

KOMPONEN ELEKTRONIKA

Irma Yulia Basri
Dedy Irfan

Penerbit
SUKABINA Press

Komponen Elektronika

Penulis:

Irma Yulia Basri, S.Pd., M.Eng

Dr. Dedy Irfan, S.Pd., M.Kom

ISBN : 978-602-6277-88-6

Tata Letak :

Sari Jumiatti

Desain Sampul :

Liansyahmora Nasution, S.Pd

Penerbit :

SUKABINA Press

Jl. Prof. Dr. Hamka No. 29 Tabing – Padang

Telp. / Fax : (0751) 7055660

Email : penerbit.sukabinapress@gmail.com

Anggota IKAPI Pusat

No. Anggota : 007/SBA/09 Tahun 2009

Cetakan pertama, Agustus 2018

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit

KATA PENGANTAR

Buku Komponen Elektronika dihadirkan untuk menambah referensi bagi mahasiswa dan masyarakat umum yang menjadikan elektronika sebagai hobbynya. Buku ini membahas dengan rinci tentang fungsi, cara pengukuran, prinsip kerja dan aplikasi dari Resistor, Kapasitor, Relay, Dioda, Transistor dan Intergated Circuit. Buku ini juga memaparkan data dari hasil penelitian penulis dan analisa teoritis untuk *meng-link-kan* antara hasil pengukuran dan konsep teoritis sehingga pembaca tertarik untuk melakukan percobaan-percobaan sederhana yang akan memperdalam wawasan pembaca dalam mengenali sebuah komponen elektronika.

Ucapan terimakasih kepada Ristekdikti melalui Hibah Penelitian Produk Terapan 2017-2018 yang telah memfasilitasi penuh untuk menerbitkan sebuah buku. Rasa terimakasih juga penulis sampaikan kepada rekan-rekan dosen, mahasiswa dan pihak-pihak yang berperan dalam penulisan buku ini sehingga buku ini bisa untuk diterbitkan.

Penulis,

Irma Yulia Basri
Dedy Irfan

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1. RESISTOR	1
BAB 2. KAPASITOR	31
BAB 3. RELAY	64
BAB 4. DIODA	79
BAB 5. TRANSISTOR	110
BAB 6. INTEGRATED CIRCUIT	135
DAFTAR PUSTAKA	175

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Simbol Resistor	2
Gambar 1.2 Resistor Kawat (Wirewound Resistor)	3
Gambar 1.3 Resistor Arang (Carbon Resistor)	4
Gambar 1.4 Resistor Oksida Logam (Metal Film Resistor)	4
Gambar 1.5 Resistor tetap (fixed resistor)	5
Gambar 1.6 Bentuk dan simbol resistor tidak tetap (variable resistor)	6
Gambar 1.7 Posisi Kaki Potensiometer	6
Gambar 1.8 Lambang dan Gambar Trimpot	7
Gambar 1.9 Bentuk dan simbol resistor themistor	8
Gambar 1.10 Bentuk dan simbol LDR (Light Dependent Resistor)	13
Gambar 1.11 Nilai Resistor berdasarkan Kode Warna	16
Gambar 1.12 Resistor dengan gelang warna	20
Gambar 1.13 Cara Pemasangan Probe Multimeter	20
Gambar 1.14 Pengali Multimeter	21
Gambar 1.15 Menghubungkan probe multimeter	22
Gambar 1.16 Putar knop sampai menunjuk angka 0	22
Gambar 1.17 Cara Pengukuran Resistor	22
Gambar 1.18 Membaca multimeter melalui jarum penunjuk	23
Gambar 1.19 Rangkaian Seri	25
Gambar 2.1 Bentuk Dasar sebuah Kapasitor	32
Gambar 2.2 Contoh Kapasitor Keramik	34
Gambar 2.3 Contoh kapasitor polyester / milar	35
Gambar 2.4 Contoh Kapasitor Mika	35
Gambar 2.5 Contoh Kapasitor Elektrolit (elko)	36
Gambar 2.6 Contoh Kapasitor Kertas	37
Gambar 2.7 Contoh Kapasitor tantalum	38
Gambar 2.8 Contoh Kapasitor variable condensator (Varco)	38
Gambar 2.9 Contoh kapasitor Trimmer	39
Gambar 2.10 Lapisan elco	41
Gambar 2.11 Contoh Penulisan Nilai Kapasitor	43
Gambar 2.12 Contoh kapasitor polyester berwarna	44
Gambar 2.13 Pengisian Kapasitor	48
Gambar 2.14 Pengisian Kapasitor	49
Gambar 2.15 Cara kerja kapasitor pada Pengujian I	50
Gambar 2.16 Cara kerja kapasitor pada Pengujian II	51

Gambar 2.17	Cara kerja kapasitor pada Pengujian III	53
Gambar 2.18	Cara kerja kapasitor pada Pengujian IV	54
Gambar 2.19	Pengosongan Kapasitor	56
Gambar 2.20	Pengosongan Kapasitor	56
Gambar 2.21	Bentuk Capacitance Meter, LCR meter dan Multimeter	59
Gambar 2.22	HeadLamp Timer	60
Gambar 2.23	Aplikasi Kapsitor Saat Saklar Open	60
Gambar 2.24	Aplikasi Kapsitor Saat Saklar Open	61
Gambar 2.25	Aplikasi Kapsitor Saat Saklar Open	62
Gambar 2.26	Kapasitor sebagai Filter Tegangan	63
Gambar 2.27	Bentuk Sinyal Kapasitor sebagai Filter Tegangan	63
Gambar 3.1	<i>Relay</i>	64
Gambar 3.2	Simbol <i>relay</i>	65
Gambar 3.3	Bagian-bagian <i>relay</i>	66
Gambar 3.4	Rangkaian Lampu Otomatis tanpa <i>Relay</i>	67
Gambar 3.5	Rangkaian Lampu Otomatis Menggunakan <i>Relay</i>	68
Gambar 3.6	Susunan kontak <i>relay</i>	68
Gambar 3.7	Jenis <i>relay</i> berdasarkan cara kerjanya	69
Gambar 3.8	<i>Relay</i> jenis SPST	69
Gambar 3.9	<i>Relay</i> jenis SPDT	70
Gambar 3.10	<i>Relay</i> jenis DPST	70
Gambar 3.11	<i>Relay</i> jenis DPDT	71
Gambar 3.12	<i>Mini Trainer</i> Konsep Dasar <i>Relay</i>	72
Gambar 3.13	Pengoperasia <i>Mini Trainer Relay</i>	73
Gambar 3.14	<i>Relay</i> yang digunakan untuk mengontrol beberapa operasi penghubungan dengan arus tunggal terpisah	74
Gambar 3.15	Penggunaan <i>relay</i> untuk mengontrol rangkaian beban tegangan tinggi dengan rangkaian kontrol tegangan rendah	75
Gambar 3.16	Penggunaan <i>relay</i> untuk mengontrol rangkaian beban arus tinggi dengan rangkaian kontrol arus rendah	76
Gambar 3.17	Aplikasi <i>relay</i> pada CDI	77
Gambar 3.18	Aplikasi <i>relay</i> pada klakson dan lampu sein	78
Gambar 4.1	Prinsip Dasar Dioda	79
Gambar 4.2	Simbol Dioda Penyearah	80
Gambar 4.3	<i>Forward Bias</i> / Bias Maju	82
Gambar 4.4	<i>Forward Bias</i>	83

Gambar 4.5	Reverse Bias (Bias Mundur)	84
Gambar 4.6	Reverse Bias	85
Gambar 4.7	Grafik Karakteristik <i>Forward</i> dan Reverse Bias	86
Gambar 4.8	Prinsip Dasar <i>Forward</i> dan Reverse Bias Dioda Penyearah	86
Gambar 4.9	Langkah 1 Testing Dioda	88
Gambar 4.10	Langkah 2 Testing Dioda	89
Gambar 4.11	Penyearah ½ Gelombang	90
Gambar 4.12	Penyearah ½ Gelombang	91
Gambar 4.13	Penyearah Gelombang Penuh	91
Gambar 4.14	Bentuk Gelombang Penyearah Jembatan Wheatstone	92
Gambar 4.15	Dioda Sebagai Pembangkit Rangkaian Logika	93
Gambar 4.16	Relay Tanpa Dioda Pelindung	95
Gambar 4.17	Relay dengan Dioda Pelindung	96
Gambar 4.18	Simbol Dioda Zener	97
Gambar 4.19	Grafik Karakteristik Dioda Zener	98
Gambar 4.20	<i>Forward</i> Bias Dioda Zener	99
Gambar 4.21	Reverse Bias Dioda Zener	100
Gambar 4.22	Prinsip Reverse Bias Dioda Zener	101
Gambar 4.23	Testing Dioda Zener	102
Gambar 4.24	Testing Dioda Zener	102
Gambar 4.25	Regulator Shunt	103
Gambar 4.26	Regulator Alternator	103
Gambar 4.27	Simbol LED	104
Gambar 4.28	Pemasangan LED	105
Gambar 4.29	Rangkaian LED Seri	106
Gambar 4.30	Paralel LED	107
Gambar 4.31	Pemasangan LED Yang harus dihindari	108
Gambar 4.32	Rangkaian Ujicoba LED	109
Gambar 5.1	PNP dan NPN Transistor	110
Gambar 5.2	Bias Transistor NPN	113
Gambar 5.3	Prinsip Kerja Transistor PNP	114
Gambar 5.4	Cara Menentukan Terminal Transistor	115
Gambar 5.5	Cara Menentukan Terminal Transistor	116
Gambar 5.6	Data Sheet BC 140/141	117
Gambar 5.7	Data Sheet BC 546	118
Gambar 5.8	Transistor Sebagai Saklar	119
Gambar 5.9	Transistor Sebagai Saklar	119
Gambar 5.10	Transistor sebagai Saklar	120
Gambar 5.11	Prinsip Kerja Transistor NPN	120

Gambar 5.12 Kurva Daerah Kerja Transistor	122
Gambar 5.13 Transistor Sebagai Saklar	123
Gambar 5.14 Transistor Sebagai Saklar	124
Gambar 5.15 Transistor Sebagai Saklar	124
Gambar 5.16 Penguat Common Basis	126
Gambar 5.17 Penguat Common Emitter	127
Gambar 5.18 Common Kolektor	129
Gambar 5.19 Common Kolektor	130
Gambar 5.20 Trainer Transistor	131
Gambar 5.21. Transistor sebagai saklar dengan indicator LED	133
Gambar 6.1 Integrated Circuit	138
Gambar 6.2 Integrated Circuit NAND Gate	139
Gambar 6.3 Integrated Circuit inear	140
Gambar 6.4 Terminal IC Regulator	141
Gambar 6.5 Regulator + dan – Tegangan	142
Gambar 6.6 Rangkaian Regulator 9V	142
Gambar 6.7 Konstruksi IC Timer 555 dan 556	145
Gambar 6.8 Blok Internal IC 555	146
Gambar 6.9 Prinsip Kerja IC 555	147
Gambar 6.10 Prinsip Kerja IC 555	148
Gambar 6.11 Prinsip Kerja IC 555	149
Gambar 6.12 Prinsip Kerja IC 555	150
Gambar 6.13 Aplikasi IC 555 sebagai Rangkaian Astable	151
Gambar 6.14 IC 555 sebagai Astable	152
Gambar 6.15 IC 555 sebagai Multivibrator Monostable	154
Gambar 6.16 IC 555 sebagai Bi-Stable Multivibrator	155
Gambar 6.17 Mini Trainer IC 555	156
Gambar 6.18 Konfigurasi Pin IC Op-Amp 741	159
Gambar 6.19 Rangkaian Percobaan	163
Gambar 6.20 Aplikasi Rangkaian <i>Comparator</i> IC 741	164
Gambar 6.21 Penguat Inverting	166
Gambar 6.22 Penguat Non Inverting	167
Gambar 6.23 Penguat Differensial	168
Gambar 6.24 Penguat Summing	169
Gambar 6.25 Op-Amp sebagai Integrator	170
Gambar 6.26 Differensiator	172
Gambar 6.27 Differensiator	173
Gambar 6.28 Differensiator	173
Gambar 6.29 Bentuk Gelombang Rangkaian Differensiator	174

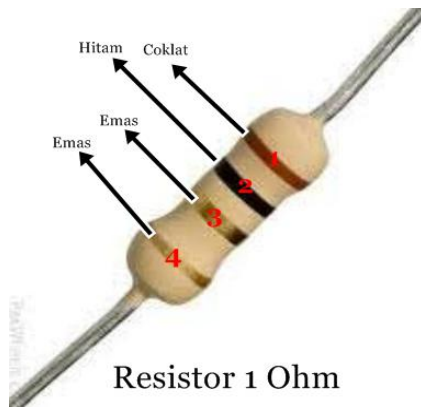
DAFTAR TABEL

	Halaman	
Tabel 1.1	Nilai Warna Pada Resistor	17
Tabel 1.2	Proses Pengukuran	21
Tabel 1.3	Hasil Pengukuran	23
Tabel 1.4	Data pengukuran	25
Tabel 1.5	Data pengukuran	28
Tabel 2.1	Konstanta bahan (k)	42
Tabel 2.2	Tabel Kode Warna Kapasitor	44
Tabel 2.3	Contoh mengetahui nilai kapasitor	45
Tabel 2.4	Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel pada Kapasitor	45
Tabel 2.5	Persentase Pengisi Kapasitor terhadap Waktu	48
Tabel 2.6	Data Pengukuran Pengisian Kapasitor	49
Tabel 2.7	Data Pengukuran Pengosongan Kapasitor	57
Tabel 3.1	Hasil Pengamatan Pengoperasian Mini Trainer Relay	73
Tabel 4.1	Hasil Pengukuran Dioda dengan <i>Forward</i> Bias	83
Tabel 4.2	Hasil Pengukuran Dioda dengan Reverse Bias	85
Tabel 4.3.	Menentukan Kondisi Dioda	89
Tabel 4.4	Tabel Kebenaran Gerbang OR	94
Tabel 4.5	Tabel Pengukuran Dioda Zener Forward Bias	99
Tabel 4.6	Tabel Pengukuran Dioda Zener Reverse Bias	100
Tabel 4.7	Tegangan LED (V_f)	105
Tabel 4.8	Pengukuran LED	109
Tabel 5.1	Arti Huruf dan Kode Transistor Buatan Eropa	112
Tabel 5.2	Data pengukuran konsep dasar transistor NPN	131
Tabel 5.3	Data teoritis konsep dasar transistor NPN	132
Tabel 5.4	Data pengukuran konsep dasar transistor PNP	132

Tabel 5.5	Data teoritis konsep dasar transistor PNP	132
Tabel 6.1	IC Regulator	141
Tabel 6. 2	Hasil Pengukuran Rangkaian IC Regulator	143
Tabel 6.3	Data uji coba rangkaian ASTABLE	153
Tabel 6.4	Data hasil Pegukuran kaki-kaki IC 555 pada Rangkaian BI-STABLE	157

BAB 1

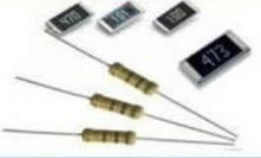
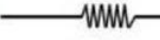


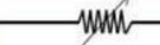
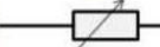


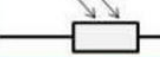



RESISTOR



1.1 Uraian Umum

Resistor adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menghambat atau membatasi aliran listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian elektronika. Resistor termasuk komponen pasif pada rangkaian elektronika. Sebagaimana fungsi resistor yang sesuai namanya bersifat resistif dan termasuk salah satu komponen elektronika dalam kategori komponen pasif. Satuan atau nilai resistansi suatu resistor di sebut Ohm dan dilambangkan dengan simbol Omega (Ω). Hukum Ohm menyatakan bahwa resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Selain nilai resistansi (Ohm), resistor juga memiliki nilai yang lain seperti nilai toleransi dan kapasitas daya yang mampu dilewatkannya. Semua nilai yang berkaitan dengan resistor tersebut penting untuk diketahui dalam perancangan suatu rangkaian elektronika oleh karena itu pabrikan resistor selalu mencantumkan dalam kemasan resistor tersebut.

Berikut adalah simbol resistor dalam bentuk gambar yang sering digunakan dalam suatu desain rangkaian elektronika.

Nama Komponen	Gambar	Simbol
Resistor (Nilai Tetap)		 atau 
Variable Resistor		 atau 
LDR (Light Depending Resistor)		 atau 
Thermistor (NTC / PTC)		 atau 

US
UE

Gambar 1.1 Simbol Resistor

Resistor dalam suatu teori dan penulisan formula yang berhubungan dengan resistor disimbolkan dengan huruf “R”. Kemudian pada desain skema elektronika resistor tetap disimbolkan dengan huruf “R”, resistor variabel disimbolkan dengan huruf “VR” dan untuk resistor jenis potensiometer ada yang disimbolkan dengan huruf “VR” dan “POT”.

Kapasitas daya pada resistor merupakan nilai daya maksimum yang mampu dilewatkan oleh resistor tersebut. Nilai kapasitas daya resistor ini dapat dikenali dari ukuran fisik resistor dan tulisan kapasitas daya dalam satuan Watt untuk resistor dengan kemasan fisik besar. Menentukan kapasitas daya resistor ini penting dilakukan untuk menghindari resistor rusak karena terjadi kelebihan daya yang mengalir sehingga resistor terbakar dan sebagai bentuk efisiensi biaya dan tempat dalam pembuatan rangkaian elektronika.

Toleransi resistor merupakan perubahan nilai resistansi dari nilai yang tercantum pada badan resistor yang masih diperbolehkan dan

dinyatakan resistor dalam kondisi baik. Toleransi resistor merupakan salah satu perubahan karakteristik resistor yang terjadi akibat operasional resistor tersebut. Nilai toleransi resistor ini ada beberapa macam yaitu resistor dengan toleransi kesalahan 1% (resistor 1%), resistor dengan toleransi kesalahan 2% (resistor 2%), resistor dengan toleransi kesalahan 5% (resistor 5%) dan resistor dengan toleransi 10% (resistor 10%).

Nilai toleransi resistor ini selalu dicantumkan di kemasan resistor dengan kode warna maupun kode huruf. Sebagai contoh resistor dengan toleransi 5% maka dituliskan dengan kode warna pada cincin ke 4 warna emas. Resistor yang banyak dijual dipasaran pada umumnya resistor 5% dan resistor 1%.

1.2 Jenis-Jenis Resistor

Berdasarkan jenis dan bahan yang digunakan untuk membuat resistor dibedakan menjadi resistor kawat, resistor arang dan resistor oksida logam atau resistor metal film.

1. Resistor Kawat (Wirewound Resistor)



Gambar 1.2 Resistor Kawat (Wirewound Resistor)

Resistor kawat atau wirewound resistor merupakan resistor yang dibuat dengan bahan kawat yang dililitkan. Sehingga nilai resistansi resistor ditentukan dari panjangnya kawat yang dililitkan. Resistor jenis ini pada umumnya dibuat dengan kapasitas daya yang besar.

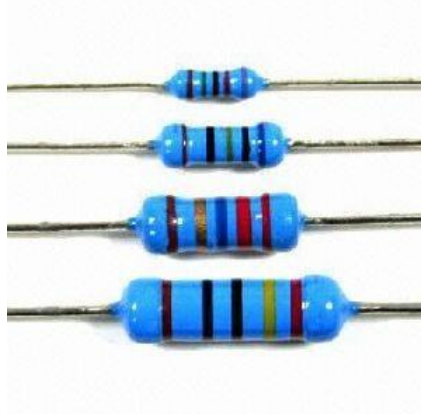
2. Resistor Arang (Carbon Resistor)



Gambar 1.3 Resistor Arang (Carbon Resistor)

Resistor arang atau resistor karbon merupakan resistor yang dibuat dengan bahan utama batang arang atau karbon. Resistor karbon ini merupakan resistor yang banyak digunakan dan banyak diperjual belikan. Dipasaran resistor jenis ini dapat kita jumpai dengan kapasitas daya 1/16 Watt, 1/8 Watt, 1/4 Watt, 1/2 Watt, 1 Watt, 2 Watt dan 3 Watt.

3. Resistor Oksida Logam (Metal Film Resistor)



Gambar 1.4 Resistor Oksida Logam (Metal Film Resistor)

Resistor oksida logam atau lebih dikenal dengan nama resistor metal film merupakan resistor yang dibuat dengan bahan utama oksida logam yang memiliki karakteristik lebih baik. Resistor metal film ini dapat ditemui dengan nilai toleransi 1% dan 2%. Bentuk fisik resistor

metal film ini mirip dengan resistor karbon hanya beda warna dan jumlah cicin warna yang digunakan dalam penilaian resistor tersebut. Sama seperti resistor karbon, resistor metal film ini juga diproduksi dalam beberapa kapasitas daya yaitu 1/8 Watt, 1/4 Watt, 1/2 Watt. Resistor metal film ini banyak digunakan untuk keperluan pengukuran, perangkat industri dan perangkat militer.

Kemudian berdasarkan nilai resistansinya, resistor dibedakan menjadi empat yaitu :

1. Resistor tetap (Fixed Resistor)

Fixed Resistor adalah jenis Resistor yang memiliki nilai resistansinya tetap. Nilai Resistansi atau Hambatan Resistor ini biasanya ditandai dengan kode warna ataupun kode Angka. Cara Menghitung Nilai Resistor berdasarkan kode angka dan kode warna.

Contoh:



Contoh resistor SMD dengan kode 473, maka nilai resistor tersebut adalah:

$$47 \times 10^3 \text{ ohm} = 47.000 \text{ ohm}$$

$$= 47 \text{ K } \Omega$$

Selain dari resistor *Surface Mount Device* (SMD), juga terdapat jenis resistor fixed lainnya seperti pada gambar 1.5 berikut:

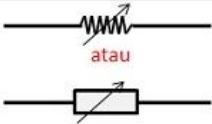

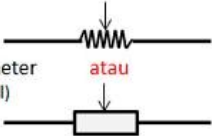

Bentuk dan simbol resistor tetap (fixed resistor)

Simbol Fixed Resistor	Bentuk Fixed Resistor
	<p>Carbon Composition Resistor</p> <p>Carbon Film Resistor</p> <p>Metal Film Resistor</p>

Gambar 1.5 Resistor tetap (fixed resistor)

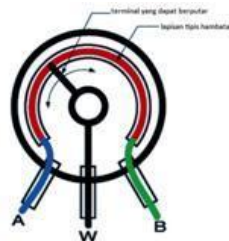
2. Resistor Tidak Tetap (Variable Resistor).

Variable Resistor adalah jenis Resistor yang nilai resistansinya dapat berubah dan diatur sesuai dengan keinginan. Pada umumnya Variable Resistor terbagi menjadi Potensiometer, Rheostat dan Trimpot.

Simbol Variable Resistor	Bentuk Variable Resistor
<p>Rheostat (2 Terminal)</p> 	 <p>Potensiometer Trimpot</p>
<p>Potensiometer (3 Terminal)</p> 	 <p>Rheostat</p>

Gambar 1.6 Bentuk dan simbol resistor tidak tetap (variable resistor)

Potensiometer merupakan jenis Variable Resistor yang nilai resistansinya dapat berubah-ubah dengan cara memutar porosnya melalui sebuah tuas yang terdapat pada potensiometer. Nilai Resistansi potensiometer biasanya tertulis di badan potensiometer dalam bentuk kode angka. Sebuah potensiometer memiliki 3 buah terminal (kaki), seperti tampak pada gambar 1.7. Kaki A dan B adalah sebuah resistor tetap sedangkan kaki W (kaki tengah) memiliki kontak yang dapat bergeser sepanjang hambatan A dan B, sehingga bila kontak digeser maka hambatan A-W dan W-B akan berubah.



Gambar 1.7 Posisi Kaki Potensiometer

Rheostat merupakan jenis Variable Resistor yang dapat beroperasi pada tegangan dan arus yang tinggi. Rheostat (hambatan geser) merupakan resistor variabel yang didesain untuk menangani arus dan tegangan yang tinggi.

Preset Resistor atau sering juga disebut dengan Trimpot (Trimmer Potensiometer) adalah jenis Variable Resistor yang berfungsi seperti Potensiometer tetapi memiliki ukuran yang lebih kecil dan tidak memiliki tuas. Untuk mengatur nilai resistansinya, dibutuhkan alat bantu seperti obeng kecil untuk dapat memutar porosnya. Trimer Potensiometer (trimpot) merupakan potensiometer yang hanya bisa diubah nilai hambatannya dengan menggunakan sebuah obeng untuk memutar kontakannya. Berikut lambang dan gambar trimpot.



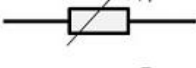


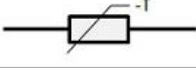


Gambar 1.8 Lambang dan Gambar Trimpot

3. Thermistor (Thermal Resistor)

Termistor merupakan gabungan antara kata Termo (suhu) dan resistor (pengukur tahanan). Termistor di temukan oleh Samuel Ruben pada tahun 1930. Termistor adalah Jenis Resistor yang nilai resistansinya dapat dipengaruhi oleh suhu (Temperature). Termistor merupakan Singkatan dari “Thermal Resistor”. Terdapat dua jenis Termistor yaitu Termistor NTC (Negative Temperature Coefficient) dan Termistor PTC (Positive Temperature Coefficient).

Termistor sering digunakan sebagai sensor panas atau dapat juga digunakan untuk menjaga suhu suatu rangkaian atau alat supaya tetap stabil.

Simbol Thermistor		Bentuk Thermistor	
PTC			PTC
	atau 		
NTC			NTC
	atau 		

Gambar 1.9 Bentuk dan simbol resistor themistor

Termistor yang peka terhadap panas yang biasanya mempunyai koefisien suhu negatif, karena saat suhu meningkat maka tahanan menurun atau sebaliknya. Jenis ini sangat peka dengan perubahan suhu yang kecil. Fungsi utamanya untuk mengubah nilai resistansi karena adanya temperatur dalam rangkaian tersebut.

NTC (Negative Temperature Coefficient) dan PTC (*Positive Temperature Coefficient*) merupakan resistor yang nilai resistansinya berubah jika terjadi perubahan temperatur di sekelilingnya. Untuk NTC, nilai resistansi akan naik jika temperatur sekelilingnya turun. Sedangkan, nilai resistansi PTC akan naik jika temperatur sekelilingnya naik. Kedua komponen ini sering digunakan sebagai sensor untuk mengukur suhu atau temperatur daerah di sekelilingnya.

Kelebihan Thermistor

- Level perubahan output yang tinggi
- Respon terhadap perubahan suhu yang cepat
- Perubahan resistansi pada kedua terminal (pin)

Kekurangan Termistor

- Tidak linier
- Range pengukuran suhu yang sempit
- Rentan rusak
- Memerlukan supply daya
- Mengalami *self heating*

Thermistor terbagi 2 jenis yaitu :

1. Thermistor positif

Pada jenis ini satuan pada inputnya temperatur derajat celcius, sedangkan pada outputnya resistansi adalah ohm

2. Thermistor negatif

Pada jenis ini input dan outputnya sama dengan thermistor jenis positif, perbedaannya adalah jika temperatur naik maka resistansinya akan turun.

Thermistor dibuat dari bahan semikonduktor. Cara kerja Thermistor yaitu ketika suhu meningkat maka resistansi Thermistor akan menurun. Hal ini karena Thermistor terbuat dari bahan semikonduktor yang mempunyai sifat menghantarkan elektron ketika suhu naik. Thermistor yang paling sering digunakan untuk pengukuran suhu adalah Thermistor dua kawat meskipun banyak jenis Thermistor lainnya.

Mengukur thermistor menggunakan multimeter digital maupun menggunakan multimeter analog, dilakukan pada posisi kilo ohm, jika Thermistor tidak mempunyai tahanan artinya rusak. Nilai Termistor harus stabil pada suhu kamar dan menurun ketika ujung termistor ketika dipanaskan. Setiap penambahan derajat Thermistor mempunyai perubahan hambatan sangat besar. Ketika Thermistor dihubungkan ke kontroler adalah cara terbaik untuk mengukurnya. Pada mode VDC pasang kabel multimeter di kabel Thermistor. Bila terukur tegangan 5 volt maka artinya tidak ada hubungan atau tahanan pada Thermistor, jika tegangan 0 volt maka Thermistor short. Namun jika pada suhu ruangan 25 derajat maka Thermistor

harus mendapat tegangan sebesar 2,5 volt. Namun ada pula pendingin ruangan yang controllernya menggunakan tegangan 3,3 volt ketika thermistor memutuskan arus dan tegangan 1,7 volt ketika suhu ruangan 25 derajat.

Contoh sensor suhu yang termasuk termistor adalah NTC (*Negative Temperature Coefficient*). NTC merupakan sensor yang mengubah besaran suhu menjadi hambatan. NTC dibuat dari campuran bahan semikonduktor yang dapat menghasilkan hambatan intrinsik yang akan berubah terhadap temperatur.

Adapun Karakteristik Termistor :

- Resistansi tinggi 1 kilo ohm sampai 100 kilo ohm.
- Ukuran fisik (disk, manik-manik, batang kecil).
- Manik kecil (small bead diameternya 0,005 inci)
- Respon waktu cepat, untuk thermistor manik ½ detik.
- Lebih murah dari pada RTD (Resistance Temperature Detector).
- Sensitivitas sangat tinggi (1000 kali lebih sensitif dari pada RTD).
- Perubahan resistansi 10% per nol derajat celsius. Misal resistansi nominal 10 kilo Ohm.
- Resistansi akan berubah 1kOhm untuk setiap perubahan temperatur satu derajat celcius.
- Tidak sensitif terhadap shock vibrasi.
- Thermistor dilindungi kapsul (Plastik, teflon/ material lembam).
- Memperlambat waktu respon karena kontak termal kurang baik.

Bentuk Fisik Thermistor

a. Butiran

Thermistor ini digunakan pada > 7000 celsius dan memiliki nilai resistansi 100 ohm hingga 1 mega ohm.

b. Thermistor keping

Thermistor ini digunakan dengan cara direkatkan langsung pada benda yang diukur panasnya.

c. Thermistor batang

digunakan untuk menentukan perubahan panas pada peralatan elektronik, mempunyai resistansi tinggi dan disipasi dayanya sedang.

Pemakaian thermistor didasarkan pada 3 karakteristik dasar:

- a. Karakteristik R (resistansi) terhadap T (suhu)
- b. Karakteristik R (resistansi) terhadap t (waktu)
- c. Karakteristik V (tegangan) terhadap I (arus)

Termistor sangat menguntungkan untuk mengukur temperatur, karena disamping harganya yang murah, termistor memiliki resolusi tinggi dan memiliki ukuran dan bentuk yang fleksibel. Nilai mutlak dari hambatannya sangat tinggi, jadi untuk kabel yang panjang dan hambatan konstan bisa ditoleransi. Tanggapan yang lambat (1ms sampai 10s) bukan hal yang merugikan untuk aplikasi umum. Adapun aplikasi thermistor adalah sebagai berikut :

1) Pendeteksi dan pengontrol temperatur.

Termistor-termistor disediakan sangat murah dan dapat diandalkan sebagai sensor temperatur yang memiliki rentang yang lebar. Kadang-kadang termistor merupakan bagian dari osilator dan frekuensi keluarannya menjadi fungsi temperatur.

2) Kompensasi.

Sebagian besar resistor sebagai penghubung pada PTC. Termistor dihubungkan paralel dengan NTC yang komponen-komponennya bisa dinonaktifkan dengan bantuan temperatur.

3) Seperti pada relay temperatur dan saklar.

Kegunaan pada efek-efek terhadap pemanasan. Sebagai contoh, pengkarakteristikan dengan NTC bisa digunakan untuk mengatur tegangan dan pada penundaan waktu dalam rangkaian. Pengkarakterisasian dengan PTC digunakan untuk memproteksi gelombang.

- 4) Pengukuran yang tidak langsung pada parameter-parameter lain. Ketika termistor mengalami pemanasan atau ketika thermistor berada dekat dengan sumber kalor, termistor akan menilai perubahan yang bergantung pada temperatur yang dilingkupinya. Disini bisa dipakai untuk mengatur tingkat pencairan, aliran gas, tingkat pemvakuman dan lain sebagainya.
- 5) Detektor gelombang yang memiliki panjang gelombang yang lebar. Aplikasi termistor pada photo detektor panjang gelombang dihasilkan pada salah satu detektor suhu yang disebut dengan termistor bolometer. Bolometer adalah alat untuk mengukur energi radiasi atau sinar elektromagnet, biasa digunakan dalam militer sebagai detektor pada kamera pencitra panas. Bolometer biasa dikenal dan banyak dipakai publik sebagai sensor infra merah. Prinsip kerja bolometer adalah dengan mengukur nilai pertambahan dari nilai tahanan akibat pemanasan dari penyinaran.

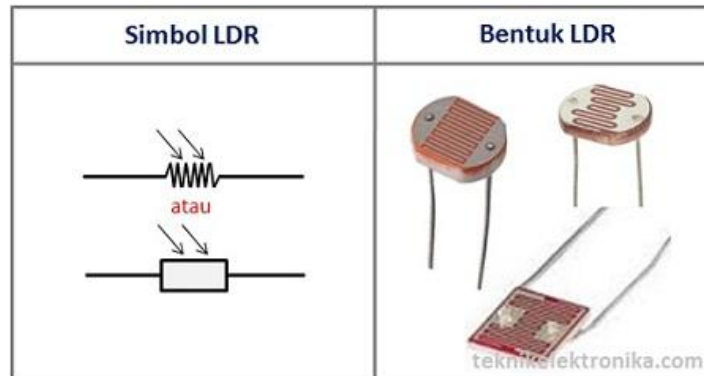
Thermistor berfungsi sebagai alat pengatur temperatur atau suhu dalam ruangan dengan sehingga termistor ini dapat mengatur kerja kompresor secara otomatis berdasarkan setting temperatur pada Remote AC, jika setting pada remote AC di setting 25°C dan kemudian suhu di dalam ruangan sudah terpenuhi mencapai 25°C maka dengan sendirinya termistor ini mengirim sinyal pada komponen PCB Indoor untuk memutus hubungan arus ke kompresor begitupun sebaliknya jika temperatur mulai naik maka termistor ini akan memerintah kompresor bekerja kembali, ukuran termis ini sangat kecil kira-kira 3.5mm. Prinsip dasar dari termistor ini adalah merubah nilai tahanan jika suhu atau temperatur mengenai termistor.

Pada Unit AC terdapat dua jenis termistor yaitu termistor temperatur ruangan yang berfungsi menerima sinyal perubahan temperatur dari hembusan evaporator, dan termistor Pipa evaporator, yang berfungsi menerima perubahan temperatur pada pipa AC. Sering dijumpai pada merk-merk AC tertentu yang rusak pada bagian ini,

kerusakan yang timbul pada alat termistor ini sudah dapat di kenali secara visual yaitu pada display led kontrol indoor selalu berkedip-kedip atau bisa juga diperbaiki dengan mengampas termistor pipa, tapi tetap tidak bertahan lama dan kalau display led masih berkedip-kedip maka termistor harus diganti dengan yang baru yang sesuai dengan ukurannya (socketnya) karena pada beberapa merk AC, termistor ini mempunyai socket yang berbeda-beda.

4. LDR (Light Dependent Resistor)

LDR atau Light Dependent Resistor adalah jenis resistor yang nilai Resistansinya dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang diterimanya.



Gambar 1.10 Bentuk dan simbol LDR (Light Dependent Resistor)

Karakteristik LDR terdiri dari dua macam, yaitu Laju Recovery dan Respon Spektral.

1. Laju Recovery

Bila sebuah LDR dibawa dari suatu ruangan dengan level kekuatan cahaya tertentu kedalam suatu ruangan yang gelap, maka bisa kita amati bahwa nilai resistansi dari LDR tidak akan segera berubah resistansinya pada keadaan ruangan gelap tersebut. Namun LDR tersebut hanya akan bisa mencapai harga dikegelapan setelah mengalami selang waktu tertentu. Laju recovery merupakan suatu ukuran praktis dan suatu kenaikan nilai resistansi dalam waktu tertentu. Harga ini ditulis dalam K/detik, untuk LDR tipe arus harganya lebih

besar dari 200 K/detik (selama 20 menit pertama mulai dari level cahaya 100 lux), kecepatan tersebut akan lebih tinggi pada arah sebaliknya, yaitu pindah dari tempat gelap ke tempat terang yang memerlukan waktu kurang dari 10 ms untuk mencapai resistansi yang sesuai dengan level cahaya 400 lux.

2. Respon Spektral

LDR tidak mempunyai sensitivitas yang sama untuk setiap panjang gelombang cahaya yang jatuh padanya (yaitu warna). Bahan yang biasa digunakan sebagai penghantar arus listrik yaitu tembaga, aluminium, baja, emas, dan perak. Dari kelima bahan tersebut tembaga merupakan penghantar yang paling banyak digunakan karena mempunyai daya hantar yang baik.

Pada keadaan gelap tanpa cahaya sama sekali, LDR memiliki nilai resistansi yang besar (sekitar beberapa Mega ohm). Nilai resistansinya ini akan semakin kecil jika cahaya yang jatuh ke permukaannya semakin terang. Pada keadaan terang benderang (siang hari) nilai resistansinya dapat mengecil, lebih kecil dari 1 kilo ohm. Dengan sifat LDR yang demikian maka LDR biasa digunakan sebagai sensor cahaya. Contoh penggunaannya adalah pada lampu taman dan lampu di jalan yang bisa menyala di malam hari dan padam di siang hari secara otomatis.

1.3 Hubungan antara Arus, Tegangan dan Hambatan

Suatu rangkaian listrik terdapat hubungan erat antara arus, tegangan dan tahanan. Hubungan ini telah dibuktikan dengan percobaan-percobaan oleh seorang ilmuan yang bernama ohm. Hubungan antara arus, tegangan dan hambatan disebut dengan Hukum Ohm, yang berbunyi sebagai berikut : “besar arus dalam suatu rangkaian adalah berbanding lurus dengan beda tegangan dan berbanding terbalik dengan tahanan” bila dibuat rumusnya maka akan ditampilkan sebagai berikut :

$$I = \frac{V}{R} \dots \dots \dots (1.1)$$

I = kuat arus, satuannya amper (A)

V=tegangan, satuannya volt (V)

R=tahanan, satuannya ohm (Ω)

Di atas adalah rumus bunyi hukum ohm tentang arus. Menurut hukum ohm tentang tegangan adalah : “ Besarnya tegangan listrik sebanding dengan kuat arus dan tahanan”, bila ditulis dalam persamaan adalah sebagai berikut :

$$V = I \times R$$

Dan rumus berikutnya adalah tentang :” Besarnya tahanan berbanding lurus dengan tegangan dan berbanding terbalik dengan arus listrik”, bila ditulis dalam persamaan adalah sebagai berikut :

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

Untuk mengetahui besarnya daya maksimum yang bisa bekerja pada resistor tersebut maka perhitungan daya yang harus dilakukan sebagai berikut :

$$P = V \times I = I^2 \times R = \frac{V^2}{R} \dots \dots \dots (1.2)$$

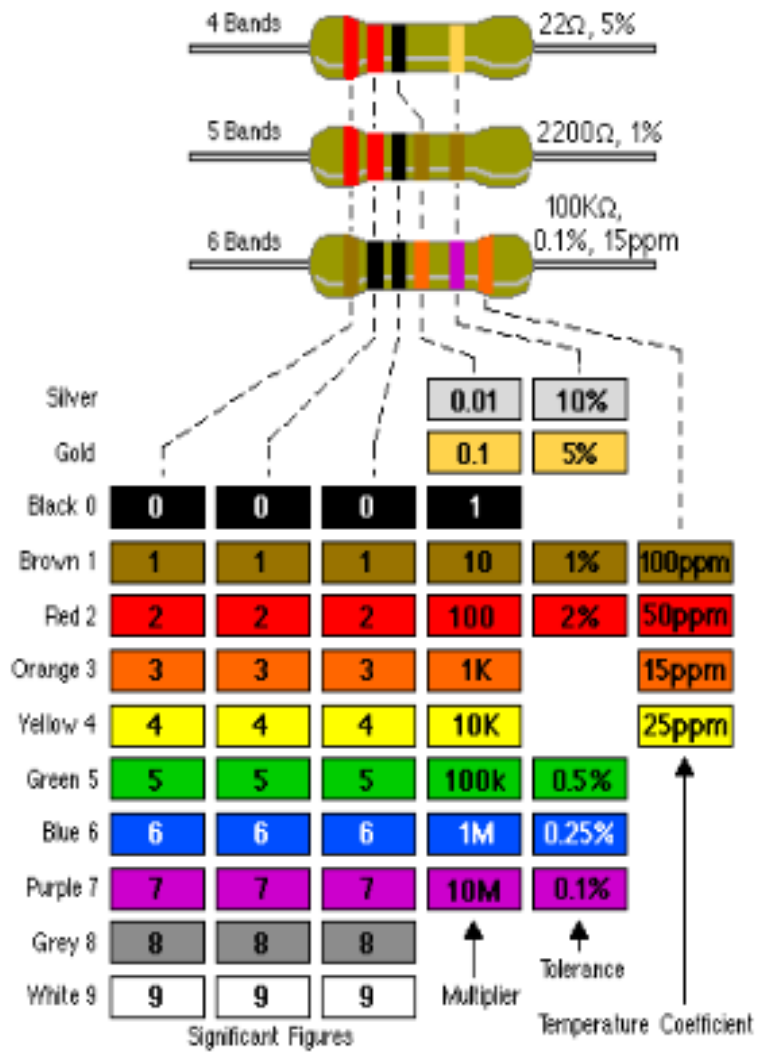
- P = daya, satuannya Watt (W)
- I = kuat arus, satuannya amper (A)
- V = tegangan, satuannya volt (V)
- R = tahanan, satuannya ohm (Ω)

1.4 Cara Mengetahui Nilai Resistor

1.4.1 Cara Mengetahui Nilai Resistor dengan Perhitungan

Setiap tahanan atau resistor biasanya sudah tertentu nilai ohmnya, ada yang sudah tertera pada body resistor tersebut dan ada pula dengan kode warna. Jika yang tertera pada body resistor maka itu ada pada resistor tidak tetap (variable resistor), thermistor dan LDR. Jika pada resistor tetap, penentuan nilai resistor terletak pada kode warna yang ada pada resistor tersebut.

Berikut ini akan dijelaskan cara mengetahui nilai resistor tetap berdasarkan kode warna. Resistor ini mempunyai bentuk seperti tabung dengan dua kaki di kiri dan kanan. Pada badannya terdapat lingkaran membentuk cincin kode warna, kode ini untuk mengetahui besar resistansi tanpa harus mengukur besarnya dengan ohm meter. Kode warna tersebut adalah standar manufaktur yang dikeluarkan oleh EIA (*Electronic Industries Association*).



Gambar 1.11 Nilai Resistor berdasarkan Kode Warna

Tabel 1.1 Nilai Warna Pada Resistor

Warna Cincin	Cincin I	Cincin II	Cincin III	Cincin IV Pengali	Cincin V Toleransi
Hitam	0	0	0	x 1	
Coklat	1	1	1	x 10 ¹	± 1 %
Merah	2	2	2	x 10 ²	± 2 %
Jingga	3	3	3	x 10 ³	
Kuning	4	4	4	x 10 ⁴	
Hijau	5	5	5	x 10 ⁵	
Biru	6	6	6	x 10 ⁶	
Ungu	7	7	7	x 10 ⁷	
Abu-abu	8	8	8	x 10 ⁸	
Putih	9	9	9	x 10 ⁹	
Emas				x 0,1	± 5 %
Perak				x 0,01	± 10 %
Tanpa warna					± 20 %

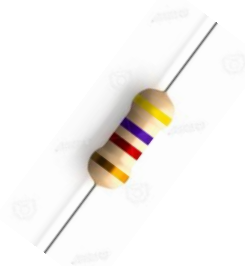
Besaran resistansi suatu resistor dibaca dari posisi cincin yang paling depan ke arah cincin toleransi. Biasanya posisi cincin toleransi ini berada pada badan resistor yang paling pojok atau juga dengan lebar yang lebih menonjol, sedangkan posisi cincin yang pertama agak sedikit ke dalam. Dengan demikian pemakai sudah langsung mengetahui berapa toleransi dari resistor tersebut.

Kalau kita telah bisa menentukan mana cincin yang pertama selanjutnya adalah membaca nilai resistansinya. Jumlah cincin yang melingkar pada resistor umumnya sesuai dengan besar toleransinya. Biasanya resistor dengan toleransi 5%, 10% atau 20% memiliki 3 cincin (tidak termasuk cincin toleransi). Tetapi resistor dengan toleransi 1% atau 2% (toleransi kecil) memiliki 4 cincin (tidak termasuk cincin toleransi). Cincin pertama dan seterusnya berturut-turut menunjukkan besar nilai satuan, dan cincin terakhir adalah faktor pengalinya.

Misalnya resistor dengan cincin kuning, violet, merah dan emas. Cincin berwarna emas adalah cincin toleransi. Dengan demikian urutan warna cincin resistor ini adalah, cincin pertama berwarna kuning, cincin kedua berwarna violet dan cincin ke tiga berwarna

merah. Cincin ke empat yang berwarna emas adalah cincin toleransi. Dari tabel 1.1 diketahui jika cincin toleransi berwarna emas, berarti resistor ini memiliki toleransi 5%. Nilai resistansinya dihitung sesuai dengan urutan warnanya. Pertama yang dilakukan adalah menentukan nilai satuan dari resistor ini. Karena resistor ini resistor 5% (yang biasanya memiliki tiga cincin selain cincin toleransi), maka nilai satuannya ditentukan oleh cincin pertama dan cincin kedua.

Jika dilihat pada tabel 1.1, diketahui cincin kuning nilainya = 4 dan cincin violet nilainya = 7. Jadi cincin pertama dan kedua atau kuning dan violet berurutan, nilai satuannya adalah 47. Cincin ketiga adalah faktor pengali, dan jika warna cincinnya merah berarti faktor pengalinya adalah 100. Sehingga dengan ini diketahui nilai resistansi resistor tersebut adalah nilai satuan faktor pengali atau $47 \times 100 = 4700 \text{ Ohm} = 4,7 \text{ kilo ohm}$ (pada rangkaian elektronika biasanya ditulis $4K7 \text{ Ohm}$) dan toleransinya adalah + 5%. Arti dari toleransi itu sendiri adalah batasan nilai resistansi minimum dan maksimum yang dimiliki oleh resistor tersebut. Jadi nilai sebenarnya dari resistor $4,7k \text{ Ohm} + 5\%$ adalah $4700 \times 5\% = 235 \text{ ohm}$. Jadi nilai maksimum pada resistor tersebut adalah $4700 + 235 = 4935 \text{ Ohm}$. Sedangkan minimum pada resistor tersebut adalah $4700 - 235 = 4465 \text{ Ohm}$.



Warna Resistor disamping:

Kuning-ungu-merah-emas maka nilai resistor

adalah: $47 \times 10^2 \text{ ohm} = 4700 \text{ ohm}$

$= 4K7 \text{ ohm}$

Dengan Toleransi 5%

Apabila resistor di atas di ukur dengan menggunakan ohm meter dan nilainya berada pada rentang nilai maksimum dan minimum (4465 s/d 4935) maka resistor tadi masih memenuhi standar. Nilai toleransi ini diberikan oleh pabrik pembuat resistor untuk mengantisipasi karakteristik bahan yang tidak sama antara satu resistor dengan resistor yang lainnya sehingga para desainer elektronika dapat memperkirakan faktor toleransi tersebut dalam rancangannya.

Semakin kecil nilai toleransinya, semakin baik kualitas resistornya. Sehingga dipasaran resistor yang mempunyai nilai toleransi

1% (contohnya : resistor metal film) jauh lebih mahal dibandingkan resistor yang mempunyai toleransi 5% (resistor carbon)

Spesifikasi lain yang perlu diperhatikan dalam memilih resistor pada suatu rancangan selain besar resistansi adalah besar wattnya atau daya maksimum yang mampu ditahan oleh resistor. Karena resistor bekerja dengan dialiri arus listrik, maka akan terjadi disipasi daya berupa panas sebesar :

$$P = V \times I = I^2 \times R = \frac{V^2}{R}$$

Semakin besar ukuran fisik suatu resistor, bisa menunjukkan semakin besar kemampuan disipasi daya resistor tersebut. Umumnya di pasar tersedia ukuran 1/8, 1/4, 1/2, 1, 2, 5, 10 dan 20 watt. Resistor yang memiliki disipasi daya maksimum 5, 10 dan 20 watt umumnya berbentuk balok memanjang persegi empat berwarna putih, namun ada juga yang berbentuk silinder dan biasanya untuk resistor ukuran besar ini nilai resistansi di cetak langsung dibadannya tidak berbentuk cincin-cincin warna melainkan langsung tertera pada body resistor tersebut, misalnya 100Ω5W atau 1KΩ10W.

1.4.2 Cara Mengukur Nilai Resistor dengan Pengukuran Menggunakan Multimeter

Bagian yang paling penting dalam pembacaan tahanan menggunakan multimeter adalah :

1. Pengaturan pengali pada knop multimeter
2. Kalibrasi
3. Pembacaan skala

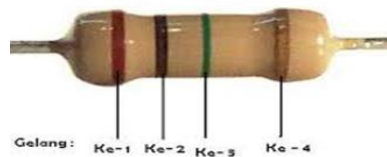
Adapun langkah pengukuran adalah sebagai berikut :

1. Siapkan multimeter.
2. Tancapkan probe merah pada terminal + dan probe hitam pada terminal – (com). Pada saat pemasangan probe pastikan dan biasakan warna probe sesuai dengan terminalnya, meskipun sebenarnya tidak akan mempengaruhi pengukuran atau membahayakan alat ukur itu sendiri.
3. Baca besar resistor berdasarkan gelang warnanya. Hal ini dilakukan untuk menentukan pemilihan pengali pada knop multimeter.

4. Pilih pengali dengan mengarahkan knop multimeter pada pengali tahanan. Pemilihan pengali disesuaikan dengan besar tahanan yang akan diukur.
5. Lakukan kalibrasi alat ukur. Perlu diingat bahwasanya kalibrasi dilakukan setiap kali kita mengganti besar pengalinya. Adapun langkah kalibrasi akan dijelaskan pada bagian contoh pengukuran.
6. Lakukan pembacaan skala. Perlu diingat bahwa dalam pembacaan skala pada multimeter cari garis skala yang memiliki penunjuk angka nol di sebelah kanan. Biasanya garis skala pengukuran tahanan berwarna hijau dan ditandai dengan simbol Ω .

Contoh pengukuran :

Ukur tahanan resistor di bawah ini



Gambar 1.12 Resistor dengan gelang warna

Langkah pengukuran :

Siapkan multimeter dan tancapkan probe merah pada terminal positif (+) dan probe hitam pada terminal negatif (-)



Gambar 1.13 Cara Pemasangan Probe Multimeter

Untuk menentukan faktor pengali lakukan pembacaan tahanan resistor berdasarkan gelang warna resistor. Karena resistor di atas warnanya adalah orange, orange, kuning dan emas maka nilai warnanya adalah sebagai berikut:

Tabel 1.2 Proses Pengukuran

Gelang	Warna	Bobot	Hasil	Toleransi bawah	Toleransi atas
Gelang 1	kuning	4	450000 ohm	427500 ohm	472500 ohm
Gelang 2	hijau	5			
Gelang 3	Kuning	10^4			
Gelang 4	Emas	5%	5,00%		

Pemilihan pengali pada multimeter berdasarkan besar tahanan yang telah dihitung melalui pembacaan gelang warna. Jika berdasarkan pembacaan gelang warna resistor memiliki tahanan sebesar $450000\Omega = 450K\Omega$. Untuk itu pengali tahanan dipilih yang x 1K.



Gambar 1.14 Pengali Multimeter

Lakukan kalibrasi dengan menyatukan ujung kedua probe menjadi satu seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 1.15 Menghubungkan probe multimeter

Dari hasil penyatuan ujung probe diketahui bahwa jarum penunjuk belum menunjuk pada skala nol. Untuk itu kita perlu melakukan kalibrasi, dengan memutar knop adj sampai jarum penunjuk menunjuk skala nol.



Gambar 1.16 Putar knop sampai menunjuk angka 0

Jika kalibrasi multimeter sudah dilakukan, kita tinggal melakukan pengukuran dengan menghubungkan kedua ujung probe multimeter pada kedua ujung kaki resistor seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 1.17 Cara Pengukuran Resistor

Dari hasil pengukuran menunjukkan hasil :



Gambar 1.18 Membaca multimeter melalui jarum penunjuk

Berdasarkan gambar di atas hasil menunjukkan 450. Dari hasil penunjukan tersebut kemudian dikalikan dengan pengali (1K) sehingga hasilnya :

$$\begin{aligned} \text{tahanan} &= 450 \times 1000 \\ &= 450000 \\ &= 450\text{K } \Omega \end{aligned}$$

Pada pengukuran resistor dengan menggunakan multimeter analog seperti gambar di atas tidak akan tepat pada penunjukan 450 kilo ohm, karena adanya nilai toleransi pada resistor yang terletak pada gelang terakhir.

Untuk penjelasan selanjutnya dan lebih detail bisa dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 1.3 Hasil Pengukuran

Gelang	Warna	Bobot	Hasil	Toleransi Bawah	Toleransi Atas	Hasil Pengukuran	Keterangan
Gelang 1	Orange	3	330000 ohm	3267000 ohm	333300 ohm	450000 ohm	resistor rusak
Gelang 2	Orange	3					
Gelang 3	Kuning	104					
Gelang 4	Emas	5%	5,00%				

Dari tabel di atas diketahui ternyata resistor rusak. Hal ini dikarenakan nilai hasil pengukuran tidak ada dalam rentang toleransi bawah (326700Ω) dan toleransi atas (333300Ω) dari hasil pengukuran melalui pengamatan gelang warna

1.5 Cara Mengukur Resistor

1.5.1 Hubungan Seri pada Resistor

Penahan atau resistor yang disambung secara seri ialah jika ujung kaki belakang tahanan R1 disambungkan pada ujung kaki depan tahanan R2 dan ujung kaki belakang R2 disambungkan pada ujung kaki depan tahanan R3 hingga seterusnya.

Ketiga rangkaian resistor tersebut dapat diganti dengan satu resistor tanpa mengubah keadaan (baik arus maupun tegangan). Arus yang masuk pada rangkaian seri akan melewati tahanan R1, R2, dan R3, maka rangkaian seri memiliki arus yang sama disetiap masing-masing tahanan. Sedangkan jumlah seluruh tegangan disetiap masing-masing tahanan sama dengan tegangan sumber. Sesuai dengan persamaan berikut:

$$V = V_{ab} + V_{bc} + V_{cd}$$

Sedangkan $V = I \cdot R$ maka

$$V = I_{ab} \cdot R_1 + I_{bc} \cdot R_2 + I_{cd} \cdot R_3$$

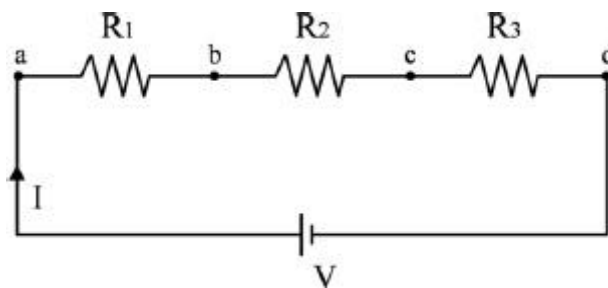
Arus yang melalui disetiap tahanan adalah sama, $I = I_{ab} = I_{bc} = I_{cd}$ maka :

$$V = I(R_1 + R_2 + R_3)$$

$$V = I \cdot R_T$$

Dapat diperoleh:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$



Tahanan total dari rangkaian seri merupakan penjumlahan dari masing-masing beban, dimana tahanan total R_T :

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 \dots\dots\dots (1.3)$$

Arus yang mengalir pada rangkaian seri untuk masing-masing beban adalah sama dengan arus sumber, secara matematika arus sumber (I_S):

$$I_S = I_{R_1} = I_{R_2} = I_{R_3} \dots\dots\dots (1.4)$$

Dimana :

$$I_S = \frac{V_S}{R_T} \dots\dots\dots (1.5)$$

$$I_{R_1} = \frac{V_{R_1}}{R_1} \dots\dots\dots (1.6)$$

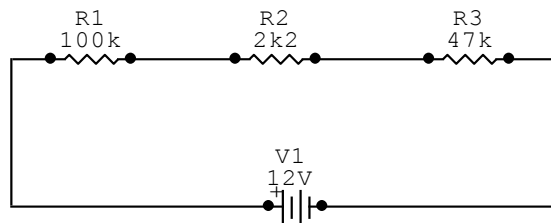
$$I_{R_2} = \frac{V_{R_2}}{R_2} \dots\dots\dots (1.7)$$

$$I_{R_3} = \frac{V_{R_3}}{R_3} \dots\dots\dots (1.8)$$

Tegangan sumber V_S pada rangkaian seri merupakan penjumlahan tegangan yang mengalir pada masing-masing beban

$$V_S = V_{R_1} + V_{R_2} + V_{R_3}$$

Data pengukuran untuk rangkaian tiga buah resistor yang disarikan seperti gambar 1.17 berikut ini :



Gambar 1.19 Rangkaian Seri

Tabel 1. 4 Data pengukuran

No	Titik Pengukuran	Data Pengukuran	Data Teoritis	% Kesalahan
1	R_T	160 K Ω	162,2 K Ω	2
2	V_S	12 Volt	12 Volt	0
3	V_{R_1}	6,6 Volt	7,3 Volt	10

No	Titik Pengukuran	Data Pengukuran	Data Teoritis	% Kesalahan
4	V_{R2}	0,145 Volt	0,160 Volt	10
5	V_{R3}	2,25 Volt	3,431 Volt	35
6	I_S	0,075 mA	0,074 mA	2
7	I_{R1}	0,075 mA	0,074 mA	2
8	I_{R2}	0,075 mA	0,074 mA	2
9	I_{R3}	0,075 mA	0,074 mA	2

Dengan membandingkan data pengukuran dengan multimeter analog yang dilakukan dengan analisis teoritis menggunakan rumus 1.3 sampai dengan rumus 1.6, terlihat kesalahan pengukuran paling kecil adalah 2 % dan yang paling besar adalah 35%. Hal ini bisa disebabkan human error maupun oleh alat ukur yang digunakan, akan tetapi data pengukuran membuktikan bahwa karakteristik jika beberapa tahanan dialiri arus listrik maka akan menghasilkan data seperti persamaan 1.3 sampai 1.8

1.5.2 Hubungan Paralel pada Resistor

Tahanan atau resistor yang dihubungkan secara paralel adalah jika semua ujung kaki depan tahanan R1, R2, dan R3 disambungkan atau disimpulkan pada satu titik dan semua ujung kaki belakangnya juga disambungkan atau disimpulkan pada satu titik.

Arus yang masuk pada rangkaian tersebut akan terbagi di titik a, sebagian arus melalui R1 dan sebagiannya lagi melalui R2 serta sebagian lagi melalui R3. Besarnya arus yang melalui tiap tahanan akan berbeda sesuai dengan nilai tahanannya. Sedangkan beda potensialnya atau tegangan pada tiap masing-masing tahanan adalah sama dengan tegangan sumber.

Jika arus yang melalui tahanan R1 dinyatakan dengan I_1 , R2 dinyatakan dengan I_2 , dan R3 dinyatakan dengan I_3 , maka:

$$R1 = \frac{V1}{I1} \quad R2 = \frac{V2}{I2} \quad R3 = \frac{V3}{I3}$$

Ketiga arus tersebut berasal dari arus yang masuk pada titik a, sehingga:

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

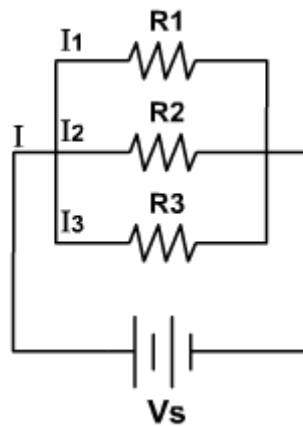
atau,

$$I = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3}$$

$$\frac{V}{R_{total}} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3}$$

karena $V = V_1 = V_2 = V_3$ maka,

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$



Tahanan total R_P dari rangkaian paralel dapat ditentukan dengan persamaan:

$$R_P = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} \dots \dots \dots (1.9)$$

Arus yang mengalir pada rangkaian paralel untuk masing-masing beban adalah sama secara matematika arus masuk (I_S):

$$I_S = I_{R1} + I_{R2} + I_{R3} \dots \dots \dots (1.10)$$

Dimana :

$$I_S = \frac{V_S}{R_P} \dots\dots\dots (1.11)$$

$$I_{R_1} = \frac{V_{R_1}}{R_1} \dots\dots\dots (1.12)$$

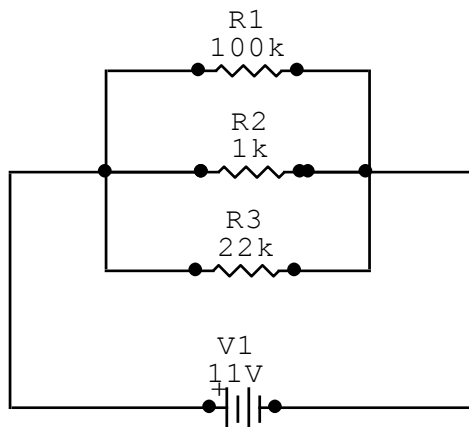
$$I_{R_2} = \frac{V_{R_2}}{R_2} \dots\dots\dots (1.13)$$

$$I_{R_3} = \frac{V_{R_3}}{R_3} \dots\dots\dots (1.14)$$

Tegangan sumber V_S pada rangkaian seri merupakan penjumlahan tegangan yang mengalir pada masing-masing beban

$$V_S = V_{R_1} = V_{R_2} = V_{R_3}$$

Data pengukuran untuk rangkaian tiga buah resistor yang diparalelkan seperti gambar berikut adalah :



Tabel 1. 5 Data pengukuran

No	Titik Pengukuran	Data Pengukuran	Data Teoritis	% Kesalahan
1	R_P	0,60 K Ω	0,643 K Ω	7
2	V_S	11 Volt	11 Volt	0
3	V_{R_1}	6,6 Volt	7,3 Volt	10
4	V_{R_2}	0,145 Volt	0,160 Volt	10
5	V_{R_3}	2,25 Volt	3,431 Volt	35
6	I_S	0,075 mA	0,074 mA	2
7	I_{R_1}	0,05 mA	0,11 mA	55

No	Titik Pengukuran	Data Pengukuran	Data Teoritis	% Kesalahan
8	I_{R2}	11,5 mA	11,04 mA	4
9	I_{R3}	0,2 mA	0,24 mA	17

1.6 Fungsi Resistor

Fungsi-fungsi Resistor di dalam Rangkaian Elektronika diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Sebagai Pembatas Arus listrik (*Current Limitter*)

Sebagai analoginya dapat digambarkan sebagai berikut : jika sebuah resistor dipasang secara paralel maka akan menjadi pembagi arus listrik. Ini bisa diibaratkan dengan sebuah resistor adalah sebuah bendungan dan air yang mengalir dianggap arus listrik. Jika sebuah sungai terdapat dua bendungan yang digunakan untuk membagi air tersebut, maka bendungan pertama sebagai resistor 1 dan bendungan kedua sebagai resistor 2. Maka besarnya arus air tergantung dari besar kecilnya bukaan pintu bendungan. Semakin besar besar pintu bendungan dibuka, semakin besar juga arus air yang akan melewati pintu bendungan tersebut, dan jika bukaan di tiap-tiap pintu bendungan tersebut sama besarnya maka arus air yang mengalir akan terbagi rata di kedua pintu bendungan tersebut. Maka pembatas arus listrik dapat ditentukan dengan besarnya resistor yang dipasang. Ini yang dinamakan dengan current limitter.

2. Sebagai Pengatur Arus listrik

Resistor adalah komponen elektronika yang selalu digunakan dalam setiap rangkaian elektronika karena dia berfungsi sebagai pengatur arus listrik. Bila kita menginginkan arus yang besar maka kita pasang resistor yang nilai resistansi (tahanan) nya kecil, mendekati nol atau sama dengan nol atau tidak dipasang sama sekali dengan demikian arus tidak lagi dibatasi.

3. Sebagai Pembagi Tegangan listrik (*Voltage Divide*)

Fungsi yang ketiga dari resistor adalah sebagai pembagi tegangan. Contoh resistor sebagai pembagi tegangan adalah : sebuah tegangan misalnya 5V dapat dibagi tegangannya secara proporsional sesuai nilai hambatannya. Pada rangkaian itu

dipasang dua resistor secara seri dengan nilai resistor yang sama yaitu 10 K ohm ($R_1=R_2=10\text{ K ohm}$) dan nilai tegangan pada rangkaian itu adalah 5 volt. Maka tegangan pada masing-masing resistor adalah bernilai 2,5 volt. Bila R1 dan R2 diganti menjadi 20 kilo ohm dan 30 kilo ohm berturut-turut, maka tegangan pada $R_1 = 2\text{V}$ dan pada $R_2 = 3\text{V}$

4. Sebagai Penurun Tegangan listrik

Contoh resistor sebagai penurun tegangan dapat kita lihat berdasarkan rumus resistor yang akan menentukan besarnya tegangan keluaran setelah melewati resistor tersebut. Resistor adalah komponen pasif yang pemasangannya dapat terbalik karena memang tidak memiliki polaritas. Fungsi resistor adalah sebagai penghambat tegangan, nah dari prinsip kerja inilah kemudian dalam penggunaannya resistor dapat difungsikan sebagai penurun tegangan sehingga diperoleh besar tegangan sesuai yang kita inginkan. Namun perlu diperhatikan pula untuk menurunkan tegangan dengan resistor ini sebaiknya digunakan untuk tegangan kecil saja, yang juga memiliki arus kecil. Karena kalau arus terlalu besar maka dapat dipastikan resistor tersebut akan terbakar atau putus karena tidak kuat menahan aliran arus yang besar. Kita ambil contoh pada tegangan 12 volt DC, ingin diturunkan menjadi 3 volt DC untuk keperluan menyalakan LED. Arus listrik yang bekerja pada rangkaian adalah 0,01 A, maka cara mencari nilai resistor yang cocok pada rangkaian adalah sebagai berikut:

$$\frac{12\text{ Volt} - 3\text{ Volt}}{0,01\text{ A}} = 900\text{ Ohm}$$



BAB 2

KAPASITOR

2.1 Uraian Umum

Kapasitor (Capacitor) atau disebut juga dengan Kondensator (Condensator) adalah komponen elektronika pasif yang dapat menyimpan muatan listrik dalam waktu sementara dengan satuan kapasitansinya adalah Farad. Satuan kapasitor tersebut diambil dari nama penemunya yaitu Michael Faraday (1791 ~ 1867) yang berasal dari Inggris.

Konversi Satuan Farad adalah sebagai berikut atau disebut juga dengan satuan-satuan yang sering dipakai untuk kapasitor adalah :

1 Farad = 1.000.000 μ F (mikro Farad) = 10^6 μ F (mikro Farad)

1 Farad = 1.000.000.000 nF (nano Farad) = 10^9 nF (nano Farad)

1 Farad = 1.000.000.000.000 pF (piko Farad) = 10^{12} pF (piko Farad)

1 μ Farad = 1.000 nF (nano Farad) = 10^3 nF (nano Farad)

1 μ Farad = 1.000.000 pF (piko Farad) = 10^6 pF (piko Farad)

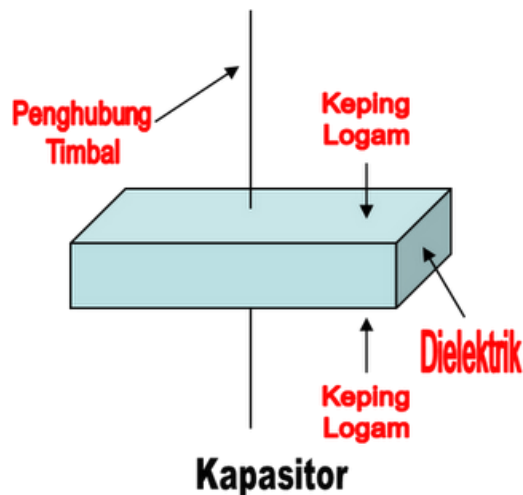
1 nFarad = 1.000 pF (piko Farad) = 10^3 pF (piko Farad)

Kapasitor merupakan komponen elektronika yang terdiri dari 2 pelat konduktor yang pada umumnya adalah terbuat dari logam dan sebuah isolator diantara pelat tersebut sebagai pemisah. Isolator tersebut disebut juga dengan dielektrika.

Bahan dielektrik tersebut dapat mempengaruhi nilai dari kapasitansi kapasitor tersebut. Adapun bahan dielektrik yang paling sering dipakai adalah keramik, kertas, udara, metal film dan lain-lain. Kapasitor sering juga disebut sebagai kondensator. Kapasitor memiliki berbagai macam bentuk dan ukuran, tergantung dari kapasitas, tegangan kerja, dan lain sebagainya.

Kapasitor (Kondensator) yang dalam rangkaian elektronika dilambangkan dengan huruf "C" adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi/muatan listrik di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Satu Farad = $9 \times 10^{11} \text{ cm}^2$ yang artinya luas permukaan kepingan tersebut. Kapasitor disebut juga dengan kondensator karena pada masa itu pada tahun 1782 dunia masih kuat akan pengaruh dari ilmuwan kimiawi lainnya yaitu Alessandro Volta, yang berkebangsaan Italia. Pada masa tersebut segala komponen yang berkenaan dengan kemampuan untuk menyimpan suatu muatan listrik yang tinggi dibanding komponen lainnya disebut dengan nama Condensatore (Bahasa Italia). Jadi itulah mengapa kondensator nama lain dari kapasitor.

Bahan-bahan dielektrik (pemisah antara dua pelat kapasitor) yang umum dikenal misalnya udara vakum, keramik, gelas dan lain-lain. Jika kedua ujung plat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki (elektroda) metalnya dan pada saat yang sama muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak bisa menuju ke ujung kutub positif, karena terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini tersimpan selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya. Di alam bebas, fenomena kapasitor ini terjadi pada saat terkumpulnya muatan-muatan positif dan negatif di awan.



Gambar 2.1 Bentuk Dasar sebuah Kapasitor

Terdiri atas dua keping konduktor yang ruang diantaranya diisi oleh dielektrik (penyekat). Besaran kapasitor adalah Kapasitas dan satuan SI (Standar Internasional) dari kapasitas adalah farad (F).

2.2 Fungsi, Jenis dan Tipe Kapasitor

2.2.1 Fungsi kapasitor antara lain :

- a. Sebagai filter atau penyaring, biasanya digunakan pada sistem radio, tv, amplifier dan lain-lain. Filter pada radio digunakan untuk menyaring (penghambatan) gangguan-gangguan dari luar.
- b. Sebagai kopling, kapasitor sebagai kopling (penghubung) amplifier tingkat rendah ke tingkat yang lebih tinggi

Sifat dasar sebuah kapasitor adalah dapat menyimpan muatan listrik, dan kapasitor juga mempunyai sifat tidak dapat dilalui arus DC (*direct Current*) dan dapat dilalui arus AC (*alternating current*) dan juga dapat berfungsi sebagai impedansi (resistansi yang nilainya tergantung dari frekuensi yang diberikan).

2.2.2 Jenis kapasitor berdasarkan nilai kapasitansinya dibagi menjadi 2 bagian:

- a. Kapasitor tetap, yaitu kapasitor yang mempunyai nilai sesuai dengan tertera pada body kapasitor tersebut. Kapasitor tetap terbagi 6 yaitu:
 1. Kapasitor keramik (Ceramic Capacitor)

Bentuknya ada yang bulat tipis, ada yang persegi empat berwarna merah, hijau, coklat dan lain-lain. Untuk nilainya sendiri biasanya memiliki kapasitansi kecil yaitu dari 1pF (piko Farad) sampai 0.1 uF (mikro Farad) namun rating tegangannya sangat rendah. Pada *mainboard* PC (*Personal Computer*) atau TV LCD komponen ini banyak sekali digunakan dan berbentuk SMD (*Surface Mount Technology*) yang sangat kecil bentuknya biasanya kotak dengan kode 3 digit sebagai kapasitansinya.



Gambar 2.2 Contoh Kapasitor Keramik

Cara membaca kapasitor keramik pada contoh di atas adalah : pada kapasitor tertera 103 maka artinya 10 dan 3 angka menjadi 10.000 pF yang dalam satuan yang lebih besar menjadi 10 nF.

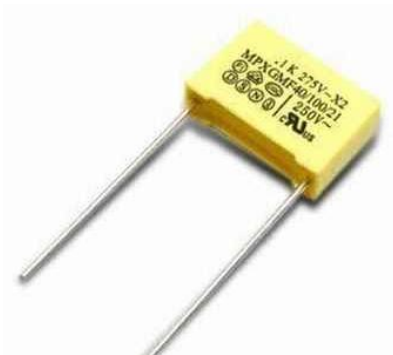
Kode 103, penjabaran menjadi nilai 10nF adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 &= 10 \times 10^3 \text{ pF} \\
 &= 10 \times 10^3 \times 10^{-12} \text{ F} \\
 &= 10 \times 10^9 \text{ F} \\
 &= 10 \text{ nF}
 \end{aligned}$$

2. Kapasitor polyester atau milar

Bentuknya persegi empat seperti permen. Biasanya mempunyai warna merah, hijau, coklat dan sebagainya.

Pada jenis ini sesuai namanya pada bahan isolatornya adalah terdiri dari polyester yang kebanyakan toleransinya berkisar 5 – 10 %. Bentuk fisik kapasitor polyester ini adalah kotak dan tidak ada polaritasnya. Range nilainya cukup bervariasi namun umumnya dalam kapasitas yang jelas dan penggunaan tegangan yang rendah. Karena toleransinya yang cukup besar maka biasanya tidak digunakan pada rangkaian frekuensi tinggi atau pada rangkaian dengan arus listrik yang besar, tetapi kapasitor polyester ini banyak juga diterapkan pada rangkaian power supply



Gambar 2.3 Contoh kapsitor polyester / milar

3. Kapasitor Mika

Bahan isolator kapasitor mika ini menggunakan mika dan penggunaannya biasanya pada rangkaian RF Frekuensi tinggi. Ini dikarenakan toleransinya yang rendah tingkat stabilitas yang tinggi serta ketahanan terhadap suhu yang sangat baik dan yang terpenting bisa digunakan pada tegangan tinggi sehingga harganya juga pasti lumayan mahal. Fungsi kapasitor lainnya adalah selain sebagai osilator RF juga sebagai filter, kopling atau dekopling.



Gambar 2.4 Contoh Kapasitor Mika

4. Kapasitor elektrolit

Kapasitor elektrolit disebut juga dengan kapasitor elko (elektrolit kapasitor) yaitu jenis kapasitor yang banyak digunakan dan umumnya berbentuk tabung. Dalam pemasangannya harus hati-hati karena memiliki polaritas (+) dan polaritas (-). Jika terbalik dalam pemasangannya maka

sangat fatal akibatnya karena kapasitor tersebut bisa meledak. Nanti kapasitasnya juga bisanya bernilai besar. Makin besar nilai kapasitasnya maka makin besar daya ledaknya jika terjadi salah dalam pemasangan terminal polaritas kapasitor tersebut. Kapasitas kapasitor elektrolit atau elko bisa dengan range 0.47 uF hingga satuan Farad. Bahan isolatornya adalah terdiri dari cairan elektrolit untuk menyimpan energi listrik yang kemudian dibungkus lagi dengan aluminium.



Gambar 2.5 Contoh Kapasitor Elektrolit (elko)

5. Kapasitor kertas

Tersusun atas dua lembar kertas timah (perak) panjang sebagai konduktor yang digulung pada sebuah silinder yang diantaranya disisipi kertas tipis sebagai dielektrik. Kapasitor kertas ini sering disebut juga kapasitor padder. Bahan isolator kapasitor kertas terdiri dari lapisan kertas yang dipadukan dengan lapisan aluminium untuk menyimpan muatannya dan biasanya nilai kapasitasnya berkisar 300 pF hingga 4 uF saja dengan kaki-kaki yang tidak ada polaritasnya sehingga tidak ada masalah jika terbalik dalam pemasangan terminal polaritasnya pada rangkaian elektronika. Umumnya kapasitor kertas ini digunakan pada sirkuit elektronik yang memiliki arus listrik dan tegangan tinggi.



Gambar 2.6 Contoh Kapasitor Kertas

6. Kapasitor tantalum

Jenis kapasitor tantalum banyak digunakan karena memberikan range kapasitas yang bervariasi serta toleransi yang baik sehingga banyak digunakan pada mainboard PC (Personal Computer), laptop atau pada modul handphone. Yang perlu diingat pada penggunaan kapasitor tantalum ini adalah : walaupun bentuknya mirip dengan kapasitor keramik atau kapasitor polyester (kapasitor yang tidak memiliki polaritas) tetapi pada kapasitor tantalum terdapat polaritasnya (sama dengan kapasitor elektrolit) sehingga jangan salah dalam pemasangan kapasitor tantalum pada rangkaian elektronika. Kapasitor ini dinamakan kapasitor tantalum karena pada kaki terminal positifnya menggunakan logam tantalum.

Dari harga kapasitor tantalum ini dikategorikan mahal karena terdapat beberapa kelebihan yaitu sangat efisien dengan bentuk komponen yang kecil tapi kapasitas kapasitornya bernilai besar. Kelebihan lain pada kapasitor tantalum adalah : kapasitor tantalum ini dapat digunakan pada range frekuensi yang lebar misalnya pada frekuensi yang tinggi. Bandingkan saja dengan kapasitor elektrolit (elco) yang memang memiliki kapasitas yang besar tetapi hanya bisa digunakan pada rangkaian elektronika yang memiliki frekuensi rendah. Masih ada lagi kelebihan dari kapasitor tantalum ini yaitu tahan terhadap suhu dari -55°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$ sehingga kapasitor tantalum ini sangat cocok

digunakan pada rangkaian yang diharuskan memiliki daya tahan yang tinggi.



Gambar 2.7 Contoh Kapasitor tantalum

b. Kapasitor variabel

Kapasitor variabel adalah kapasitor yang dapat diubah nilai kapasitornya sesuai dengan kebutuhan. Ada dua jenis kapasitor variabel yaitu : Varco (Variable Condensator) dan Trimmer. Keduanya mempunyai kapasitas yang rendah dan mempunyai kontrol mekanik untuk mengubah nilai kapasitasnya yang tidak lebih dari 500 pF. Kapasitor variabel ini banyak digunakan pada rangkaian yang berfungsi untuk frekuensi seperti pada radio.

1. Variable condensator

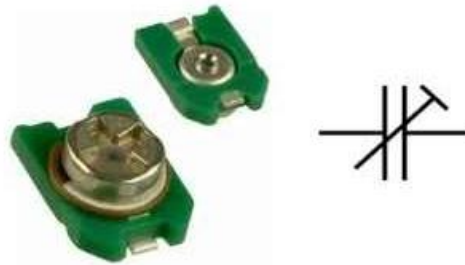
Pada jenis kapasitor ini terdapat poros untuk mengubah nilai kapasitas dari kapasitornya. Bentuk kapasitor berjenis variable condensator biasanya berbentuk kotak dengan nilai kapasitansinya berkisar 100 pF hingga 500 pF. Kapasitor ini banyak digunakan pada rangkaian RF, seperti radio.



Gambar 2.8 Contoh Kapasitor variable condensator (Varco)

2. Trimmer

Untuk mengubah kapasitansi pada trimmer diperlukan obeng minus karena poros pengaturnya sangat kecil. Trimer terdiri dari dua pelat logam yang dikombinasikan dengan bahan mika. Cara kerja trimmer adalah saat poros diputar maka akan mengubah jarak pelat sehingga kapasitansi berubah. Karena poros pengaturnya juga hanya bisa dilakukan dengan obeng minus maka biasanya hanya diperuntukkan pada rangkaian fine tune saja / sekali setting. Nilai maksimum jenis kapasitor ini hanya 100 pF saja.



Gambar 2.9 Contoh kapasitor Trimmer

Jenis kapasitor berdasarkan polaritasnya mempunyai dua :

- a. Kapasitor Polar adalah kapasitor yang kedua kutubnya mempunyai polaritas positif dan negatif, biasanya kapasitor Polar bahan dielektriknya terbuat dari elektrolit dan biasanya kapasitor ini mempunyai nilai kapasitansi yang besar dibandingkan dengan kapasitor yang menggunakan bahan dielektrik kertas atau mika atau keramik.
- b. Kapasitor Non Polar adalah kapasitor yang pada kutubnya tidak mempunyai polaritas artinya pada kutup-kutubnya dapat dipakai secara terbalik. Biasanya kapasitor ini mempunyai nilai kapasitansi yang kecil dan bahan dielektriknya terbuat dari keramik, mika dll.

2.2.3 Tipe Kapasitor

Kapasitor terdiri dari beberapa tipe, tergantung dari bahan dielektriknya. Untuk lebih sederhana dapat dibagi menjadi 3 bagian, yaitu kapasitor electrostatic, electrolytic dan electrochemical.

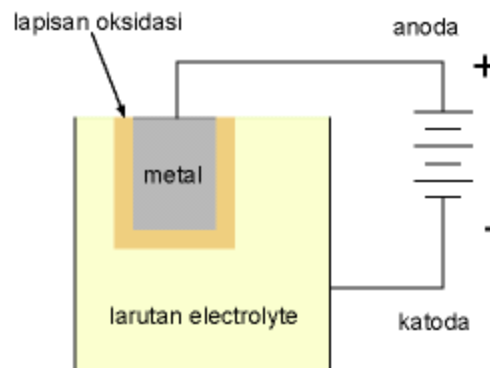
a. Kapasitor Electrostatic

Kapasitor electrostatic adalah kelompok kapasitor yang dibuat dengan bahan dielektrik dari keramik, film dan mika. Keramik dan mika adalah bahan yang populer serta murah untuk membuat kapasitor yang kapasitansinya kecil. Tersedia dari besaran pF sampai beberapa μF , yang biasanya untuk aplikasi rangkaian yang berkenaan dengan frekuensi tinggi. Termasuk kelompok bahan dielektrik film adalah bahan-bahan material seperti polyester (polyethylene terephthalate atau dikenal dengan sebutan mylar), polystyrene, polypropylene, polycarbonate, metalized paper. Mylar, MKM, MKT adalah beberapa contoh sebutan merek dagang untuk kapasitor dengan bahan-bahan dielektrik film. Umumnya kapasitor kelompok ini adalah non-polar.

b. Kapasitor Electrolytic

Kelompok kapasitor electrolytic terdiri dari kapasitor-kapasitor yang bahan dielektriknya adalah lapisan metal-oksida. Umumnya kapasitor yang termasuk kelompok ini adalah kapasitor polar dengan tanda + dan - di badannya. Kapasitor ini dapat memiliki polaritas karena proses pembuatannya menggunakan elektrolisa sehingga terbentuk kutub positif anoda dan kutub negatif katoda.

Metal seperti tantalum, aluminium, magnesium, titanium, niobium, zirconium dan seng (zinc), adalah metal yang permukaannya dapat dioksidasi sehingga membentuk lapisan metal- oksida (oxide film). Lapisan oksidasi ini terbentuk melalui proses elektrolisa, seperti pada proses penyepuhan emas. Elektroda metal yang dicelup ke dalam larutan elektrolit (sodium borate) lalu diberi tegangan positif (anoda) dan larutan electrolit diberi tegangan negatif (katoda). Oksigen pada larutan electrolyte terlepas dan mengoksidasi permukaan plat metal. Contohnya, jika digunakan Aluminium, maka akan terbentuk lapisan Aluminium-oksida (AL_2O_3) pada permukaannya.



Gambar 2.10 Lapisan elco

Dengan demikian berturut-turut plat metal (anoda), lapisan-metal oksida dan electrolyte (katoda) membentuk kapasitor. Dalam hal ini lapisan-metal-oksida sebagai dielektrik. Dari rumus diketahui besar kapasitansi berbanding terbalik dengan tebal dielektrik. Lapisan metal-oksida ini sangat tipis, sehingga dengan demikian dapat dibuat kapasitor yang kapasitansinya cukup besar.

Karena alasan ekonomis dan praktis, umumnya bahan metal yang banyak digunakan adalah aluminium dan tantalum. Bahan yang paling banyak dan murah adalah aluminium. Untuk mendapatkan permukaan yang luas, bahan plat Aluminium ini biasanya digulung. Sehingga dengan cara itu dapat diperoleh kapasitor yang kapasitansinya besar. Sebagai contoh 100uF, 470uF, 4700uF dan lain-lain, yang sering juga disebut kapasitor elco.

Bahan electrolyte pada kapasitor tantalum ada yang cair tetapi ada juga yang padat. Disebut electrolyte padat, tetapi sebenarnya bukan larutan elektrolit yang menjadi elektroda negatif-nya, melainkan bahan lain yaitu manganese-dioksida. Dengan demikian kapasitor jenis ini bisa memiliki kapasitansi yang besar namun menjadi lebih ramping dan mungil. Selain itu karena seluruhnya padat, maka waktu kerjanya (lifetime) menjadi lebih tahan lama. Kapasitor tipe ini juga memiliki arus bocor yang sangat kecil. Jadi dapat dipahami mengapa kapasitor Tantalum menjadi relatif mahal.

c. Kapasitor Electrochemical

Satu jenis kapasitor lain adalah kapasitor electrochemical. Termasuk kapasitor jenis ini adalah battery dan accu. Pada

kenyataannya battery dan accu adalah kapasitor yang sangat baik, karena memiliki kapasitansi yang besar dan arus bocor (*leakage current*) yang sangat kecil. Tipe kapasitor jenis ini juga masih dalam pengembangan untuk mendapatkan kapasitansi yang besar namun kecil dan ringan, misalnya untuk aplikasi mobil elektrik dan telepon selular.

2.3 Kapasitansi

Kapasitansi didefinisikan sebagai kemampuan dari suatu kapasitor untuk dapat menampung muatan elektron. Coulombs pada abad 18 menghitung bahwa 1 coulomb = 6.25×10^{18} elektron. Kemudian Michael Faraday membuat postulat bahwa sebuah kapasitor akan memiliki kapasitansi sebesar 1 farad jika dengan tegangan 1 volt dapat memuat muatan elektron sebanyak 1 coulombs. Dengan rumus dapat ditulis :

$$Q = C V \dots \dots \dots (2.1)$$

Q = muatan elektron dalam C (coulombs)

C = nilai kapasitansi dalam F (farad)

V = besar tegangan dalam V (volt)

Dalam praktek pembuatan kapasitor, kapasitansi dihitung dengan mengetahui luas area plat metal (A), jarak (t) antara kedua plat metal (tebal dielektrik) dan konstanta (k) bahan dielektrik. Dengan rumus dapatdi tulis sebagai berikut :

$$C = (8.85 \times 10) (k A/t)$$

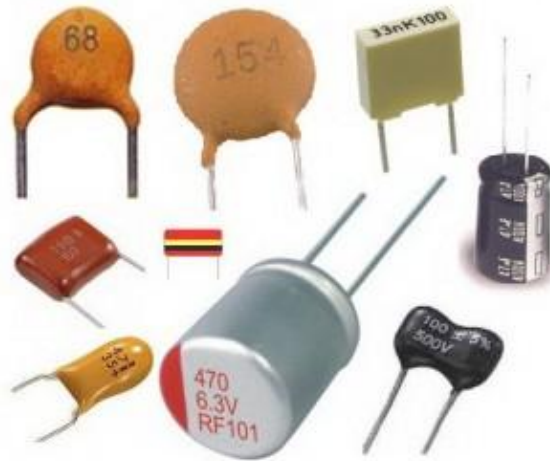
Berikut adalah tabel konstanta (k) dari beberapa bahan dielektrik yang disederhanakan.

Tabel 2.1 Konstanta bahan (k)

Udara vakum	k = 1
Aluminiumoksida	k = 8
Keramik	k = 100 - 1000
Gelas	k = 8
Polyethylene	k = 3

2.4 Cara Membaca Nilai Kapasitor

Membaca nilai kapasitor pada kapasitor ukuran besar dapat langsung dibaca pada kemasannya, Untuk kapasitor berukuran kecil nilai kapasitor ditulis dalam kode tertentu, dengan cara pembacaan nilai kapasitor sebagai berikut. Pada kapasitor yang berukuran besar, nilai kapasitansi umumnya ditulis dengan angka yang jelas. Lengkap dengan nilai tegangan maksimum dan polaritasnya. Misalnya pada kapasitor elco dengan jelas tertulis kapasitansinya sebesar 22 μ F/25V. Kapasitor yang ukuran fisiknya mungil dan kecil biasanya hanya bertuliskan 2 (dua) atau 3 (tiga) angka saja. Jika hanya ada dua angka satuannya adalah pF (pico farads). Sebagai contoh, kapasitor yang bertuliskan dua angka 47, maka kapasitansi kapasitor tersebut adalah 47 pF.



Gambar 2.11 Contoh Penulisan Nilai Kapasitor

2.4.1 Kapasitor Dengan Penulisan 3 Digit

Jika ada 3 digit, angka pertama dan kedua menunjukkan nilai nominal, sedangkan angka ke-3 adalah faktor pengali. Faktor pengali sesuai dengan angka nominalnya, berturut-turut 1 = 10, 2 = 100, 3 = 1.000, 4 = 10.000 dan seterusnya. Misalnya pada kapasitor keramik tertulis 104, maka kapasitansinya adalah $10 \times 10^4 \text{ pF} = 100.000 \text{ pF}$ atau = 100nF. Contoh lain misalnya tertulis 222, artinya kapasitansi kapasitor tersebut adalah $22 \times 10^2 \text{ pF} = 2200 \text{ pF}$
= 2.2 nF.

2.4.2 Kapasitor Dengan Penulisan Ring Warna

Kapasitor juga dituliskan dengan kode warna seperti resistor, namun kapasitor jenis ini jarang ditemui. Format penulisan dengan kode warna kapasitor ditulis dalam 4 ring warna dan 5 ring warna. Kapasitor yang ditulis dengan kode warna menggunakan satuan dasar pico farad (pF). Urutan pembacaan ring kapasitor dimulai dari ring paling atas. Ring pertama = digit ke 1, ring kedua = digit ke 2, ring ketiga = faktor pengali, ring ke empat = toleransi. Sebagai contoh kapasitor dengan 4 ring warna dimulai dari atas kuning (4), ungu (7), merah (2) dan hijau (5%) sehingga nilai kapasitor tersebut adalah 4700 pF = 4,7 nF dengan toleransi 5%. Tabel kode warna untuk kapasitor dapat dilihat pada gambar berikut.

Tabel 2.2 Tabel Kode Warna Kapasitor

FIRST DIGIT (pF) First Colour	SECOND DIGIT (pF) Second Colour	MULTIPLIER Third Colour	TOLERANCE Fourth Colour
BLACK 0	BLACK 0	x 1	20 percent
BROWN 1	BROWN 1	x 10	
RED 2	RED 2	x 100	
ORANGE 3	ORANGE 3	x 1000	
YELLOW 4	YELLOW 4	x 10,000	
GREEN 5	GREEN 5	x 100,000	5 percent
BLUE 6	BLUE 6	x 1,000,000	
VIOLET 7	VIOLET 7	x 10,000,000	
GREY 8	GREY 8	x 100,000,000	
WHITE 9	WHITE 9	x 1,000,000,000	10 percent

Untuk kapasitor polyester nilai kapasitansinya bisa diketahui berdasarkan warna seperti pada resistor.



Gambar 2.12 Contoh kapasitor polyester berwarna

Tabel 2.3 Contoh mengetahui nilai kapasitor

Coklat	hitam	orange	Nilainya
1	0	3	1

Maka nilai kapasitor tersebut adalah
 10 dikali $10^3 = 10.000 \text{ pF} = 10 \text{ nF} = 0,01 \text{ uF}$

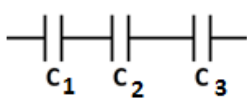
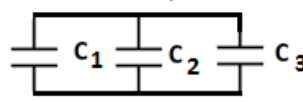
merah	kuning	hitam	Nilainya
2	4	1	2

Maka nilai kapasitor tersebut adalah
 24 dikali $10^1 = 240 \text{ pF} = 0,24 \text{ nF} = 0,00024 \text{ uF}$

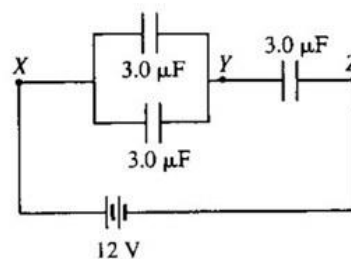
2.5 Penerapan Kapasitor pada Rangkaian Elektronik

Dua kapasitor atau lebih dapat disusun secara seri maupun paralel dalam satu rangkaian listrik. Rangkaian seri memiliki sifat-sifat yang berbeda dengan rangkaian paralel. Berikut diberikan tabel sifat-sifatnya pada rangkaian seri dan paralel.

Tabel 2.4 Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel pada Kapasitor

	SUSUNAN RANGKAIAN KAPASITOR	
	Susunan seri	Susunan paralel
		
Muatan listrik [Q]	$Q_s = Q_1 = Q_2 = Q_3$	$Q_p = Q_1 + Q_2 + Q_3$
Beda potensial [V]	$V_s = V_1 + V_2 + V_3$	$V_p = V_1 = V_2 = V_3$
Kapasitansi [C]	$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$	$C_p = C_1 + C_2 + C_3$

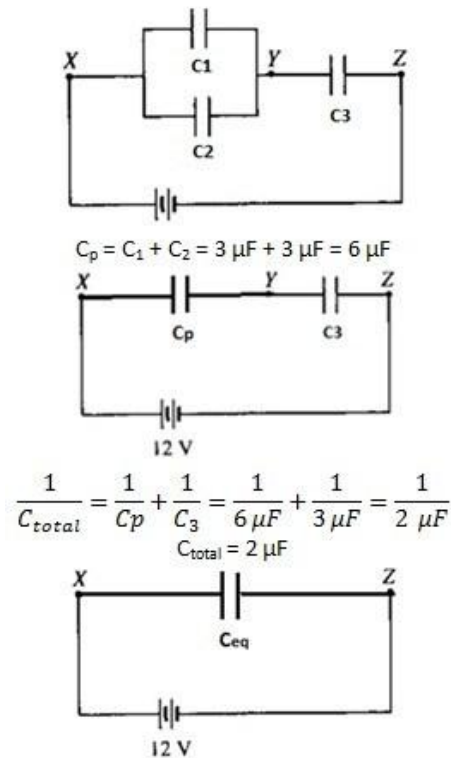
Contoh soal :



Tiga kapasitor identik, dengan kapasitas $3 \mu\text{F}$, masing-masing dihubungkan dengan sumber tegangan 12 V dalam suatu rangkaian seperti pada gambar di samping. Beda potensial antara titik Y dan Z adalah :

Jawab :

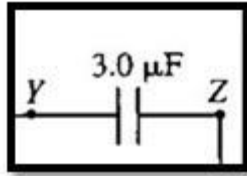
Untuk bentuk kombinasi, kapasitansi ekuivalen merupakan nilai gabungan antara beberapa kapasitor yang disusun seri ataupun paralel atau biasa kita kenal dengan total kapasitansi. Dari soal di atas, pertama-tama kita tentukan kapasitansi ekuivalen atau total kapasitansinya dahulu.



Muatan pada masing-masing keping kapasitor ekuivalen (total) pada soal di atas adalah:

$$C_{total} = \frac{Q}{V}$$

$$Q = C_{total} \cdot V = 2 \mu\text{F} \cdot 12 \text{ volt} = 24 \mu\text{C}$$



Ini adalah besar muatan pada masing-masing keping semula. Beda potensial antara titik Y dan Z yakni pada C3 adalah:

$$V_3 = \frac{Q}{C_3} = \frac{24\mu C}{3\mu F} = 8 \text{ volt}$$

2.6 Cara Kerja Kapasitor

Pada dasarnya sebuah kapasitor terdiri dari dua pelat konduktor yang disekat dengan sebuah dielektrik sebagai perantara diantara dua konduktor. Bahan dielektrik tersebut bermacam-macam sesuai dengan jenis kapasitor, diantaranya keramik, kertas, mika dan lain-lain. Pada kerja kapasitor hanya terdapat dua siklus yaitu siklus pengisian dan siklus pengosogan. Secara teori, ketika logam konduktor yang melalui sebuah dielektrikum dialiri oleh sebuah arus listrik maka salah satu kaki kapasitor negatif akan terdapat banyak elektron, sebaliknya kaki kapasitor positif akan banyak kehilangan elektron. Hal tersebut diakibatkan oleh adanya dielektrik yang berada diantara kedua kaki kapasitor sehingga arus dari muatan positif ke muatan negatif tidak mengalir, muatan ini akan tertahan atau tersimpan pada kedua ujung dielektrik kapasitor, pada saat itu kapasitor dalam keadaan siklus pengisian muatan. Proses ini dapat diibaratkan seperti fenomena terkumpulnya muatan-muatan positif dan negatif yang terjadi pada awan sebelum terjadinya petir.

Besar tegangan pada kapasitor dan lamanya waktu pada saat proses pengisian kapasitor dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$V_c = V_s(1 - e^{-t/RC}) \dots\dots\dots (2.2)$$

V_c = Tegangan kapasitor

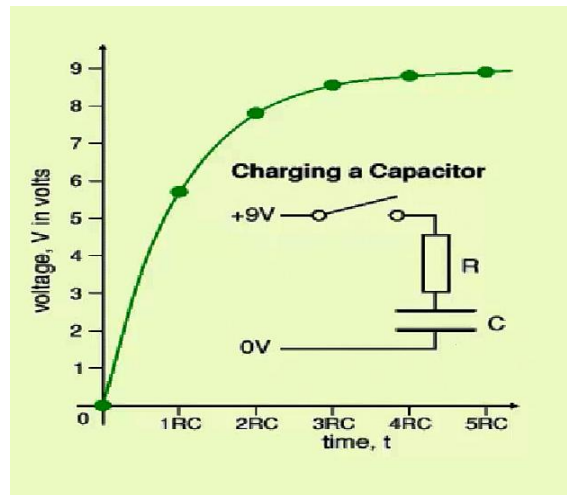
V_s = Tegangan sumber

e = nilai eksponensial

t = waktu

R = Nilai Tahanan

C = Nilai Kapasitor



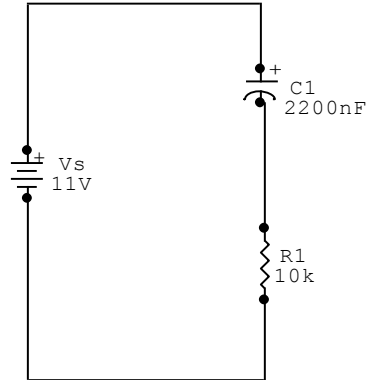
Gambar 2.13 Pengisian Kapasitor

Gambar 2.13, pada saat saklar ON , maka muatan kapasitor akan mulai mengisi, kapasitor akan terisi maksimal mendekati tegangan sumber pada saat waktu pengisian mencapai $5RC$. Saat tegangan kapasitor sudah setara dengan tegangan sumber maka kapasitor tidak akan bisa menambah muatannya kembali meski saklar masih dalam keadaan terhubung.

Literatur lain, nilai tahanan (R) dan nilai kapasitor (C) yang dipasang pada rangkaian, dituliskan hubungan persentase pengisian kapasitor dengan waktu seperti tabel berikut:

Tabel 2.5 Persentase Pengisi Kapasitor terhadap Waktu

Waktu (t)	Tegangan Kapasitor (V_C)
0	0
$0,7RC$	50%
RC	63%
$2RC$	86,5%
$3RC$	95%
$4RC$	98,2%
$5RC$	99%



Gambar 2.14 Pengisian Kapasitor

Tabel 2.6 Data Pengukuran Pengisian Kapasitor

Waktu (t/ detik)	Tegangan Pengisian Kapasitor (Vc/ Volt)		% Kesalahan
	Pengukuran	Teoritis	
0	0	0	0
10	4,20	4,07	4
20	6,71	6,60	2
30	8,50	8,25	3
40	10,00	9,24	8
50	10,20	9,90	3
60	10,63	10,34	3
70	10,77	10,56	2
80	10,89	10,78	2

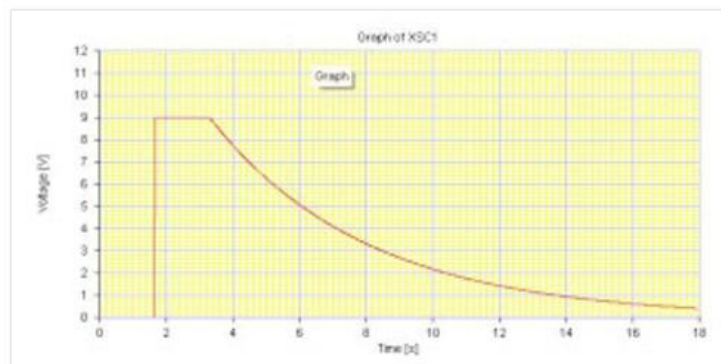
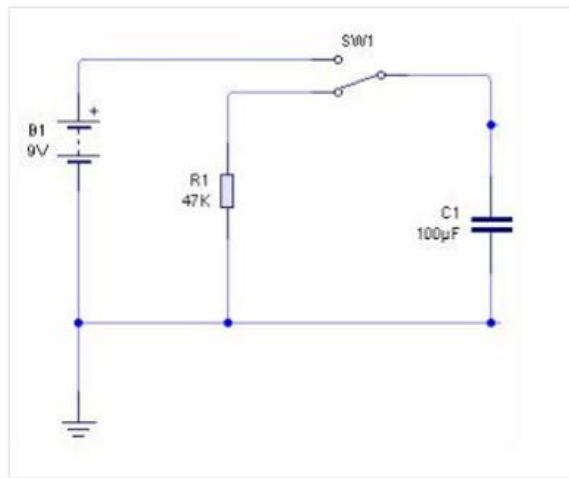
Keterangan: Data pengukuran untuk rangkaian pada gambar 2.12 saat $t = 0$ detik, $V_c = 0$ volt.

Sebuah kapasitor dapat dilalui arus AC tergantung dari nilai kapasitansinya. Semakin kecil nilai kapasitansi kapasitor yang dialiri arus AC maka semakin kecil pula arus yang mengalir melewatinya. Pada kapasitor yang dilalui arus DC maka arusnya akan tertahan pada pinggir dielektrikumnya, dengan kata lain arus DC akan tertahan karena dielektrikum yang dilaluinya. Semakin kecil nilai kapasitansi dari kapasitor yang dialiri oleh arus DC maka arus yang dilaluinya akan semakin kecil pula. Sebuah kapasitor yang telah diberikan muatan listrik pada waktu tertentu kemudian dilepaskan kembali maka di dalam kapasitor tersebut tersimpan muatan listrik sesuai dengan nilai kapasitor

tersebut. Semakin besar nilai kapasitansi kapasitor tersebut maka jumlah muatan yang dapat disimpan juga semakin besar, dan akan semakin lama pula waktu pengosongannya.

Untuk mengetahui lebih lanjut tentang pengisian dan pengosongan pada kapasitor maka akan dijelaskan dengan gambar rangkaian berikut ini :

2.6.1 Cara kerja kapasitor pada Pengujian I

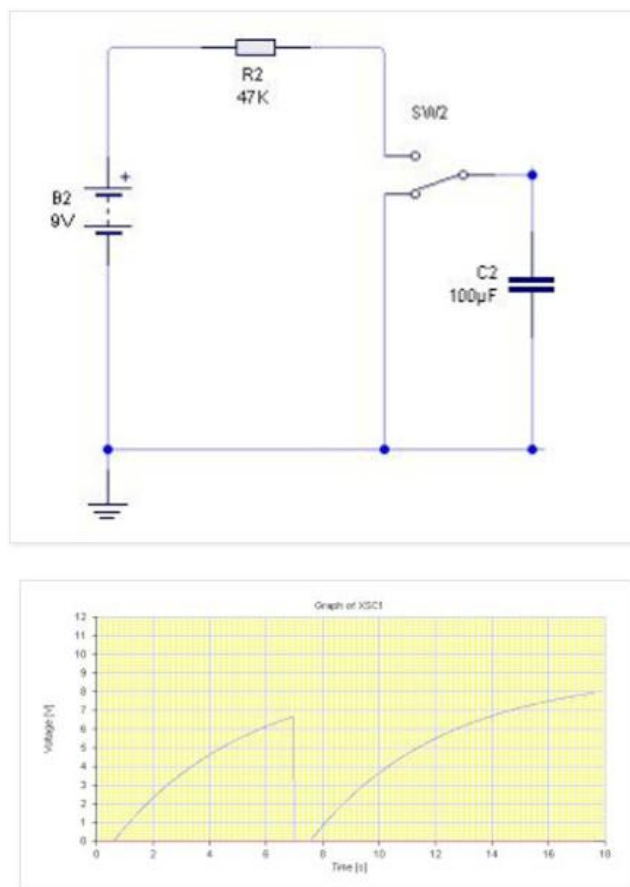


Gambar 2.15 Cara kerja kapasitor pada Pengujian I

Mari kita perhatikan gambar 2.15, pada saat saklar SW1 kita hubungkan dengan + supply 9V, maka kapasitor akan melakukan proses pengisian. Karena tidak ada tahanan kapasitor C1 bisa terisi langsung dengan cepat. Kemudian saat kita ubah posisi SW1 ke ujung R1 47K maka, kapasitor C1 akan melakukan pelepasan muatan. Hal ini

terjadi karena polaritas pada ujung R1 lebih kecil dibanding dengan polaritas pada ujung terminal C1. Polaritas tegangan pada C1 adalah sesuai dengan supply pada waktu pengisian sedangkan pada R1 adalah 0 volt. Proses pelepasan muatan C1 bisa anda lihat pada gambar grafik di atas, yaitu pelepasan kapasitor berlangsung sedikit lama dikarenakan ditahan oleh R1. R1 membuat arus yang mengalir pada saat pelepasan muatan menjadi kecil sehingga proses pelepasan menjadi lebih lama.

2.6.2 Cara kerja kapasitor pada rangkaian II

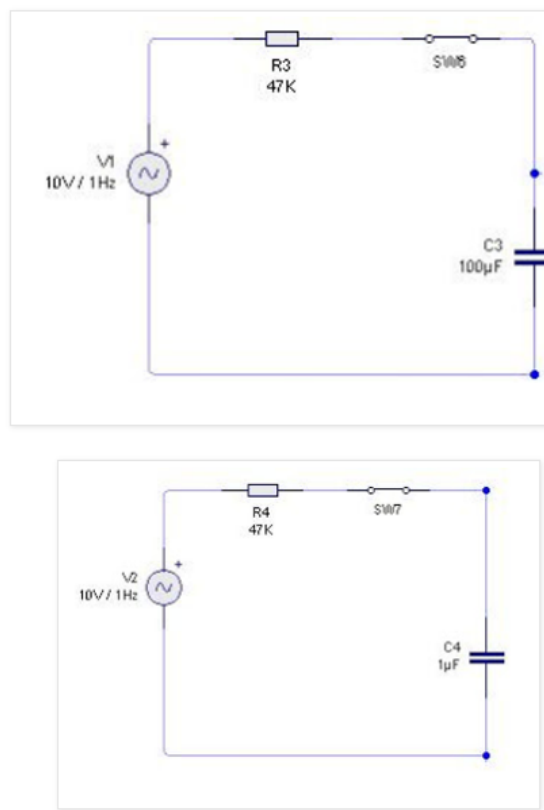


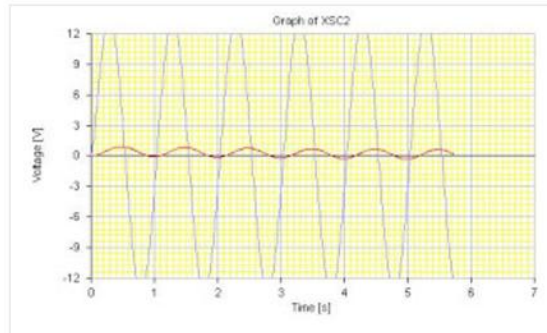
Gambar 2.16 Cara kerja kapasitor pada Pengujian II

Coba perhatikan gambar 2.16, sengaja dirancang berkebalikan dengan rangkaian kapasitor yang pertama supaya kita bisa dengan mudah memahami. Jika pada rangkaian pertama proses pengisian

berlangsung sangat cepat dan proses pelepasan terjadi lebih lama, tapi pada rangkaian yang kedua ini proses pengisian yang menjadi lebih lama, sedangkan proses pelepasan terjadi sangat cepat sekali. Hal itu terjadi karena semakin besar tahanan yang dipasang seri dengan kapasitor baik itu pada rangkaian pengisian atau pelepasan maka arus yang mengalir dari kapasitor akan semakin kecil sehingga muatan listrik yang ada pada kapasitor akan lebih lama habisnya. Sedangkan jika tidak ada tahanan yang dipasang seri terhadap kapasitor maka arus akan mengalir lebih besar dan kapasitor akan terisi penuh dengan lebih cepat. Kejadian di atas bisa kita analogikan seperti sebuah penampungan air. Pipa yang mempunyai diameter lebih besar akan menjadikan pengisian atau pembuangan air menjadi lebih cepat, sedangkan pipa yang lebih kecil akan membuat pengisian atau pembuangan air menjadi lebih lama.

2.6.3 Cara kerja kapasitor pada rangkaian III





Gambar 2.17 Cara kerja kapasitor pada Pengujian III

Pada rangkaian yang ketiga akan dilihat kerja kapasitor dengan sumber tegangan bolak balik 10 VAC dan frekuensi 1 Hz. Yang menarik bagi kita adalah : sejak dulu kebanyakan orang berpendapat bahwa arus bolak balik bisa melewati kapasitor seperti sebuah kawat sedangkan arus searah tidak bisa melakukannya. Coba perhatikan gambar grafik di atas, sinyal yang berwarna merah adalah tegangan yang diukur dengan osiloscope pada kapasitor 100 μF (rangkaiannya I) sedangkan sinyal yang berwarna biru adalah tegangan yang diukur pada kapasitor 1 μF (rangkaiannya II). Jika kita cermati maka sesungguhnya pada rangkaian I, kapasitor 100 μF berkerja hampir seperti sebuah kawat, sehingga tegangan sebagian besar akan jatuh pada resistor dan tegangan pada kapasitornya sendiri mendekati 0 volt (sesuai dengan aturan pembagian tegangan). Kemudian pada rangkaian II, kapasitor bekerja seperti kawat yang terbuka, ini bisa kita lihat dari tegangan yang ada pada kapasitor tersebut. Tegangan yang berwarna biru pada grafik di atas menunjukkan tegangan yang ada pada kapasitor 1 μF , yaitu tegangan tersebut hampir sama dengan tegangan puncak dari tegangan supply. Cara kerja kapasitor pada rangkaian II bagaikan saklar yang terbuka dan tahanan yang begitu besar membuat tegangan sebagian besar jatuh padanya.

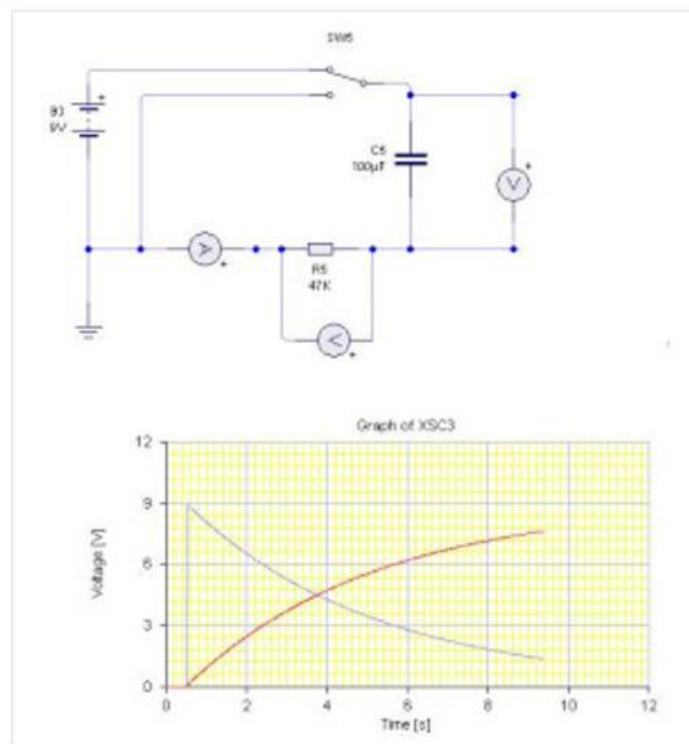
Analisa dari kedua rangkaian dengan tegangan AC di atas adalah :

- a. Pada rangkaian I, nilai kapasitor lebih besar akan membuat proses pengisian menjadi lambat sehingga kapasitor baru terisi sedikit, supply tegangan sudah berbalik ke siklus sebaliknya.
- b. Pada rangkaian II, nilai kapasitor yang lebih kecil akan membuat proses pengisian menjadi lebih cepat, sehingga

kapasitor telah terisi penuh sebelum siklus selanjutnya dan pada kondisi kapasitor yang penuh arus tidak akan bisa melewati kapasitor dikarenakan adanya keseimbangan. Jadi dengan begitu tegangan antara kapasitor akan sama dengan tegangan supply (seharusnya tegangan kapasitor mendekati 0 V jika berpedoman pada pendapat kebanyakan orang selama ini, kenyataannya malah berkebalikan).

- c. Pada rangkaian I dan II tidak memiliki perbedaan prinsip, intinya pada saat proses pengisian kapasitor sebelum kapasitor terisi penuh maka arus akan tetap mengalir pada rangkaian. Tetapi arus tidak akan mengalir lagi jika kapasitor sudah terisi penuh. Pelepasan muatan terjadi apabila nilai potensial berkebalikan dengan posisi potensial pada saat pengisian.

2.6.4 Cara kerja kapasitor pada rangkaian IV



Gambar 2.18 Cara kerja kapasitor pada Pengujian IV

Pada gambar 2.18 adalah perbandingan sinyal kapasitor dengan tahanan yang dipasang seri. Jumlah tegangan pada R5 dan C5 adalah sama dengan tegangan supply sesuai dengan yang ditunjukkan grafik di atas. Tegangan pada kapasitor ditunjukkan oleh kurva yang berwarna merah sedangkan tegangan pada resistor oleh kurva yang berwarna biru. Alur kerjanya adalah, arus listrik mengalir melalui kapasitor kemudian berlanjut pada resistor. Selama kapasitor belum terisi penuh maka arus listrik akan tetap mengalir pada rangkaian tersebut, arus listrik yang mengalir akan semakin mengecil seiring terisinya kapasitor. Jika pada pengisian tegangan pada kapasitor bernilai kecil, maka sisa tegangan yang lebih besar jatuh pada resistor, sebaliknya pada saat kapasitor sudah terisi penuh maka tegangan yang jatuh pada resistor akan bernilai 0 volt dikarenakan tidak ada lagi arus yang mengalir pada rangkaian.

Dari beberapa kombinasi rangkaian pengujian kapasitor di atas, maka kesimpulannya adalah :

- a. Kapasitor bisa dilewati oleh arus searah maupun arus bolak-balik. Hanya saja pada rangkaian arus searah, arus hanya akan mengalir pada saat proses pengisian kapasitor dan kapasitor belum terisi penuh.
- b. Kapasitor tetap tidak bisa dilewati oleh arus bolak balik manakala nilai dari kapasitor tersebut terlalu kecil dibandingkan dengan tegangan supply yang diberikan kepada kapasitor serta frekuensi tegangan supply tersebut. Hal ini dikarenakan kapasitor sudah terisi penuh jauh sebelum siklus sinyal selanjutnya.
- c. Selama pengisian kapasitor, arus yang mengalir pada rangkaian akan semakin kecil sampai mencapai 0 ampere pada saat kapasitor penuh.
- d. Proses pelepasan terjadi apabila kedua kaki kapasitor mendapatkan potensial listrik yang terbalik dari pada saat pengisian. Atau dengan kata lain adanya perbedaan potensial antara kapasitor dengan rangkaian yang terhubung padanya.

Besar tegangan pada kapasitor dan lamanya waktu pada saat proses pengosongan kapasitor dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$V_c = V_s(e^{-t/RC}) \dots\dots\dots 2.2$$

V_c = Tegangan kapasitor

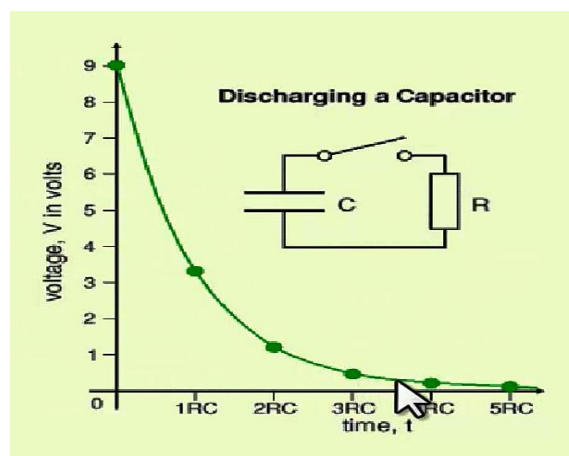
V_s = Tegangan sumber

e = nilai eksponensial

t = waktu

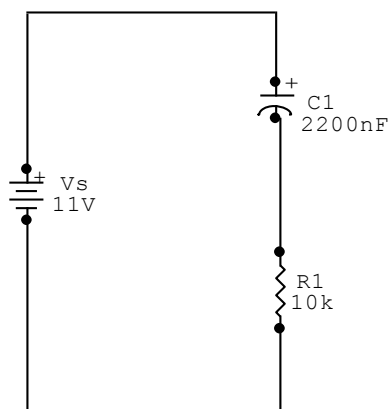
R = Nilai Tahanan

C = Nilai Kapasitor



Gambar 2.19 Pengosongan Kapasitor

Gambar 2.19 memperlihatkan kapasitor akan mengosongkan muatannya pada saat 5RC, akan tetapi beberapa kali percobaan yang dilakukan, hal ini selalu tidak tercapai. Kapasitor justru membutuhkan waktu yang terlalu lama dari 5RC agar muatannya benar-benar habis.



Gambar 2.20 Pengosongan Kapasitor

Tabel 2.7 Data Pengukuran Pengosongan Kapasitor

Waktu (t/ detik)	Tegangan Pengosongan Kapasitor (Vc/ Volt)		% Kesalahan
	Pengukuran	Teoritis	
0	10,89	10,89	0
10	10,24	6,90	33
20	9,82	4,37	56
30	9,61	2,77	71
40	9,41	1,75	82
50	9,25	1,13	88
60	9,10	0,71	93
70	8,98	0,49	95
80	8,87	0,28	97
90	8,72	0,17	99
100	8,68	0,11	99
110	8,60	0	100

Data pengosongan kapasitor setelah beberapa kali percobaan dilakukan, baik untuk nilai RC yang sama maupun nilai RC berbeda, data yang didapatkan dari hasil pengukuran dengan analisis teoritis ternyata menghasilkan kesalahan lebih dari 33%.

2.7 Cara Mengukur Kapasitor

Kapasitor adalah Komponen Elektronika yang dapat menyimpan muatan listrik dalam waktu sementara. Untuk mengukur nilai dari sebuah Kapasitor (Kondensator), kita memerlukan sebuah alat ukur yang dinamakan dengan Capacitance Meter (Kapasitansi Meter). Capacitance Meter adalah alat ukur yang khusus hanya mengukur nilai Kapasitansi sebuah Kapasitor. Selain Capacitance Meter, terdapat juga alat ukur gabungan yang dapat mengukur beberapa macam komponen elektronika, diantaranya adalah LCR Meter dan Multimeter.

LCR Meter adalah alat ukur yang dapat mengukur nilai L (Induktansi/ Inductance, untuk mengukur Induktor atau Coil), C (Kapasitansi/ Capacitance, untuk mengukur Kapasitor atau Kondensator) dan R (Resistansi/ Resistance, untuk mengukur Hambatan atau Resistor) sedangkan Multimeter adalah alat ukur gabungan yang mendapat mengukur Arus, Tegangan, Hambatan

(Resistansi) dan juga menguji beberapa macam Komponen Elektronika seperti Dioda, Kapasitor, Transistor dan Resistor.

Saat ini, telah banyak jenis Multimeter Digital yang telah mempunyai fungsi untuk mengukur nilai Kapasitor sehingga kita tidak perlu membeli alat khusus untuk mengukur nilai Kapasitansi Kapasitor dan tentunya Multimeter sebagai alat ukur gabungan memiliki batas tertentu dalam Mengukur Kapasitansi sebuah Kapasitor. Kapasitor yang mempunyai Kapasitansi yang besar terutama pada Kapasitor Elektrolit (ELCO) tidak semuanya dapat diukur nilainya oleh sebuah Multimeter Digital. Seperti contoh pada salah satu Multimeter dengan merek SANWA yang bertipe CD800a, batas pengukuran Kapasitansi Kapasitor hanya berkisar antara 50nF sampai 100 μ F.

Untuk menguji apakah Komponen Kapasitor dapat berfungsi dengan baik, kita juga dapat menggunakan Multimeter Analog dengan Skala Resistansi (Ohm). Multimeter Analog tidak dapat mengetahui dengan pasti nilai Kapasitansi dari sebuah Kapasitor, tetapi cukup bermanfaat untuk mengetahui apakah Kapasitor tersebut dalam Kondisi baik ataupun rusak (seperti Bocor ataupun Short (hubungan pendek)). Berikut ini adalah Cara menguji Kapasitor Elektrolit (ELCO) dengan Multimeter Analog :

- a. Atur posisi skala Selektor ke Ohm (Ω) dengan skala x1K
- b. Hubungkan Probe Merah (Positif) ke kaki Kapasitor Positif
- c. Hubungkan Probe Hitam (Negatif) ke kaki Kapasitor Negatif
- d. Periksa Jarum yang ada pada Display Multimeter Analog,
- e. Kapasitor yang baik : Jarum bergerak naik dan kemudian kembali lagi.
- f. Kapasitor yang rusak : Jarum bergerak naik tetapi tidak kembali lagi.
- g. Kapasitor yang rusak : Jarum tidak naik sama sekali.

Cara mengukur Kapasitor dengan Multimeter Digital yang memiliki fungsi Kapasitansi Meter cukup mudah, berikut ini caranya :

- a. Atur posisi skala Selektor ke tanda atau Simbol Kapasitor
- b. Hubungkan Probe ke terminal kapasitor.
- c. Baca Nilai Kapasitansi Kapasitor tersebut.

Hal yang perlu diingat, cara diatas hanya dapat digunakan pada Multimeter Digital yang memiliki kemampuan mengukur Kapasitansi.

Untuk lebih akurat, tentunya kita memerlukan alat ukur khusus untuk mengukur Nilai Kapasitansi sebuah Kapasitor seperti LCR meter dan Capacitance Meter. Cara pengukurannya pun hampir sama dengan cara menggunakan Multimeter Digital, hanya saja kita perlu menentukan nilai Kapasitansi yang paling dekat dengan Kapasitor yang akan kita ukur dengan cara mengatur Sakelar Selektor LCR meter dan Kapasitansi Meter. Dibawah ini adalah gambar bentuk Capacitance Meter, LCR Meter dan Multimeter.



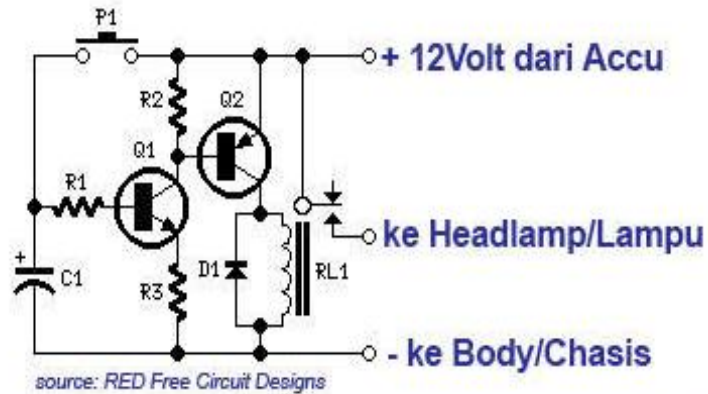
Gambar 2.21 Bentuk Capacitance Meter, LCR meter dan Multimeter

2.8 Aplikasi Kapasitor

Prinsip dasar kapasitor dalam hal pengisian dan pengosongan dan mampu mempertahankan muatannya selama t detik, bisa digunakan untuk aplikasi penundaan ON/OFF nya sebuah rangkaian. Selain itu kapasitor juga berfungsi untuk filter maupun penstabil tegangan pada sebuah rangkaian.

2.8.1 Aplikasi Kapasitor sebagai Delay

Aplikasi kapasitor sebagai penundaan OFF nya sebuah rangkaian dapat dilihat pada gambar 2.22 berikut:

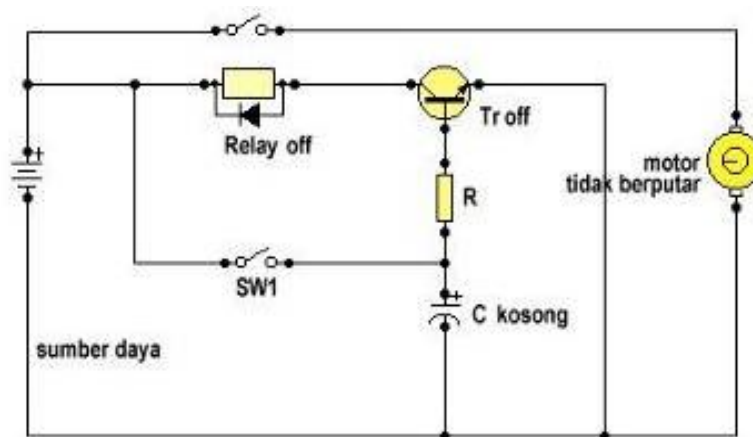


saf7.com

Gambar 2.22 HeadLamp Timer

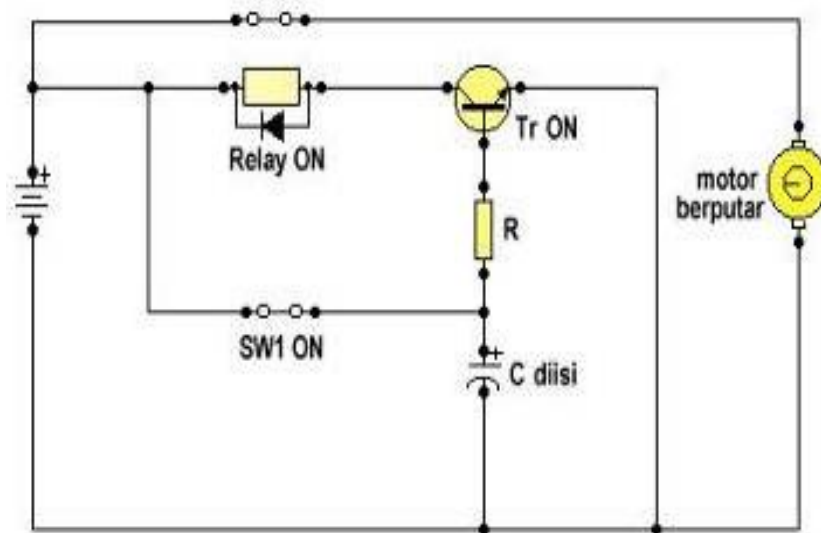
Rangkaian ini berfungsi untuk menunda OFF nya lampu kepala sepeda motor meski sepeda motor sudah di OFF kan. Rangkaian ini berfungsi saat kita parkir malam hari dalam keadaan lapangan parkir yang gelap. Dengan adanya rangkaian ini, saat sepeda motor dan kunci kontak telah dicabut, maka lampu kepala akan menyala sekian t yang bisa dimanfaatkan untuk berjalan keluar dari area parkir. Rangkaian ini menggunakan kapasitor $C1 = 220\mu F$ dan $R1 = 4K7 \frac{1}{2}watt$ dan $R2, R3 = 1K \frac{1}{4}W$ Resistors, menghasilkan efek delay selama 3-4 menit. Waktu yang cukup untuk menerangi saat parkir ditempat yang gelap.

Aplikasi kapasitor sebagai delay juga dapat dilihat pada 2.23 gambar berikut ini:



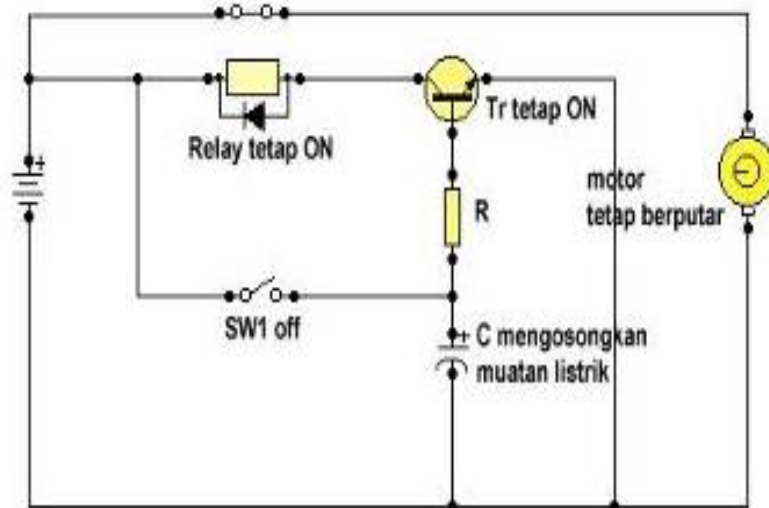
Gambar 2.23 Aplikasi Kapsitor Saat Saklar Open

Pada rangkaian pewaktu, muatan listrik dalam kapasitor dikosongkan sedikit-demi sedikit untuk memungkinkan suatu komponen tetap bekerja dalam jangka waktu tertentu. Pada gambar di samping, SW1 off, dimana tidak ada arus untuk basis Tr. Tr pun akan off bersama-sama dengan relay. Motor tidak berputar.



Gambar 2.24 Aplikasi Kapsitor Saat Saklar Open

Pada gambar 2.24, SW1 dihubungkan sesaat, saat ini arus dari baterai sebagian mengalir menuju basis Tr dan sebagian untuk mengisi muatan kapasitor C. Tr kemudian akan On dan relay bekerja, kontaknya menutup dan motor akan berputar.

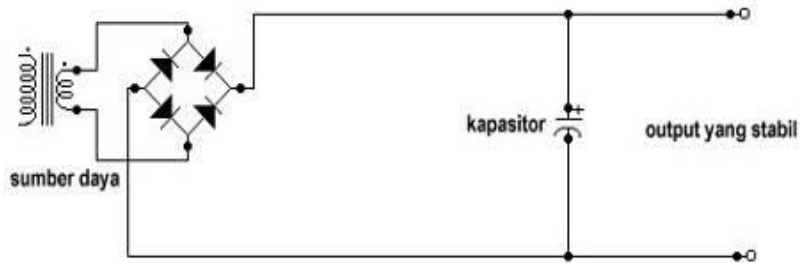


Gambar 2.25 Aplikasi Kapsitor Saat Saklar Open

Saat SW1 dilepas (gambar 2.25), suplai dari SW1 terhenti untuk arus basis Tr, namun saat ini muatan kapasitor dilepaskan untuk mensuplai arus basis ke transistor untuk beberapa waktu. Maka motor akan tetap bekerja hingga muatan di dalam kapasitor habis. Lama waktu tunda tersebut bergantung kapasitas kapasitor. Makin besar kapasitasnya, makin lama waktu tunda yang terjadi, dan begitu pula sebaliknya.

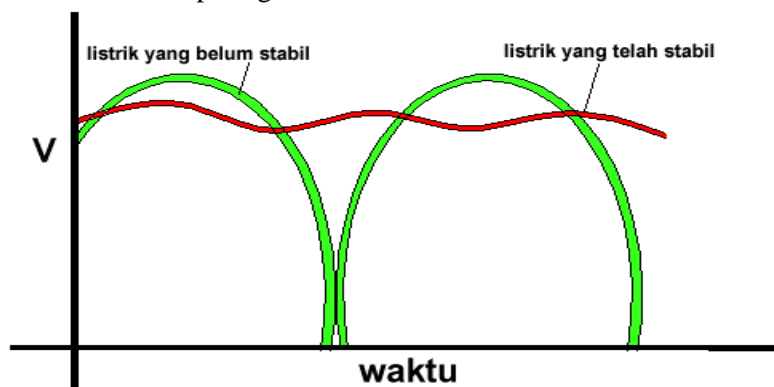
2.8.2 Aplikasi Kapasitor sebagai Filter/Penstabil Tegangan

Kapasitor sebagai penstabil tegangan dapat dijumpai pada rangkaian regulator. Sinyal yang dihasilkan pada keluaran dioda tanpa kapasitor tidak stabil, ripple gelombang yang dihasilkan seperti gelombang sinusoida, artinya saat t detik tegangan yang dikeluarkan sangat rendah dan saat t berikutnya mencapai tegangan puncak. Tegangan yang tidak stabil jika digunakan sebagai sumber tegangan untuk mengoperasikan rangkaian yang lain, maka komponen pada rangkaian tersebut akan mudah rusak akibat tegangan yang berubah-ubah.



Gambar 2.26 Kapasitor sebagai Filter Tegangan

Dengan adanya kapasitor yang dipasang paralel setelah dioda, maka akan menjadikan riak gelombang dari regulator tegangan akan semakin kecil seperti gambar berikut:



Gambar 2.27 Bentuk Sinyal Kapasitor sebagai Filter Tegangan

Hal ini sesuai dengan prinsip pengisian dan pengosongan muatan kapasitor. Pada komponen penstabil tegangan, kapasitor dipasang secara paralel dengan keluaran dari sumber listrik. saat tegangan sumber listrik tinggi (mencapai *peak voltage*), sebagian energi listrik disimpan di dalam kapasitor sehingga lonjakan tegangan berkurang, dan bila tegangan sumber menurun, energi listrik di dalam kapasitor dikeluarkan untuk menaikkan kembali tegangan sehingga penurunan tegangan tidak drastis. Gelombang listrik DC yang dihasilkan menjadi lebih stabil, seperti ditampilkan pada garis lengkung merah pada gambar. Makin besar kapasitas kapasitor, makin stabil tegangan keluaran yang terbangkit.

BAB 3

RELAY



3.1 Uraian Umum

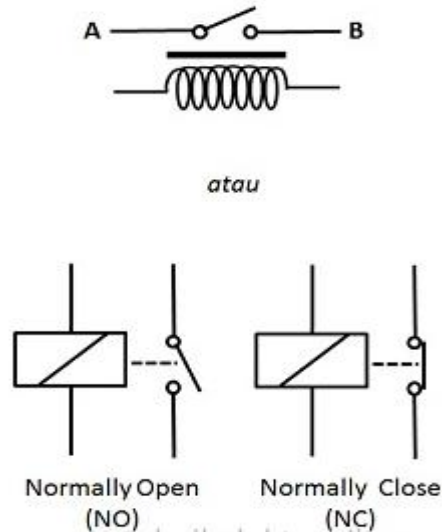
Relay adalah suatu alat yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor yang tersusun atau sebuah saklar elektronis yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energinya.

Kontaktor akan tertutup (menyala) atau terbuka (mati) karena efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan (induktor) ketika dialiri arus listrik. Berbeda dengan saklar, pergerakan kontaktor (on atau off) dilakukan manual tanpa perlu arus listrik.



Gambar 3.1. *Relay*

Gambar 3.2 memperlihatkan simbol-simbol yang digunakan di dalam diagram-diagram rangkaian untuk mempresentasikan kumparan relay dan kontak-kontak ganti.



Gambar 3.2. Simbol *relay*

3.2 Prinsip Dasar Relay

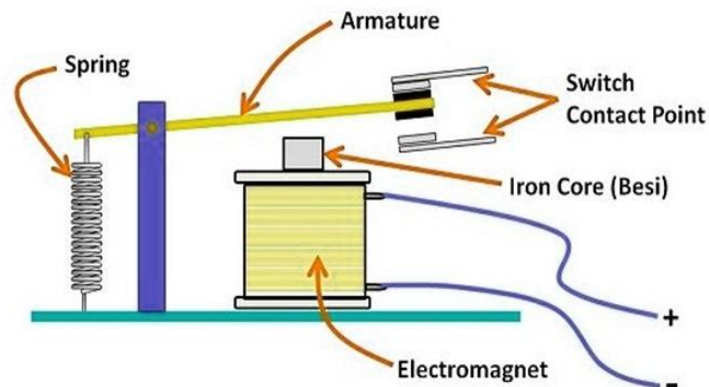
Sebagai komponen elektronika, relay mempunyai peran penting dalam sebuah sistem rangkaian elektronika dan rangkaian listrik untuk menggerakkan sebuah perangkat yang memerlukan arus besar tanpa terhubung langsung dengan perangkat pengendali yang mempunyai arus kecil. Dengan demikian relay dapat berfungsi sebagai pengaman.

Relay adalah sebuah saklar yang dikendalikan oleh arus. Relay memiliki sebuah kumparan tegangan rendah yang dililitkan pada sebuah inti. Terdapat sebuah armatur besi yang tertarik menuju inti apabila arus mengalir melewati kumparan. Armature ini terpasang pada sebuah tuas berpegas. Ketika armature tertarik menuju inti, kontak jalur bersama (COM) akan berubah posisinya dari kontak normal-tertutup (NC) ke kontak normal-terbuka (NO).

Relay terdiri dari 3 bagian utama, yaitu:

- a. Common, merupakan bagian yang tersambung dengan Normally Close (NC) (dalam keadaan normal), dan akan tersambung ke Normally Open (NO) saat relay telah terjadi induksi magnetik.

- b. Koil (kumparan), merupakan komponen utama relay yang digunakan untuk menciptakan medan magnet.
- c. Kontak, yang terdiri dari Normally Close dan Normally Open.

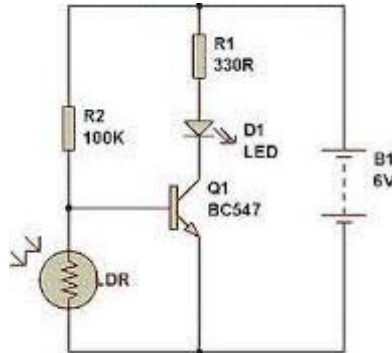


Gambar 3.3. Bagian-bagian *relay*

Berdasarkan gambar diatas, inti besi (*iron core*) dililit oleh sebuah kumparan (*coil*) yang berfungsi untuk mengendalikan armature. Apabila kumparan dialiri arus listrik, maka akan timbul gaya elektromagnet yang kemudian menarik armature untuk berpindah dari posisi sebelumnya NC (*Normally Close*) ke posisi baru NO (*Normally Open*) sehingga beban pada kontak NO menjadi ON sedangkan beban di kontak NC menjadi OFF. Pada saat kumparan tidak dialiri arus listrik, spring akan kembali lepas dan menyebabkan armature akan kembali lagi ke posisi awal (NC) dan kembali beban yang terhubung pada kontak NC akan ON dan beban yang terhubung pada kontak NO akan OFF.

Kumparan yang digunakan oleh relay untuk menarik *contact poin* ke posisi *open* pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil biasanya dalam orde milli ampere. Relay umumnya digunakan untuk menghasilkan arus listrik yang besar. Rangkaian kendali yang dirancang umumnya menghasilkan keluaran arus yang kecil sehingga tidak mampu untuk mengaktifkan beban yang beroperasi dalam arus yang besar. Dengan adanya relay maka arus keluaran dari rangkaian kendali yang dirancang akan bisa dinaikkan. Beban yang bisa dihubungkan ke kontak relay tidak hanya beban DC (Direct Current)

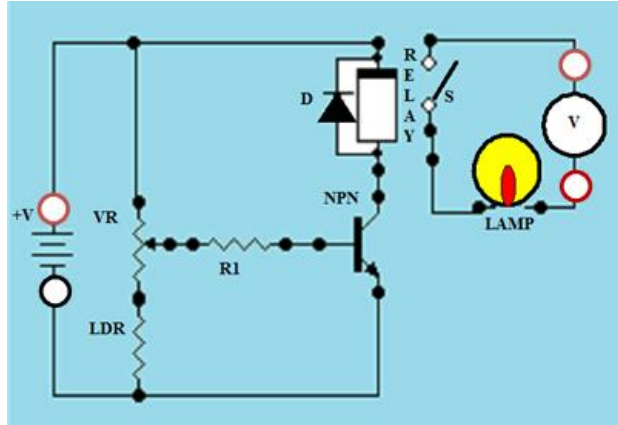
akan tetapi juga bisa Alternative Current (AC). Hal ini dapat dijelaskan pada rangkaian berikut ini:



Gambar 3.4 Rangkaian Lampu Otomatis tanpa *Relay*

Rangkaian 3.4 merupakan rangkaian kendali lampu otomatis menggunakan sensor LDR. Beban dari rangkaian ini berupa lampu LED, hal ini dikarenakan LED hanya membutuhkan arus dalam orde milli ampere, arus keluaran dari penguat transistor BC547 akan mampu menghidupkan LED. Jika beban (LED) pada rangkaian gambar 3.4 tersebut diganti dengan lampu pijar AC dengan arus 5A, maka arus keluaran dari transistor tidak akan mampu mengaktifkan lampu pijar tersebut, hal ini dikarenakan, arus keluaran dari transistor adalah DC dan besar arus yang dikeluarkan dalam orde milli ampere. Sementara arus yang dibutuhkan oleh beban lampu pijar adalah AC dengan besar arus dan orde Ampere. Untuk mengatasi hal tersebut maka keluaran dari transistor sebelum dihubungkan ke lampu pijar harus diinputkan terlebih dahulu ke relay seperti Gambar 3.5

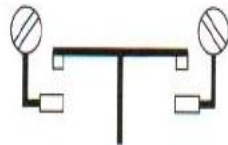
Gambar 3.5 terminal NO relay dihubungkan ke lampu pijar dan terminal lampu pijar yang lain dihubungkan ke sumber arus listrik AC. Saat relay belum dialiri arus listrik maka lampu pijar akan OFF, dan saat koil relay sudah dialiri arus listrik maka relay akan ON, sehingga terminal COM yang awalnya terhubung ke kontak NC akan berpindah ke terminal NO sehingga lampu pijar akan menyala. Hal ini membuktikan, dengan penambahan relay pada rangkaian, maka rangkaian yang awalnya hanya mampu meng-ON-kan beban dengan daya yang kecil bisa berubah meng-ON-kan beban dengan daya yang besar.



Gambar 3.5. Rangkaian Lampu Otomatis Menggunakan *Relay*

3.3 Jenis-jenis Relay

Relay berbeda dalam jumlah dan susunan kontak. Meskipun ada beberapa kontak “*single break*” yang digunakan pada relay industri, sebagian relay yang digunakan pada kontrol peralatan mesin mempunyai kontak “*double break*”. Semua kontak memantul pada saat penutupan, dan pada relay pengoperasian cepat, hal ini dapat menjadi sumber masalah. Penggunaan kontak “*double break*” dapat mengurangi masalah ini.



(a) Kontak “*double-break*” terbuka pada dua titik



(b) Kontak “*single-break*” terbuka pada satu titik

Gambar 3.6. Susunan kontak *relay*

3.3.1 Berdasarkan Cara Kerjanya

Ada beberapa jenis relay berdasarkan cara kerjanya yaitu:

3.3.1.1 Normally Open (NO)

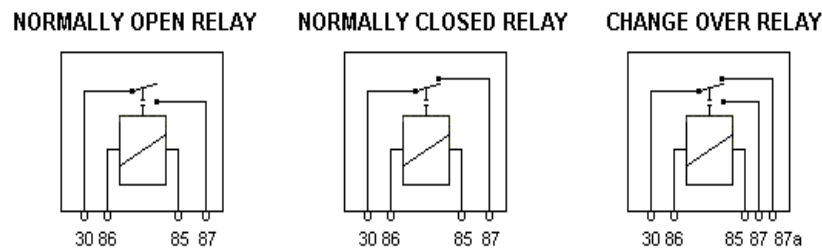
Yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *open* (terbuka).

3.3.1.2 Normally Close (NC)

Yaitu kondisi awal kontak sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *close* (tertutup).

3.3.1.3 Change-Over (CO) atau Double-Throw (DT)

Relay jenis ini memiliki dua pasang terminal dengan dua kondisi yaitu *Normaly Open* (NO) dan *Normaly Close* (NC).



Gambar 3.7. Jenis *relay* berdasarkan cara kerjanya

3.3.2 Berdasarkan Jumlah Terminalnya

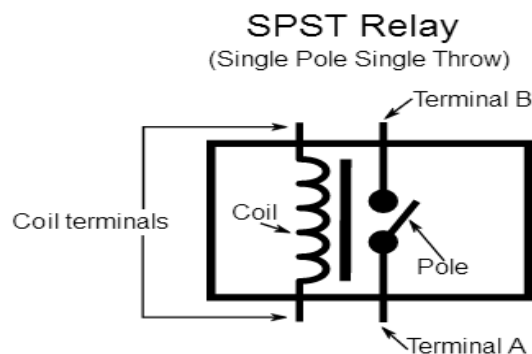
Seperti saklar, relay juga dibedakan berdasarkan *pole* dan *throw* yang dimilikinya. Berikut definisi *pole* dan *throw*:

- *Pole* adalah banyaknya kontak yang dimiliki oleh relay.
- *Throw* adalah banyaknya kondisi (*state*) yang dimiliki kontak.

Berikut ini penggolongan *relay* berdasar jumlah *pole* dan *throw*:

3.3.2.1 SPST (*Single Pole Single Throw*)

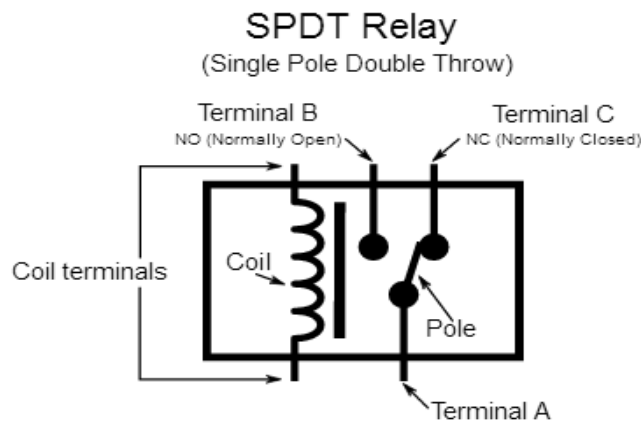
Relay ini memiliki empat terminal yaitu, dua terminal kumparan atau koil dan dua terminal saklar (A dan B) yang dapat terhubung dan terputus.



Gambar 3.8 *Relay* jenis SPST

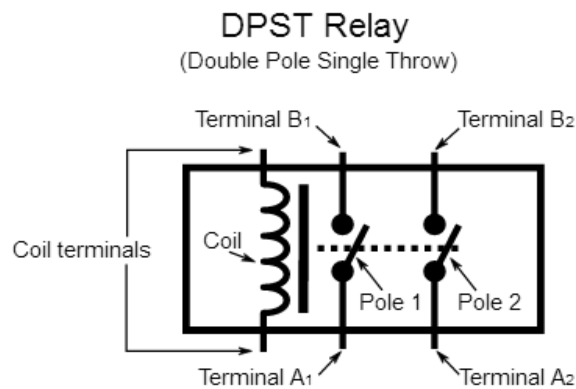
3.3.2.2 SPDT (Single Pole Double Throw)

Relay ini memiliki lima terminal, yaitu dua terminal kumparan atau koil dan tiga terminal saklar (A,B, dan C) yang dapat terhubung dan terputus dengan satu terminal pusat. Jika suatu saat terminal (misal A) terputus dengan terminal pusat (C) maka terminal lain (B) terhubung dengan terminal pusat tersebut (C), demikian juga sebaliknya.



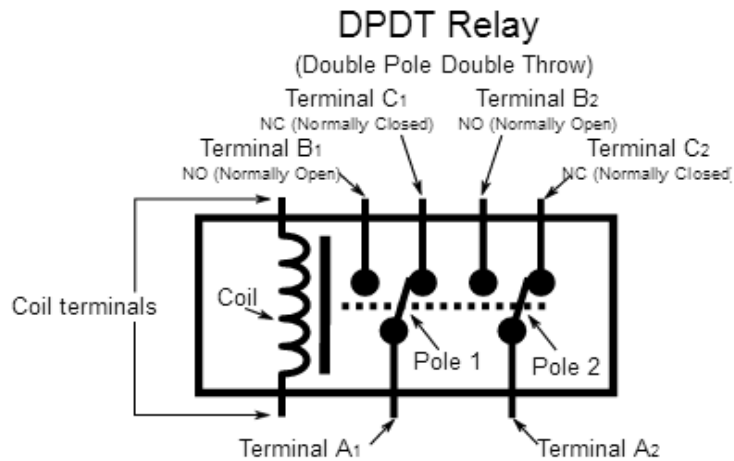
3.3.2.3 DPST (Double Pole Single Throw)

Relay ini mempunyai enam terminal, yaitu dua terminal kumparan atau koil dan empat terminal, merupakan dua pasang saklar yang dapat terhubung dan terputus (A1 dan B1 serta A2 dan B2).



3.3.2.4 DPDT (Double Pole Double Throw)

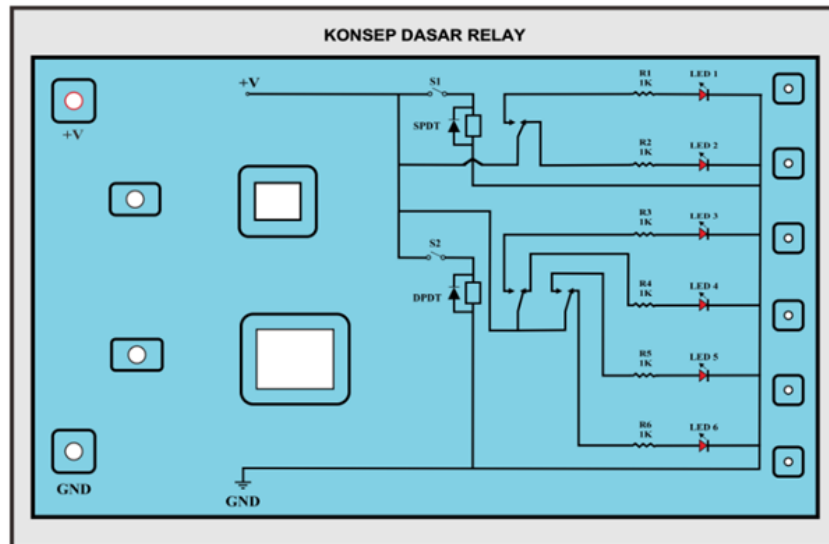
Relay ini mempunyai delapan terminal, yaitu dua terminal kumparan atau koil, enam terminal merupakan dua set saklar yang dapat terputus dan terhubung (A1,B1,C1 dan A2, B2, C2).



Gambar 3.11. Relay jenis DPDT

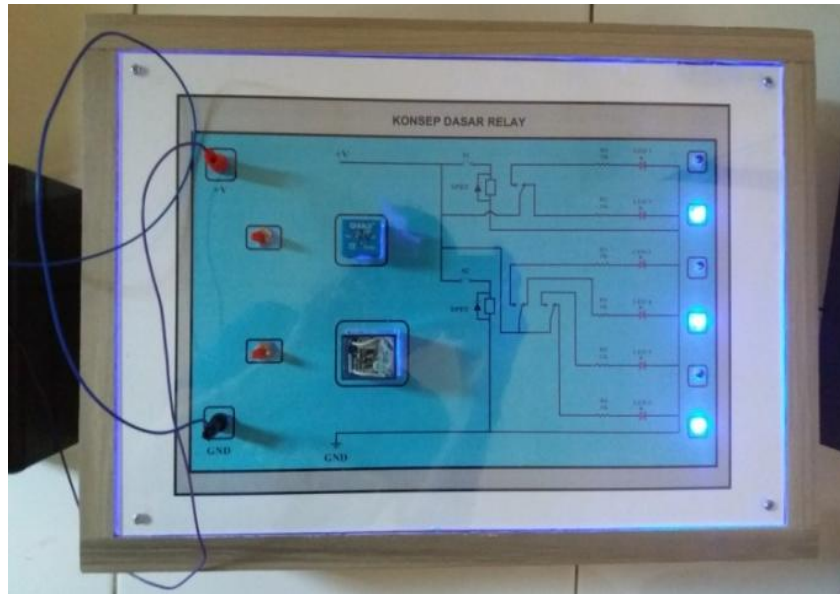
Selain golongan relay diatas, terdapat juga relay-relay yang pole dan throw yang lebih dari dua. Misalnya 3PDT (*Triple Pole Double Throw*) ataupun 4PDT (*Four Pole Double Throw*) dan lain sebagainya.

Contoh kondisi ON/OFF kontak relay dapat dilihat dari gambar 3.12 berikut ini:



Gambar 3.12. *Mini Trainer Konsep Dasar Relay*

Relay yang dirakit ditrainer merupakan relay SPDT dan DPDT. Relay SPDT mempunyai 2 kontak terminal keluaran yaitu 1 kontak NC dan 1 kontak NO, sedangkan relay DPDT mempunyai 4 kontak terminal keluaran yaitu 2 kontak NO dan 2 kontak NC. Masing-masing kontak dihubungkan dengan LED. Saat rangkaian diberikan sumber tegangan dan masing-masing *switch* dalam kondisi terbuka maka LED yang menyala adalah LED yang tersambung ke kontak NC yaitu LED 2, LED 4 dan LED 6, sedangkan pada saat kedua *switch* dalam keadaan tertutup maka LED yang menyala adalah LED yang terhubung dengan kontak NO yaitu LED 1, LED 3 dan LED 5, seperti pada gambar 3.13.



Gambar 3.13 Pengoperasia *Mini Trainer Relay*

Tabel 3.1 Hasil Pengamatan Pengoperasian *Mini Trainer Relay*

NO	Switch	Jenis Relay	Tegangan Kontak Relay NC	Tegangan Kontak Relay NO	Keterangan
1	Switch 1 OFF	SPDT	12 V	0 V	LED 1 OFF LED 2 ON
	Switch 1 ON		0V	12 V	LED 1 ON LED 2 OFF
2	Switch 1 OFF	DPDT	12 V	0 V	LED 3 OFF LED 4 ON LED 5 OFF LED 6 ON
	Switch 1 ON		0V	12 V	LED 3 ON LED 4 OFF LED 5 ON LED 6 OFF

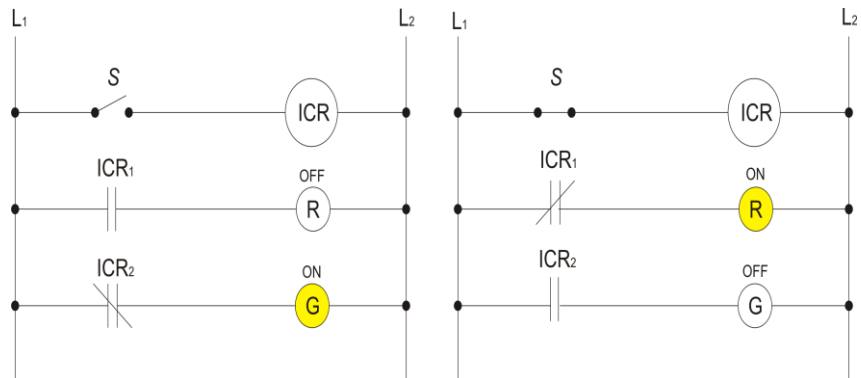
3.4 Aplikasi Relay

Relay pengendali elektromekanis (*an electromechanical relay/EMR*) adalah saklar magnetis. Relay ini menghubungkan rangkaian beban ON atau OFF dengan pemberian energi

elektromagnetis, yang membuka atau menutup kontak pada rangkaian. *EMR* mempunyai variasi aplikasi yang luas baik pada rangkaian listrik maupun elektronis.

3.4.1. Penggunaan relay untuk mengontrol beberapa operasi penghubungan dengan arus tunggal terpisah

Banyak relay elektromekanis yang mempunyai beberapa perangkat kontak yang dioperasikan dengan kumparan tunggal. Misalnya relay yang digunakan untuk mengontrol beberapa operasi penghubungan dengan arus tunggal terpisah. Tipe relay kontrol yang digunakan untuk mengontrol dua lampu tanda. Dengan saklar membuka, kumparan ICR dihilangkan tenaganya.

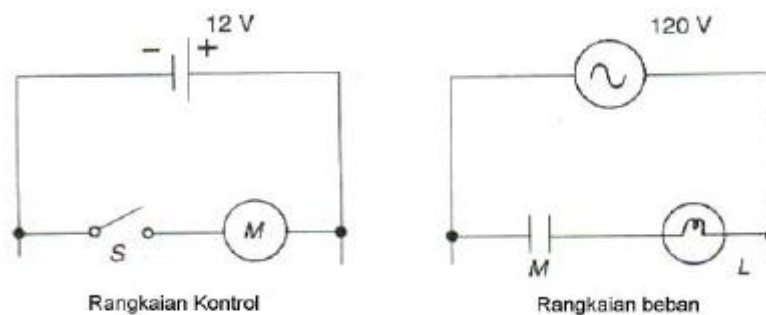


Gambar 3.14 *Relay* yang digunakan untuk mengontrol beberapa operasi penghubungan dengan arus tunggal terpisah
(Sumber: Frank D. Petruzella, 2001: 373)

Rangkaian pada lampu pilot hijau terhubung melalui kontak NC ICR 2, sehingga lampu tersebut akan menyala. Pada saat yang sama rangkaian pada lampu pilot merah terbuka melalui kontak NO ICR 1, sehingga lampu tersebut akan padam. Kalau saklar tertutup, kumparan diberi tenaga. Kontak NO ICR 1 menutup pada switch lampu pilot merah menyala. Pada waktu yang sama, kontak NC ICR 2 membuka untuk menghidupkan lampu pilot hijau.

3.4.2. Penggunaan relay untuk mengontrol rangkaian beban tegangan tinggi dengan rangkaian kontrol tegangan rendah

Pada umumnya relay kontrol digunakan sebagai alat pembantu untuk kontrol penghubungan rangkaian dan beban. Misalnya, motor kecil, selenoida, dan lampu pilot. Relay elektromekanis dapat digunakan untuk mengontrol rangkaian beban tegangan tinggi dengan rangkaian kontrol tegangan rendah. Ini memungkinkan sebab kumparan dan kontak dari relay secara listrik terisolasi satu sama lain.



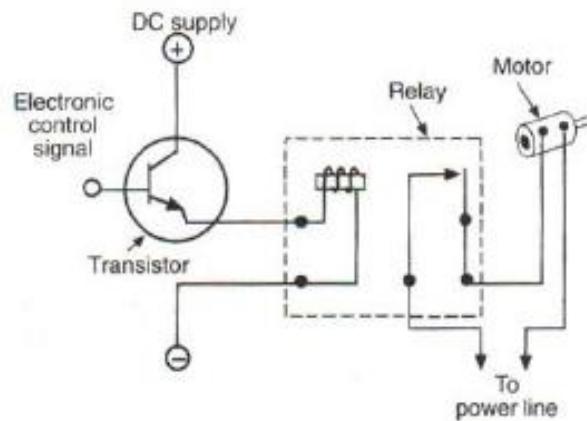
Gambar 3.15 Penggunaan relay untuk mengontrol rangkaian beban tegangan tinggi dengan rangkaian kontrol tegangan rendah

Dari segi keamanan, rangkaian tersebut mempunyai perlindungan ekstra bagi operator. Misalnya, anggap bahwa Anda ingin menggunakan relay untuk mengontrol rangkaian lampu 120 V dengan rangkaian kontrol 12 V. Lampu akan dirangkai seri dengan kontak relay pada sumber 120 V. Saklar akan dirangkai seri terhadap kumparan relay pada sumber 12 V. Pengoperasian saklar adalah dengan memberi energi atau menghilangkan energi kumparan. Hal ini pada gilirannya akan menutup atau membuka kontak pada saklar ON atau OFF lampu.

3.4.3. Penggunaan relay untuk mengontrol rangkaian beban arus tinggi dengan rangkaian kontrol arus rendah

Aplikasi pokok relay yang lain adalah untuk mengontrol rangkaian beban arus tinggi dengan rangkaian kontrol arus rendah. Hal ini memungkinkan karena arus yang dapat ditangani oleh kontak dapat jauh lebih besar dibandingkan dengan yang diperlukan untuk mengoperasikan kumparan. Kumparan relay mampu dikontrol dengan sinyal arus rendah dari rangkaian terpadu dan transistor.

Pada rangkaian tersebut, sinyal kontrol elektronik menghidupkan atau mematikan transistor yang pada gilirannya menyebabkan kumparan relay diberi energi atau dihilangkan energinya. Arus pada rangkaian kontrol yang terdiri dari transistor dan kumparan relay sangat kecil. Arus pada rangkaian daya, yang terdiri dari kontak-kontak dan motor kecil, jauh lebih besar dalam perbandingan.

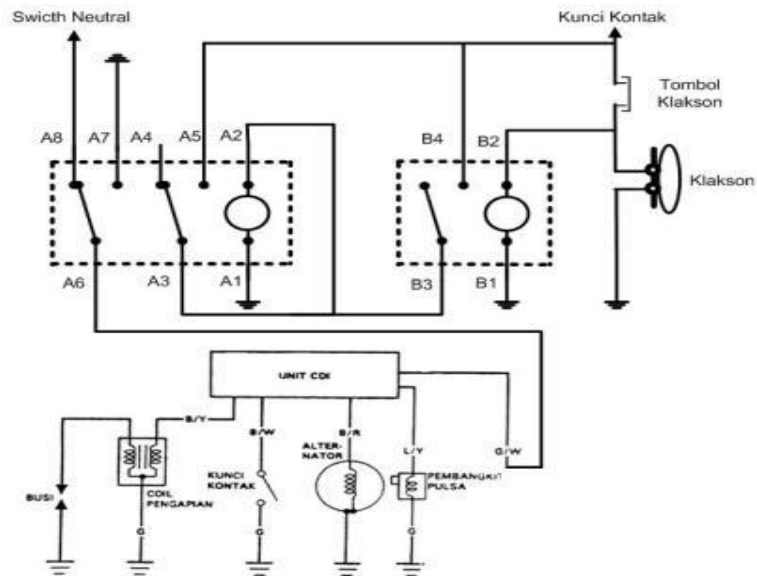


Gambar 3.16 Penggunaan relay untuk mengontrol rangkaian beban arus tinggi dengan rangkaian kontrol arus rendah

3.4.4. Penggunaan relay untuk pengaman sepeda motor

3.4.4.1. Aplikasi relay pada CDI

Dengan memindahkan kabel G/W *Capasitive Discharge Ignition* (CDI) yang menuju massa/*ground* dan kemudian menghubungkan kabel G/W ini dengan salah satu terminal pada relay maka selanjutnya massa/*ground* ditentukan oleh relay.



Gambar 3.17 Aplikasi *relay* pada CDI

Cara kerja dari rangkaian ini adalah disaat mesin hidup dan tombol klakson belum ditekan, maka aliran arus ke massa adalah dari CDI (terminal G/W), A6, A8, switch netral, dan massa. Jadi pada saat ini massa/*ground* CDI berada pada switch netral sehingga mesin tetap bisa hidup. Jika persneling tidak pada posisi netral, maka CDI tidak mendapatkan massa sehingga sistem pengapian tidak bekerja.

Jika tombol klakson ditekan maka kumpulan relay mendapat arus sehingga common (A6) akan berpindah posisi dari kontak A8 ke kontak A7. Dengan demikian massa dari CDI yang tadinya pada switch netral sekarang beralih pada body/massa kendaraan, walaupun persneling dirubah posisinya maka CDI tetap mendapatkan massa. Sehingga mesin tetap bisa hidup.

DAFTAR PUSTAKA

- Basri, Irma Yulia. (2014). *Aplikasi Op-Amp sebagai Rangkaian Pembanding (Comparator)*. Jurnal Foristek Vol. 4, No.1, Maret 2014, (tidak terakreditasi), ISSN 2087 – 8729
- Bishop, Owen. 2002. *Dasar-Dasar Elektronika*. Jakarta: Erlangga.
- Blocher, Richard. 2004. *Dasar Elektronika*. Yogyakarta: Andi.
- Daryanto. 2011. *Pengetahuan Teknik Eloktronika*. Malang: Bumi Aksara.
- Malvino, albert paul. 1999. Prinsip – Prinsip Elektronika (jilid 2). Jakarta: Erlangga
- Malvino, albert paul. 2000. Prinsip – Prinsip Elektronika (jilid 1). Jakarta: Erlangga
- Sutrisno. 1986. ELEKTRONIKA teori dasar dan penerapannya (jilid 1). Bandung: ITB
- Petruzella, Frank D. 2001. *Elektronik Industri*. Yogyakarta: Andi.
- Yong, Jestine. 2017. How To test LED.
<http://www.modifyrcheli.com/how-to-test-led>, diakses September 2017.