



Modul Pembelajaran Elektronika dan Mekatronika SMK

DASAR RESISTOR DAN TRANSISTOR

Oleh Gunawan Risdiyanto (SMK Binawiyata Sragen)

Disusun oleh guru-guru SMK yang telah melaksanakan program magang industri di Jerman



Direktorat Pembinaan SMK
Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

2017

ELEKTRONIKA DASAR
RESISTOR DAN TRANSISTOR
Untuk Sekolah Menengah Kejuruan
Edisi Tahun 2017



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN RI
DIREKTORAT JENDRAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN

ELEKTRONIKA DASAR RESISTOR DAN TRANSISTOR

Untuk Sekolah Menengah Kejuruan

Copyright © 2017. Direktorat Pembinaan SMK

AllRights Reserved

Pengarah:

Drs. H. Mustaghfirin Amin, M.B.A.

Direktur Pembinaan SMK

Penanggung Jawab:

Arie Wibowo Khurniawan, S.Si. M.Ak.

Kasubdit Program dan Evaluasi Direktorat Pembinaan SMK

Ketua Tim:

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

Kasi Evaluasi Subdit Program dan Evaluasi Direktorat Pembinaan SMK

Penyusun:

Gunawan Risdiyanto (SMK Binawiyata Sragen)

Desain dan Tata Letak:

Karin Faizah Tauristy, S.Ds.

ISBN : 978-602-50369-8-9

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

Arie Wibowo Khurniawan, S.Si., M.Ak.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas tersusunnya buku teks ini, dengan harapan dapat digunakan sebagai sumber belajar untuk siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Bidang Studi Keahlian Teknologi dan Rekayasa, Program Keahlian Elektronika.

Penyajian buku teks untuk Mata Pelajaran "ELEKTRONIKA DASAR" ini disusun dengan tujuan agar supaya peserta didik dapat melakukan proses pencarian pengetahuan berkenaan dengan materi pelajaran melalui berbagai aktivitas proses sains sebagaimana dilakukan oleh para ilmuwan dalam melakukan eksperimen ilmiah (penerapan *scientific*), dengan demikian peserta didik diarahkan untuk menemukan sendiri berbagai fakta, membangun konsep, dan nilai-nilai baru secara mandiri.

II

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dimasa yang akan datang. Semoga dapat menjadi bahan evaluasi dan tolak ukur dalam pelaksanaan kegiatan pelatihan selanjutnya dan dapat menjadi bahan evaluasi juga memperkaya ilmu bagi siapapun yang menggunakannya.

Stuttgart, April 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar Kasubdit Program dan Evaluasi.....	i
Kata Pengantar Penulis	ii
Daftar Isi	iii
Daftar Gambar.....	iv
Daftar Tabel.....	vii
ELEKTRONIKA	viii
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
A. STANDAR KOMPETENSI.....	2
B. Deskripsi Kegiatan.....	13
C. Waktu.....	15
D. Petunjuk Penggunaan Modul.....	15
1. Petunjuk Bagi Siswa	15
2. Petunjuk Bagi Guru	15
E. Tujuan Akhir	16
F. Kompetensi	16
G. Cek Kemampuan.....	18
BAB II	19
PEMBELAJARAN	19
A. Rencana belajar siswa.....	19
B. Kegiatan belajar	19
1. Kegiatan Belajar 1	19
Karakteristik Resistor	19
a. Tujuan.....	19
b. Uraian materi	20
Karakteristik VDR (<i>Voltage Dependent Resistor</i>).....	32
c. Cara mengukur resistor dengan alat.....	33
d. Rangkuman	35
e. Tes formatif.....	36
f. Kunci jawaban tes formatif.....	36
g. Tugas mandiri.....	38
LEMBAR PENILAIAN TUGAS MANDIRI 1	39

KRITERIA PENILAIAN	40
h. Lembar kerja	41
4) Keselamatan kerja	42
3) Langkah kerja :	43
PENILAIAN LEMBAR KERJA SISWA 1	46
2. Kegiatan Belajar 2.....	48
Rangkaian Resistor.....	48
a. Tujuan.....	48
b. Uraian materi.....	48
c. Rangkuman	52
d. Test Formatif 2.....	53
e. Kunci jawaban Test Formatif 2	54
f. Lembar kerja.....	55
3. Kegiatan Belajar 3 :	57
Kondensator / <i>Capasitor</i>	57
a. Tujuan kegiatan pembelajaran : Kondensator/Capasitor.	57
b. Uraian materi : Kondensator/Capasitor.....	57
4. Rangkuman	70
5. Tugas Mandiri	71
LEMBAR PENILAIAN TUGAS MANDIRI	72
KRITERIA PENILAIAN TUGAS MANDIRI	73
6. Tes formatif.....	74
7. Kunci jawaban Tes formatif.....	76
8. Lembar kerja Siswa: Tugas Terstruktur	77
9. Tabel lembar kerja siswa	78
Instrumen Penilaian.....	79
BAB III	81
EVALUASI	81
A. Pertanyaan.....	81
Penyelesaian.....	82
BAB. IV	89
PENUTUP	89
DAFTAR PUSTAKA	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peralatan elektronik (<i>Electronic Device</i>)	vii
Gambar 2. Model alat bantu ajar	1
Gambar 3. EduTrainer® patch panel universal	13
Gambar 4. Unit EduTrainer® power supply Dasar	13
Gambar 5. Simbol resistor (a) Carbon film, (b) Metal film, (c) lambang resistor Amerika, (d) lambang resistor Eropa	21
Gambar 6. Gelang warna pada resistor (a) 4 gelang, (b) 5 gelang	22
Gambar 7. Resistor 4 gelang warna	23
Gambar 8. Resistor 5 gelang warna	24
Gambar 9. Resistor dengan gelang warna perak dan emas	25
Gambar 10. Resistor berbagai ukuran	27
Gambar 11. (a) lambang foto resistor Amerika, (b) lambang foto resistor Eropa, (c) foto resistor	29
Gambar 12. Thermistor	30
Gambar 13. (a). Lambang PTC, (b) PTC	30
Gambar 14. (a). Lambang NTC, (b) NTC	31
Gambar 15. Grafik tahanan thermistor terhadap suhu	31
Gambar 16. Lambang VDR (a) Amerika, (b) Eropa	32
Gambar 17. Berbagai bentuk VDR	32
Gambar 18. Grafik karakter VDR	33
Gambar 19. Mengukur tahanan resistor dengan Ohm Meter	34
Gambar 20. Cara mengukur resistor dengan multimeter digital (menggunakan fungsi resistor)	34
Gambar 21. Resistor dalam rangkaian seri	48
Gambar 22. Resistor dalam rangkaian parallel	50
Gambar 23. Rangkaian resistor kombinasi	51
Gambar 24. Kapasitor	58
Gambar 25. Berbagai jenis <i>Fixed Capacitor</i>	59
Gambar 26. <i>Fixed Capacitor</i>	60
Gambar 27. <i>Cap. Polyester</i>	60
Gambar 28. Electrolyt Capacitors (ELCO)	61
Gambar 29. Berbagai <i>Capasitor</i> Elco	61

Gambar 30. Tantalum <i>Capasitor</i>	62
Gambar 31. <i>Fixed Capasitor</i>	62
Gambar 32. <i>Fixed Capasitor</i>	63
Gambar 33. <i>Trimer Capasitor</i>	63
Gambar 34. ELCO	63
Gambar 35. Tantalumn	63
Gambar 36. <i>Variable Capasitor</i>	64
Gambar 37. kapasitor rangkaian seri	64
Gambar 38. <i>Capasitor</i> Paralel	65
Gambar 39. antara Muatan dan energi pada <i>Capasitor</i>	66
Gambar 40. Rangkaian pengisian & pengosongan kapasitor	67
Gambar 41. Posisi Saklar 1 (ON).....	67
Gambar 42. Posisi Saklar 2 (Off).....	68
Gambar 43. Pengisian & Pengosongan <i>Capasitor</i>	69

DAFTAR TABEL

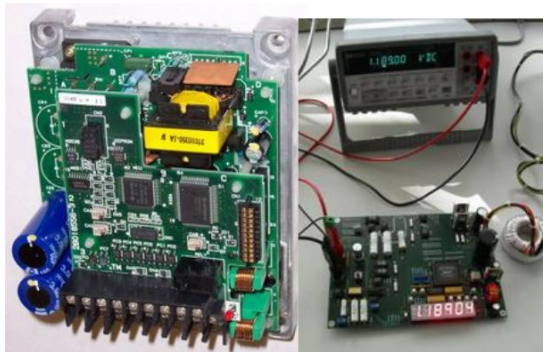
Tabel 1. Media pelatihan	14
Tabel 2. kompetensi.....	17
Tabel 3. Sub kompetensi	18
Tabel 4. Kegiatan belajar	19
Tabel 5. Kode gelang warna pada resistor	22
Tabel 6. Prosentase kode kerusakan resistor	27
Tabel 7. Membaca dan mengidentifikasi <i>Resistor</i>	38
Tabel 8. Lembar penilaian tugas mandiri 1	39
Tabel 9. Kriteria penilaian.....	40
Tabel 10. Tabel lembar kerja siswa 1.1. Membaca dan mengidentifikasi <i>resistor</i>	42
Tabel 11. Lembar kerja siswa 1.2 membaca dan mengidentifikasi <i>resistor</i>	44
Tabel 12. Lembar kerja siswa 1.3 Membaca dan mengidentifikasi <i>resistor</i>	45
Tabel 13. Penilaian lembar kerja siswa 1	46
Tabel 14. Kriteria penilaian lembar kerja siswa 1	46
Tabel 15. Membaca dan mengidentifikasi Kondensator/ <i>Capasitor</i>	71
Tabel 16. Lembar penilaian tugas mandiri.....	72
Tabel 17. Kriteria penilaian tugas mandiri	73
Tabel 18. Membaca dan Mengidentifikasi Kondensator/ <i>Capasitor</i>	77
Tabel 19. Membaca dan Mengidentifikasi Kondensator/ <i>Capasitor</i>	78

ELEKTRONIKA

Dalam kehidupan sehari-hari kita sering berinteraksi dengan berbagai macam benda elektronika, contoh; di rumah, kita sering melihat televisi, mendengarkan lagu melalui tape atau CD, mendengarkan radio, berkomunikasi dengan telepon. Di kantor kita menggunakan komputer, mencetak dengan printer, berkomunikasi dengan telepon. Di pabrik kita memakai alat deteksi, mengoperasikan robot perakitan, dan sebagainya. Bahkan di jalan raya kita bisa melihat lampu lalu-lintas, lampu penerangan jalan yang secara otomatis hidup bila malam tiba, atau papan reklame yang terlihat indah berkelap-kelip dan masih banyak contoh yang lainnya. Namun pernahkah kita bertanya dari manakah dasar-dasar dari elektronika ini.

Dari semua uraian diatas kita dapat membuktikan bahwa pada zaman sekarang ini kita tidak akan lepas dari perangkat yang menggunakan elektronika sebagai dasar teknologinya. Alat-alat yang menggunakan dasar kerja elektronika seperti diatas biasanya disebut sebagai peralatan elektronika (*electronic devices*).

VIII



Gambar 1. Peralatan elektronika (*Electronic Device*)

Elektronika merupakan ilmu yang mempelajari alat listrik arus lemah yang dioperasikan dengan cara mengontrol aliran elektron atau partikel bermuatan listrik dalam suatu alat seperti komputer, peralatan elektronik, termokopel, semikonduktor, dan lain sebagainya. Ilmu yang mempelajari alat-alat seperti ini merupakan cabang dari ilmu fisika, sementara bentuk desain dan pembuatan sirkuit elektroniknya adalah bagian dari teknik elektro, teknik komputer, dan ilmu/ teknik elektronika dan instrumentasi.

Revolusi besar-besaran pada peralatan elektronika terjadi sekitar tahun 1960-an, ketika itu mulai ditemukan suatu alat elektronika yang dinamakan Transistor, sehingga dimungkinkan untuk membuat suatu alat dengan ukuran yang kecil dimana sebelumnya alat-alat tersebut masih menggunakan tabung-tabung vacuum yang ukurannya besar serta mengkonsumsi listrik yang besar. Hanya dalam kurun waktu 1 dekade sejak ditemukannya transistor, ditemukan sebuah rangkaian terintegrasi yang dikenal dengan IC (*Integrated Circuit*) merupakan sebuah rangkaian terpadu yang berisi puluhan bahkan jutaan transistor di dalamnya. Sehingga kita bisa melihat sebuah perangkat elektronika semakin kecil bentuknya tetapi semakin banyak fungsinya sebagai contoh televisi yang anda dipakai saat ini dengan televisi yang anda pakai beberapa tahun yang lalu. Yah semua itu berkat revolusi Silikon sebagai bahan dasar pembuatan Transistor dan IC atau CHIP.

Elektronika mempunyai 2 komponen diantaranya yaitu :

1. Komponen Pasif

Komponen pasif merupakan komponen yang dapat bekerja tanpa sumber tegangan. Komponen pasif terdiri dari Hambatan atau tahanan, kapasitor atau kondensator, induktor atau kumparan dan transformator.

2. Komponen Aktif

Komponen aktif merupakan komponen yang tidak dapat bekerja tanpa adanya sumber tegangan. Komponen aktif terdiri dari resistor dan transistor.

Pada pembuatan rangkaian elektronika diperlukan peralatan (seperti obeng, tang, bor dan sebagainya) dan juga papan sirkuit yang digunakan untuk tempat menempelnya komponen elektronika (seperti PCB, *Wishboard*, dan sebagainya

Sistem pembelajaran Festo Didaktik untuk otomatisasi dan teknologi diarahkan berbagai latar belakang pendidikan dan persyaratan kejuruan. Sistem pembelajaran karena itu dipecah sebagai berikut:

Paket pelatihan Teknologi berorientasi

- Mekatronika dan pabrik otomatisasi
- Proses otomatisasi
- pabrik Hybrid belajar dan kontrol teknologi
- robotika Ponsel

Sistem pembelajaran untuk otomatisasi dan teknologi selalu diperbaiki secara paralel dengan perkembangan di bidang pelatihan dan praktek profesional.

Paket teknologi berurusan dengan berbagai teknologi termasuk pneumatik, electropneumatics, hidrolika, electrohydraulics, hidrolika proporsional, programmable logic controller, sensor, teknik elektro, elektronik dan listrik drive.



Gambar 2. Model alat bantu ajar

Desain modular dari sistem pembelajaran memungkinkan untuk aplikasi yang pergi di atas dan melampaui keterbatasan paket pelatihan individu. Misalnya, PLC aktuasi pneumatik, hidrolik dan listrik drive.

Semua paket pelatihan fitur komponen-komponen berikut:

- Hardware
- Media
- Seminar

A. STANDAR KOMPETENSI

KOMPETENSI : **Membaca dan Mengidentifikasi Komponen Elektronika**

KODE : ELKA-MR.UM.002.A

DURASI PEMELAJARAN : 2 Jam @ 18 jam

LEVEL	A	B	C	D	E	F	G
KOMPETENSI KUNCI	1	1	1	1	1	1	1

KONDISI KINERJA	Unit kompetensi ini bisa diperlihatkan dengan baik apabila tersedia: 1. Standard Operating Procedure (SOP) 2. Buku pedoman komponen/ buku data komponen elektronika (katalog) yang cukup 3. Peralatan ukur/ instrumen yang sesuai 4. Peralatan dan bahan yang dipergunakan: 4.1. Peralatan umum identifikasi dan membaca komponen elektronika meliputi: Multimeter Analog dan Digital, LCR meter, dan Kaca pembesar. 4.2. Bahan : Komponen elektronik seperti tersebut di atas.
------------------------	---

SUB KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMBELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
1. Membaca dan mengidentifikasi komponen Resistor	1.1. Resistor dibaca dan diidentifikasi nilainya berdasarkan kode warna dan tanda-tanda lain	Komponen Elektronika	Teliti dalam mengidentifikasi kode warna resistor	Identifikasi kode warna resistor	Memilih resistor berdasarkan kegunaan dan jenis bahan
	1.2. Resistor dikenali komposisi bahannya dan dijelaskan kegunaannya yang berbeda-beda.		Kritis dalam melakukan penetapan nilai resistansi resistor	Penetapan nilai resistor	Mengukur nilai resistor

SUB KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMBELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
2. Membaca dan mengidentifikasi komponen Kapasitor	2.1. Kapasitor diidentifikasi dan dibaca harganya serta tipenya berdasarkan tulisannya atau kode warnanya.	Komponen Elektronika	Teliti dalam mengidentifikasi jenis-jenis kapasitor Kritis dalam melakukan penetapan nilai kapasitansi kapasitor	Pembacaan nilai kapasitor	Mengidentifikasi jenis-jenis kapasitor dan kegunaan dalam sistem elektronik
	2.2. Setiap jenis kapasitor dijelaskan kegunaannya masing-masing			Jenis-jenis kapasitor	
	2.3. Proses charge dan discharge pada kapasitor dijelaskan dan dikaitkan dengan hukum Coulomb.			Pengisian dan pengosongan kapasitor	Menggambaran kurva Pengisian dan pengosongan kapasitor

SUB KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMBELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
3. Membaca dan mengidentifikasi komponen Induktor	3.1. Induktor diidentifikasi dan dipahami nilainya untuk berbagai tipe inti/core (ferrite, udara)	Komponen Elektronika	Teliti dalam mengidentifikasi jenis-jenis induktor	Induktor Jenis-jenis induktor	Mengidentifikasi jenis-jenis induktor dan kegunaan dalam sistem elektronik
	3.2. Setiap jenis induktor dijelaskan kegunaannya dan alasan kenapa dipilih jenis tersebut. 3.3. Pengaruh ukuran kawat dan diameter belitan pada induktor mampu dijelaskan		Kritis dalam melakukan penetapan nilai induktansi induktor	Pengisian dan pengosongan induktor	Menggambaran kurva Pengisian dan pengosongan induktor

SUB KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMBELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
4. Membaca dan mengidentifikasi komponen Transformer	4.1. Transformer dapat diidentifikasi dan dipahami harganya untuk berbagai tipe.	Komponen Elektronika	Teliti dalam mengidentifikasi tipe-tipe transformer	Transformer	Mengidentifikasi tipe-tipe transformer.
	4.2. Mampu dijelaskan bagaimana Transformer digunakan untuk konversi tegangan step-up dan step down.			Jenis-jenis transformer	Menginstalasikan berbagai jenis transformer
	4.3. Dijelaskan kenapa sebuah Transformer memakai laminasi dan intinya dibuat tidak pejal			Laminasi dan inti transformer	

5. Membaca dan mengidentifikasi komponen Transistor	5.1. Transistor dapat dibaca dan diidentifikasi tipenya dan dipahami kegunaannya sebagai UJT, FET, dan Mosfet 5.2. Transistor dapat dijelaskan tentang besaran betha, alpha, pemberian tegangan DC dan range tegangan bias dan kegunaan lainnya.	Komponen Elektronika	Teliti dalam Mengidentifikasi tipenya dan kegunaan Transistor sebagai UJT, FET, dan Mosfet	Rangkaian transistor analisis DC	Mengidentifikasi tipenya dan kegunaan Transistor sebagai UJT, FET, dan Mosfet
			Membuat Karakteristik DC rangkaian transistor	Rangkaian transistor analisis AC	Membuat Karakteristik DC rangkaian transistor
			Membuat Karakteristik AC rangkaian transistor		Membuat Karakteristik AC rangkaian transistor

SUB KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMBELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
6. Membaca dan mengidentifikasi komponen thyristor	6.1. Thyristor dapat dibaca dan diidentifikasi kegunaannya disamping semikonduktor lainnya.	Komponen Elektronika	Teliti dalam Mengidentifikasi tipenya dan kegunaan thyristot sebagai UJT, FET, dan Mosfet	Jenis, karakteristik, dan cara kerja Thyristor	Mengidentifikasi kegunaannya Thyristor disamping semikonduktor lainnya. Membuat Rangkaian aplikasi Thyristor
	6.2. Komponen Diac, Triacs, dan SCR dapat diidentifikasi dan dijelaskan prinsip kerjanya.		Membuat Karakteristik DC rangkaian transistor Membuat Karakteristik AC rangkaian transistor		

7. Membaca dan mengidentifikasi komponen diode	7.1. Diode dapat diidentifikasi dan dipahami tipenya dan kegunaannya	Komponen Elektronika	Teliti dalam melakukan Identifikasi tipe dioda dan kegunaannya	Dioda Dioda sebagai Rangkaian pengamanan arus Rangkaian klipper Dioda detektor Rangkaian Penyearah	Mengidentifikasi tipe dioda dan kegunaannya Membuat : Rangkaian Penyearah, Rangkaian Regulator, Rangkaian Dioda varactor
	7.2. Diode penyearah dapat dijelaskan kegunaannya pada penyearahan tegangan bolak-balik.				
	7.3. Diode zener dapat dijelaskan batas ratingnya, dan kegunaannya pada regulator tegangan searah				
	7.4. Diode detector dapat dijelaskan fungsinya pada pendeteksi sinyal modulasi				
	7.5. Diode Varactor dapat dijelaskan fungsinya				

SUB KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMBELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
	untuk mengubah tegangan menjadi kapasitansi				

SUB KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMBELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
8. Membaca dan mengidentifikasi piranti optik	8.1. Piranti optik diidentifikasi kegunaannya sebagai LED, LCD dan sebagainya.	Komponen Elektronika	Teliti dalam Mengidentifikasi Piranti display (LED, Seven segment, 14 segment, dot matrik, LCD)	Piranti display (LED, Seven segment, 14 segment, dot matrik, LCD)	Mengidentifikasi Piranti display (LED, Seven segment, 14 segment, dot matrik, LCD)
	8.2. Piranti optik untuk Solar sel dapat dijelaskan aktivasinya dengan benar.		Mengidentifikasi Solar sel	Solar sel	Mengidentifikasi Solar sel
	8.3. Piranti optik untuk photo resistor, photodiode, phototransistor dapat dijelaskan pemakaiannya masing-masing dan dapat digambarkan skemanya.		Mengidentifikasi Photo resistor, photo dioda, phototransistor	Photo resistor, photo dioda, phototransistor	Mengidentifikasi Photo resistor, photo dioda, phototransistor

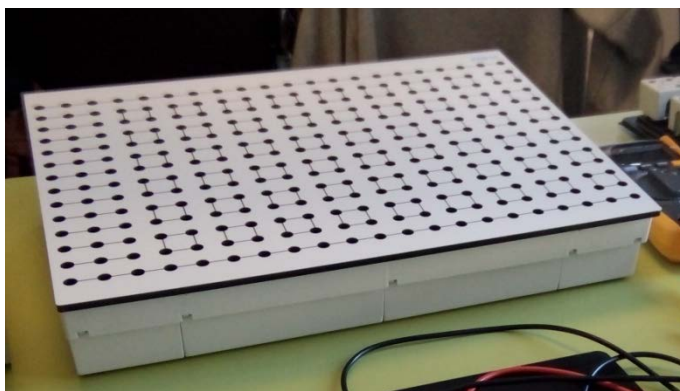
SUB KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMBELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
9. Membaca dan mengidentifikasi kasi komponen MOS, CMOS, FET	9.1. Komponen MOS, CMOS dan FET diidentifikasi tipenya, rating operasinya .	Komponen Elektronika	Teliti	Komponen MOS, CMOS dan FET	Mengidentifikasi Komponen MOS, CMOS dan FET
	9.2. Komponen MOS, CMOS dan FET dapat dijelaskan kegunaannya masing-masing		Mengidentifikasi Kegunaan Komponen MOS, CMOS dan FET	Kegunaan Komponen MOS, CMOS dan FET	Mengidentifikasi Kegunaan Komponen MOS, CMOS dan FET
			Membuat Rangkaian penguat satu tingkat		Membuat Rangkaian penguat satu tingkat

B. Deskripsi Kegiatan

Paket pelatihan Dasar-dasar teknologi Fundamental Elektronika

Paket pelatihan Fundamental Elektronika terdiri dari banyak materi pelatihan individu. Ini bagian dari paket pelatihan dengan dasar-dasar teknologi saat ini, komponen individu termasuk dalam paket pelatihan.

- workstation permanen dengan EduTrainer® patch panel yang universal



Gambar 3. EduTrainer® patch panel universal

- Komponen ditetapkan untuk listrik rekayasa / elektronik dengan colokan jumper dan kabel laboratorium keselamatan
- Unit EduTrainer® power supply Dasar



Gambar 4. Unit EduTrainer® power supply Dasar

- set lengkap peralatan laboratorium (Alat ukur Tegangan Arus dan Tahanan)

Media

Untuk paket pelatihan terdiri dari buku teks teknis dan buku kerja. Buku teks mengkomunikasikan dasar-dasar teknologi saat ini langsung. Buku kerja berisi lembar kerja untuk masing-masing latihan, solusi untuk setiap lembar kerja individu dan CD-ROM. Satu set siap digunakan latihan lembar dan lembar kerja untuk setiap latihan disertakan dengan setiap buku kerja. Data teknis untuk komponen perangkat keras dibuat tersedia bersama dengan paket pelatihan dan pada CD-ROM.

Tabel 1. Media pelatihan

Media	
Textbooks	Technical expertise for electrical professions Electrical engineering
Book of tables	Electrical engineering/electronics
Workbooks	Fundamentals of direct current technology Fundamentals of alternating current technology Fundamentals of semiconductors Basic electronic circuits
Digital learning programs	WBT Electrical engineering 1 – Fundamentals of electrical engineering WBT Electrical engineering 2 – Direct and alternating current circuits WBT Electronics 1 – Fundamentals of semiconductor technology WBT Electronics 2 – Integrated circuits WBT Electrical protective measures

Modul ini membahas mengenai hal hal penting yang perlu diketahui agar siswa dapat memahami jenis-jenis resistor, perhitungan nilai resistor, dan aplikasinya pada rangkaian kelistrikan.

Materi di dalam modul ini disajikan dalam dua kegiatan belajar. Kegiatan belajar 1 mengenai jenis-jenis resistor dan pembacaan nilai resistor. Kegiatan belajar 2 membahas mengenai aplikasi resistor pada rangkaian, yang meliputi tahanan pengganti dan besar arus dan perubahan tegangan beban/resistor yang bekerja pada rangkaian.

Setelah mempelajari modul ini siswa diharapkan dapat menjelaskan jenis dan karakteristik resistor, menguasai pembacaan nilai resistor dan menghitung nilai pengganti resistor pada rangkaian.

C. Waktu

1. Durasi waktu yang dibutuhkan untuk kompetensi ini adalah 40 jam pembelajaran
2. Dilaksanakan dalam waktu 10 x @45 menit pembelajaran

D. Petunjuk Penggunaan Modul

1. Petunjuk Bagi Siswa

Langkah-langkah berikut perlu ditempuh, agar dapat diperoleh hasil belajar yang maksimal, yaitu:

- a. Pelajari baik-baik uraian materi yang ada pada masing-masing kegiatan belajar. Bila saudara menemui kesulitan untuk memahami, tanyakanlah kepada guru pengampu mata kuliah ini.
- b. Kerjakan setiap tugas/soal latihan untuk dapat mengukur seberapa jauh pemahaman yang telah saudara miliki terhadap materi-materi yang disajikan pada setiap kegiatan belajar.
- c. Cocokkan hasil pekerjaan anda dengan jawaban yang telah tersedia di halaman berikutnya. Mencocokkan jawaban dengan pekerjaan anda dapat anda lakukan setelah semua soal anda kerjakan dahulu. Lembar jawab dibuat terpisah dengan lembar soal agar anda dapat mengukur penguasaan anda terhadap materi dengan lebih baik.
- d. Bila belum menguasai level materi yang diharapkan, pelajari lagi materi pada kegiatan belajar yang bersangkutan, atau tanyakanlah kepada guru pengampu mata kuliah ini.
- e. Peralatan dan bahan untuk melakukan kegiatan pada lembar kerja telah tersedia di workshop. Mintalah jadwal (bila tidak terjadwal) kepada guru agar anda mendapatkan bimbingan seperlunya.
- f. Apabila anda telah menyelesaikan salah satu kegiatan belajar, mintalah kepada instruktur / guru pengampu mata kuliah untuk mengikuti ujian kompetensi.

2. Petunjuk Bagi Guru

- a. Membantu siswa dalam merencanakan proses belajar
- b. Membantu siswa melalui tugas-tugas latihan yang dijelaskan dalam tahap belajar.

- c. Membantu siswa dalam memahami konsep, praktik baru dan menjawab pertanyaan siswa mengenai proses belajar.
- d. Membantu siswa untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan untuk belajar.
- e. Mengorganisasikan kegiatan belajar kelompok bila diperlukan.
- f. Merencanakan seorang ahli / pendamping guru dari tempat kerja untuk membantu bila diperlukan.

E. Tujuan Akhir

Resistor

Setelah mengikuti dan melaksanakan kegiatan belajar, siswa diharapkan dapat:

1. Menjelaskan jenis dan karakteristik resistor
2. Membaca nilai resistor dengan baik dan benar
3. Menghitung nilai tahanan pengganti pada rangkaian

Kapasitor

Setelah mengikuti dan melaksanakan kegiatan belajar, siswa diharapkan:

1. Dapat mengidentifikasi dan membaca nilai kapasitansi Kondensator/*Capasitor* serta membedakan tipenya berdasarkan tulisannya atau kode warna-nya.
2. Dapat menjelaskan setiap jenis Kodensator/*Capasitor* kegunaannya masing-masing
3. Dapat menghitung nilai kapasitansi Kondensator/*Capasitor* dirangkai seri.
4. Dapat menghitung nilai kapasitansi Kondensator/*Capasitor* dirangkai paralel.
5. Dapat menjelaskan proses *charge* (pengisian) dan *discharge* (pembuangan) pada Kondensator/*Capasitor* dan dikaitkan dengan hukum *Coulomb*

F. Kompetensi

Modul ini membentuk sub – sub kompetensi menghitung resistansi dan kondensasi serta menganalisa rangkaian listrik yang dapat diaplikasikan untuk system kelistrikan yang sederhana maupun rangkaian kelistrikan lainnya.

Tabel 2. kompetensi

Sub-sub Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Lingkup Belajar	Materi pokok Pembelajaran		
			Sikap	Pengetahuan	Ketrampilan
Menggunakan konsep listrik dalam mendeskripsikan, menganalisa dan menghitung rangkaian listrik	Menghitung resistansi	Nilai resistansi pada rangkaian dan resistor dapat dibaca dan dihitung dengan benar	Teliti dan cermat dalam menghitung nilai tahanan	Jenis, bahan, karakteristik, dan kode resistor Perhitungan tahanan listrik	Menghitung dan membuktikan besarnya tahanan
Membaca dan mengidentifikasi komponen Kapasitor	Komponen Elektronika	Kapasitor diidentifikasi dan dibaca harganya serta tipenya berdasarkan tulisannya atau kode warnanya	Teliti dalam mengidentifikasi jenis-jenis kapasitor Kritis dalam melakukan penetapan nilai kapasitansi kapasitor	Pembacaan nilai kapasitor Jenis-jenis kapasitor Pengisian dan pengosongan kapasitor	Mengidentifikasi jenis-jenis kapasitor dan kegunaan dalam sistem elektronik Menggambar kurva Pengisian dan pengosongan kapasitor

G. Cek Kemampuan

Sebelum mempelajari Modul ini isilah dengan cek list (✓) kemampuan yang telah dimiliki siswa dengan sikap jujur dan dapat dipertanggung jawabkan.

Tabel 3. Sub kompetensi

Sub Kompetensi	Pernyataan	Jawaban		Bila "Ya", kerjakan
		Ya	Tidak	
Menggunakan konsep listrik dalam mendeskripsikan, menganalisa dan menghitung rangkaian listrik	Menjelaskan jenis resistor, cara pembacaan nilai resistor			Soal tes formatif 1
	Menghitung nilai tahanan pengganti pada rangkaian kelistrikan			Soal tes formatif 2

Apabila siswa menjawab **Tidak**, pelajari modul ini.

A. Rencana belajar siswa

Rencanakan setiap kegiatan belajar anda dengan mengisi tabel di bawah ini dan mintalah bukti belajar kepada guru jika telah selesai mempelajari setiap kegiatan belajar.

Tabel 4. Kegiatan belajar

Jenis Kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat belajar	Alasan perubahan	Paraf guru
Karakteristik Resistor					
Rangkaian resistor					
Karakteristik transistor					
Rangkaian transistor					

B. Kegiatan belajar

1. Kegiatan Belajar 1

Karakteristik Resistor

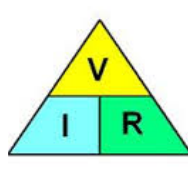
a. Tujuan

- 1) Siswa dapat mengetahui klasifikasi resistor
- 2) Siswa dapat menjelaskan nilai resistor beserta toleransi yang dimiliki.
- 3) Siswa dapat menjelaskan karakteristik berbagai resistor yang biasa digunakan pada kendaraan

b. Uraian materi

Resistor atau tahanan adalah suatu bahan / komponen yang berfungsi untuk mengatur / mengurangi besarnya kecepatan dan kuantitas aliran elektron pada rangkaian listrik. Satuan tahanan adalah Ohm (Ω).

Resistansi R dari resistor dapat ditulis dengan rumus di bawah ini.


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

R = hambatan (Ohm)

V = tegangan (Volt)

I = kuat arus (Ampere)

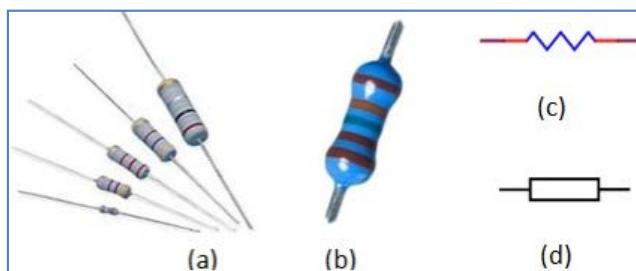
Dalam kesehariannya, juga biasanya digunakan Kilo Ohm, Mega Ohm.

- 1 Kilo Ohm = 1.000 Ohm
- 1 Mega Ohm = 1000.000 Ohm

Didalam sirkuit, sering dijumpai penulisan nilai resistor dengan cara penulisan :

- 6R8 = 6,8 Ω
- 4K7 = 4,7 k Ω = 4700 Ω
- 3m3 = 3,3 M Ω = 3.300.000 Ω

Beragam resistor yang ada di pasaran terbuat dari lilitan kawat, pita, film metal, film oksida metal, cermet, unsur karbon dan lainnya. Simbol dari resistor adalah seperti Gambar. 2, berikut.



Gambar 5. Simbol resistor (a) Carbon film, (b) Metal film,
(c) lambang resistor Amerika, (d) lambang resistor Eropa

Komponen ini merupakan komponen dasar rangkaian elektronika. Hampir semua memakainya. Harganya juga murah, untuk ukuran $\frac{1}{4}$ W 10% per-biji Rp 100,- saja. Fungsi dari resistor tergantung dari rangkaianya, misalnya untuk membatasi arus, membagi tegangan.

Terdapat bermacam resistor, sesuai dengan fungsinya yang akan kita pelajari berikut ini. Resistor Karbon dan Metalfilm Resistor jenis ini banyak kita jumpai, bentuknya relatif kecil, biasanya untuk rangkaian dengan arus kecil, antara $\frac{1}{8}$ W sampai 2 W.

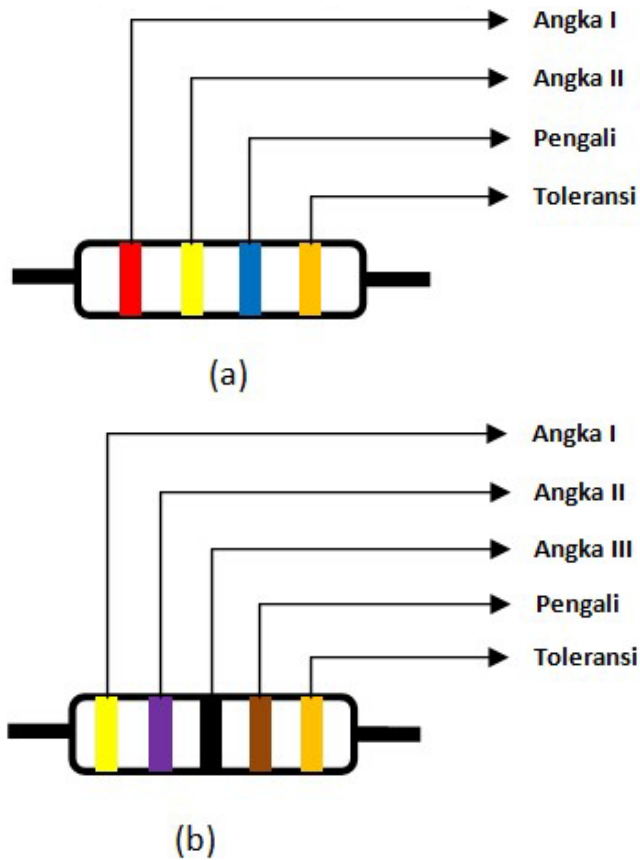
Apabila mengacu pada hukum Ohm, terdapat dua jenis resistor dalam elektronika yaitu:

- Resistor Linier
- Resistor Non linier

1) **Resistor Linier**

Resistor Linier adalah resistor yang biasa kita jumpai pada rangkaian listrik arus lemah yang bekerja sesuai dengan prinsip hukum Ohm. Pengukuran menggunakan Ohm meter, membaca tanda warna pada bagian permukaan resistor dan atau penulisan angka dan huruf yang tertera pada permukaan resistor.

Pada resistor karbon dan metalfilm terdapat gelang berwarna sebagai kode yang menandakan nilai dari resistansinya. Ada yang berjumlah 4 gelang (biasanya warna dasar coklat muda) ada juga yang 5 gelang (biasanya warna dasar biru, kalau di toko elektronika biasa disebut resistor 1 %). Satuan dari nilai resistor adalah Ohm dengan symbol Ω (omega). Nilai resistor diatas 1000 Ohm dinyatakan dengan Kilo Ohm disingkat K Ω (1K Ω =1.000 Ω).



Gambar 6. Gelang warna pada resistor (a) 4 gelang, (b) 5 gelang

Misalnya 4700 Ω dinyatakan dengan 4K7 Ω . 1 Mega Ohm untuk menyatakan resistor dengan nilai lebih dari 1.000.000 Ohm ($1M\Omega = 10^6 \Omega$). Sering juga nilai resistor tidak dinyatakan dalam Ohm atau Ω , tetapi dengan menambahkan huruf 'E' atau 'R', misalnya 120E (120R) nilainya sama dengan 120 Ω . Keterangan kode gelang seperti pada Tabel .

Tabel 5. Kode gelang warna pada resistor

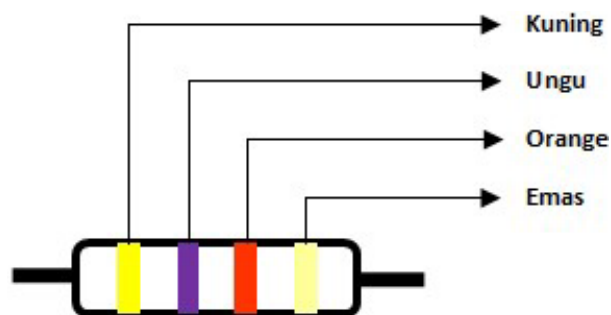
Warna	Gelang Pertama	Gelang Kedua	Gelang Ketiga (multiplier)	Gelang ke Empat (toleransi)	Temp. Koefisien
Hitam	0	0	$\times 10^0$		
Coklat	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$ (F)	100 ppm
Merah	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$ (G)	50 ppm
Jingga	3	3	$\times 10^3$		15 ppm
Kuning	4	4	$\times 10^4$		25 ppm
Hijau	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$ (D)	
Biru	6	6	$\times 10^6$	$\pm 0.25\%$ (C)	
Ungu	7	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$ (B)	
Abu-abu	8	8	$\times 10^8$	$\pm 0.05\%$ (A)	
Putih	9	9	$\times 10^9$		
Emas			$\times 0.1$	$\pm 5\%$ (J)	
Perak			$\times 0.01$	$\pm 10\%$ (K)	
Polos				$\pm 20\%$ (M)	

Untuk lebih mudah dalam menghafalnya, anda dapat menyingkatnya menjadi : Hi – Co – Me – O/Ji – Ku – Hi – Bi – U – A – Put – Em – Pe – Ta (Hijau – Coklat – Merah – Orange/Jingga – Kuning – Hijau – Biru – Ungu – Abu-abu – Emas – Perak – Tak berwarna).

b) Contoh : resistor 4 gelang warna

Untuk resistor dengan 4 gelang, maka :

- Gelang ke 1 : Nilai gelang
- Gelang ke 2 : Nilai gelang
- Gelang ke 3 : 10 nilai gelang
- Gelang ke 4 : Toleransi



Gambar 7. Resistor 4 gelang warna

Nilai gelang – gelangnya adalah :

Gelang ke 1 : kuning = 4

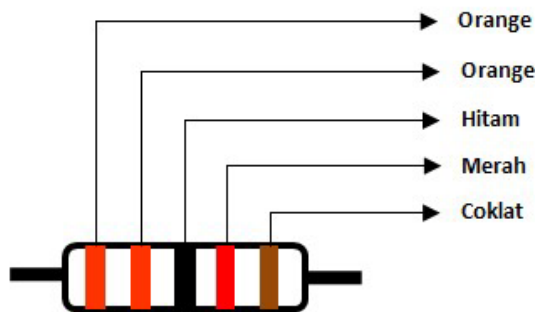
Gelang ke 2 : ungu = 7,
 Gelang ke 3 : orange = 3 (nilai $10 \times 3 = 1000$),
 Gelang ke 4 : emas = 5%.
 Nilai resistor = 47.000Ω 5% (47 k Ω).

Nilai resistor = 47.000 Ohm atau 47 K Ω dengan toleransi 5%.

c) Contoh : Resistor 5 gelang warna

Untuk resistor dengan 5 gelang, cara menghitungnya :

Gelang ke 1 : Nilai gelang
 Gelang ke 2 : Nilai gelang
 Gelang ke 3 : Nilai gelang
 Gelang ke 4 : $10 \times$ nilai gelang
 Gelang ke 5 : Toleransi



Gambar 8. Resistor 5 gelang warna

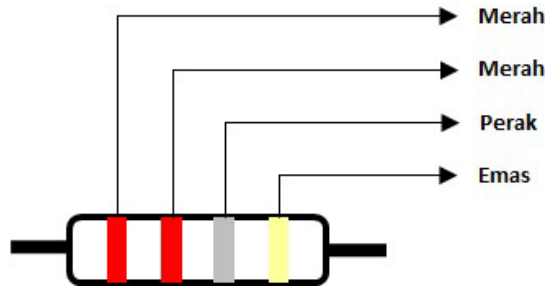
Nilai gelang – gelangnya adalah :

Gelang ke 1 : orange = 3,
 Gelang ke 2 : orange = 3,
 Gelang ke 3 : hitam = 0,
 Gelang ke 4 : merah = 2 (nilai $= 10 \times 2 = 100$),
 Gelang ke 5 : coklat = 1%.
 Nilai resistor = 33.000Ω 1% (33 k Ω).

Nilai resistor = 33.000 Ohm atau 33 K Ω dengan toleransi 1%.

Untuk resistor dibawah 10 Ω , gelang ketiga berwarna emas atau perak. Jika gelang ketiga berwarna emas, maka gelang ketiga sebagai factor kali 0,1 dan jika berwarna perak berarti sebagai faktor kali 0,01.

d) Contoh resistor dengan gelang berwarna perak dan emas



Gambar 9. Resistor dengan gelang warna perak dan emas

Nilai gelang – gelangnya adalah :

Gelang ke 1 : Merah = 2,

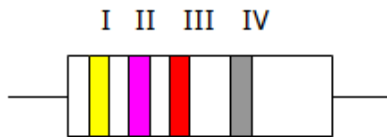
Gelang ke 2 : merah = 2,

Gelang ke 3 : perak = x 0,01,

Gelang ke 4 : emas = 5%.

Nilai resistansinya = $22 \times 0,01 = 0,22 \Omega$ 5%.

Atau dengan contoh lain:

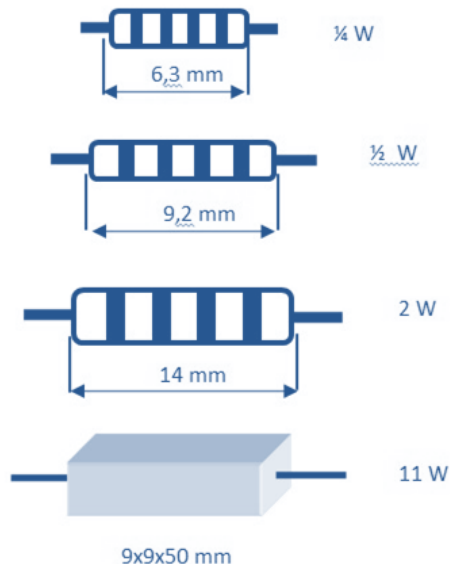


I . Kuning = 4
 II. Ungu = 7
 III. Merah = 00
 IV. Perak = 10%
 $R = 4700 \Omega \ 10 \%$
 $R = 4 \text{ K } 2 \Omega \ 10 \%$



I. Merah = 2
 II. Merah = 2
 III. Hitam = 0
 IV. Merah = 00
 V. Coklat = 1%
 $R = 220 \ 00 \ 1 \%$
 $R = 22 \text{ K } \Omega \ 1 \%$

Ketika resistor dilalui arus yang besar akan menyebabkan panas pada resistor, jika panas terus bertambah hingga melebihi batas kemampuan maka resistor akan rusak. Untuk itu maka dibuat resistor dengan berbagai ukuran berdasarkan disipasi dayanya, seperti $\frac{1}{4}$ watt, $\frac{1}{2}$ watt sampai 11 watt, seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar 10. Resistor berbagai ukuran

Daya (P) dapat dihitung berdasarkan persamaan : $P=V.I$

Dimana :

P = daya (Watt)
V = tegangan (Volt)
I = arus (Ampere)

Sedangkan persamaan untuk tegangan : $V=I.R$ Maka persamaan

Menjadi : $P=(I.R).I$ $P=I.2.R$ $P=V.2/R$ dengan $I.2=V.2/R.2$

Sebagai contoh jika tegangan 12 Volt melewati tahanan 470 Ω maka disipasi daya tahanan adalah : $P=(12).2/470=0,306$ W Dari nilai tersebut maka dapat dipakai resistor minimal $\frac{1}{2}$ Watt.

Pada beberapa resistor lama, gelang kelima dengan warna merah berarti **HY STAB** atau stabilitas tinggi, artinya resistor tersebut dijamin tidak akan melebihi toleransi untuk jangka waktu yang lama. Kode warna lain yang dipakai untuk resistor yang menggunakan 5 gelang/strip bermakna prosentase kesalahan/kerusakan apabila telah digunakan selama 1000 jam. Warna strip dan maknanya adalah :

Tabel 6. Prosentase kode kerusakan resistor

NO	Warna	Persentase Kerusakan	
1.	Coklat	1,0	% per 1000 jam
2.	Merah	0,1	% per 1000 jam
3.	Oranye	0,01	% per 1000 jam
4.	Kuning	0,001	% per 1000 jam

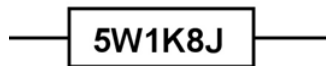
e) **Alpha numeric**

Resistor yang nilai tahanannya ditunjukkan langsung menggunakan angka dan huruf, dikenal dengan *ALPHA NUMERIC*. Selain pembacaan nilai resistor, hal yang

penting untuk difahami adalah sifatnya sama dengan resistor biasa. Akan tetapi nilai tahanannya dapat diubah atau disetel sesuai dengan kebutuhan.

Selain besarnya nilai resistansi, juga langsung tertulis besarnya daya resistor. Makna angka dan huruf terdepan adalah besarnya daya, angka berikutnya menunjukkan nilai tahanan, huruf setelah angka di depan menunjukkan satuan pemangkatan dan huruf terakhir menunjukkan nilai toleransi yang dimiliki.

Contoh :



F = $\pm 1\%$

J = $\pm 5\%$ **M** = $\pm 20\%$

G = $\pm 2\%$

K = $\pm 10\%$

Resistor di atas mempunyai daya sebesar 5 watt dengan nilai tahanan sebesar 1,8 K Ω . Besarnya toleransi yang dimiliki 5%. Dengan demikian range tahanan adalah dari 1755 Ω (1,755 K Ω) sampai dengan 1845 Ω (1,845 K Ω).

Umumnya daya resistor yang tersedia di pasaran bervariasi dari 1/8 W ke atas, yaitu 1/8, 1/4, 1/2, 1, 2, 5, 10, dan seterusnya. Jenis lain dari resistor adalah Variabel resistor yang sifatnya sama dengan resistor biasa. Akan tetapi nilai tahanannya dapat diubah atau disetel sesuai dengan kebutuhan. Dengan melakukan pemutaran pada tempat tertentu maka nilai tahanannya akan berubah. Nilai / range tahanan yang dimiliki bervariasi misalnya 10K, 50K, 100K, dan seterusnya.

2) Resistor non linier

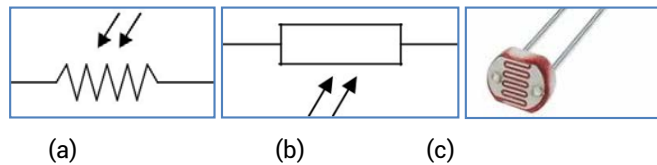
Nilai tahanan yang dimiliki tidak tetap, karena pengaruh dari luar. Prinsip kerja dari resistor ini adalah timbulnya perubahan tahanan bergantung pada kondisi pemicunya. Resistor ini terdiri dari tiga jenis yaitu:

- Fotoresistor atau LDR (*Light Dependent Resistor*)
- Thermistor atau PTC (*Positive Temperature Coefficient*) / NTC (*Negative Temperature Coefficient*)
- Resistor yang tergantung pada tegangan listrik atau VDR (*Voltage Dependent Resistor*)

a) Foto resistor

Foto resistor ini bekerja berdasarkan cahaya yang diterima, besarnya tahanan fotoresistor dalam kegelapan mencapai jutaan Ohm dan turun beberapa ratus Ohm apabila berada dalam keadaan terang. Komponen ini terbuat dari *film cadmium sulfide* yang memiliki tahanan yang besar apabila tidak terkena cahaya.

Simbol foto resistor dalam sirkuit adalah seperti gambar berikut :



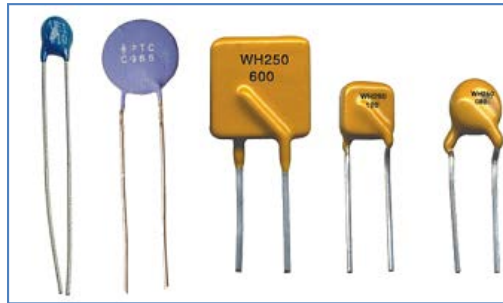
Gambar 11. (a) lambang foto resistor Amerika, (b) lambang foto resistor Eropa, (c) foto resistor

Aplikasi dari foto resistor ini banyak diterapkan pada lampu penerang jalan dan pada control lampu parkir atau lampu taman. Pada bidang Otomotif juga digunakan untuk control sistem pengapian elektronik serta untuk mengontrol lampu penerangan.

Dalam referensi lain foto resistor sering juga disebut **LDR (*Light Dependent Resistor*)**. Resistor yang nilai resistansinya berubah jika terkena cahaya disebut LDR. Pada cahaya gelap nilai resistansinya maksimum, sedangkan pada kondisi paling terang nilai resistansinya minimum. Komponen ini biasa dipakai pada sensor cahaya.

b) Thermistor

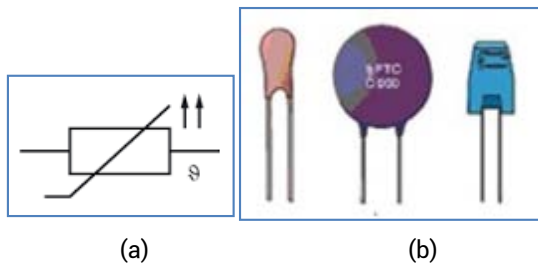
Sesuai dengan namanya, Thermistor adalah sejenis resistor yang bekerja berdasarkan panas yang timbul pada termistor tersebut, akibat dari panas sendiri ataupun panas dari luar. Tahanan termistor akan berubah bila terjadi perubahan temperature yang cukup besar. Beberapa jenis termistor yang biasa dipakai yaitu : Koefisien temperatur positif / *positif temperature coefficient* (P.T.C.) dan koefisien temperatur negatif / *negatif temperature coefisien* (N.T.C.).



Gambar 12. Thermisor

i. PTC (*Positive Temperature Coefficient*)

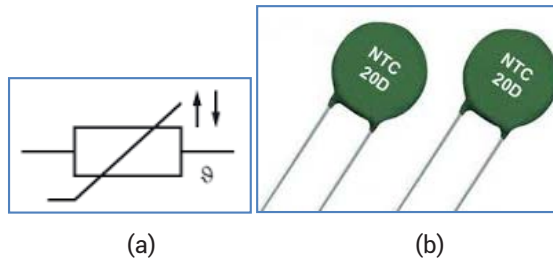
Komponen ini merupakan resistor yang akan berubah nilai resistansinya jika terkena perubahan temperatur/panas. Nilai tahanannya akan bertambah jika suhu bertambah panas.



Gambar 13. (a). Lambang PTC, (b) PTC

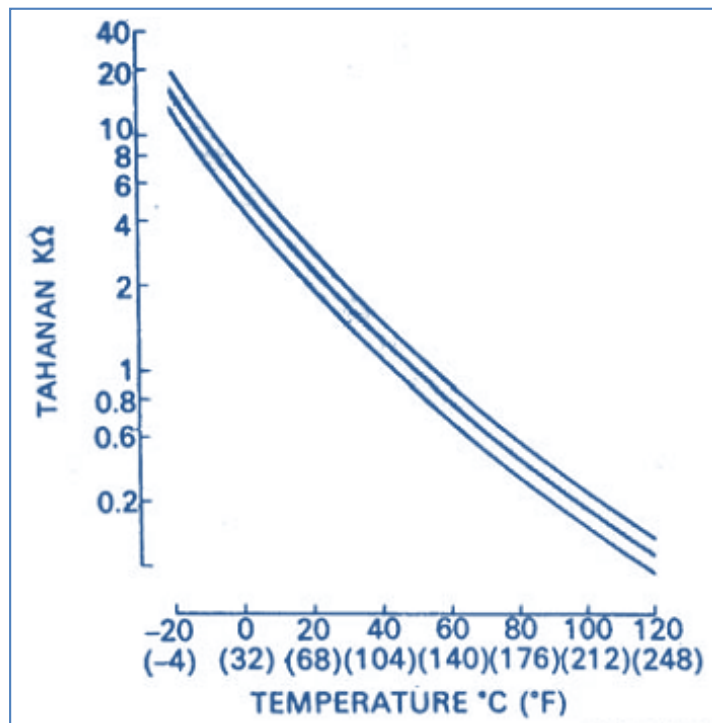
ii. NTC (*Negative Temperature Coefficient*)

Kebalikan dari karakteristik PTC, maka pada NTC jika terkena suhu panas resistansinya akan turun. Aplikasi pemakaian pada kendaraan untuk jenis resistor ini banyak dimanfaatkan untuk mendeteksi temperature air pendingin mesin. Misalkan pada sistem pendingin yang menggunakan thermistor jenis NTC (yang paling banyak diaplikasikan), naiknya suhu air pendingin akan menurunkan nilai tahanan termistor, menyebabkan arus lebih banyak mengalir, dan hasil penunjukan meteran akan bertambah.



Gambar 14. (a). Lambang NTC, (b) NTC

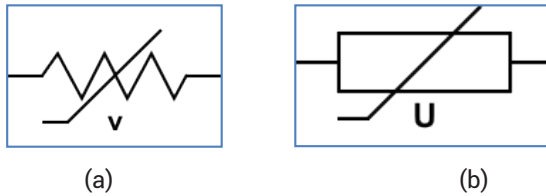
Berikut adalah tabel kapasitas thermistor dengan kesimpulan semakin besar temperatur yang mempengaruhi maka tahanan semakin kecil begitu pula sebaliknya.



Gambar 15. Grafik tahanan thermistor terhadap suhu

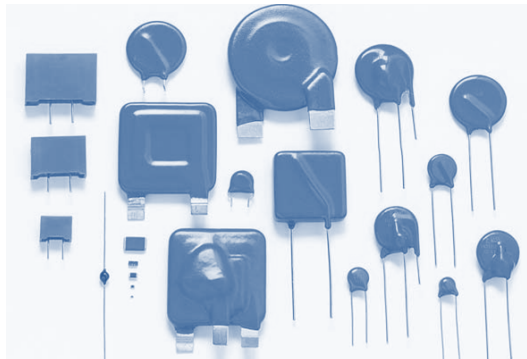
c) VDR (Voltage Dependent Resistor)

VDR (Voltage Dependent Resistor). adalah jenis resistor yang nilainya bergantung pada tegangan listrik. VDR akan mengalami penurunan nilai tahanan apabila tegangan yang mengalir ditingkatkan. Perubahan tahanan yang terjadi adalah tidak linear, peningkatan tegangan dengan nilai yang sama akan menurunkan tahanan sampai sepersepuluh dari ukuran tahanan semula.



Gambar 16. Lambang VDR (a) Amerika, (b) Eropa

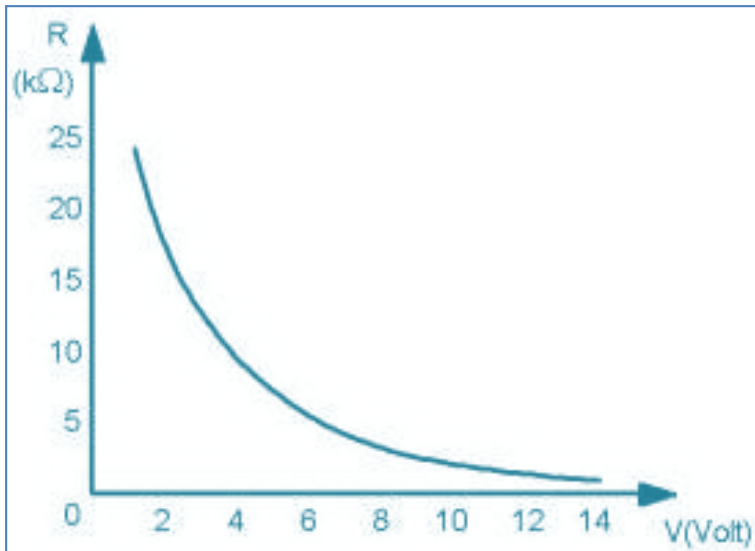
VDR adalah " *Voltage Dependent Resistor* " semikonduktor yang secara prinsip sebagai penggabungan secara anti paralel dari hubungan seri PN Junction. Ketika sebuah tegangan variabel DC disambungkan ke VDR (*Voltage Dependent Resistor*) tanpa memperhatikan polaritas, arus mengalir menyebabkan tegangan diseluruh PN Junction yang terhubung seri. Oleh karena itu, VDR (*Voltage Dependent Resistor*) mempunyai tahanan tinggi saat tegangan rendah dan bertahanan rendah saat tegangan tinggi.



Gambar 17. Berbagai bentuk VDR

Karakteristik VDR (*Voltage Dependent Resistor*)

VDR (*Voltage Dependent Resistor*) disebut juga sebagai varistor yaitu suatu resistor dengan nilai tahanan yang variabel non-linier tergantung dari nilai tegangan yang diberikan pada VDR (*Voltage Dependent Resistor*) tersebut. Nilai resistansi VDR (*Voltage Dependent Resistor*) akan tinggi pada saat tegangan yang diberikan pada VDR tersebut berda dibawah tegangan ambang (*treshold*) dan resistansi akan turun dengan cepat pada saat tegangan yang diberikan pada VDR tersebut melebihi nilai ambang (*treshold*).



Gambar 18. Grafik karakter VDR

VDR digunakan untuk menahan tegangan yang naik secara tiba-tiba dan dalam jumlah yang besar guna melindungi sirkuit yang lainnya.

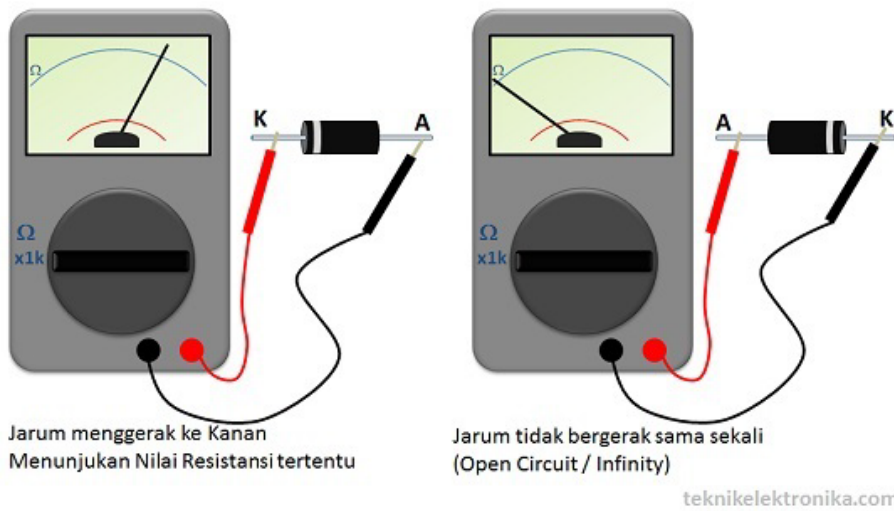
c. Cara mengukur resistor dengan alat

33

Untuk mengetahui apakah sebuah resistor dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya, maka diperlukan pengukuran terhadap resistor tersebut dengan menggunakan multimeter.

1) Cara mengukur resistor dengan multimeter analog:

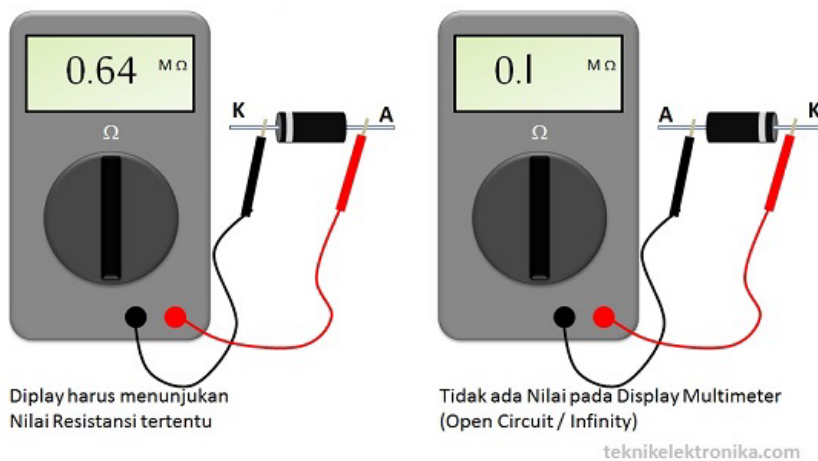
- I. Aturkan posisi saklar pada posisi OHM
- II. Hubungkan probe merah pada terminal katoda
- III. Hubungkan probe hitam pada terminal anoda
- IV. Baca hasil pengukuran di display Multimeter
- V. Jarum pada display multimeter harus bergerak kekanan
- VI. Balikan probe merah ke terminal anoda dan probe hitam pada terminal katoda
- VII. Baca hasil pengukuran di display multimeter
- VIII. Jarum harus tidak bergerak (jika jarum bergerak, maka resistor tersebut berkemungkinan sudah rusak)



Gambar 19. Mengukur tahanan resistor dengan Ohm Meter

2) Cara mengukur resistor dengan multimeter digital

Pada umumnya multimeter digital menyediakan pengukuran untuk fungsi resistor. Jika tidak ada, maka kita juga dapat mengukur resistor dengan fungsi ohm pada multimeter digital dengan cara berikut:



Gambar 20. Cara mengukur resistor dengan multimeter digital
(menggunakan fungsi resistor)

1. Aturkan posisi saklar pada posisi resistor
2. Hubungkan probe hitam pada terminal katoda
3. Hubungkan probe merah pada terminal anoda
4. Perhatikan nilai resistansi yang ditampilkan pada layar

5. Display menunjukkan nilai tertentu (Misalnya 0.42 V)
6. Balikkan probe hitam ke terminal anoda dan probe merah ke katoda
7. Baca hasil pengukuran di display multimeter
8. Tidak terdapat nilai tegangan pada display multimeter (jika terdapat nilai tertentu, maka resistor tersebut kemungkinan sudah rusak)

d. Rangkuman

Resistor dikelompokkan dalam 2 jenis yaitu resistor linier dan resistor tidak linier. Jenis resistor linier merupakan resistor yang nilainya mengacu pada hukum Ohm. Resistor tidak linier mempunyai tahanan yang dapat berubah apabila ada pengaruh dari luar seperti panas, cahaya maupun perubahan tegangan kerja pada rangkaian.

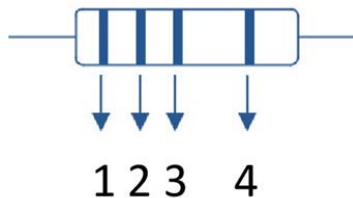
Selain dengan melakukan pengukuran secara langsung menggunakan Ohm meter, nilai tahanan resistor linier juga diberi tulisan atau pengkodean agar lebih memudahkan untuk mengetahui nilai resistor. Pengkodean dapat berupa warna gelang ataupun tertulis langsung. Nilai tahanan yang dimiliki tidak tetap, karena pengaruh dari luar. Prinsip kerja dari resistor ini adalah timbulnya perubahan tahanan bergantung pada kondisi pemicunya. *Resistor* adalah komponen pasif yang fungsinya sebagai penahan aliran listrik dalam rangkaian elektronik, maka dapat dipakai untuk mengatur arus listrik dan membagi tegangan listrik.

Macam-macam *Resistor* dapat dikelompokkan kedalam :

- a) Resistor dengan nilai resistansi tetap (*Fixt Resistor*), nilai resistansinya memakai kode warna :
 - 1) *Resistor* dengan 4 (empat) cincin warna toleransi 5%, 10%
 - 2) *Resistor* dengan 5 (lima) cincin warna toleransinya 1 %
- b) Fotorresistor atau LDR (*Light Dependent Resistor*)
- c) *Resistor* dengan nilai resistansi, dapat dirubah linier /Variabel :
 - 1) **Potentio** : Geser, Putar
 - 2) *Trimer Potentio (Trimpot)*, perubahan dengan alat obeng.
- d) Resistor yang tergantung pada tegangan listrik atau VDR (*Voltage Dependent Resistor*)
- e) *Reisitor* dengan nilai perubahan resistansi tidak linier :
 - 1) Berubah positif terhadap kenaikan suhu **PTC**
 - 2) Berubah negatif terhadap kenaikan suhu **NTC**
 - 3) Berubah negatif terhadap terhadap kenaikan intensitas
 - 4) sinar **LDR**

e. **Tes formatif**

- 1) Alat ukur apa saja yang bisa dipakai untuk membuktikan hukum Ohm?
- 2) Bagaimana bunyi hukum Ohm:
 - a. Dalam kata-kata
 - b. Dalam rumus
- 3) Sebuah lampu listrik dengan tegangan 110V dan arus mengalir 0,5A. berapa resistensi lampu tersebut?
- 4) Sebuah pesawat listrik mempunyai resistansi 275 Ohm saat pijar dihubungkan dengan tegangan 220V. berap besar arus yang mengalir dalam pesawat listrik tersebut?
- 5) Berapa besar tegangan yang diperlukan dalam sebuah kumparan apabila arus yang mengalir 10A sedangkan resistansinya kumparan 22 Ohm?
- 6) Kata AVO dalam alat ukur AVO meter adalah singkatan dari?
- 7) Mengapa pada saat mengukur tegangan DC, pemasangan kutub-kutub dari tegangan yang akan kita ukur tidak boleh terbalik dengan terminal jack pada meter?
- 8) Tentukan besar nilai tahanan pada resistor seperti pada gambar berikut apabila
 - Gelang 1 berwarna jingga/orange
 - Gelang 2 berwarna kuning
 - Gelang 3 berwarna oranye
 - Gelang 4 berwarna emas



- 9) Tentukan nilai tahanan resistor seperti gambar di bawah ini.



- 10) Apa yang dimaksud dengan thermistor NTC dan beri contoh pemakaiannya?

f. Kunci jawaban tes formatif

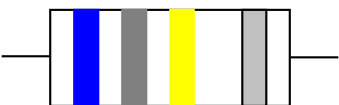
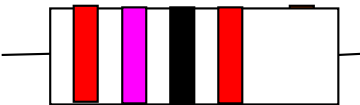
1. Ohm |

2. a. Dalam kata-kata : Arus listrik yang mengalir sebanding dengan tegangannya dan berbanding terbalik dengan hambatannya.
b. Dalam rumus: $I = V/R$
3. Diket: $V = 110 \text{ V}$
 $I = 0,5 \text{ A}$
Ditanya: R ?
Jawab: $R = V/I$
 $= 110/0,5 = 5,5 \Omega$
4. Diket: $R = 275 \Omega$
 $V = 220 \text{ V}$
Ditanya: I ?
Jawab: $I = V/R$
 $= 220/275 = 0,8 \text{ A}$
5. Diket: $I = 10 \text{ A}$
 $R = 22 \Omega$
Ditanya: V ?
Jawab: $V = I \times R$
 $= 10 \times 22 = 220 \text{ V}$
6. AVO meter dapat digunakan untuk mengukur tegangan dan arus listrik baik arus bolak-balik (AC) maupun arus searah (DC), serta untuk mengukur hambatan/tahanan.
7. Karena apabila tidak sesuai atau terbalik, yaitu terminal jack positif ditempelkan dengan negatif tegangan, sedangkan terminal jack negatif ditempelkan dengan kutub positif tegangan yang akan kita ukur, maka penyimpangan jarum penunjuk akan ke kiri atau terbalik, sehingga tidak dapat kita baca hasil pengukuran tersebut.
8. 34.000Ω atau $34 \text{ k}\Omega$ dengan toleransi 5%.
9. a. $5,6\Omega$ dengan toleransi 2%
b. $3,3 \text{ k}\Omega$ dengan toleransi 5%
10. Resistor jenis NTC adalah resistor non linier yang nilai tahanannya dapat berubah berlawanan dengan kenaikan temperatur. Contoh pemakaiannya pada kendaraan adalah seperti pada rangkaian sistem pendingin yaitu untuk temperatur sensor pendingin mesin.

g. Tugas mandiri

- 1) Persiapkan *Resistor* yang memiliki warna-warna kode sesuai Tabel.
- 2) Persiapkan Multimeter dan lakukan Pengukuran, cantumkan dalam tabel hasil pengukuran nilai resistor
- 3) Tulis nilai Resistor sesuai dengan nilai kode warnanya.
- 4) Lakukan kedalam Tabel

Tabel 7. Membaca dan mengidentifikasi *Resistor* .

No	Resistor	Nilai Pengukuran	Nilai Kode
1			
2			
3			
4			
5			

LEMBAR PENILAIAN TUGAS MANDIRI 1

Nama Siswa :

Nomor Induk :

Program Keahlian : Teknik Elektronika

Nama Jenis Pekerjaan : Membaca dan Mengidentifikasi *Resistor*

Tabel 8. Lembar penilaian tugas mandiri 1

No	Aspek Pekerjaan	Skor Maks	Skor Perolehan	Keterangan
1	2	3	4	5
1	Persiapan :			
	Menyiapkan Alat-bahan	20	.....	.....
	Penyiapan tempat	10	.....	.....
2	Pelaksanaan Pekerjaan :			
	Pembacaan Kode-warna	20	.....	.....
	Pengoperasian Multimeter	15	.....	.....
	Pengisian tabel	15	.....	.....
3	Pelaporan :			
	Sistematika penulisan	10	.....	.....
	Validitas data	10	.....	.....
	Total Skor	100	.....	.....
	Yudisium			

KRITERIA PENILAIAN

Tabel 9. Kriteria penilaian

No	Aspek Penilaian	Kriteria Penilaian	Skor
1	Persiapan :	Alat-bahan disiapkan sesuai	20
		Alat-bahan disiapkan tidak sesuai	1
		Tempat disiapkan sesuai Tata Laksana Bengkel	10
		Tempat disiapkan tidak sesuai Tata Laksana Bengkel	1
2	Pelaksanaan Pekerjaan	Pembacaan Kode warna sesuai	20
		Pembacaan Kode warna tidak sesuai	1
		Penggunaan multimeter sesuai	15
		Penggunaan multimeter tidak sesuai	1
		Pengisian tabel sesuai	15
		Pengisian tabel tidak sesuai	1
3	Pelaporan :	Sistimatika laporan sesuai	10
		Sistimatika laporan tidak sesuai	1
		Validitas data sesuai	10
		Validitas data tidak sesuai	1

Arti tingkat penguasaan Kompetensi yang anda peroleh adalah :

1. **Baik sekali**, dapat melanjutkan materi berikutnya = 90% - 100%; (A)
2. **Baik** dapat melanjutkan materi berikutnya = 80% - 89%; (B)
3. **Cukup**, dapat melanjutkan materi berikutnya = 70% - 79%; (C)
4. **Kurang**, tidak dapat melanjutkan materi berikutnya <= 69%; (D)

h. Lembar kerja

1) Alat dan bahan :

a). Resistor

(0,44 Ω 5%; 1 Ω 5%; 390 Ω 5%; 470 Ω 5%; 820 Ω 5%; 1 K Ω 5%; 1K5 Ω 5%; 1 K 8 Ω 5%; 2K2 Ω 5%; 6K8 Ω 5%; 10 K Ω 5%; 22 K Ω 5%; 33 K Ω 5%; 47 K Ω 5%; 56 K Ω 5%; 100 K Ω 5%; 120 K Ω 5% 270 K Ω 5%)

masing-masing 1 buah.

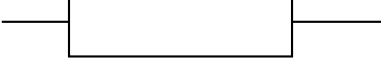
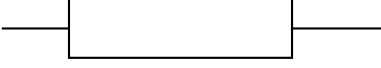
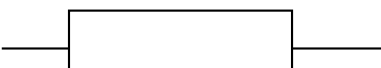
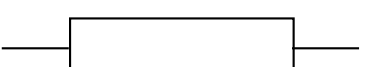
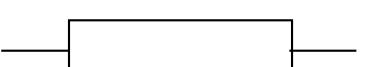
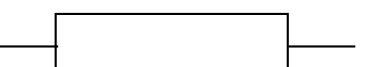
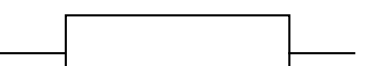
b). Multimeter Sanwa 2 SP 20 D atau jenis yang lain.. 1 Unit.

c). Spidol Warna 1 Lusin

2) Ukur nilainya masing-masing, warnai sesuai nilai resistor tersebut

3) Sampaikan laporan hasil kegiatan praktik anda

Tabel 10. Tabel lembar kerja siswa 1.1. Membaca dan mengidentifikasi *resistor*

No	Nilai R	Warnai sesuai nilainya	Hasil Pengukuran
01	1 K 8 Ω 5%		
02	2 K 2 Ω 5%		
03	6 K 8 Ω 5 %		
04	33 K Ω 1%		
05	47 k Ω 5%		
06	56 K Ω 5%		
07	120 K Ω 1%		
08	820 Ω 5 %		
09	47 Ω 5 %		
10	10 Ω 5 %		

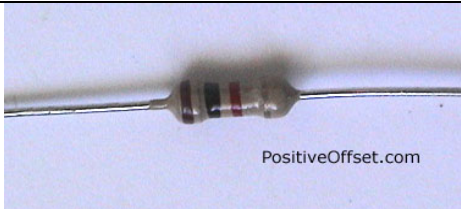
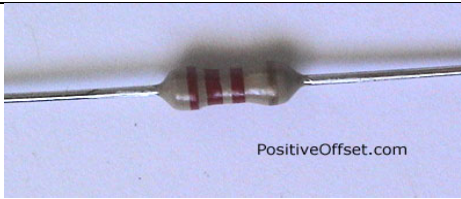
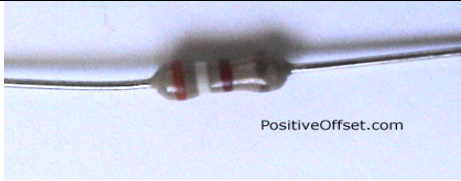
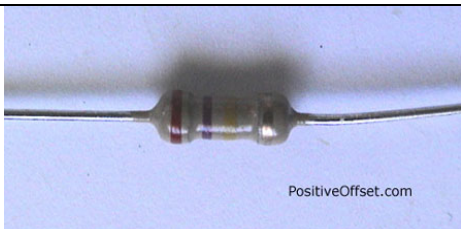
4) Keselamatan kerja

- Pilih selektor multi meter pada Ohm meter dengan kapasitas pengukuran yang sesuai dengan resistor yang diukur.
- Kalibrasi multi meter sebelum digunakan.
- Jangan memegang ujung tester saat menggunakan tester. Bila multimeter tidak dapat sampai NOL saat dikalibrasi, lakukan penggantian baterai.

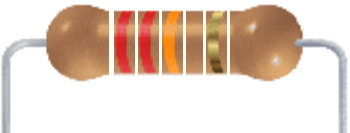
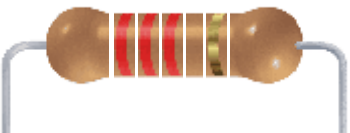
3) Langkah kerja :

- a) Baca nilai resistansi resistor tersebut sesuai dengan kodenya. Catat pada lembar kerja.
- b) Ukur nilai resistor menggunakan Ohm meter, catat pada lembar kerja.
- c) Simpulkan hasil pengukuran dan pembacaan kode.
- d) Kembalikan alat dan bahan yang saudara pinjam.

Tabel 11. Lembar kerja siswa 1.2 membaca dan mengidentifikasi *reistor*

No	Nilai R	Warna Resistor	Hasil Pengukuran
01		 Coklat, Hitam, Merah, Emas	.....
02		 Merah, Merah, Merah, Emas	.....
03		 Orange, Putih, Eoklat, Emas	.....
04		 Kuning, Ungu, Coklat, Emas	.....
05		 Merah, Ungu, Kuning, Emas	.....

Tabel 12. Lembar kerja siswa 1.3 Membaca dan mengidentifikasi *reistor*

No	Nilai R	Warna Resistor	Hasil Pengukuran
01		 Coklat, Hijau, Hitam, Coklat,Emas	.....
02		 Coklat, Hitam, Orange, Emas	.....
03		 Coklat, Hitam, Kuning, Emas	.....
04		 Merah, Merah, Orange, Emas	.....
05		 Merah, Merah, Merah, Emas	.....

PENILAIAN LEMBAR KERJA SISWA 1

Nama Siswa :

Nomor Induk :

Program Keahlian : Teknik Elektronika

Nama Jenis Pekerjaan : Membaca dan mengidentifikasi *Resistor* Dengan kode warna dan Multimeter.

Tabel 13. Penilaian lembar kerja siswa 1

No	Aspek Pekerjaan	Skor Maks	Skor Perolehan	Keterangan
1	2	3	4	5
1	Persiapan :			
	Menyiapkan Alat-bahan	10	.....	.....
	Penyiapan tempat	10	.....	.....
2	Pelaksanaan Pekerjaan :			
	Pembacaan Kode-warna	20	.....	.....
	Pengoperasian Multimeter	15	.....	.....
	Pengisian tabel	15	.....	.....
3	Pelaporan :		.....	.....
	Sistematika penulisan	10	.....	.....
	Validitas data	20	.....	.....
	Total Skor	100	.....	.....
	Yudisium			

Tabel 14. Kriteria penilaian lembar kerja siswa 1

No	Aspek Penilaian	Kriteria Penilaian	Skor
1	Persiapan :		
		Alat-bahan disiapkan sesuai	10
		Alat-bahan disiapkan tidak sesuai	1
		Tempat disiapkan sesuai Tata Laksana Bengkel	10

No	Aspek Penilaian	Kriteria Penilaian	Skor
		Tempat disiapkan tidak sesuai Tata Laksana Bengkel	1
2	Pelaksanaan Pekerjaan	Pembacaan Kode warna sesuai	20
		Pembacaan Kode warna tidak sesuai	1
		Penggunaan multimeter sesuai	15
		Penggunaan multimeter tidak sesuai	1
		Pengisian tabel sesuai	15
		Pengisian tabel tidak sesuai	1
3	Pelaporan :	Sistimatika laporan sesuai	10
		Sistimatika laporan tidak sesuai	1
		Validitas data sesuai	20
		Validitas data tidak sesuai	1

Arti tingkat penguasaan Kompetensi yang anda peroleh adalah :

1. **Baik sekali**, dapat melanjutkan materi berikutnya = 90% - 100%; (A)
2. **Baik** dapat melanjutkan materi berikutnya = 80% - 89%; (B)
3. **Cukup**, dapat melanjutkan materi berikutnya = 70% - 79%; (C)
4. **Kurang**, tidak dapat melanjutkan materi berikutnya <= 69%; (D)

2. Kegiatan Belajar 2

Rangkaian Resistor

a. Tujuan

- 1) Siswa dapat menjelaskan macam rangkaian resistor
- 2) Siswa dapat menentukan besarnya nilai tahanan pengganti pada rangkaian

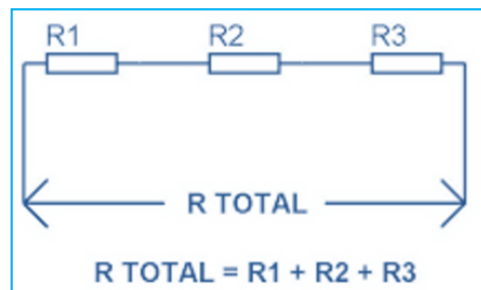
b. Uraian materi

Nilai resistor dalam suatu rangkaian dapat berubah sesuai dengan bentuk rangkaian yang digunakan. Terdapat tiga bentuk rangkaian yang digunakan, yaitu:

- Rangkaian seri
- Rangkaian Paralel
- Rangkaian kombinasi.

1) Rangkaian seri

Rangkaian seri adalah bentuk rangkaian yang bersusun. Nilai total tahanan resistor adalah akumulasi nilai seluruh tahanan pada rangkaian ini. Contoh rangkaian tahanan seri adalah sebagai berikut :



Gambar 21. Resistor dalam rangkaian seri

Nampak bahwa untuk rangkaian seri, ketiga resistor tersebut dapat digantikan dengan sebuah resistor tunggal sebesar R . Besarnya nilai tahanan total (R_{tot}) atau nilai tahanan pengganti = $R_1 + R_2 + R_3$.

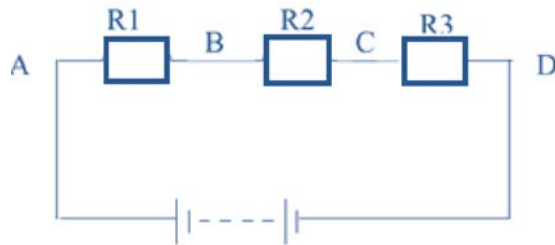
Seperti terlihat pada Gambar 16. pada rangkaian seri semua resistor teraliri **arus yang sama**. Jika arus yang mengalir sebesar I , kita mempunyai

$$V \times I (R_1 + R_2 + R_3)$$

$$V / I = R = R_1 + R_2 + R_3$$

Contoh :

Pada rangkaian seri berikut, apabila $R_1 = 4\Omega$, $R_2 = 4\Omega$ dan $R_3 = 3\Omega$. Tagangan sumber 12 Volt, tentukan besarnya tahanan pengganti antara titik A – D, dan besarnya tegangan pada titik A dan B. (V_1)



Jawab :

Besarnya tahanan pengganti pada titik A-D adalah

$$R_{(A-D)} = R_1 + R_2 + R_3$$

$$= 4\Omega + 4\Omega + 3\Omega$$

$$= 12\Omega \text{ Besarnya } V_1 = R_1 \times I$$

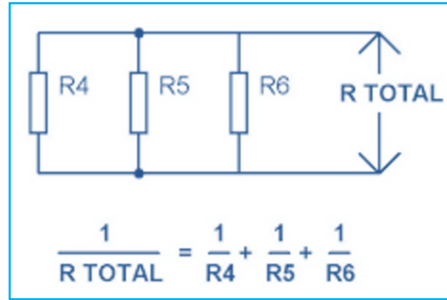
$$I = E / R_{(A-D)} = 12 \text{ volt} / 12\Omega = 1 \text{ Ampere}$$

$$V_1 = 3\Omega \times 1 \text{ Ampere}$$

$$V_1 = 3 \text{ Volt}$$

2) Rangkaian paralel

Pada rangkaian resistor paralel, resistor dipasang berbaris. Nilai tahanan total yang diperoleh dari rangkaian ini akan turun yang besarnya lebih kecil dari nilai tahanan terkecil pada rangkaian paralel. Adapun contoh rangkaiannya adalah sebagai berikut.



Gambar 22. Resistor dalam rangkaian parallel

Pada rangkaian parallel seperti Gambar 16., nampak bahwa masing-masing resistor mendapat **tegangan yang sama**. Jadi

$$I_4 = V / R_4$$

$$I_5 = V / R_5$$

$$I_6 = V / R_6$$

dan

$$I_{total} = I_4 + I_5 + I_6$$

$$I_{total} = V \left[\frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} \right]$$

atau

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_n}$$

$$G = G_4 + G_5 + G_6 + G_n$$

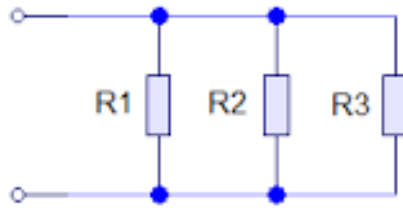
Dimana G biasa disebut sebagai konduktansi, jadi $G = 1/R$, dinyatakan dalam satuan *siemen* (dengan simbol S atau mho atau R^{-1}).

Besarnya nilai tahanan pengganti pada rangkaian parallel adalah lebih kecil dari tahanan terkecil pada rangkaian.

Contoh soal :

Tiga buah resistor yang dipasang parallel pada rangkaian masing-masing memiliki tahanan $R_1 = 3\Omega$, $R_2 = 6\Omega$ dan $R_3 = 4\Omega$.

Bila tegangan kerja sumber adalah 12 volt, tentukan besarnya tahanan pengganti dan arus yang melewati R_1 .



Jawab :

Besarnya tahanan pengganti (R_{AB}) adalah:

$$1/R_{AB} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

$$1/R_{AB} = 1/3\Omega + 1/6\Omega + 1/4\Omega = 9/12 \quad R_{AB} = 1,333 \Omega$$

Besar arus (I_1) yang melewati R_1 adalah:

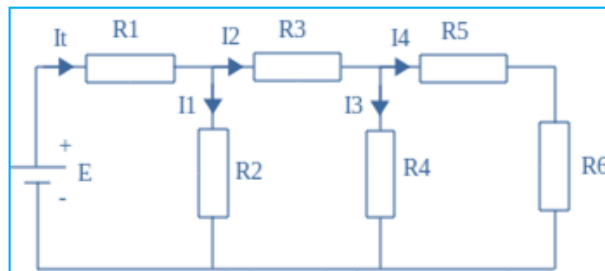
$$I_1 = E/R_1$$

$$I_1 = 12 \text{ volt} / 3 \Omega = 4 \text{ Ampere}$$

3) Rangkaian Kombinasi

Rangkaian kombinasi merupakan gabungan antara rangkaian seri dan parallel.

Nilai total tahanan pada rangkaian ini merupakan jumlah antara nilai tahanan total rangkaian seri dan nilai tahanan total rangkaian parallel. Contoh rangkaian kombinasi :



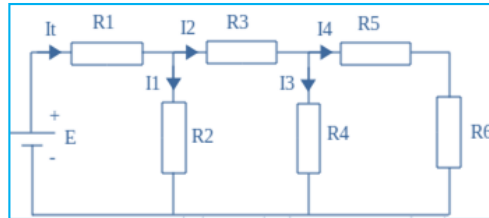
Gambar 23. Rangkaian resistor kombinasi

$$R_{\text{tot}}/R_{\text{pengganti}} = R_{AB} + R_{BC}$$

$$R_s = R_1 + R_3 + R_5 \quad \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_6}$$

Contoh :

Pada suatu rangkaian kombinasi memiliki nilai tahanan masing-masing sebagai berikut, $R_1=1\Omega$, $R_3=3\Omega$, $R_5=2\Omega$, $R_2=6\Omega$, $R_4=12\Omega$, $R_6=4\Omega$, tentukan besarnya nilai tahanan total atau tahanan pengganti pada rangkaian tersebut!



$$R_{tot} = R_s + R_p \quad R_s = R_{AB}, R_p = R_{BC}$$

$$R_s = R_1 + R_3 + R_5$$

$$R_s = 1\Omega + 3\Omega + 2\Omega$$

$$R_s = 6\Omega$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_6}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} + \frac{1}{4} = R_p = 2\Omega$$

$$\text{Maka } R_{tot} = 6\Omega + 2\Omega$$

$$R_{tot} = 8\Omega$$

Dari Contoh soal di atas dapat diketahui bahwa pada rangkaian parallel, besarnya nilai R parallel lebih kecil dari nilai resistor terkecil pada rangkaian tersebut. Nilai R parallel adalah 2 Ω , sedangkan nilai resistor terkecil dalam rangkaian parallel adalah 6 Ω .

c. Rangkuman

Pada rangkaian elektronika, terdapat tiga bentuk rangkaian resistor yaitu rangkaian seri, parallel dan kombinasi. Pada rangkaian seri, bentuk rangkaian beban atau tahanan berjajaran, dan pada rangkaian parallel, tahanan terpasang paralel. Untuk rangkaian tahanan kombinasi adalah gabungan antara tahanan seri dan parallel.

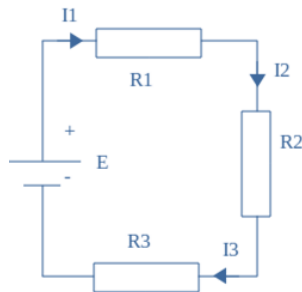
Besarnya tahanan pengganti pada rangkaian seri, adalah dengan menjumlahkan seluruh nilai tahanan. Pada rangkaian parallel, besarnya tahanan pengganti lebih kecil dari nilai tahanan terkecil pada rangkaian. Untuk rangkaian kombinasi, menghitung besarnya tahanan pengganti adalah dengan mengelompokkan jenis rangkaian terlebih dahulu kemudian terakhir dihitung

dengan cara seperti menghitung rangkaian seri. Penggunaan rangkaian tersebut pastinya disesuaikan dengan kebutuhan.

d. Test Formatif 2

1) Diketahui rangkaian seri resistor seperti gambar dibawah ini, yang terdiri dari:

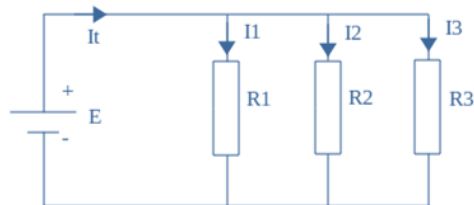
- $R_1 = 6 \Omega$
- $R_2 = 4 \Omega$
- $R_3 = 2 \Omega$
- $E = 12 \text{ V}$



Hitung berapa nilai R_{total} (R_t), I_{total} (I_t), dan tegangan pada tiap-tiap resistor?

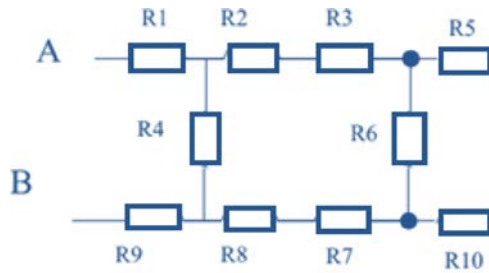
2) Diketahui rangkaian paralel resistor seperti gambar dibawah ini, yang terdiri dari:

- $R_1 = 10 \Omega$
- $R_2 = 20 \Omega$
- $R_3 = 5 \Omega$
- $E = 12 \text{ V}$



Hitung berapa nilai R_{total} (R_t), I_{total} (I_t), dan arus pada tiap-tiap resistor?

3) Tentukan Hitunglah R pengganti atau R total pada titik AB dengan rangkaian seperti di bawah ini, bila diketahui : $R_1=2\Omega$, $R_2= 4\Omega$, $R_3=4\Omega$, $R_4=4\Omega$, $R_5=5\Omega$, $R_6=6\Omega$, $R_8=2\Omega$, $R_9=6\Omega$, $R_{10}=7\Omega$,



e. Kunci jawaban Test Formatif 2

- 1) Kita ketahui dalam rangkaian seri seperti yang pernah ditulis dalam modul, bahwa

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3$$

$$I_t = E_t \div R_t$$

$$I_t = I_1 = I_2 = I_3$$

menghasilkan

$$I_t = I_1 \Leftrightarrow E_t \div R_t = E_1 \div R_1 \Leftrightarrow E_1 = (R_1 \div R_t) \times E_t$$

$$I_t = I_2 \Leftrightarrow E_t \div R_t = E_2 \div R_2 \Leftrightarrow E_2 = (R_2 \div R_t) \times E_t$$

$$I_t = I_3 \Leftrightarrow E_t \div R_t = E_3 \div R_3 \Leftrightarrow E_3 = (R_3 \div R_t) \times E_t$$

maka diperoleh

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 = 6 + 4 + 2 = 12 \, \Omega$$

$$I = E_t \div R_t = 12 \, V \div 12 \, \Omega = 1 \, A$$

$$E_1 = (R_1 \div R_t) \times E_t = (6 \, \Omega \div 12 \, \Omega) \times 12 \, V = 6 \, V$$

$$E_2 = (R_2 \div R_t) \times E_t = (4 \, \Omega \div 12 \, \Omega) \times 12 \, V = 4 \, V$$

$$E_3 = (R_3 \div R_t) \times E_t = (2 \, \Omega \div 12 \, \Omega) \times 12 \, V = 2 \, V$$

- 2) Kita ketahui dalam rangkaian paralel seperti yang pernah dijelaskan pada modul bahwa

$$R_t = R_1 \parallel R_2 \parallel R_3$$

$$R_t = (R_1 \times R_2 \times R_3) \div [(R_1 \times R_2) + (R_1 \times R_3) + (R_2 \times R_3)]$$

$$I_t = E_t \div R_t$$

$$E_t = E_1 = E_2 = E_3$$

Menghasilkan

$$I_1 = E_1 \div R_1 \Leftrightarrow I_1 = E_t \div R_1$$

$$I_2 = E_2 \div R_2 \Leftrightarrow I_2 = E_t \div R_2$$

$$I_3 = E_3 \div R_3 \Leftrightarrow I_3 = E_t \div R_3$$

maka diperoleh

$$R_t = (R_1 \times R_2 \times R_3) \div [(R_1 \times R_2) + (R_1 \times R_3) + (R_2 \times R_3)]$$

$$R_t = (10 \times 20 \times 5) \div [(10 \times 20) + (10 \times 5) + (20 \times 5)] = 2,86 \Omega$$

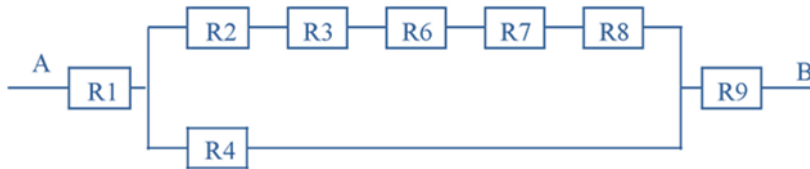
$$I_t = E_t \div R_t = 12 \text{ V} \div 2,86 \Omega = 4,2 \text{ A}$$

$$I_1 = E_t \div R_1 = 12 \text{ V} \div 10 \Omega = 1,2 \text{ A}$$

$$I_2 = E_t \div R_2 = 12 \text{ V} \div 20 \Omega = 0,6 \text{ A}$$

$$I_3 = E_t \div R_3 = 12 \text{ V} \div 5 \Omega = 2,4 \text{ A}$$

- 3) Urutan resistor pada soal dapat disederhanakan seperti gambar berikut.



Pada rangkaian ini R5 dan R10 tidak berarti.

Kelompok resistor R2, R3, R6, R7, R8 merupakan R seri (R_s) yang nilainya dapat dihitung :

$$R_s = R_2 + R_3 + R_6 + R_7 + R_8$$

$$R_s = 4\Omega + 4\Omega + 6\Omega + 2\Omega + 6\Omega$$

$$R_s = 22 \Omega$$

R_s paralel dengan R4 dikelompokkan menjadi R_p sehingga nilainya menjadi

$$1/R_p = 1/R_s + 1/R_4 = 1/22 + 1/4 = 44/13$$

$$R_p = 3,385 \Omega,$$

Nilai total tahanan atau R pengganti (R_t) tersusun seri antara R1, R_p dan R9, sehingga nilai R_t adalah :

$$R_t = R_1 + R_p + R_9 = 2\Omega + 3,385\Omega + 6\Omega = 11,385\Omega$$

Dengan demikian R pengganti untuk rangkaian di atas adalah sebesar **11,385Ω**

- f. Lembar kerja

- 1) Alat dan bahan:

- a) Multi meter buah,
- b) Training KIT

- 2) Keselamatan kerja
 - a) Pilih selektor multi meter pada Ohm meter dengan kapasitas pengukuran yang sesuai dengan resistor yang diukur.
 - b) Kalibrasi multi meter sebelum digunakan. Bila multimeter tidak dapat sampai NOL saat dikalibrasi, lakukan penggantian baterai.
 - c) Jangan menggunakan Ohm meter untuk mengukur pada saat rangkaian masih terhubung dengan sumber tegangan

- 3) Langkah kerja :
 - a) Buatlah jenis rangkaian seri, parallel dan kombinasi pada training kit
 - b) Tentukan tahanan pengganti dengan menghitung secara teoritis terlebih dahulu.
 - c) Lakukan pembuktian perhitungan anda pada masing-masing rangkaian.
 - d) Buat kesimpulan dari percobaan yang anda lakukan
 - e) Bila telah selesai, Kembalikan alat dan bahan ke tempat yang telah ditentukan atau tempat semula.

- 4) Tugas :
 - a) Lakukan pencatatan hal-hal baru yang anda peroleh selama melakukan percobaan
 - b) Buat laporan hasil percobaan anda

3. Kegiatan Belajar 3 :

Kondensator / Capacitor

a. Tujuan kegiatan pembelajaran : Kondensator/Capasitor.

- 1) Dapat mengidentifikasi dan membaca nilai kapasitansi Kondensator/*Capasitor* serta membedakan tipenya berdasarkan tulisannya atau kode warna-nya.
- 2) Dapat menjelaskan setiap jenis Kodensator/*Capasitor* kegunaannya masing-masing
- 3) Dapat menghitung nilai kapasitansi Kondensator/*Capasitor* dirangkai seri.
- 4) Dapat menghitung nilai kapasitansi Kondensator/*Capasitor* dirangkai paralel.
- 5) Dapat menjelaskan proses *charge* (pengisian) dan *discharge* (pembuangan) pada Kondensator/*Capasitor* dan dikaitkan dengan hukum *Coulomb*

b. Uraian materi : Kondensator/Capasitor.

Kondensator/*Capasitor* adalah komponen pasif, notasinya dituliskan dengan huruf **C** berfungsi untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk muatan listrik **banyaknya muatan listrik per detik** dalam satuan ***Qoulomb* (Q)**. Kemampuan Kondensator/*Capasitor* dalam menyimpan muatan disebut kapasitansi yang satuannya adalah *Farad* (F), 1 Farad = 1.000.000 μ F baca (mikro farad), 1 μ F = 1.000 nF baca (nano Farad) dan 1 nF = 1.000 pF baca (piko Farad).

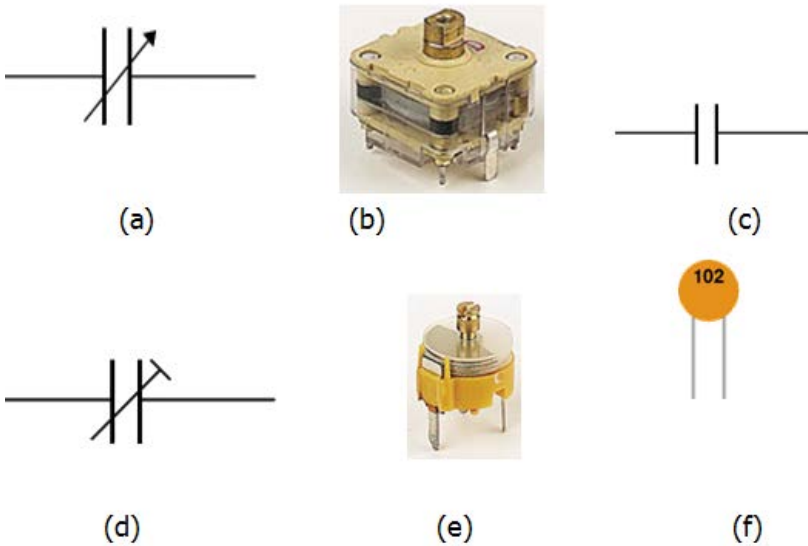
Pada perinsipnya Kondensator/*Capasitor* terdiri dari dua keping konduktor yang dipisahkan oleh bahan penyekat yang disebut bahan **dielektrik**, fungsi zat dielektrik adalah untuk memperbesar kapasitansi Kondensator/*Capasitor* diantaranya adalah : keramik; kertas; kaca; mika; *polyister* dan elektrolit tertentu.

Disamping memiliki nilai kapasitas menyimpan muatan listrik Kondensator/*Capasitor* juga memiliki batas tegangan kerja (*working Voltage*) maksimum yang dicantumkan nilainya pada komponen.

Tegangan kerja Kondensator/*Capasitor* AC untuk non polar : 25 Volt; 50 Volt; 100 Volt; 250 Volt 500 Volt, ...

Tegangan kerja DC untuk polar : 10 Volt; 16 Volt; 25 Volt; 35 Volt; 50 Volt; 100 Volt; 250 Volt ...

1) Identifikasi dan membaca nilai – nilai *Capasitor*/Kondensator



Gambar 24. Kapasitor

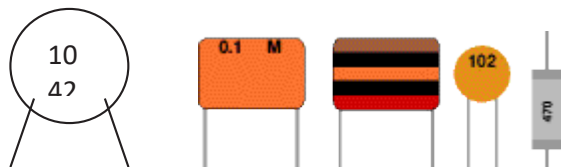
Keterangan Gambar 24 :

- (a) Simbol *Capasitor* Variable
- (b) *Capasitor* Variable
- (c) Simbol *Fixed Capasitor*
- (d) Simbol *Trimer Capasitor*
- (e) *Capasitor* Trimer
- (f) *Capasitor* Keramik

Kondensator/*Capasitor* nonpolar adalah *Capasitor* yang elektrodanya tanpa memiliki kutup positif (+) mampu kutup negatif (-) artinya jika pemasangannya terbaik maka *Capasitor* tetap bekerja.

Contoh Kondensator/*Capasitor* nonpolar yaitu : Kondensator/*Capasitor* variable (Varko); Kertas, Mylar, *Polyester*, Keramik dsb.

- 2) Contoh Kondensator/*Capasitor* nonpolar yaitu :
Kondensator/*Capasitor* variable (Varko); Kertas, Mylar, *Polyester*, Keramik dsb.



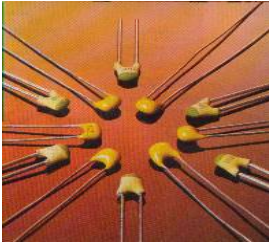
Gambar 25. Berbagai jenis *Fixed Capasitor*

Kondensator/*Capasitor* Keramik, kapasitas

$$= 1 \times 10^4 \text{ pF} = 100.000 \text{ pF} = 100 \text{ nF} = 0.1 \text{ } \mu\text{F} / 25 \text{ V}$$

Kapasitas = 100 nF = 0.1 μ F tegangan kerja 25 Volt

Polystyrene Capacitors



102

$$C = 102$$

$$= 1000 \text{ pF}$$

$$= 1 \text{ nF}$$

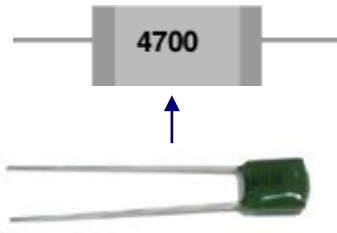
$$= 0.001 \text{ }\mu\text{F}$$

$$C = 4700 \text{ pF}$$

$$= 4.7 \text{ nF}$$

$$= 4\text{n}7 \text{ F}$$

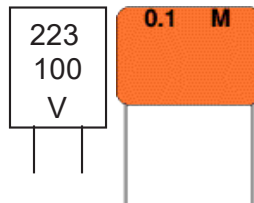
$$C = 1 \text{ pF}$$



Kondensator/Capasitor Mika, kapasitas
 $= 22 \times 10^3 \text{ pF} = 22.000 \text{ pF} = 22 \text{ nF}/100 \text{ V}$
 Kapasitas = 22 nF, tegangan kerja AC 100 Volt.
 Kegunaan untuk: Filter, Kopling, Blok tegangan DC.

$$C = 0.1 \text{ }\mu\text{F}$$

$$= 100 \text{ nF}$$



Gambar 26. Fixed Capacitor.

Capasitor polyester

$$C=0.1 \text{ }\mu\text{F } 0\% \text{ } 100 \text{ V ac}$$

I II III IV V

Coklat, Hitam, Orange, Hitam, Merah

I, II dan III = Kode Capasitor

IV = Toleransi

V = tegangan kerja

$$C=220 \text{ nF } 0\% \text{ } 100 \text{ V}$$



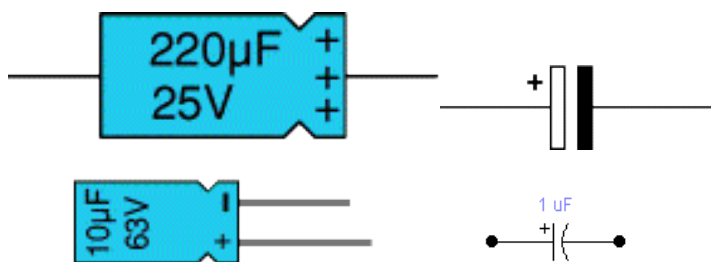
Gambar 27. Cap. Polyester

$C = 10000 \text{ pF } 0\% \text{ } 100 \text{ Volt}$
 $= 100 \text{ nF } 0\% \text{ } 100 \text{ Volt (Working Voltage)}$
 $= 0.1 \text{ } \mu\text{F } 0\% \text{ } 100 \text{ V ac.}$

$C = \text{Merah, Merah, Kuning Hitam, Merah}$
 $C = 220000 \text{ pF } 0\% \text{ } 100 \text{ V}$
 $= 220 \text{ nF } 0\% \text{ } 100 \text{ V}$

3) Kondensator/Capasitor polar

Kondensator/Capasitor Polar elektrodanya mempunyai dua kutup, yakni kutub positif (+) dan kutub negatif (-). Apabila *Capasitor* ini dipasang pada rangkaian elektronika, maka pemasangannya tidak boleh terbalik. Salah satu contohnya adalah *Capasitor* elektrolit atau elko, Tantalum. Nilai kapasitas maksimum dan kutub –kutubnya sudah tertera pada bodi komponen tersebut.



Gambar 28. Electrolyt Capacitors (ELCO)



Gambar 29. Berbagai *Capasitor* Elco.

Elektrolit Kondensator (Elko) kapasitasnya

$10 \mu F = 10 \mu F / 16 \text{ Volt}$

16 V Kapasitاسnya = $10 \mu F = 10.000 \text{ nF} = 10.000.000 \text{ pF}$

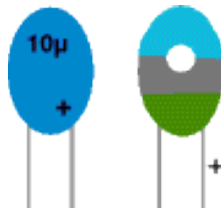
Tegangan kerja DC = 16 Volt maksimum.

4) Tantalum Bead Capacitors

Biru, Abu-abu, Hijau titik Putih C=68 μF

Biru, Abu-abu, Hijau titik Hitam C= 6.8 μF

Biru, Abu-abu, Hijau titik Abu2 C= 0.68 μF

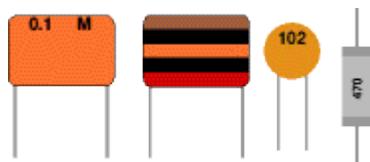


Gambar 30. Tantalum Capacitor

Capasitor jenis ini banyak dipakai pada rangkaian Mother Board Komputer, jenis Capasitor polar yang kuat dengan ukuran fisik kecil.

Capasitor jenis ini banyak dipakai pada rangkaian Mother Board Komputer, jenis Capasitor polar yang kuat dengan ukuran fisik kecil.

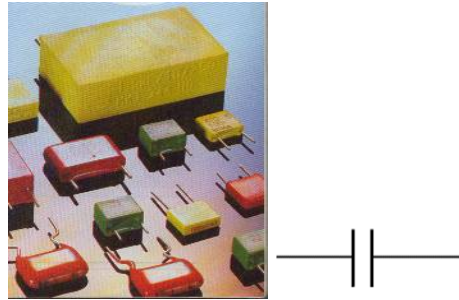
5) Kegunaan masing Kondensator/Capasitor :



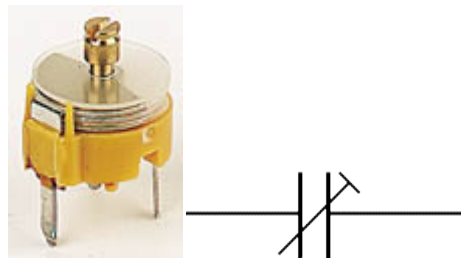
Gambar 31. Fixed Capacitor

a) untuk Filter/penyaring

b) untuk Kopling/penghubung antar rangkaian

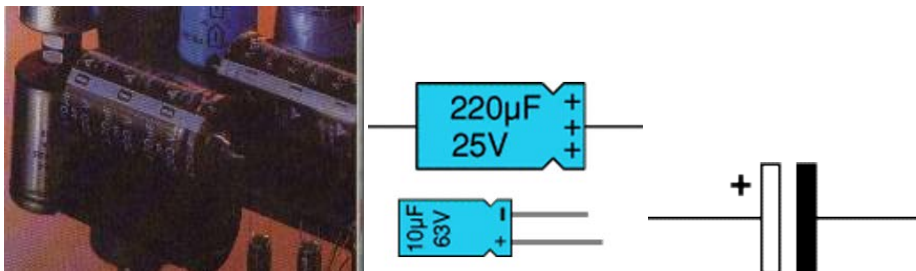


Gambar 32. *Fixed Capacitor*



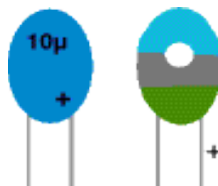
Gambar 33. *Trimer Capacitor*

- a) untuk *Fine Tuning*
- b) untuk *Oscilator*



Gambar 34. ELCO

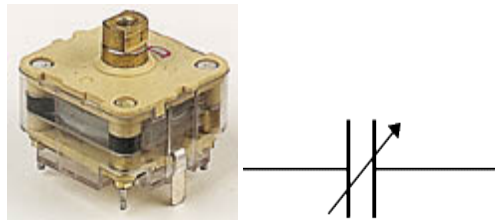
- a. *Bank Capacitor*
- b. *Filter*
- c. *Bank Power*



Gambar 35. Tantalumn

a) *Filter*

b) *Bank Power Mother Board PC*



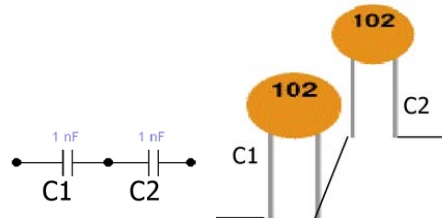
Gambar 36. *Variable Capacitor*

a) untuk *Tuning*

b) untuk *Oscillator*

6) Sambungan Seri Kondensator/Capasitor

Kondensator/*Capasitor* bila dirangkai seri nilai kapasitansya berbanding terbalik dengan nilai masing-masing, semakin banyak rangkaiannya semakin kecil nilai kapasitanya, tetapi tegangan kerjanya bertambah besar.



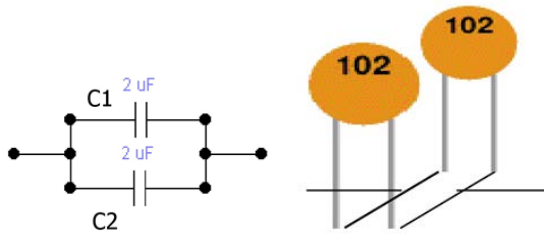
Gambar 37. kapasitor rangkaian seri

$$C_S = (C_1 \times C_2) / (C_1 + C_2)$$

$$C_S = \frac{1 \text{ nF} \times 1 \text{ nF}}{1 \text{ nF} + 1 \text{ nF}} = \frac{1 \text{ nF}}{2 \text{ nF}} = 0.5 \text{ nF} = 500 \text{ pF}$$

7) Sambungan Paralel.

Kondensator/*Capasitor* yang dirangkai paralel nilai kapasitansya akan bertambah besar dan merupakan jumlah dari nilai masing-masing, akan tetapi tegangan kerjanya tidak berubah.



Gambar 38. *Capasitor* Paralel

$$C_p = 1 \text{ nF} + 1 \text{ nF} = 2 \text{ nF}$$

8) Pengisian dan Pengosongan Kondensator/*Capasitor*

a). Energi Pada *Capasitor*

Capasitor yang sudah diisi (*charged*) adalah semacam *reservoir* energi dalam pengisian (*charging*) .

Hal ini jelas sebab apabila pelat – pelat *Capasitor* tersebut kita hubung singkat dengan suatu penghantar maka akan terjadi pengosongan (*discharging*) pada *Capasitor* yang akan menimbulkan panas pada penghantar tersebut.

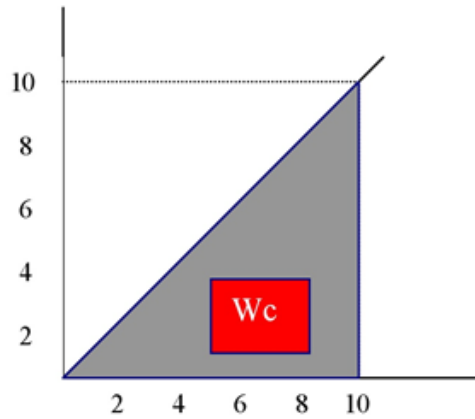
Energi yang dibutuhkan untuk memindahkan muatan 1 *coulomb* pada tegangan 1 volt adalah sebesar 1 joule.

$$W = Q \cdot V$$

Sewaktu mengisi dan membuang muatan *Capasitor*, ternyata tegangan pada *Capasitor* itu akan berubah – ubah seperti pada tabel dan gambar di bawah ini.

V (volt)	Q (coulomb)
0	0
2	2
4	4
6	6
8	8
10	10

Tabel 6 : V dan Q



Gambar 39. antara Muatan dan energi pada *Capasitor*

Hubungan antara Q dan V merupakan garis lurus (*linear*), maka energi yang tersimpan dalam *Capasitor* merupakan luas daerah grafik sebelah bawah.

Jadi :

$$WC = \frac{Q \cdot V}{2} \quad \text{karena } Q = C \cdot V, \text{ maka diperoleh :}$$

$$WC = \frac{1}{2} C \cdot V^2, \text{ atau } WC = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

keterangan :

W C = energi yang tersimpan oleh *Capasitor* dalam *joule*

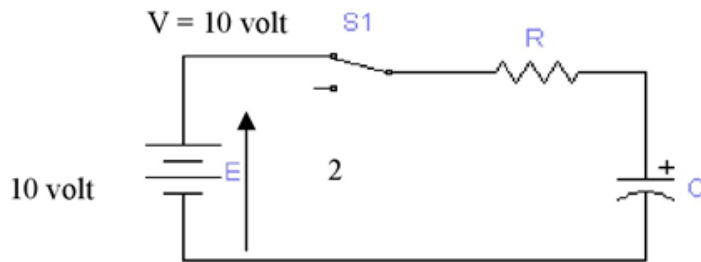
C = kapasitansi dalam farad

V = tegangan *Capasitor* dalam volt

Q = muatan *Capasitor* dalam coulomb

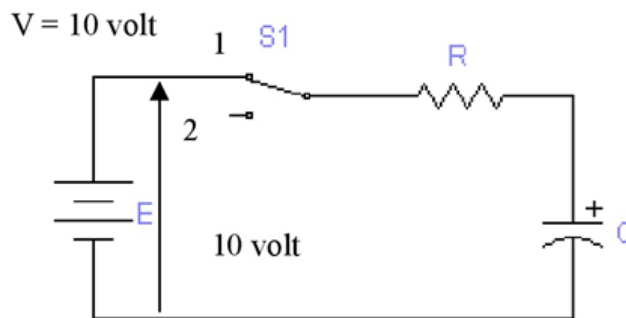
b). Pengisian dan Pengosongan *Capasitor*

Ada dua hal yang harus diperhatikan pada *Capasitor* yaitu pada saat pengisian dan pengosongan muatan.



Gambar 40. Rangkaian pengisian & pengosongan kapasitor

Pada saat saklar S dihubungkan ke posisis 1 maka ada rangkaian tertutup antara tegangan V , saklar S , tahanan R , dan *Capasitor* C . Arus akan mengalir dari sumber tegangan *Capasitor* melalui tahanan R . Hal ini akan menyebabkan naiknya perbedaan potensial pada *Capasitor*. Dengan demikian, arus akan menurun sehingga pada suatu saat tegangan sumber akan sama dengan perbedaan potensial pada *Capasitor*. Akan tetapi arus akan menurun sehingga pada saat tegangan sumber sama dengan perbedaan potensial pada *Capasitor* dan arus akan berhenti mengalir ($I = 0$). Proses tersebut dinamakan pengisian *Capasitor* bentuk – bentuk arus. Tegangan pada proses pengisian *Capasitor* tersebut dapat digambarkan sebagai berikut.

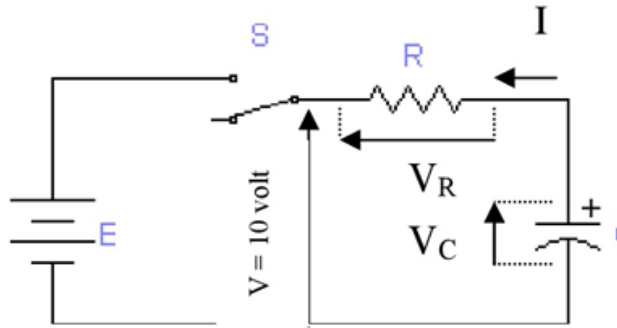


Gambar 41. Posisi Saklar 1 (ON)

Pada saat t_0 , saklar S dihubungkan ke posisis 1 sehingga arus akan mengalir didalam rangkaian, sedangkan $V_c = 0$. pada saat t_0 sampai t_3 terjadi prose pengisian *Capasitor*, arus akan menurun karena perbedaan potensial pada *Capasitor* (V_c) akan bertambah besar. Pada saat t_4 perbedaan potensial pada

Capasitor akan sama dengan tegangan sumber. Jadi arus I sama dengan tegangan nol (ini berarti *Capasitor* tersebut mudah dimuatai/diisi muatan.

Grafik arus dan tegangan yang terjadi merupakan fungsi eksponensial. Kemudian saklar S dihubungkan ke posisi 2 seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 42. Posisi Saklar 2 (Off)

Proses yang terjadi sekarang adalah pengosongan *Capasitor*, arus yang mengalir sekarang adalah berlawanan arah (negatif) terhadap arus pada saat pengisian, sehingga besarnya tegangan pada R (V_R) juga negatif. *Capasitor* akan mengembalikan kembali energi listrik yang disimpannya dan kemudian disimpan ketahanan R . Pada saat t_5 , saklar S dihubungkan pada posisi 2. pada saat itu *Capasitor* masih penuh muatannya. Karena itu arus akan mengalir melalui tahanan R . Pada saat t_6 sampai t_8 terjadi proses pengosongan *Capasitor*, tegangan *Capasitor* akan menurun sehingga arus yang melalui tahanan R akan menurun. Pada saat t_9 , *Capasitor* sudah membuang seluruh muatannya ($V_C = 0$) sehingga demikian aliran arus pun berhenti T_1 ($I = 0$).

Dalam penyelidikan ternyata waktu yang diperlukan untuk pengisian *Capasitor* dan waktu yang diperlukan untuk pengosongan *Capasitor* tergantung pada besarnya kapasitansi yang bersangkutan dan tahanan yang dipasang seri terhadap *Capasitor* tersebut. Waktu pengisian *Capasitor* dan waktu pengosongan *Capasitor* tersebut disebut konstanta waktu (*time constant*) yang rumusnya adalah :

$$t = R.C$$

dimana :

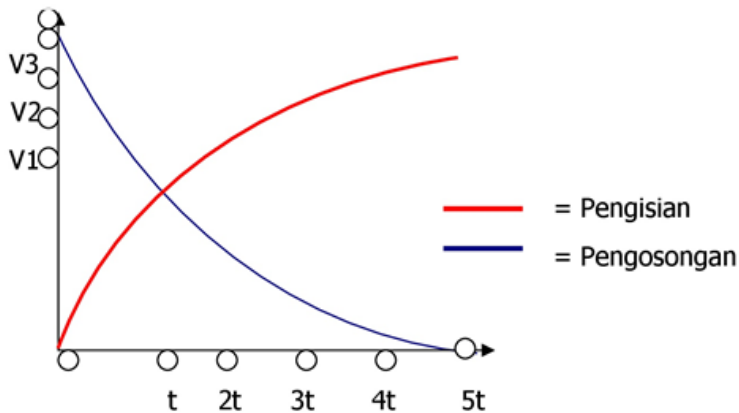
t = konstanta waktu dalam detik

R = konstanta dalam Ohm (Ω)

C = kapasitansi dalam farad

Setelah RC detik, besar tegangan pada *Capasitor* yang sedang diisi muatan akan mencapai 63% dari harga tegangan pada saat pengisian penuh.

Sedangkan tegangan yang terdapat pada *Capasitor* yang sedang membuang muatan setelah RC detik akan turun sehingga mencapai 37% dari harga tegangan pada saat pengisian penuh.



Gambar 43. Pengisian & Pengosongan *Capasitor*

Keterangan :

t = $R \cdot C$ detik

Pengosongan :

$$V_1 = \frac{V_0}{e} = 0,37V_0 = 37\%$$

$$V_2 = \frac{V_1}{e} = 0,37 \cdot 0,37V_0 = 14\%$$

$$V_3 = \frac{V_2}{e} = 0,37 \cdot 0,37 \cdot 0,37 V_0 = 5\%$$

Pengisian :

$$V_1 = 100\% \cdot V_0 - V_1 = 100\% V_0 - 37\% V_0 = 63\% \cdot V_0$$

$$V_2 = 100\% \cdot V_0 - V_2 = 100\% V_0 - 14\% V_0 = 86\% \cdot V_0$$

$$V_3 = 100\% \cdot V_0 - V_3 = 100\% V_0 - 5\% V_0 = 95\% \cdot V_0$$

4. Rangkuman

- a. Kondensator disebut juga *Capasitor*, notasinya ditulis dengan huruf C.
- b. Kondensator/*Capasitor* adalah komponen pasif yang memiliki dua elektroda, dapat menyimpan muatan listrik kapasitasnya dinyatakan dalam satuan Farad (F), $1 \text{ F} = 1.000.000 \mu\text{F}$; $1 \mu\text{F} = 1.000 \text{ nF}$ dan $1 \text{ nF} = 1.000 \text{ pF}$.
- c. Banyaknya muatan listrik per detik dinyatakan dalam *Qoulomb* (Q).
- d. Kondensator non polar memiliki elektroda yang tidak ada polaritasnya, sehingga pemasangannya boleh balak-balik, disamping memiliki nilai kapasitas juga memiliki tegangan kerja AC.
- e. Kondensator polar memiliki dua elektroda yang berbeda polaritasnya, yang satu bermuatan « + » dan elektroda yang lain bermuatan «-», pemasangannya tidak boleh terbalik, disamping memiliki kapasitas juga memiliki tegangan kerja DC.
- f. Kegunaan Kondensator non polar untuk : *Filter* ; *Kopling* ; *Blocking DC*
- g. Kegunaan Kondensator polar : *Filter*, *Kopling*, *Bank Capasitor*, *Bank Power*.
- h. Kondensator yang dirangkai seri nilai kapasitasnya akan mengecil sebanding dengan nilai masing-masing, akan tetapi tegangan kerjanya bertambah besar sejumlah tegangan kerja masing-masing.
- i. Kondensator yang dirangkai paralel kapasitasnya merupakan jumlah dari nilai masing-masing, akan tetapi nilai kapasitasnya tetap sama dengan yang tertera dalam komponen tersebut.
- j. Muatan *Capasitor* pada saat $t = R \cdot C$ akan terisi/ terbuang = 50 %
 Pada saat $t = 2 \text{ RC}$ akan terisi/terbuang = 63 %
 Pada saat $t = 3 \text{ RC}$ akan terisi/terbuang = 86 %
 Pada saat $t = 4 \text{ RC}$ akan terisi/terbuang = 95 %

Pada saat $t = 5 RC$ akan terisi/terbuang = 100 %

5. Tugas Mandiri

- a. Alat dan Bahan
 - 1) Persiapkan *Capasitor* (100 pF ; 2n2 F ; 47 nF ; 200 nF ; 0.02 uF)
 - 2) Multimeter atau *RCL Bridge*.
- b. Tuliskan nilai kapasitas masing-masing sesuai kode pada komponen.
- c. Ukur nilai kapasitansi masing-masing dan tuliskan dalam tabel.
- d. Bandingkan nilai pengukuran dan pembacaan kode yang tertera
- e. Periksakan hasilnya pada guru.

Tabel 15. Membaca dan mengidentifikasi Kondensator/*Capasitor*

No	Angka Kode Kondensator	Nilai Kapasitas (μF ; nF atau pF)	Nilai Pengukuran
01	204 50 V	.....	.....
02	473 250 V	.....	.....
03	222 100 V	.....	.....
04	101 25 V	.....	.....
05	.02 μF 16 V	.....	.....

LEMBAR PENILAIAN TUGAS MANDIRI

Nama Siswa :

Nomor Induk :

Program Keahlian : Teknik Elektronika

Nama Jenis Pekerjaan : Membaca dan mengidentifikasi
Kondensator/*Capasitor*

Tabel 16. Lembar penilaian tugas mandiri

No	Aspek Pekerjaan	Skor Maks	Skor Perolehan	Keterangan
1	2	3	4	5
1	Persiapan :			
	Menyiapkan Alat-bahan	20	.....	.....
	Penyiapan tempat	10	.....	.....
2	Pelaksanaan Pekerjaan :			
	Pembacaan Kode	20	.....	.....
	Pengoperasian RCL Bridge atau Multimeter	15	.....	.....
	Pengisian tabel	15	.....	.....
3	Pelaporan :		.....	.....
	Sistematika penulisan	10	.....	.....
	Validitas data	10	.....	.....
	Total Skor	100	.....	.....
	Yudisium			

KRITERIA PENILAIAN TUGAS MANDIRI

Tabel 17. Kriteria penilaian tugas mandiri

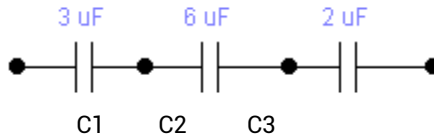
No	Aspek Penilaian	Kriteria Penilaian	Skor
1	Persiapan :	Alat-bahan disiapkan sesuai	20
		Alat-bahan disiapkan tidak sesuai	1
		Tempat disiapkan sesuai Tata Laksana Bengkel	10
		Tempat disiapkan tidak sesuai Tata Laksana Bengkel	1
2	Pelaksanaan Pekerjaan	Pembacaan Kode sesuai	20
		Pembacaan Kode tidak sesuai	1
		Penggunaan RCL Bridge atau Multimeter sesuai	15
		Penggunaan RCL Bridge atau Multimeter tidak sesuai	1
		Pengisian tabel sesuai	15
		Pengisian tabel tidak sesuai	1
3	Pelaporan :	Sistimatika laporan sesuai	10
		Sistimatika laporan tidak sesuai	1
		Validitas data sesuai	10
		Validitas data tidak sesuai	1

Arti tingkat penguasaan Kompetensi yang anda peroleh adalah :

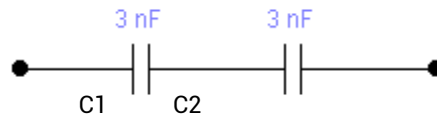
1. **Baik sekali**, dapat melanjutkan materi berikutnya = 90% - 100%; (A)
2. **Baik** dapat melanjutkan materi berikutnya = 80% - 89%; (B)
3. **Cukup**, dapat melanjutkan materi berikutnya = 70% - 79%; (C)
4. **Kurang**, tidak dapat melanjutkan materi berikutnya <= 69% (D)

6. Tes formatif

1). Hitunglah nilai kapasitas Kondensator Seri dari :

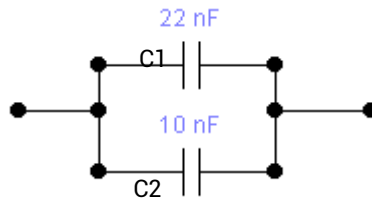


a). $C_S = \dots\dots\dots \mu F = \dots\dots\dots nF = \dots\dots\dots pF$

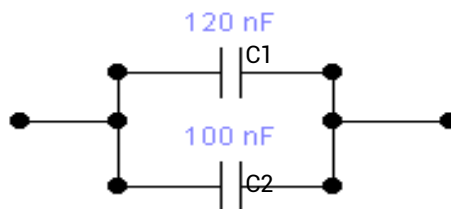


b). $C_S = \dots\dots\dots nF = \dots\dots\dots pF$

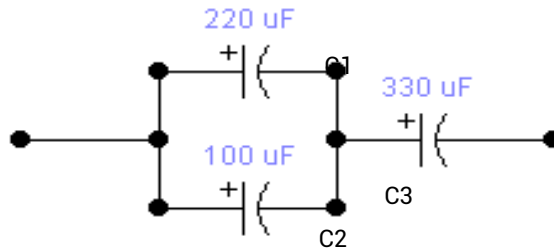
2). Hitunglah nilai kapasitas Kondensator Paralel dari



a). $C_p = \dots\dots\dots nF = \dots\dots\dots pF$

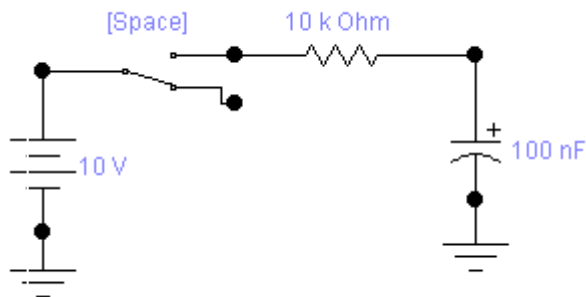


b). $C_p = \dots\dots\dots \mu F = \dots\dots\dots nF = \dots\dots\dots pF$



c). $C_p = \dots\dots\dots \mu F$ d). $C_S = \dots\dots\dots \mu F = \dots\dots\dots nF$

3). Bila posisi Saklar di hubungkan (ON) Hitung :



- Hitung $t = \dots\dots\dots mS$
- Berapa Tegangan Kondensator pada waktu pengisian 2 mS ?
- Berapa waktu yang diperlukan agar tegangan Kondensator sebesar tegangan Sumber (10 V) ?
- Berapa tegangan *Capasitor* yang tersisa, setelah saklar *off* 3 mS ?

7. Kunci jawaban Tes formatif

1). a). $CS = 1 \mu F = 1.000 \text{ nF} = 1.000.000 \text{ pF}$

b). $CS = 1.5 \text{ nF} = 1.500 \text{ pF}$

2). a). $Cp = 33 \text{ nF} = 33.000 \text{ pF}$

b). $Cp = 0.22 \mu F = 220 \text{ nF} = 220.000 \text{ pF}$

c). $Cp = 330 \mu F$

d). $CS = 165 \mu F = 165.000 \text{ nF}$

3). a). $t = 1 \text{ mS}$

b). $t = 2 \text{ mS}$ maka $VC = 63\% \times 10 \text{ V} = 6,3 \text{ V}$

c). $VC = VS = 5 RC = 5 \text{ mS}$

d). $VC = 10V - 86\% = 10V - 8.6V = 1.4 \text{ V}$

8. Lembar kerja Siswa: Tugas Terstruktur

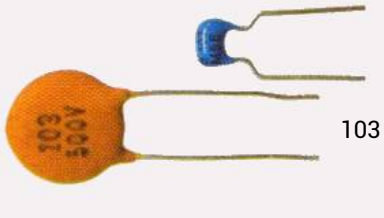
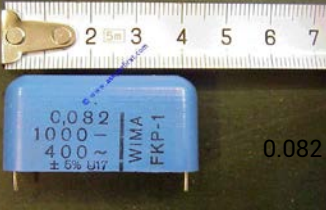
- 1) Alat dan Bahan
 - a). Persiapkan *Capasitor* (33 pF; 220 pF; 330 pF; 2n2 F; 3n3 F; 10 nF; 47 nF dan 82 nF) masing-masing 1 Buah.
 - b). Siapkan Multi Tester atau *RCL Bridge* tester 1 Unit.
- 2) Tuliskan kode kapasitas yang tertera didalam komponen pada tabel sesuai dengan nilainya.
- 3) Persiapkan Multimeter, tempatkan pada posisi *Capasitor* tester atau gunakan *RCL Bridge*.
- 4) Ukurlan nilai kapasitas masing-masing *Capasitor*, tulis di tabel
- 5) Bandingkan nilai hasil pengukuran dan pembacaan angka kode
- 6) Lakukan analisa dan buatlah kesimpulan
- 7) 7). Buat Laporan Praktik dan serahkan tugas setelah selesai dikerjakan !

Tabel 18. Membaca dan Mengidentifikasi Kondensator/*Capasitor*

No	Nilai Kapasitas	Kode di dalam Komponen	Hasil Pengukuran
1	0.047 μ F/25V		
2	220 pF/ 50V		
3	470 nF/ 100 V		
4	10 nF / 25 V		
5	330 pF/ 100 V		

9. Tabel lembar kerja siswa

Tabel 19. Membaca dan Mengidentifikasi Kondensator/Capasitor.

No	Nilai Kapasitas	Kode di dalam Komponen	Hasil Pengukuran
1		 33	.....
2		 103	.....
3		 2200	.....
4		 3300	.....
5		 0.082	.....

Instrumen Penilaian

Setelah anda selesai menjawab pertanyaan test formatif diatas, cocokkanlah jawaban anda dengan kunci jawaban tes formatif. Gunakan rumus tingkat penguasaan materi untuk mengetahui tingkat penguasaan kompetensi anda terhadap materi **membaca dan mengidentifikasi Kondensator/Capasitor**.

Tingkat penguasaan Kompetensi = Jumlah jawaban anda yang benar / 10 x 100 %

Arti tingkat penguasaan Kompetensi yang anda peroleh adalah :

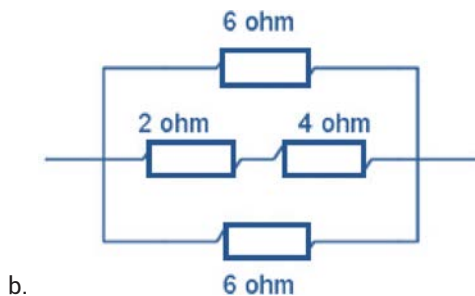
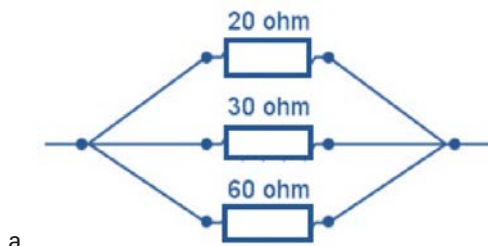
1. **Baik sekali**, dapat melanjutkan materi berikutnya = 90% - 100%; (A)
2. **Baik** dapat melanjutkan materi berikutnya = 80% - 89%; (B)
3. **Cukup**, dapat melanjutkan materi berikutnya = 70% - 79%; (C)
4. **Kurang**, tidak dapat melanjutkan materi berikutnya $\leq 69\%$; (D)

A. Pertanyaan

1. Tiga buah hambatan disusun secara seri, masing – masing nilainya 4 Ohm, 3 Ohm dan 5 Ohm. Hambatan ini kemudian dipasang pada tegangan 120 volt. Hitunglah besarnya tegangan pada hambatan 3 Ohm.
2. Hitung nilai resistor pengganti dari ketiga resistor yang dirangkai seperti di bawah ini !



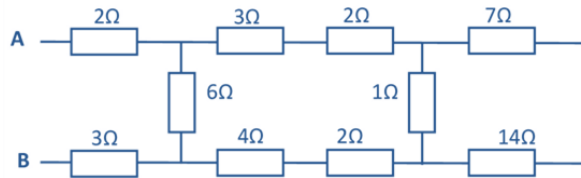
3. Hitung nilai resistor pengganti yang dirangkai seperti di bawah ini !



4. Tiga buah hambatan dihubungkan secara paralel. Hambatan tersebut masing masing bernilai 2 Ohm, 1 Ohm dan 2 Ohm. Jika rangkaian hambatan

tersebut dihubungkan pada tegangan 12 volt, hitunglah besarnya kuat arus total dan kuat arus yang mengalir pada hambatan 1 Ohm.

5. Hitunglah besar hambatan pengganti dari rangkain hambatan di bawah ini.



Penyelesaian

1. Tiga buah hambatan disusun secara seri, masing – masing nilainya 4 Ohm, 3 Ohm dan 5 Ohm. Hambatan ini kemudian dipasang pada tegangan 120 volt. Hitunglah besarnya tegangan pada hambatan 3 Ohm.

Penyelesaian:

$$R_1 = 4 \text{ Ohm}$$

$$R_2 = 3 \text{ Ohm}$$

$$R_3 = 5 \text{ Ohm}$$

$$V = 120 \text{ volt}$$

$$R_{\text{total}} = 4 \text{ Ohm} + 3 \text{ Ohm} + 5 \text{ Ohm} = 12 \text{ Ohm}$$

$$V = I \cdot R$$

$$I = V/R_{\text{total}} = 120 / 12 = 10 \text{ A}$$

V pada R_2 (bernilai 3 Ohm) adalah

$$\begin{aligned} V_{R_2} &= I \times R_2 \\ &= 10 \times 3 \\ &= 30 \text{ volt} \end{aligned}$$

2. Hitung nilai resistor pengganti dari ketiga resistor yang dirangkai seperti di bawah ini !



Penyelesaian:

Diketahui:

$$R_1 = 2 \text{ Ohm}$$

$$R_2 = 4 \text{ Ohm}$$

$$R_3 = 3 \text{ Ohm}$$

Ditanyakan:

$$R_s = \dots\dots\dots ?$$

Dijawab :

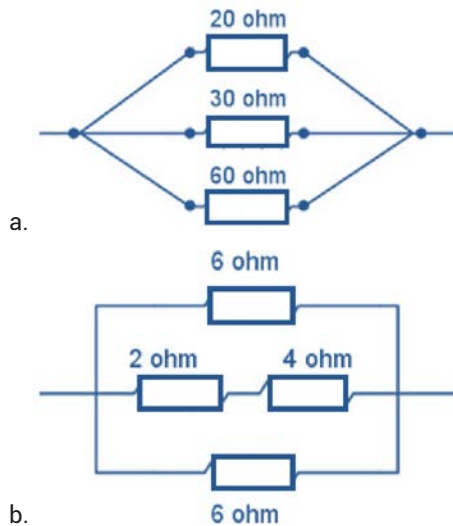
$$R_s = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_s = 2 + 4 + 3$$

$$R_s = 9$$

Jadi nilai resistor pengganti adalah 9 Ohm.

3. Hitung nilai resistor pengganti yang dirangkai seperti di bawah ini !



Penyelesaian:

a) Diketahui:

$$R_1 = 20 \text{ Ohm}$$

$$R_2 = 30 \text{ Ohm}$$

$$R_3 = 60 \text{ Ohm}$$

Ditanyakan:

$R_p = \dots\dots ?$

Dijawab:

$$1/R_p = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

$$1/R_p = 1/20 + 1/30 + 1/30$$

$$1/R_p = 3/60 + 2/60 + 1/60$$

$$1/R_p = 6/60$$

$$R_p = 10 \text{ Ohm}$$

Jadi nilai resistor pengganti adalah 10 Ohm.

Penyelesaian:

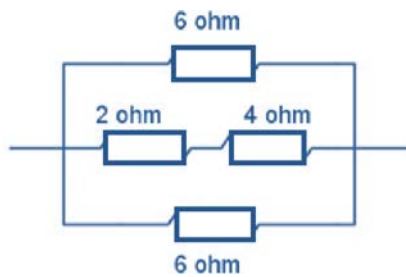
b) Diketahui:

$$R_1 = 6 \text{ Ohm}$$

$$R_2 = 2 \text{ Ohm}$$

$$R_3 = 4 \text{ Ohm}$$

$$R_6 = 6 \text{ Ohm}$$



Ditanyakan:

$R_p = \dots\dots ?$

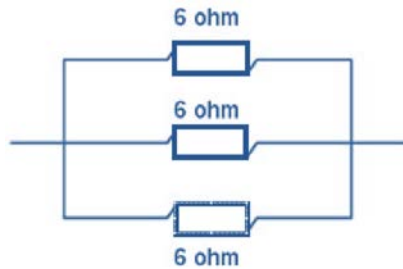
Dijawab:

Seri antara resistor 2 Ohm dan 4 Ohm

$$R_s = 2 + 4$$

$$R_s = 6$$

Sehingga rangkaian dapat diganti ini :



Paralel antara 6 Ohm, 6 Ohm, dan 6 Ohm

$$1/R_p = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

$$1/R_p = 1/6 + 1/6 + 1/6$$

$$1/R_p = 3/6$$

$$R_p = 2 \text{ Ohm}$$

Karena nilai dari masing-masing resistor sama yaitu 6 Ohm, maka dapat juga dihitung dengan:

$$R_p = R / n$$

$$R_p = 6 / 3$$

$$R_p = 2 \text{ Ohm}$$

Jadi nilai resistor pengganti adalah 2 Ohm

4. Tiga buah hambatan dihubungkan secara paralel. Hambatan tersebut masing masing bernilai 2 Ohm, 1 Ohm dan 2 Ohm. Jika rangkaian hambatan tersebut dihubungkan pada tegangan 12 volt, hitunglah besarnya kuat arus total dan kuat arus yang mengalir pada hambatan 1 Ohm.

Penyelesaian:

$$R_1 = 2 \text{ Ohm}$$

$$R_2 = 1 \text{ Ohm}$$

$$R_3 = 2 \text{ Ohm}$$

$$V = 12 \text{ volt}$$

$$1/R_{\text{tota}} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

$$= 1/2 + 1/1 + 1/2$$

$$= 4/2$$

$$R_{\text{total}} = \frac{1}{2} \text{ Ohm}$$

Kuat arus totalnya adalah:

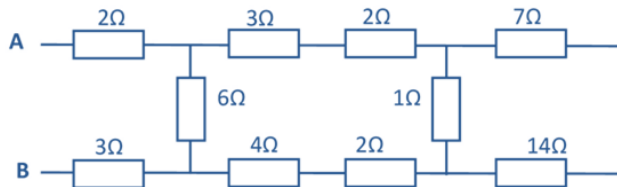
$$V = I_{\text{total}} \times R_{\text{total}}$$

$$I_{\text{total}} = V / R_{\text{total}} = 12 / (\frac{1}{2}) = 24 \text{ Ampere}$$

Kuat arus pada resistor 1 Ampere adalah

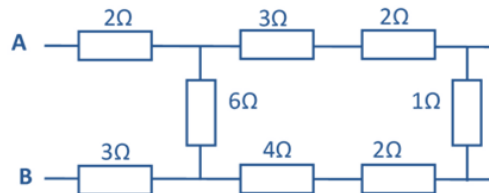
$$I_{R2} = V / R_2 = 12 / 1 = 12 \text{ Ampere}$$

5. Hitunglah besar hambatan pengganti dari rangkain hambatan di bawah ini.



Penyelesaian:

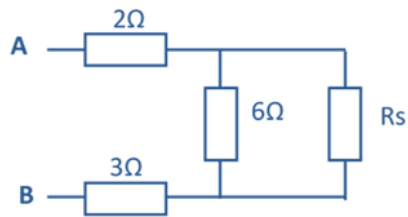
Karena rangkaian yang ujung bersifat terbuka sehingga arus tidak ada yang akan melewati resistor 7 Ohm dan 14 Ohm, maka kedua resistor tersebut tidak perlu dihitung sehingga rangkaian dapat diubah menjadi seperti berikut.



Karena resistor 3 Ohm, 2 Ohm, 1 Ohm, 2 Ohm dan 4 Ohm terhubung secara seri, maka kita dapat menghitung hambatan totalnya (dari rangkaian seri 5 buah resistor tersebut) dengan menjumlahkan sebagai berikut.

$$R_s = 3 + 2 + 1 + 2 + 4 = 12 \text{ Ohm}$$

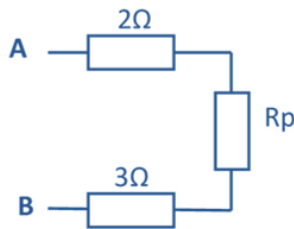
Rangkaian sekarang berubah menjadi seperti berikut.



Karena R_s dan resistor 6 Ohm terhubung secara paralel, maka sekarang kita dapat menghitungnya dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 1/R_p &= 1/R_s + 1/6 \\
 &= 1/12 + 1/6 \\
 &= 3/12 \\
 R_p &= 12/3 \\
 &= 4 \text{ Ohm}
 \end{aligned}$$

Sekarang rangkaian berubah seperti gambar berikut.



Karena masing masing resistor sudah terhubung seri maka sekarang kita tinggal menjumlahkan ketiganya sehingga didapatkan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 R_{\text{total}} &= 2 \text{ Ohm} + 4 \text{ Ohm} + 3 \text{ Ohm} \\
 &= 9 \text{ Ohm}
 \end{aligned}$$

Jadi hambatan total dari rangkaian di atas adalah 9 Ohm

Setelah menyelesaikan modul ini, maka Anda berhak untuk mengikuti tes praktik untuk menguji kompetensi yang telah dipelajari. Dan apabila Anda dinyatakan memenuhi syarat kelulusan dari hasil evaluasi dalam modul ini, maka Anda berhak untuk melanjutkan ke topik/modul berikutnya. Mintalah pada pengajar/instruktur untuk melakukan uji kompetensi dengan sistem penilaiannya dilakukan langsung dari pihak dunia industri atau asosiasi profesi yang berkompeten apabila Anda telah menyelesaikan suatu kompetensi tertentu.

Atau apabila Anda telah menyelesaikan seluruh evaluasi dari setiap modul, maka hasil yang berupa nilai dari instruktur atau berupa porto folio dapat dijadikan sebagai bahan verifikasi bagi pihak industri atau asosiasi profesi. Kemudian selanjutnya hasil tersebut dapat dijadikan sebagai penentu standard pemenuhan kompetensi tertentu dan bila memenuhi syarat Anda berhak mendapatkan sertifikat kompetensi yang dikeluarkan oleh dunia industri atau asosiasi profesi.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad Fali O, 2007. Bahan Ajar Elektronika Dasar Program Diploma Komputer Universitas Sriwijaya. Palembang

ARIE ERIC RAWUNG, 2013. Katalog Dalam Terbitan (KDT) Perekayasaan Sistem Kontrol 2013. Kementerian Pendidikan & Kebudayaan Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan. Jakarta

Choirul Anam, 2008. Modul Elektronika. Smp Negeri 1 Pasuruan. Pasuruan.

Lutfia Mursalina, 2011. Modul Mata Pelajaran Dasar-Dasar Teknik Elektronika Di Sekolah Menengah Kejuruan Rintisan Sekolah Bertaraf Internasional (Rsbi). Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, Semarang.

Sutiman, 2004. Dasar Listrik. Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik UNY, Yogyakarta

Website :

<http://elektronikadasar.info/elektronika-dasar-ebook-download.htm>

<http://elektrokita.com/komponen-elektro-resistor-bag-1/>

<http://elektronika-dasar.web.id/voltage-dependent-resistor-vdr/>

<http://www.uniksharianja.com/2016/02/soal-soal-latihan-mengenal-rangkaian-hambatan-listrik.html>

<https://listrikwiber.files.wordpress.com/2008/09/modul-komp-elekt-bambang.doc>

<http://idkf.bogor.net/yuesbi/e-DU.KU/edukasi.net/SMP/Fisika/Arus%20Listrik%20dalam%20Rangkaian/materi4.html>

<http://elektronikadasar.info/elektronika-dasar-ebook-download.htm>
<http://elektrokita.com/komponen-elektro-resistor-bag-1/>
<http://elektronika-dasar.web.id/voltage-dependent-resistor-vdr/>
<http://www.uniksharianja.com/2016/02/soal-soal-latihan-mengenai-rangkaian-hambatan-listrik.html>
<http://idkf.bogor.net/yuesbi/e-DU.KU/edukasi.net/SMP/Fisika/Arus%20Listrik%20dalam%20Rangkaian/materi4.html>

Moch. ChoirulAnam MODUL ELEKTRONIKA. SMPNEGERI1 PASURUAN Jl. Ba-laikota No. 7 PasuruanKodePost 67125. Pasuruan, 11 Mei2008
BAHAN AJAR ELEKTRONIKA DASAR Ahmad Fali Oklilas PROGRAM DIPLOMA KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAY 2007. Palembang
ARIE ERIC RAWUNG, Katalog Dalam Terbitan (KDT) Perencanaan Sistem Kontrol 2013. Kementerian Pendidikan & Kebudayaan Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, th. 2013, Jakarta
Sutiman, Dasar Listrik. Sistem Perencanaan Penyusunan Program dan Penganggaran (SP 4) Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik UNY 2004, Yogyakarta
Lutfia Mursalina. MODUL MATA PELAJARAN DASAR-DASAR TEKNIK ELEKTRONIKA DI SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN RINTISAN SEKOLAH BERTARAF INTERNASIONAL (RSBI). JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG 2011

https://listrikwiber.files.wordpress.com/2008/09/komponen-_pasif_depan.pdf
https://www.academia.edu/11011857/modul_dasar_elektronika



<http://psmk.kemdikbud.go.id/>



Direktorat Pembinaan SMK
Kemdikbud



DITPSMK



Direktorat Pembinaan SMK



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah
Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Tahun 2017