilkan gaya pada konduktor yang cenderung menggerakkan konduktor itu dalam arah tegak lurus medan. Prinsip ini digunakan dalam instrument pendeteksi arus. Instrument pendeteksi arus yang peka disebut galvanometer.

Galvanometer merupakan instrument sangat peka dan dapat mengukur arus yang sangat lemah. Galvanometer terdiri atas sebuah komponen kecil berlilitan banyak yang ditempatkan dalam sebuah medan magnet begitu rupa sehingga garis-garis medan akan menimbulkan kopel pada kumparan apabila melalui kumparan ini ada arus.

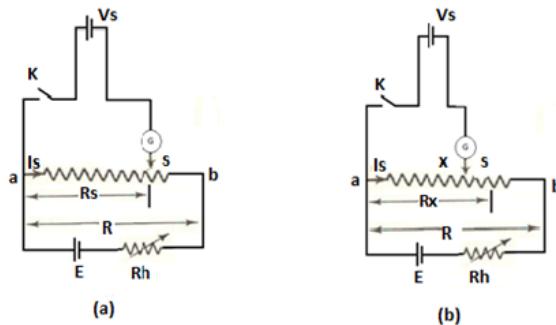
Di dalam teori pengukuran listrik yang dimaksudkan dengan pengukuran Galvano yaitu suatu instrument yang dipergunakan untuk memperlihatkan arus yang lemah. Untuk menyatakan dengan jelas kadang-kadang dipisahkan juga untuk instrument-instrumen yang peka (sensitif), yang banyak dipakai di laboratorium dan terutama sistem jembatan yang banyak dijumpai.



Gambar 69. Galvanometer

Prinsip Kerja Potensiometer:

Dalam Gambar dibawah, V_s adalah tegangan standar dan V_x adalah tegangan yang akan diukur. Tahanan R dari a ke b adalah tahanan yang dilengkapi dengan sikat yang mempunyai posisi kontrak, yang dapat diatur seperti yang diperlihatkan dalam gambar, dan arus (I) diliran dari baterai (E) melalui suatu rheostat (R_h) yang dapat diatur. Pertama-tama hubungkanlah tegangan standar (V), seperti dalam gambar 2-1 (a) dan tetapkan posisi dari sikat-sikat (s) sesuai dengan V_s . Karena tahanan antara a ke s adalah R_s , maka tegangan IR_s akan dibandingkan antara a – s disebabkan oleh arus I . Bila tegangan ini adalah sama dengan V_s , maka galvanometer (G) tidak akan menunjukkan pergeseran, meskipun penghubung (K) ditutup. Langkah ini untuk menyatakan kesamaan dari tegangan V_s dan IR_s , dengan cara melihat pada galvanometer (G) hingga tidak memberikan refleksi, disebut membalansasikan (menyeimbangkan) V_s dengan IR_s .



Gambar 70. Prinsip Kerja Potensiometer

Untuk membalansasikan (menyeimbangkan) V_s dengan IR_s , R_h diatur untuk mengatur arus potensiometer (I). Misalkan bahwa arus pada keadaan seimbang adalah I_s maka :

$$V_s = R_s \cdot I_s \dots \text{persamaan 1}$$

Kemudian hubungkanlah tegangan yang akan diukur (V_x), seperti dalam gambar 2-1 (b). Misalkan galvanometer (G) tidak memberikan defleksi, meskipun penghubung (K) ditutup bila posisi dari sikat-sikat diatur sampai dengan pada posisi x. Dengan demikian, maka arus yang mengalir pada a - b akan seperti I_s dan tegangan $I_s R_x$ akan terdapat a - x.

Karena dalam keseimbangan dengan V_x , maka :

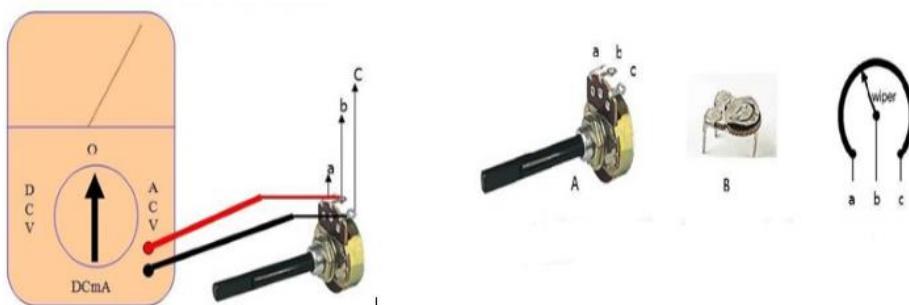
$$V_x = R_x \cdot I_s \dots \text{persamaan 2}$$

Dari persamaan 1 dan 2 yang didapatkan melalui dua langkah untuk mendapatkan keseimbangan seperti yang dijelaskan diatas, akan diperoleh : Jadi, tegangan yang tidak diketahui V_x dapat diketahui dari hasil perkalian tegangan yang diketahui (V_s) dengan rasio hambatan (R_x/R_s). Patut diketahui bahwa R_x dan R_s hanya tersangkut di dalam kebutuhan, sebagai suatu rasio, sehingga harga mutlak tidak perlu diketahui.

Dengan demikian, jika posisi (s) dibuat dengan harga-harga skala dari tegangan standar (V_s), dan posisi sikat lainnya dibuat sehingga sesuai dengan harga $V_s (R_x/R_s)$, maka harga dari V_x dapat segera dibaca dari posisi skala dimana V_x didapatkan dari keadaan keseimbangan. Langkah menyeimbangkan yang pertama dengan pertolongan (R_h) adalah untuk membuat arus potensiometer mencapai harga yang tetap, yaitu $I_s = V_s / R_s$. Setelah langkah ini tegangan yang melalui a - x sesuai dengan posisi dari sikat-sikat akan sama dengan $V_s (R_x/R_s)$. Dengan pengertian ini maka langkah penyeimbangan yang pertama disebut menstandarisasikan arus potensiometer

Dapat disimpulkan bahwa suatu potensiometer memungkinkan arus yang tetap mengalir melalui hambatan yang mempunyai berbagai ratio yang diketahui secara teliti, dan mengukur tegangan yang belum diketahui nilainya, dengan

mempersamakannya pada suatu perkalian dari tegangan yang diketahui. Cara pengukuran tegangan dimungkinkan karena rasio tadi, tahanan-tahanan dapat diukur dengan ketelitian yang sangat baik, dan rasio tersebut akan stabil tanpa dipengaruhi oleh umur potensiometer. Dalam pengukuran yang mempergunakan prinsip potensiometer ini, maka arus potensiometer harus dibuat tetap diantara kedua langkah menuju pada keseimbangan-keseimbangan yang dimaksudkan di atas.



Gambar 71. Mengukur Variabel Resistor / Potensiometer

Variabel resistor yang memiliki tuas pemutar disebut potensiometer (potentiometer) dan yang memiliki sekrup pengatur disebut preset atau trimpot. Mengukur nilai satuan Ohm dari variabel resistor dengan Multimeter adalah seperti yang ditunjukkan seperti gambar di atas. Saklar jangkauan ukur pada posisi Ohm, batas ukur (range) berada pada posisi $x1$, $x10$ atau $k\Omega$, sesuai dengan potensio yang akan diukur.

Menentukan Kaki-kaki Potensiometer

Potensiometer memiliki 3 kaki pokok, dan biasanya ada yang ditambah 2 kaki. Untuk memudahkan dalam membedakan kaki-kaki tersebut ditandai dengan angka 1, 2, 3 atau a, b, c pada simbolnya.

Cara menentukan kaki nomor 1, 2 dan 3 adalah sebagai berikut:

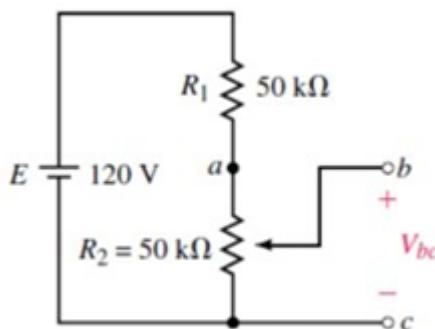
- 1) Pegang atau tempatkan potensiometer sedemikian rupa sehingga terlihat bahwa kaki-kaki potensiometer berada di bagian atas dan as berada lebih jauh dari mata anda.
- 2) Perhatikanlah bahwa kaki yang paling kiri adalah kaki a (1), kaki tengah adalah kaki b (2) dan kaki paling kanan adalah kaki c (3).

-
- 3) Sesuaikan dengan simbolnya. Umumnya kaki a adalah ground, sedang kaki badan c tinggal menyesuaikan

Ciri-Ciri Cara pengukuran dengan potensiometer

- 1) Pengukuran dengan potensiometer dapat dibuat tanpa menarik arus dari sumber tegangan Vs atau Vx. Pada umumnya bila arus diambil dari sumber tegangan, maka teagangan terminal dari sumber tersebut akan turun. Bila arus yang diambil dari sumber tegangan adalah I dan penurunan tegangan pada terminal-terminalnya adalah ΔV , maka sumber tegangan tersebut adalah Vo dimana merupakan tegangan terminal terbuka Ri adalah tahanan dalamnya. Tegangan terminal terbuka ini harus diukur tanpa mengambil arus dari sumber tegangan. Tahanan dalam dari sumber tegangan tidak dapat diukur secara terpisah dari sumber tegangan tersebut, dan demikian pula penurunan tegangannya bila arus ditarik dari sumber tegangan tersebut tidak pula dapat diketahui. Jadi, dengan mempergunakan suatu potensiometer maka tegangan terminal terbuka dapat diukur.
- 2) Penghantar-penghantar yang dipergunakan untuk menghubungkan sumber tegangan mempunyai tahanan. Antara sikat dari potensiometer terdapat pula tahanan-tahanan kontak. Akan tetapi dalam pengukuran dengan potensiometer, arus tidak mengalir dalam penghantar - penghantar kepada sumber tegangan maupun sikat-sikat, sehingga dengan tidak dipengaruhi oleh harga tahanan pengantar maupun tahanan kontak, dandengan demikian maka tegangan yang sebenarnya dapat diukur. Sebaliknya, dengan alat pengukur volt, akan terdapat arus kecil sebesar 1mA sampai dengan $1\mu\text{A}$ yang mengalir melalui alat pengukur volt dalam penggunaannya untuk pengukuran tegangan, dan akan memungkinkan terjadinya kesalahan-kesalahan yang cukup berarti, tegantung dari pada cara pengukuran yang dipakai.

Menghitung Potensiometer



Gambar 72. Cara menghitung Potensiometer

Pengatur volume pada receiver atau pada radio adalah contoh penggunaan resistor variabel sebagai potensiometer. Ketika terminal yang dapat bergeser berada pada posisi paling atas, tegangan yang tampak diantara terminal b dan c dapat dihitung secara sederhana dengan menggunakan aturan pembagi tegangan.

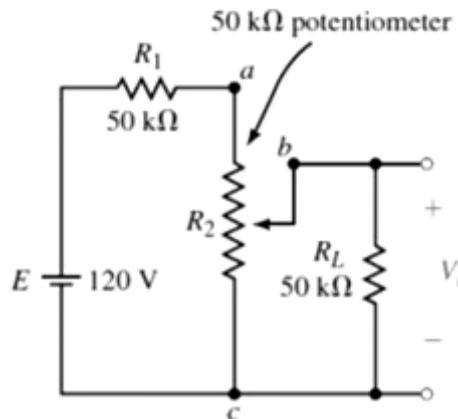
$$V_{bc} = (120 \text{ V}) \times (50 \text{ k}\Omega) / (50 \text{ k}\Omega + 50\text{k}\Omega) = 60 \text{ V}$$

Namun, ketika terminal yang bisa bergeser ini berada pada posisi paling bawah, tegangan antara terminal b dan c adalah $V_{bc} = 0 \text{ V}$, karena kedua terminal menjadi short circuit dan tegangannya menjadi nol.

Rangkaian pada gambar diatas menunjukkan sebuah potensiometer yang mempunyai tegangan output yang bisa diatur antara 0 – 60 V. Output ini adalah nilai output tak berbeban, karena tidak ada resistansi beban yang dihubungkan ke terminal b dan c. Bila sebuah resistansi beban dihubungkan ke terminal ini, tegangan outputnya, disebut output berbeban, yang tak akan lagi sama. Contoh berikut ini akan mengilustrasikan rangkaian berbeban.

Contoh

Untuk rangkaian pada gambar dibawah ini, hitunglah range tegangan dari V_{bc} sebagai sebuah potensiometer yang nilainya bervariasi antara nilai minimum dan maksimumnya.

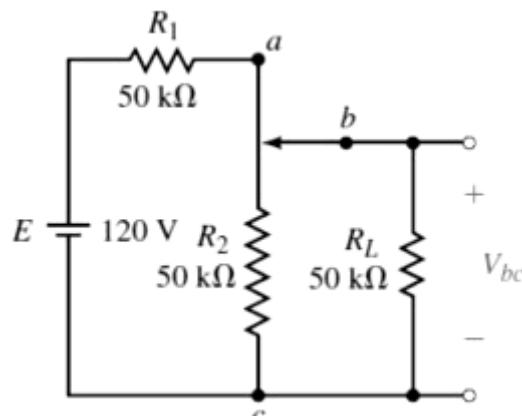


Gambar 73. Rangkaian Contoh Soal 1

Solusi:

Tegangan minimum antara terminal b dan c akan terjadi saat kontak geser berada pada posisi paling bawah dari resistor variabel. Pada posisi ini, tegangan $V_{bc} = 0$ V, karena terminal b dan c terhubung singkat (short circuit).

Tegangan maksimum V_{bc} terjadi ketika kontak geser berada pada posisi paling atas dari resistor variabel. Pada posisi ini, rangkaian ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 74. Rangkaian Solusi 1

Pada gambar diatas bisa dilihat resistansi R_2 paralel dengan beban resistor R_L . Tegangan antara terminal b dan c dapat dengan mudah dihitung dari aturan pembagi tegangan:

$$V_{bc} = E \times (R_2 || R_L) / [(R_2 || R_L) + R_1]$$

$$= (120 \text{ V}) (25 \text{ k}\Omega) / (25 \text{ k}\Omega + 50 \text{ k}\Omega)$$

$$= 40 \text{ V}$$

Dapat simpulkan bahwa tegangan output dari potensiometer dapat diatur dari 0 V hingga 40 V untuk beban resistansi $R_L = 50 \text{ k}\Omega$.

Keunggulan Potensiometer:

Salah satu keuntungan penggunaan dari pembagi potensial potensiometer, dengan membandingkan dengan resistor variabel secara seri dengan sumber adalah bahwa, sementara resistor variabel memiliki ketahanan maksimum dimana beberapa saat tegangan selalu mengalir, pembagi dapat bervariasi tegangan output dari maksimum (V_S) ke ground (nol volt) sebagai wiper bergerak dari satu ujung potensiometer yang lain. Selain itu, tahanan beban sering tidak dikenal karena hanya menempatkan resistor variabel secara seri dengan beban bisa memiliki efek yang dapat diabaikan atau efek yang berlebihan (tergantung pada beban).

Potensiometer jarang digunakan untuk mengendalikan secara langsung kekuatan yang signifikan (lebih dari Watt), karena pada potensiometer sebanding dengan kekuatan dalam beban yang dikendalikan. Sebaliknya potensiometer digunakan untuk mengatur tingkat sinyal analog (misalnya kontrol volume pada peralatan audio), dan sebagai masukan kontrol untuk sirkuit elektronik. Sebagai contoh sebuah lampu dimmer yang menggunakan potensiometer untuk mengontrol switching dari TRIAC, sehingga secara tidak langsung mengontrol kecerahan lampu.

Kelemahan penggunaan potensiometer diantaranya :

- 1) Cepat aus akibat gesekan
- 2) Sering timbul noise terutama saat pergantian posisi dan saat terjadi lepas kontak
- 3) Mudah korosi
- 4) Peka terhadap pengotor Potensiometer linier

Potensiometer yang perubahannya sangat halus dengan jumlah putaran sampai sepuluh kali putaran (multi turn). Untuk keperluan sensor posisi potensiometer linier memanfaatkan perubahan resistansi, diperlukan proteksi apabila jangkauan ukurnya melebihi rating, linearitas yang tinggi hasilnya mudah dibaca tetapi hati-hati dengan friksi dan backlash yang ditimbulkan, resolusinya terbatas yaitu (0,2 – 0,5) %.

3. Rangkuman

- a. Potensiometer yang berfungsi sebagai pengatur Volume di peralatan Audio / Video seperti Radio, Walkie Talkie, Tape Mobil, DVD Player dan Amplifier.
- b. Potensiometer juga sering digunakan dalam rangkaian pengatur terang gelapnya Lampu (*Light Dimmer Circuit*) dan Pengatur Tegangan pada *Power Supply* (DC Generator).
- c. Berdasarkan bentuknya, Potensiometer dapat dibagi menjadi 3 macam, yaitu : 1) Potensiometer Slider, 2) Potensiometer Rotary, 3) Potensiometer Trimmer
- d. Sebuah Potensiometer (POT) terdiri dari sebuah elemen resistif yang membentuk jalur (track) dengan terminal di kedua ujungnya. Sedangkan terminal lainnya (biasanya berada di tengah) adalah Penyapu (*Wiper*) yang dipergunakan untuk menentukan pergerakan pada jalur elemen resistif (*Resistive*). Pergerakan Penyapu (*Wiper*) pada Jalur Elemen Resistif inilah yang mengatur naik-turunnya Nilai Resistansi sebuah Potensiometer.
- e. Galvanometer adalah alat yang digunakan untuk deteksi dan pengukuran arus. Prinsip kerjanya tergantung pada momen yang berlaku pada kumparan di dalam medan magnet.
- f. Pembuatan potensiometer jalur konduktif menggunakan pasta resistor polimer konduktif yang mengandung resin dan polimer, pelarut, pelumas dan karbon.
- g. Salah satu keuntungan penggunaan dari pembagi potensial potensiometer, dengan membandingkan dengan resistor variabel secara seri dengan sumber adalah bahwa, sementara resistor variabel memiliki ketahanan maksimum dimana beberapa saat tegangan selalu mengalir, pembagi dapat bervariasi tegangan output dari maksimum (V_s) ke ground (nol volt) sebagai wiper bergerak dari satu ujung potensiometer yang lain.

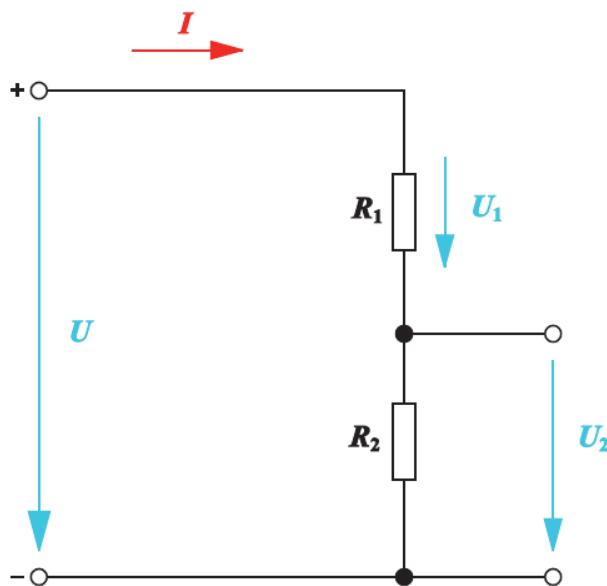
4. Tugas

- 1) Hitunglah tegangan output pada pembagi tegangan yang diturunkan dengan parameter arahan dari bapak/ibu guru!
- 2) Ukurlah tegangan output pada pembagi tegangan yang diturunkan!
- 3) Tentukan rumus untuk menghitung tegangan output pada pembagi tegangan dimuat!

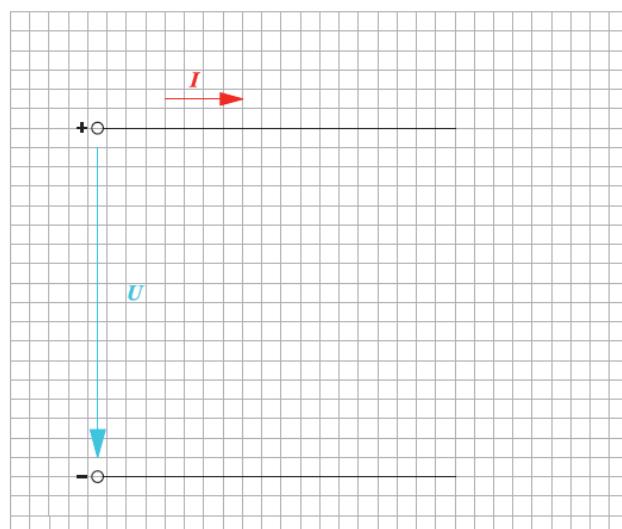
- 4) Ukur kembali tegangan output pada pembagi tegangan dimuat!
- 5) Buat desain dan deskripsi sirkuit untuk pembagi tegangan pengisi baterai!

5. Tes Formatif

- 1) Hitung tegangan output U_2 untuk pembagi tegangan diturunkan. Pembagi tegangan dibangun dengan resistor $R_1 = 680 \Omega$ dan $R_2 = 330 \Omega$. Total tegangan U adalah 10 V.



- 2) Lengkapi sirkuit berikut sehingga berakhir dengan sebuah pembagi tegangan diturunkan yang sesuai!



6. Kunci Jawaban Formatif

- 1) Hitung tegangan output U_2 untuk pembagi tegangan diturunkan. Pembagi tegangan dibangun dengan resistor $R_1 = 680 \Omega$ dan $R_2 = 330 \Omega$. Total tegangan U adalah 10 V.

Jawab:

Diketahui

Resistor 1 $R_1 = 680 \Omega$

Resistor 2 $R_2 = 330 \Omega$

Tegangan $U = 10 \text{ V}$

tegangan output U_2 di V

Perhitungan

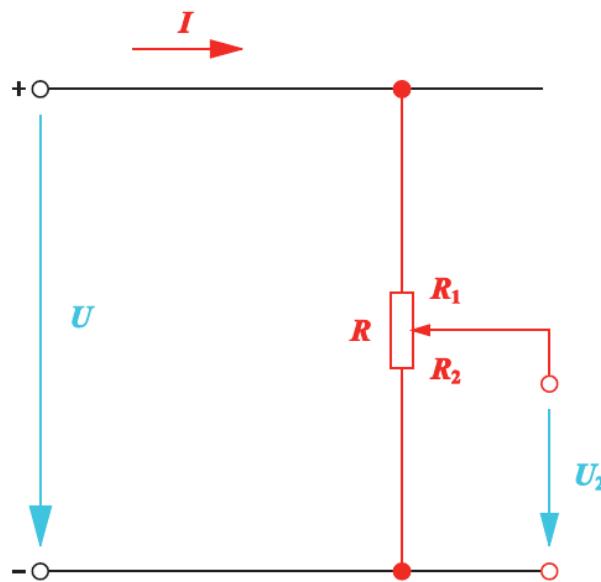
$$\frac{U}{U_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

Hal ini memberikan berikut untuk tegangan output U_2 :

$$U_2 = U \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 10 \text{ V} \cdot \frac{330 \Omega}{680 \text{ k}\Omega + 330 \text{ k}\Omega} = 10 \text{ V} \cdot \frac{330 \Omega}{1010 \Omega} = 3.27 \text{ V}$$

- 2) Lengkapi sirkuit berikut sehingga berakhir dengan sebuah pembagi tegangan diturunkan yang sesuai!

Jawab:

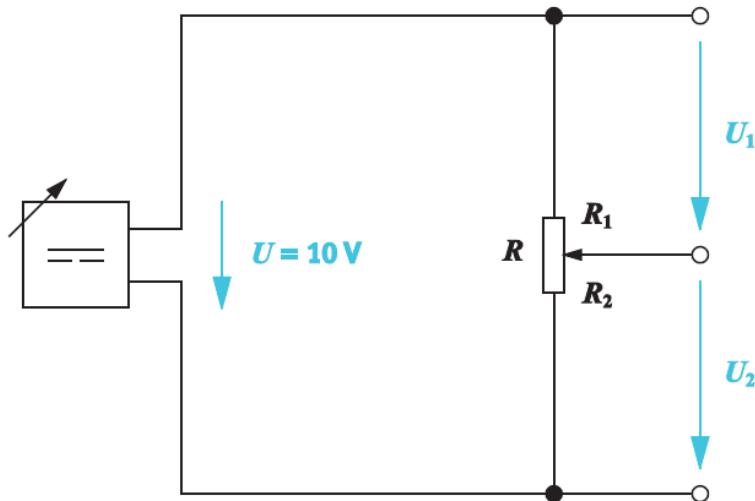


7. Lembar Kerja

Mengukur tegangan pada pembagi tegangan diturunkan.

Buat karakteristik untuk pembagi tegangan diturunkan. Karakteristik menunjukkan hubungan antara tegangan output U_2 pada perlawanan set R_2 . Membangun pembagi tegangan menggunakan potensiometer sehingga dapat menyesuaikan ketahanan R_2 . Langkah-langkahnya adalah:

- Rangkai sirkuit dengan pembagi tegangan variable seperti gambar dibawah ini:



Pembagian diturunkan dengan $R = 1\text{ kW}$, $U = 10\text{ V}$

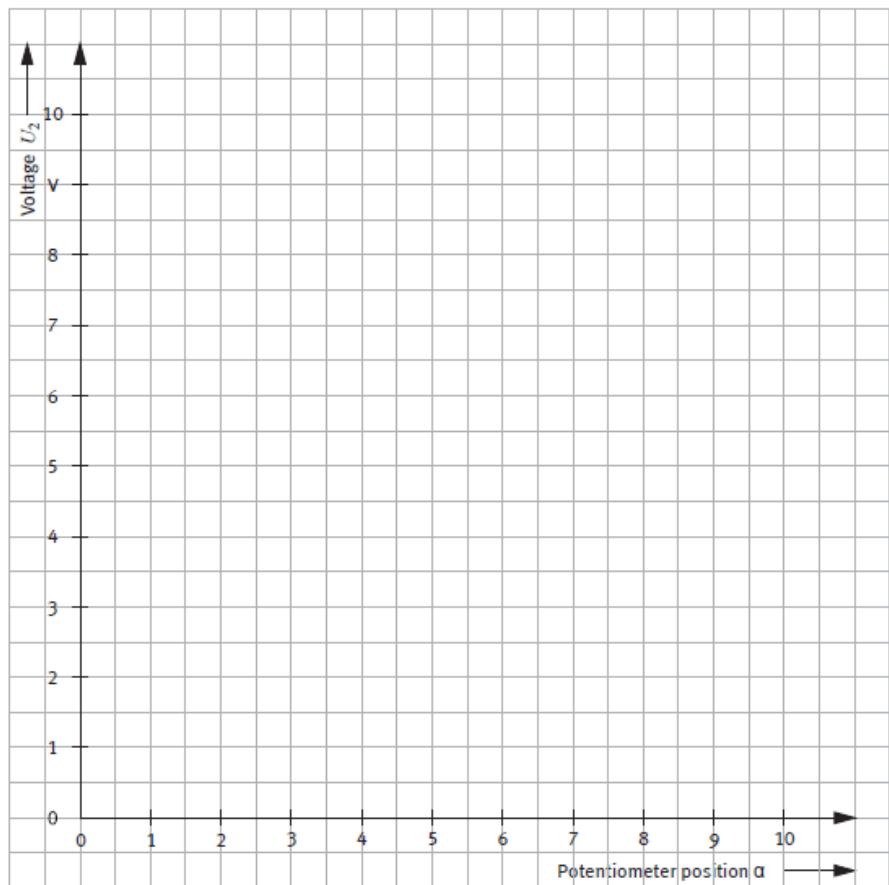
- Identifikasi peralatan utama yang digunakan

Identifier	Penunjukan	Nilai-nilai
R	potensiometer	1 kW / 0,5 W
-	Multimeter digital	-
-	power supply dasar Unit EduTrainer®	-

- c. Alirkan tegangan DC 10 V ke sirkuit.
- d. Ukur tegangan U_1 dan U_2 pada posisi potensiometer yang ditentukan.
- e. Masukkan nilai yang diukur dalam tabel.

posisi potensiometer	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U_1 (V)
U_2 (V)

- f. Gambarkan karakteristik tegangan output U_2 sebagai fungsi dari pengaturan potensiometer. Untuk melakukan hal ini, pindahkan nilai-nilai diukur U_2 untuk membuat grafik.



- g. Jelaskan bentuk gelombang dari karakteristik?

Jawab:

.....

- h. Jelaskan hubungan antara tegangan komponen U_1 dan U_2 !

Jawab:

.....

BAB III

EVALUASI

A. Kognitif Skill

Pilihlah pilihan jawaban dibawah ini dengan benar!

1. Berdasarkan teori struktur atom, muatan yang bukan merupakan pembentuk atom yaitu...
a. Proton b. Elektron c. Neutron **d. Foton**

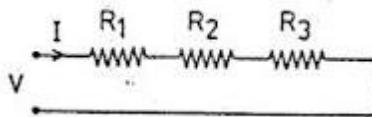
2. Berikut ini merupakan pernyataan yang benar mengenai arus listrik, kecuali...
a. Arus menuju dari potensial tinggi ke potensial rendah dan arah elektron berlawanannya
b. Arus listrik terjadi karena adanya loncatan elektron bebas yang meloncat dari daerah yang kelebihan elektron (negatif) ke daerah yang kekurangan elektron (positif) . Arah gerak elektron ini berlawanan dengan arah arus listrik
c. Jika tidak ada beban, maka juga tidak ada arus yang mengalir
d. Arus menuju dari potensial redah ke potensial tinggi dan arah elektron sama

3. AmpereMeter merupakan suatu alat ukur yang digunakan untuk mengukur besaran.....
a. Tegangan
b. Daya
c. Arus
d. Hambatan
e. Panas

4. Sebuah aki yang mempunyai tegangan 12 volt dipakai untuk menyalakan lampu yang mempunyai hambatan 60 Ohm, berapa kuat arus yang mengalir pada lampu?

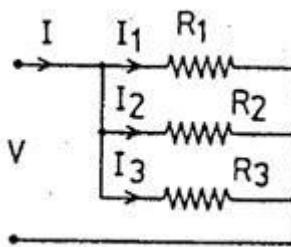
- a. **0,2 A** b. 2 A c. 2,2 A d. 22 A

5. Sebuah bangunan rumah tangga memakai lampu dengan tegangan instalansi sebesar 220 Volt, dan arus yang mengalir pada lampu tersebut adalah 10 ampere, berapakah hambatan pada lampu tersebut?
a. 2 Ohm b. 2,2 Ohm c. **22 Ohm** d. 222 Ohm
6. Untuk mempermudah menyelesaikan suatu rangkaian komplek karena mempunyai rangkaian komponen yang banyak dan mempunyai lebih dari dua loop, maka adapun cara untuk menganalisis untuk menyederhanakan rangkaian, kecuali...
a. Nilai seri dan parallel resistor
b. Mesh dan persamaan mesh
c. Rangkaian ekivalen
d. **Nilai persamaan tegangan**
- 7.



8. Berdasarkan gambar rangkaian seri di atas. Semua resistor akan bernilai sama pada...
a. Tegangan
b. **Arus** c. Potensial d. Resistansi
9. Suatu alat yang digunakan untuk mengukur serta menguji besarnya nilai tahanan jenis instalasi listrik adalah.....
a. **Ohm Meter**
b. Watt Meter
c. Megger
d. Tang Amper
e. KWH Meter

10.

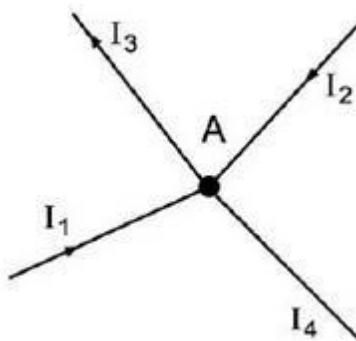


Berdasarkan gambar rangkaian paralel tersebut. Semua resistor akan bernilai sama pada...

- a. Tegangan b. Arus c. Potensial d. Resistansi

11. Perhatikan titik simpul A dari suatu rangkaian listrik pada gambar berikut.

Kuat arus $I_1=10\text{ A}$, $I_2=5\text{ A}$ arah menuju titik A. kuat arus $I_3=8\text{ A}$ arah meninggalkan simpul. Berapakah besar I_4 ...



- a. 5 b. 6 c. 7 d. 8

12. Alat yang digunakan untuk mengukur daya atau tenaga listrik adalah

- a. Watt Meter
b. Tang Amper
c. Amper Meter
d. Volt Meter
e. Ohm Meter

-
13. Yang mengalir dalam kawat penghantar dari kutub positif baterai ke kutub negatif baterai ialah:
- Arus elektron
 - Arus listrik**
 - Arus proton
 - Arus neutron
 - Arus Inti
14. Suatu alat ukur yang digunakan untuk mengukur tegangan listrik adalah
- Jembatan Weastone
 - Megger
 - Ohm meter
 - Tindikator fasa
 - Voltmeter**
15. Pada hukum ohm, jika hambatan semakin besar maka.....
- Tegangan semakin besar** dan arus semakin kecil
 - Tegangan semakin kecil dan arus semakin kecil
 - Tegangan semakin besar dan arus semakin besar
 - Tegangan semakin kecil dan arus semakin besar
 - Tidak ada jawaban yang benar
16. Resistor 5,6 Kilo Ω nilainya sama dengan
- 56000Ω
 - 5600 Ω**
 - 560Ω
 - 56Ω
 - $5,6\Omega$
17. MCB merupakan kepanjangan dari...
- Miniature Circuit Breaker**
 - MaksimumCircuit Breaker
 - Member Circuit Breaker
 - Miniature Common Breaker
 - Miniature Common Black
18. Elektron mengalir dari...
- Potensial tinggi ke** potensial rendah

- b. Kutub positif ke kutub negative
c. Potensial tinggi menuju ke ground
d. Potensial tinggi ke kutub negatif
e. Kutub negatif ke kutub positif
19. Resistor yang nilai hambatannya dapat berubah tergantung dari intensitas cahaya adalah resistor jenis...
a. NTC resistor
b. PTC resistor
c. Variabel resistor
d. Potensiometer
e. **LDR**
20. Berikut ini adalah jenis-jenis dari kapasitor kecuali...
a. Tantalum
b. ELCO
c. MIKA
d. **Carbon**
e. Keramik
21. Gambar dibawah ini adalah symbol dari...

a. Kapasitor Variabel
b. Kapasitor non polar
c. Kapasitor elektrolit
d. Kapasitor mika
e. **Kapasitor keramik**
22. Satuan Kapasitor adalah
a. Volt b. Ohm c. Ampere d. **Farad** e. Watt

23. Nilai resistor $820 \Omega + 1\%$; mempunyai warna-warna gelang ...
- a. Merah; abu-abu; hitam; coklat; coklat
 - b. Abu-abu; merah; hitam; ; coklat
 - c. Biru; abu-abu; coklat; emas
 - d. Abu-abu; ungu; merah; emas
 - e. **Ungu, coklat, hitam, emas**

24. gambar dibawah ini adalah simbol dari...



- a. Resistor Film Metal
 - b. Resistor Keramik
 - c. Trimpot
 - d. Resistor Variabel
 - e. LDR
25. Gambar di bawah ini merupakan simbol dari...



- a. resistor
- b. induktor
- c. **kapasitor**
- d. sumber tegangan
- e. transformator

Jawab Pertanyaan Berikut dengan Benar!

1. Apa yang dimaksud dengan resistor tetap!
2. Sebutkan kerusakan umum yang terjadi pada kondensator?
3. Jelaskan bunyi Hukum Ohm, Hukum Kirchoff 1 dan 2 !
4. Jelaskan proses pengisian dan pengosongan muatan pada kapasitor!

B. Psikomotor Skill

1. Kegiatan -1

a) Tugas :

- 1) Secaramandiri (individu), ceritakan sejarah perkembangan model atom.
- 2) Secara mandiri (individu), simulasikan arah arus electron dan arah arus konvensional.

b) Prosedur:

- 1) Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
- 2) Ceritakan sejarah perkembangan model atom (5 teori model atom)
- 3) Simulasikan arah arus electron dan arah arus konvensional menggunakan gambar.

2. Kegiatan -2

a) Tugas :

Secara mandiri (individu), menerapkan satuan-satuan beban, gaya, usaha, dan daya dalam contoh perhitungan sederhana.

b) Prosedur:

- 1) Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
- 2) Buatlah soal perhitungan sederhana tentang beban, gaya, usaha, dan daya.
- 3) Selesaikan soal perhitungan tersebut.

3. Kegiatan -3

a) Tugas :

Secara mandiri (individu), menentukan nilai resistor berdasar kode warna dan nilai resistansinya, serta menentukan masih baik/tidaknya resistor tersebut.

b) Alat dan Bahan

- 1) Resistor 10 buah
- 2) Multimeter 1 buah

c) Prosedur

- 1) Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
- 2) Tulis satu per satukode warna yang ada di setiap resistor, dan masukkan ke tabel yang telah disediakan.

- 3) Lakukan penghitungan nilai resistor tersebut.
- 4) Ukur menggunakan multimeter apakah nilai yang tertera di multi meter sama atau tidak dengan hasil penghitungan.
- 5) Berikan simpulan dari hasil tabel pengamatan yang diperoleh.

Tabel 11. Pengamatan

Resistor	Warna	Nilai	perhitungan	keterangan
R1				
R2				
R3				
R4				
R5				
R6				
R7				
R8				
R9				
R10				

4. Kegiatan -4

a) Tugas

Secara kelompok, lakukan percobaan untuk mengukur resistansi resistor, membuktikan rangkaian seri pembagi tegangan dan rangkaian paralel pembagi arus.

b) Alat dan Bahan

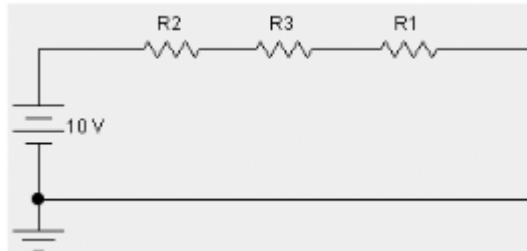
- 1) Resistor 10Ω 1 buah
- 2) Resistor 100Ω 1 buah
- 3) Resistor 200Ω 1 buah
- 4) Projectboard 1 buah
- 5) Catudaya 1 buah

- 6) Multimeter 1 buah
 7) Kabel Penghubung 1 buah

c) Prosedur

➤ Percobaan Rangkaian Seri

- 1) Siapkan alat dan bahan
- 2) Susun rangkaian sesuai gambar dibawah ini.



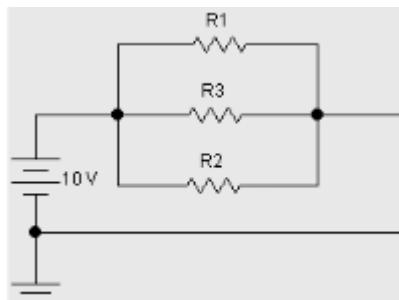
- 3) Ukur nilai resistan di dari masing-masing resistor menggunakan multimeter.
- 4) Ukur R Totalnya.
- 5) Berilah tegangan sebesar 10 VDC, kemudian ukur besar tegangan pada masing-masing resistor (VR_1 , VR_2 , VR_3)
- 6) Ukurlah besar arus yang mengalir pada rangkaian (I)
- 7) Cari R total menggunakan rumus pada hukum Ohm.
- 8) Tuliskan data pada tabel dibawahini.

DATA	HASIL PENGUKURAN
$R_1 (\Omega)$	
$R_2 (\Omega)$	
$R_3 (\Omega)$	
$R \text{ TOTAL } (\Omega)$	
$VR_1 (V)$	
$VR_2 (V)$	
$VR_3 (V)$	
$I \text{ TOTAL } (A)$	

- 9) Buatlah Kesimpulan

➤ Percobaan Rangkaian Pararel

- 1) Susun rangkaian sesuai gambar dibawahini.



- 2) Ukur nilai resistansi pada masing-masing resistor menggunakan multimeter.
- 3) Ukur besar resistansi pada rangkaian (R_{total})
- 4) Berilah tegangan sebesar 10 VDC, kemudian ukur besar arus pada masing-masing resistor (I_1, I_2, I_3)
- 5) Ukur besar tegangan pada rangkaian (V)
- 6) Cari R_{total} menggunakan rumus pada hukum Ohm.
- 7) Tuliskan data pada tabel dibawah ini.

DATA	HASIL PENGUKURAN
$R_1 (\Omega)$	
$R_2 (\Omega)$	
$R_3 (\Omega)$	
$R_{TOTAL} (\Omega)$	
$I_1 (A)$	
$I_2 (A)$	
$I_3 (A)$	
V (Volt)	

- 8) Berilah Kesimpulan.

5. Kegiatan -5

a) Tugas

Secara kelompok, lakukan praktikum untuk menguji rangkaian kapasitor pada rangkaian kelistrikan.

b) Alat dan Bahan

- 1) Baterai 1,5 V..... 3 buah
- 2) Kapasitor 3 buah

-
- 3) Lampu 1 buah
 - 4) Kabel Penghubung secukupnya.

c) **Prosedur 1**

- 1) Kutub positif kapasitor dihubungkan dengan kutub positif baterai dan kutub negative kapasitor dengan negative baterai.
- 2) Hubungkan selama kurang lebih 2-3 menit.
- 3) Kutub positif dihubungkan kelampu
- 4) Kabel dilepas kemudian dengan cepat pindah ke kutub negative lampu.
- 5) Catat dan amati hasilnya.

d) **Posedur 2**

- 1) Rangkai secara pararel 3 buah kapasitor.
- 2) Kutub positif kapasitor dihubungkan dengan kutub positif baterai dan kutub negative kapasitor dengan negative baterai.
- 3) Hubungkan selama kurang lebih 2-3 menit.
- 4) Kabel dilepas kemudian dengan cepat pindah ke kutub negative lampu.
- 5) Catat dan amati hasilnya.

e) **Prosedur -3**

- 1) Rangkai secara seri 3 buah kapasitor.
- 2) Kutub positif kapasitor dihubungkan dengan kutub positif baterai dan kutub negative kapasitor dengan negative baterai.
- 3) Hubungkan selama kurang lebih 2-3 menit.
- 4) Kabel dilepas kemudian dengan cepat pindah ke kutub negative lampu.
- 5) Catat dan amati hasilnya.

Tabel hasil pengamatan.

NO	RANGKAIAN	NYALA LAMPU
1	TUNGGAL	
2	PARAREL	
3	SERI	

f) **Berilah kesimpulan**

A. Attitude Skill

Pada saat melakukan praktikum, aspek yang dinilai antara lain :

1. Sikap Kerja
2. Ketelitian
3. Kesehatan, dan Keselamatan Kerja
4. Waktu

B. Produk/Benda Kerja Sesuai Kriteria Standart

C. Batasan Waktu Yang Telah Ditetapkan

Berdasarkan silabus, waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan evaluasi adalah 2 jam pelajaran (2 x 45 menit).

D. Kunci Jawaban

Kunci jawaban Kognitif Skill

1. Resistor tetap merupakan resistor yang mempunyai nilai hambatan tetap. Biasanya terbuat dari karbon, kawat atau panduan logam.
2. Kerusakan umum pada kondensator elektrolit di antaranya adalah :
 - Kering (kapasitasnya berubah)
 - Konsleting
 - Meledak, yang dikarenakan salah dalam pemberian tegangan positif dan negatifnya, jika batas maksimum voltase dilampaui juga bisa meledak.
3. Bunyi Hukum Ohm, Hukum Kirchoff 1 dan 2.
 - a) Hukum Ohm

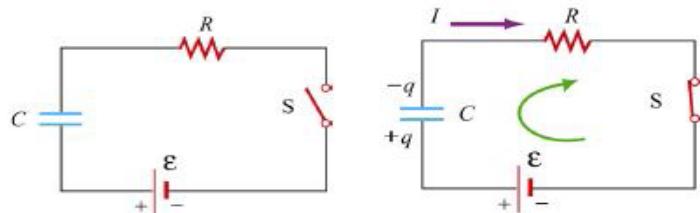
"Kuat arus listrik pada suatu beban listrik berbanding lurus dengan tegangan dan berbanding terbalik dengan hambatan"
 - b) Hukum Kirchoff 1 dan 2

Hukum Kirchoff 1
"Jumlah kuat arus yang masuk dalam titik percabangan sama dengan jumlah kuat arus yang keluar dari titik percabangan"

Hukum Kirchoff 2
"Dalam rangkaian tertutup, Jumlah aljabbar GGL (E) dan jumlah penurunan potensial sama dengan nol!"

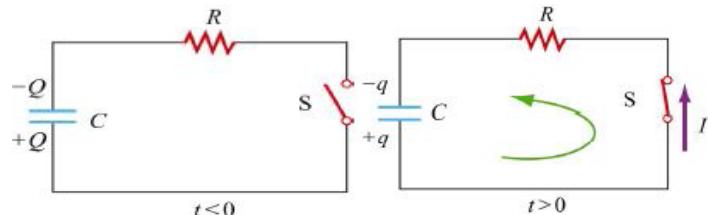
4. Proses pengisian dan pengosongan Kapasitor

a) Proses Pengisian Muatan Kapasitor



Pada proses pengisian diasumsikan bahwa kapasitor mula-mula tidak bermuatan. Saat saklar ditutup pada $t = 0$ maka muatan mengalir melalui resistor dan mengisi kapasitor.

b) Proses Pengosongan Muatan Kapasitor



Pada proses pelepasan muatan, potensial mula-mula kapasitor adalah $V_c = \frac{Q}{C}$ sedangkan potensial pada resistor sama dengan nol. Setelah $t = 0$, mulai terjadi pelepasan muatan dari kapasitor.

DAFTAR PUSTAKA

- Ballou, Glen.** 1987. **Handbook for Sound Engineers: The New Audio Cyclopedia.** Boston: Boston University
- Bird, John.** 2013. **Electrical Principles and Technology for Engineering.** Amsterdam: Elsevier
- Boylestad, Robert And Louis Nashelsky.** 1972. **Electronic Devices And Circuit Theory.** New Jersey: McGraw-Hill Education
- C R Robertson.** 2010. **Further Electrical and Electronic Principles** Amsterdam: Elsevier
- Cogdell, J. R.** 1996. **Foundations of Electrical Engineering.** New Jersey: Prentice Hall
- Dunn, William.** 2005. **Fundamentals of Industrial Instrumentation and Process Control.** San Francisco: McGraw Hill Professional
- Halliday, David & Resnick Robert.** 2001. **Fundamentals of Physics (dalam Inggris) (6th ed.).** New Jersey: John Wiley & Sons, Inc
- Karris, Steven T.** 2009. **Circuit Analysis I: With Matlab Computing and Simulink/SimPowerSystems Modeling.** Fremont: Orchard Publications
- Malvino, Albert & David Bates.** 2016. **Electronic Principles 8th Edition.** San Francisco: McGraw-Hill Education
- Nicolaides, Anthony.** 2008. **Electrical and Electronic Principles.** London: Pass Publications
- Scarpino, Matthew.** 2014. **Designing Circuit Boards with EAGLE: Make High-Quality PCBs at Low Cost.** New Jersey: Prentice Hall
- www.directindustry.com/industrial-manufacturer/bi-color-led-77947.html diakses tanggal 01 April 2017
- www.duniaelektronika.blogspot.de/2013/01/jenis-jenis-dioda-beserta-fungsinya.html diakses tanggal 27 Maret 2017
- www.ekorendisatrio.blogspot.de/2013/04/mengenal-lampu-led.html diakses tanggal 01 April 2017
- www.teknikelektronika.com/pengertian-rumus-bunyi-hukum-ohm/ diakses tanggal 27 Maret 2017
- www.wikihow.com/Menghitung-Hambatan-Seri-dan-Paralel diakses tanggal 27 Maret 2017
- www.wikipedia.org/wiki/Arus_listrik diakses tanggal 27 Maret 2017
- www.wikipedia.org/wiki/Tegangan_listrik diakses tanggal 27 Maret 2017
- www.youtube.com/watch?v=tpmMvQLHT-A diakses tanggal 01 April 2017