

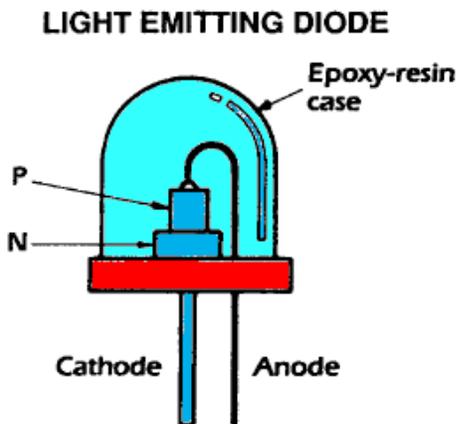
KODE MODUL
LED OTO 311



Fakultas Teknik UNY
Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif

Kumpulan Modul

LISTRIK DAN ELEKTRONIKA DASAR

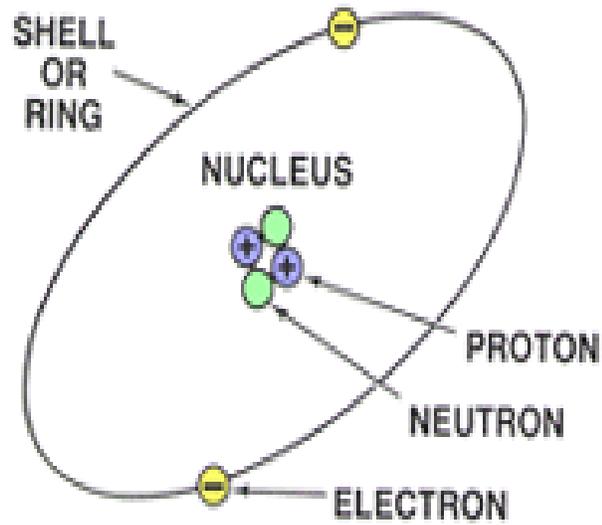


Penyusun
Sutiman, S.Pd



Fakultas Teknik UNY
Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif

Dasar Listrik



Penyusun
Sutiman, S.Pd

KATA PENGANTAR

Modul DASAR LISTRIK ini digunakan sebagai panduan kegiatan belajar mahasiswa untuk dapat menguasai salah satu sub kompetensi, yaitu menggunakan konsep listrik dalam mendeskripsikan, menganalisa dan menghitung rangkaian listrik untuk mahasiswa jurusan Teknik Otomotif jenjang D3 ataupun S1 Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

Modul ini bermanfaat untuk membantu pemahaman mahasiswa terhadap konsep dasar listrik. Kegiatan belajar yang tersusun dalam modul ini terdiri dari tiga kegiatan belajar yang membahas tentang Prinsip Arus Listrik, Rangkaian listrik dan Daya Listrik. Semoga modul ini dapat bermanfaat bagi kepentingan belajar. Amin.

Yogyakarta, November 2004

Penyusun

Sutiman, S.Pd

DAFTAR ISI MODUL

| | |
|------------------------------|-----|
| HALAMAN JUDUL | i |
| KATA PENGANTAR | ii |
| DAFTAR ISI | iii |
| PERISTILAHAN/GLOSSARIUM..... | v |

I. BAB I PENDAHULUAN

| | |
|------------------------------------|---|
| A. Deskripsi Judul | 1 |
| B. Prasyarat | 1 |
| C. Petunjuk Penggunaan Modul | 1 |
| 1. Petunjuk Bagi mahasiswa | |
| 2. Petunjuk Bagi mahasiswa | |
| D. Tujuan Akhir | |
| E. Kompetensi | |
| F. Cek Kemampuan | |

II. BAB II. PEMBELAJARAN

| | |
|--|----|
| A. Rencana Belajar Mahasiswa | 7 |
| B. Kegiatan Belajar | 7 |
| 1. Kegiatan Belajar 1: Prinsip Arus Listrik..... | 7 |
| a. Tujuan | |
| b. Uraian materi | |
| c. Rangkuman | |
| d. Tes Formatif | |
| e. Kunci Jawaban Tes Formatif | |
| f. Lembar kerja | |
| 2. Kegiatan belajar 2: Rangkaian Listrik | 22 |
| a. Tujuan | |
| b. Uraian materi | |
| c. Rangkuman | |
| d. Tes Formatif | |
| e. Kunci Jawaban Tes Formatif | |
| f. Lembar kerja | |
| 3. Kegiatan Belajar 3: Daya Listrik | 33 |
| a. Tujuan | |
| b. Uraian materi | |
| c. Rangkuman | |
| d. Tes Formatif | |
| e. Kunci Jawaban Tes Formatif | |
| f. Lembar kerja | |

III. BAB III EVALUASI

| | |
|------------------------|-----|
| A. Soal | 105 |
| B. Kunci Jawaban | 107 |
| C. Kriteria Kelulusan | |

IV. BAB IV PENUTUP

| | |
|-----------------------------|------------|
| DAFTAR PUSTAKA | 111 |
|-----------------------------|------------|

PERISTILAHAN/GLOSSARIUM

Atom : bagian terkecil dari partikel pada suatu bahan

Beda Potensial : tegangan listrik pada rangkaian atau sumber listrik

Elektron bebas / Elektron valensi: Elektron-elektron yang berada pada posisi terluar dari orbit / ringnya.

Elektromotive Force : nama lain dari tegangan

Listrik statis : listrik yang bersifat pasif dengan ciri utama tidak ada pengaliran atau perpindahan elektron.

Listrik dinamis : listrik yang bersifat aktif yang biasa dimanfaatkan pada rangkaian kelistrikan

Tegangan sumber ; tegangan yang ada pada sumber listrik seperti yang ada pada baterai.

Rangkaian terbuka (*open circuit*): rangkaian kelistrikan dimana system tidak dapat bekerja akibat adanya pemutusan pengaliran arus listrik di dalam rangkaian.

Rangkaian tertutup (*close circuit*) ; rangkaian kelistrikan dimana system dapat bekerja akibat arus listrik dapat mengalir pada rangkaian dan antara beban, sumber dan penghantar mempunyai hubungan (tanpa pemutusan)



| |
|-----------------|
| KODE MODUL |
| LED OTO 311- 02 |

Fakultas Teknik UNY
Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif

RESISTOR

Penyusun
Sutiman, S.Pd

Sistem Perencanaan Penyusunan Program dan Penganggaran (SP 4)
Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif
2004

KATA PENGANTAR

Modul RESISTOR ini digunakan sebagai panduan kegiatan belajar mahasiswa untuk dapat menguasai salah satu sub kompetensi, yaitu menggunakan konsep listrik dalam mendeskripsikan, menganalisa dan menghitung rangkaian listrik untuk mahasiswa jurusan Teknik Otomotif jenjang D3 ataupun S1 Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

Modul ini bermanfaat untuk membantu pemahaman mahasiswa terhadap konsep dasar listrik. Kegiatan belajar yang tersusun dalam modul ini terdiri dari dua kegiatan belajar yang membahas tentang jenis resistor, karakteristik dan aplikasi resistor serta perhitungan nilai resistor pada rangkaian kelistrikan. Semoga modul ini dapat bermanfaat bagi kepentingan belajar. Amin.

Yogyakarta, November 2004

Penyusun

Sutiman, S.Pd

DAFTAR ISI MODUL

| | |
|------------------------------|-----|
| HALAMAN JUDUL | i |
| KATA PENGANTAR | ii |
| DAFTAR ISI | iii |
| PERISTILAHAN/GLOSSARIUM..... | v |

I. BAB I PENDAHULUAN

| | |
|------------------------------------|---|
| A. Deskripsi Judul | 1 |
| B. Prasyarat | 1 |
| C. Petunjuk Penggunaan Modul | 1 |
| 1. Petunjuk Bagi mahasiswa | |
| 2. Petunjuk Bagi mahasiswa | |
| D. Tujuan Akhir | |
| E. Kompetensi | |
| F. Cek Kemampuan | |

II. BAB II. PEMBELAJARAN

| | |
|--|----|
| A. Rencana Belajar Mahasiswa | 7 |
| B. Kegiatan Belajar | 7 |
| 1. Kegiatan Belajar 1: Prinsip Arus Listrik..... | 7 |
| a. Tujuan | |
| b. Uraian materi | |
| c. Rangkuman | |
| d. Tes Formatif | |
| e. Kunci Jawaban Tes Formatif | |
| f. Lembar kerja | |
| 2. Kegiatan belajar 2: Rangkaian Listrik | 22 |
| a. Tujuan | |
| b. Uraian materi | |
| c. Rangkuman | |
| d. Tes Formatif | |
| e. Kunci Jawaban Tes Formatif | |
| f. Lembar kerja | |
| 3. Kegiatan Belajar 3: Daya Listrik | 33 |
| a. Tujuan | |
| b. Uraian materi | |
| c. Rangkuman | |
| d. Tes Formatif | |
| e. Kunci Jawaban Tes Formatif | |
| f. Lembar kerja | |

III. BAB III EVALUASI

| | |
|------------------------|-----|
| A. Soal | 105 |
| B. Kunci Jawaban | 107 |
| C. Kriteria Kelulusan | |

IV. BAB IV PENUTUP

| | |
|-----------------------------|------------|
| DAFTAR PUSTAKA | 111 |
|-----------------------------|------------|

PERISTILAHAN/GLOSSARIUM

Alpha numeric : jenis resistor linier dengan nilai tahanan yang langsung tertulis pada bagian badan resistor

Ohm meter : alat ukur nilai tahanan

Sirkuit : nama lain dari rangkaian elektronik

Tahanan Pengganti : nilai tahanan pada rangkaian yang dapat digunakan untuk mengganti semua tahanan pada rangkaian

Thermistor : resistor yang nilai tahanannya dapat berubah karena pengaruh panas.

BAB I PENDAHULUAN

A. Deskripsi Judul

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

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

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

B. Prasyarat

Untuk dapat mempelajari modul Resistor modul ini secara baik, mahasiswa diharapkan sekurang-kurangnya telah lulus dalam mempelajari modul LED 311-02 tentang dasar listrik dengan nilai minimal 56 dan sudah lulus mata kuliah pengukuran teknik

C. Petunjuk Penggunaan Modul

1. Petunjuk Bagi Mahasiswa

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

- a. Pelajari baik-baik uraian materi yang ada pada masing-masing kegiatan belajar. Bila anda saudara menemui kesulitan untuk memahami, tanyakanlah kepada dosen pengampu mata kuliah ini.

- b. Kerjakan setiap tugas/soal latihan untuk dapat mengukur seberapa jauh pemahaman yang telah saudara miliki terhadap materi-materi yang disajikan pada setiap kegiatan belajar.
 - c. Cocokkan hasil pekerjaan anda dengan jawaban yang telah tersedia di halaman berikutnya. Mencocokkan jawaban dengan pekerjaan anda dapat anda lakukan setelah semua soal anda kerjakan dahulu. Lembar jawab dibuat terpisah dengan lembar soal agar anda dapat mengukur penguasaan anda terhadap materi dengan lebih baik.
 - d. Bila belum menguasai level materi yang diharapkan, pelajari lagi materi pada kegiatan belajar yang bersangkutan, atau tanyakanlah kepada dosen pengampu mata kuliah ini.
 - e. Peralatan dan bahan untuk melakukan kegiatan pada lembar kerja telah tersedia di workshop. Mintalah jadwal (bila tidak terjadwal) kepada dosen agar anda mendapatkan bimbingan seperlunya.
 - f. Apabila anda telah menyelesaikan salah satu kegiatan belajar, mintalah kepada instruktur / dosen pengampu mata kuliah untuk mengikuti ujian kompetensi.
2. Petunjuk Bagi Dosen
- a. Membantu mahasiswa dalam merencanakan proses belajar
 - b. Membantu mahasiswa melalui tugas-tugas latihan yang dijelaskan dalam tahap belajar.
 - c. Membantu mahasiswa dalam memahami konsep, praktik baru dan menjawab pertanyaan mahasiswa mengenai proses belajar.
 - d. Membantu mahasiswa untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan untuk belajar.
 - e. Mengorganisasikan kegiatan belajar kelompok bila diperlukan

- f. Merencanakan seorang ahli / pendamping dosen dari tempat kerja untuk membantu bila diperlukan

D. Tujuan Akhir

Setelah mengikuti dan melaksanakan kegiatan belajar, mahasiswa diharapkan dapat :

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

E. Kompetensi

Modul LED OTO 311 - 02 ini membentuk sub – sub kompetensi menghitung resistansi dan menganalisa rangkaian listrik yang dapat diaplikasikan untuk system kelistrikan yang digunakan pada kendaraan maupun rangkaian kelistrikan lainnya

| Sub-sub Kompetensi | Kriteria Unjuk Kerja | Lingkup Belajar | Materi pokok Pembelajaran | | |
|--|-----------------------|---|--|---|---|
| | | | Sikap | Pengetahuan | Ketrampilan |
| Menggunakan konsep listrik dalam mendeskripsikan, menganalisa dan menghitung rangkaian listrik | Menghitung resistansi | Nilai resistansi pada rangkaian dan resistor dapat dibaca dan dihitung dengan benar | Teliti dan cermat dalam menghitung nilai tahanan | Jenis, bahan, karakteristik , dan kode resistor Perhitungan tahanan listrik | Menghitung dan membuktikan besarnya tahanan |

F. Cek Kemampuan

Sebelum mempelajari Modul LED OTO 311 - 02 ini isilah dengan cek list (√) kemampuan yang telah dimiliki mahasiswa dengan sikap jujur dan dapat dipertanggung jawabkan.

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

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

BAB II PEMBELAJARAN

A. Rencana Belajar Mahasiswa

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

| Jenis Kegiatan | Tanggal | Waktu | Tempat Belajar | Alasan Perubahan | Paraf dosen |
|---------------------------|---------|-------|----------------|------------------|-------------|
| 1. Karakteristik Resistor | | | | | |
| 2. Rangkaian resistor | | | | | |

B. Kegiatan Belajar

1. Kegiatan Belajar 1; . **Karakteristik Resistor**

a. Tujuan

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

b. Uraian materi

Resistor atau tahanan adalah suatu bahan / komponen yang berfungsi untuk mengatur / mengurangi besarnya kecepatan

dan kuantitas aliran elektron pada rangkaian listrik. Satuan tahanan adalah OHMS. Dalam kesehariannya, juga biasanya digunakan Kilo Ohm, Mega OHM.

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

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

- 6R6 = 6,8Ω
- 4K7 = 4,7 kΩ = 4700Ω
- 3m3 = 3,3 MΩ = 3 300 000Ω

Berbagai macam resistor yang ada di pasaran terbuat dari lilitan kawat, pita, film metal, film oksida metal, cermet, unsur karbon dan lain-lain.

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

- Resistor Linier
- Resistor Non linier.

1) Resistor Linier

Resistor Linier adalah resistor yang biasa kita jumpai pada rangkaian listrik arus lemah yang bekerja sesuai dengan prinsip hukum ohm.

Menentukan nilai tahanan pada resistor linier :

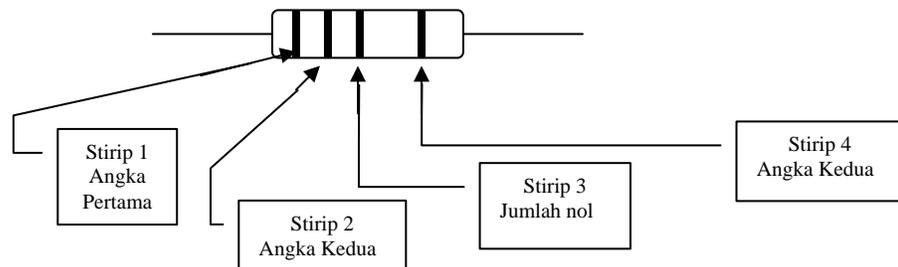
Pengukuran menggunakan Ohm meter,

- membaca tanda warna pada bagian permukaan resistor dan atau penulisan angka dan huruf yang tertera pada permukaan resistor.

Simbol dari resistor ini adalah seperti gambar berikut



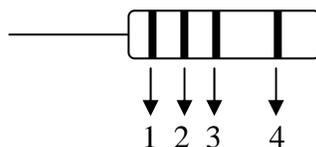
Contoh resistor dengan menggunakan kode warna



Kode warna pada resistor Linier

| Warna | Ukuran | Toleransi (%) | Warna | Ukuran | Toleransi (%) |
|--------|--------|---------------|---------|--------|---------------|
| Hitam | 0 | - | Biru | 6 | - |
| Coklat | 1 | ± 1 | Ungu | 7 | - |
| Merah | 2 | ± 2 | Abu-abu | 8 | - |
| Jingga | 3 | - | Putih | 9 | - |
| Kuning | 4 | - | Emas | - | ± 5 |
| Hijau | 5 | - | Perak | - | ± 10 |
| | | | Polos | - | ± 20 |

Contoh cara pembacaan

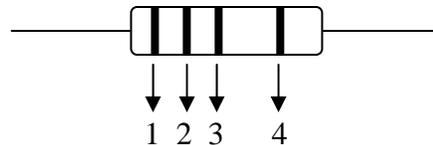


Gelang pertama berwarna coklat,
 Gelang kedua berwarna abu-abu,
 Gelang ketiga berwarna merah
 Gelang keempat berwarna emas
 maka nilai toleransinya dapat ditentukan

dengan menyesuaikan warna dan nilainya. Jingga = 3, Kuning = 4, Merah = 2 (dua digit nol), Emas = $\pm 5\%$. Maka nilai tahanannya adalah **3400 Ω** dengan toleransi $\pm 5\%$ ($3400 \times 5\% = 170$) artinya nilai tahanannya berada pada $3230 \pm 170 \Omega$.

Untuk menentukan nilai tahanan di bawah 10Ω , jalur warna /strip ketiga adalah warna emas (gold) atau perak (silver)

yang berarti sebagai perkalian seper sepuluhan. Apabila jalur warna ketiga emas berarti angka kesatu dan kedua dikalikan dengan 0,1 dan apabila berwarna perak angka kesatu dan kedua dikalikan 0,01. Contoh :



Strip 1 = merah Strip 2 = Ungu/violet

Strip 3 = emas Strip 4 = perak

Jadi nilai tahanannya adalah : $27 \times 0,1 \text{ Ohm} \pm 10\%$.

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

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

Resistor yang nilai tahanannya ditunjukkan langsung menggunakan angka dan huruf, dikenal dengan **alpha numeric**.

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

$$\begin{array}{lll} \mathbf{F} = \pm 1\% & \mathbf{J} = \pm 5\% & \mathbf{M} = \pm 20\% \\ \mathbf{G} = \pm 2\% & \mathbf{K} = \pm 10\% & \end{array}$$

Contoh



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

Selain pembacaan nilai resistor, hal yang penting untuk difahami adalah daya resistor. Besar daya suatu resistor dapat ditentukan dengan

$$\mathbf{W = V I = I^2 R = V^2 / R}$$

Umumnya daya resistor yang tersedia di pasaran bervariasi dari 1/8 W ke atas, yaitu 1/8, 1/4, 1/2, 1, 2, 5, 10, dan seterusnya.

Jenis lain dari resistor adalah Variabel resistor yang sifatnya sama dengan resistor biasa. Akan tetapi nilai tahanannya dapat diubah atau disetel sesuai dengan kebutuhan. Dengan melakukan pemutaran pada tempat tertentu maka nilai tahanannya akan berubah. Nilai / range tahanan yang dimiliki bervariasi misalnya 10K , 50K , 100K , dan seterusnya.

2) Resistor Non linier

Nilai tahanan yang dimiliki tidak tetap, karena pengaruh dari luar. Prinsip kerja dari resistor ini adalah timbulnya perubahan tahanan bergantung pada kondisi pemicunya.

Resistor ini terdiri dari tiga jenis yaitu :

- Fotoresistor
- Thermister
- Resistor yang tergantung pada tegangan listrik

a) Fotoresistor

Foto resistor ini bekerja berdasarkan sinar yang diterima, besarnya tahanan fotoresistor dalam kegelapan mencapai jutaan ohm dan turun beberapa ratus ohm apabila berada dalam keadaan terang. Komponen ini terbuat dari film *cadmium sulfide* yang memiliki tahanan yang besar apabila tidak terkena sinar.. Simbol fotoresistor dalam sirkuit adalah seperti gambar berikut :

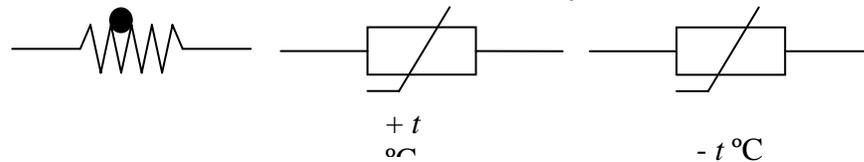


Aplikasi dari fotoresistor ini banyak diterapkan pada lampu penerang jalan dan pada control lampu parkir atau lampu taman Pada bidang Otomotif juga digunakan untuk control sistem pengapian elektronik serta untuk mengontrol lampu penerangan.

b) Termistor

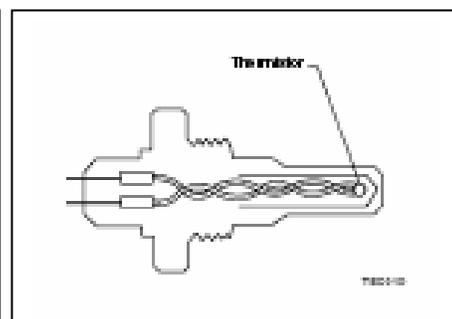
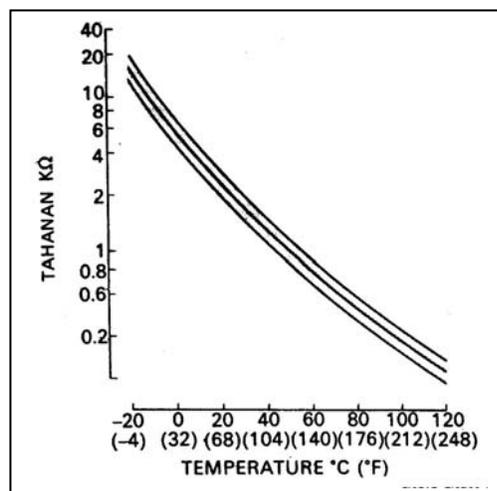
Sesuai dengan namanya, Termistor adalah sejenis resistor yang bekerja berdasarkan panas yang timbul pada termister tersebut, akibat dari panas sendiri ataupun panas dari luar. Tahanan termister akan berubah bila terjadi perubahan

temperature yang cukup besar. Beberapa jenis termistor yang biasa dipakai yaitu : Koefisien temperatur positif (*positif temperature coefficient* / (p.t.c.) dan koefisien temperatur negatif/ *negatif temperature coefisien* (n.t.c.). Simbol thermistor dalam sirkuit adalah seperti berikut :



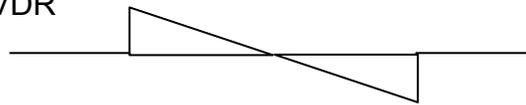
Thermistor PTC dan NTC mempunyai karakter yang berlawanan. PTC akan mengalami kenaikan nilai tahanan apabila temperatur disekitarnya naik. Sebaliknya NTC akan mengalami pengurangan nilai tahanan bila temperature sekitanya mengalami kenaikan.

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



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

Simbol VDR



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

c. Rangkuman

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

Selain dengan melakukan pengukuran secara langsung menggunakan Ohm meter, nilai tahanan resistor linier juga diberi tulisan atau pengkodean agar lebih memudahkan untuk mengetahui nilai resistor. Pengkodean dapat berupa warna gelang ataupun tertulis langsung.

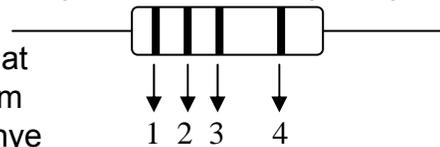
Bentuk resistor non linier yang banyak dimanfaatkan dalam bidang otomotif adalah thermistor. Thermistor mempunyai ciri khas bahwa apabila terjadi perubahan temperatur di sekitarnya

maka nilai resistansinya akan berubah sesuai dengan besar perubahan temperatur. Jenis termistor adalah PTC (*positive thermal coefficient*) dan NTC (*negative thermal coefficient*)

d. Tes formatif

1. Tentukan besar nilai tahanan pada resistor seperti pada gambar berikut apabila

- Gelang 1 berwarna coklat
- Gelang 2 berwarna hitam
- Gelang 1 berwarna oranye
- Gelang 1 berwarna emas



2. Tentukan nilai tahanan resistor seperti gambar di bawah in

a.



b.



3. Tentukan Hitunglah R pengganti atau R total pada titik AB dengan rangkaian seperti di bawah ini, bila diketahui :
 $R_1=2\Omega$, $R_2= 4\Omega$, $R_3=4\Omega$, $R_4=4\Omega$, $R_5=5\Omega$, $R_6=6\Omega$, $R_8=2\Omega$,
 $R_9=6\Omega$, $R_{10}=7\Omega$,
4. Apa yang dimaksud dengan thermistor NTC dan beri contoh pemakaiannya.

e. Kunci jawaban tes formatif

1. 10000Ω atau $10\text{ k}\Omega$ dengan toleransi 5%.
2. a. $5,6\Omega$ dengan toleransi 2%
b. $3,3\text{ k}\Omega$ dengan toleransi 5%
3. Resistor jenis NTC adalah resistor non linier yang nilai tahanannya dapat berubah berlawanan dengan kenaikan temperatur. Contoh pemakaiannya pada kendaraan adalah seperti pada rangkaian sistem pendinginyaitu untuk temperatur sensor

f. Lembar kerja**1) Alat dan bahan :**

Multi meter satu buah,

Beberapa contoh Resistor, kabel penghubung,

2) Keselamatan kerja

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

3) Langkah kerja :

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

2. Kegiatan Belajar 2; Rangkaian Resistor

a. Tujuan

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

b. Uraian materi

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

- ❖ Rangkaian seri
- ❖ Rangkaian Paralel
- ❖ Rangkaian kombinasi.

1) Rangkaian seri

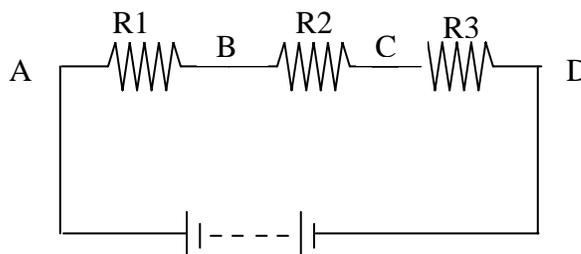
Rangkaian seri adalah bentuk rangkaian yang bersusun. Nilai total tahanan resistor adalah akumulasi nilai seluruh tahanan pada rangkaian ini. Contoh rangkaian tahanan seri adalah seperti berikut :



Besarnya nilai tahanan total (R_{tot}) atau nilai tahanan pengganti antara titik A dan B = $R_1 + R_2 + R_3$.

Contoh :

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



Jawab :

Besarnya tahanan pengganti pada titik A-D adalah

$$\begin{aligned} R_{(A-D)} &= R_1 + R_2 + R_3 \\ &= 4\Omega + 4\Omega + 3\Omega \\ &= 12\Omega \end{aligned}$$

Besarnya $V_1 = R_1 \times I$

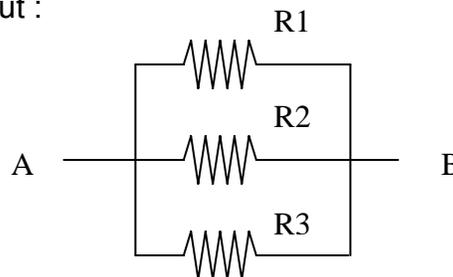
$$I = E / R_{(A-D)} = 12 \text{ volt} / 12\Omega = 1 \text{ Amp}$$

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

$V_1 = 3 \text{ volt}$

2) Rangkaian paralel

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



Besarnya nilai tahanan total (R_{tot}) pada rangkaian di atas adalah :

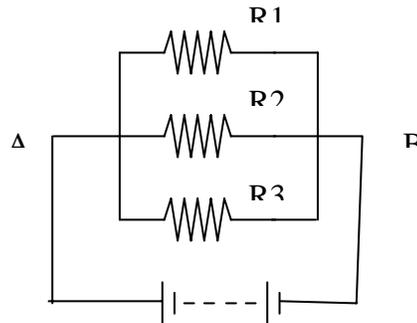
$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

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

Contoh soal :

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

Bila tegangan kerja sumber adalah 12 volt, tentukan besarnya tahanan pengganti dan arus yang melewati R1.



Jawab :

Besarnya tahanan pengganti (R_{AB}) adalah:

$$1/R_{AB} = 1/R1 + 1/R2 + 1/R3$$

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

$$R_{AB} = 1,333 \Omega$$

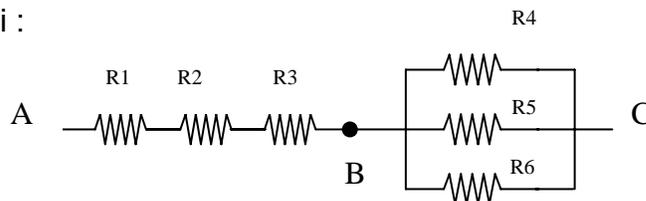
Besar arus (I_1) yang melewati R1 adalah:

$$I_1 = E/R1$$

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

3) Rangkaian Kombinasi

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



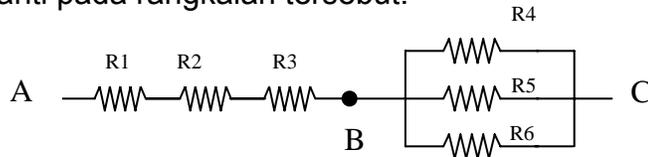
$$R_{tot}/R \text{ pengganti} = R_{AB} + R_{BC}$$

$$R_s = R1 + R2 + R3$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R4} + \frac{1}{R5} + \frac{1}{R6}$$

Contoh :

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



Jawab :

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

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3$$

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

$$R_s = 6\Omega$$

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

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

$$R_p = 2\Omega$$

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

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

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

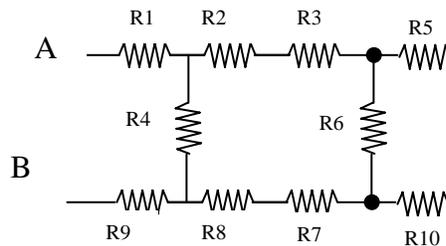
c. Rangkuman

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

Untuk menentukan besarnya tahanan pengganti pada rangkaian seri, adalah dengan menjumlahkan nilai semua tahanan. Pada rangkaian parallel, besarnya tahanan pengganti lebih kecil dari nilai tahanan terkecil pada rangkaian. Untuk rangkaian parallel, menghitung besarnya tahanan pengganti adalah dengan mengelompokkan jenis rangkaian terlebih dahulu kemudian terakhir dihitung dengan cara seperti menghitung rangkaian seri.

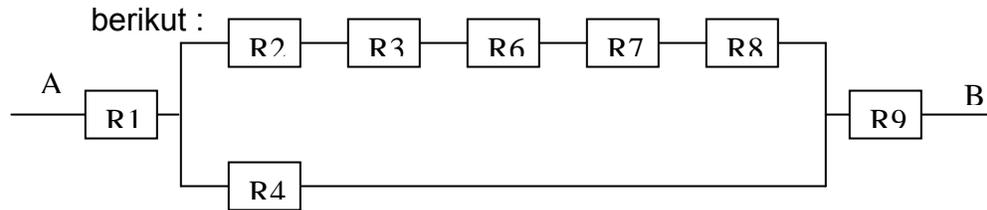
d. Test Formatif 2

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



e. Kunci jawaban Test Formatif 2

1) Urutan resistor pada soal dapat disederhanakan seperti gambar



Pada rangkaian ini R5 dan R10 tidak berarti. Kelompok resistor R2, R3, R6, R7, R8 merupakan R seri (R_s) yang nilainya dapat dihitung :

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

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

$$R_s = 22\Omega$$

R_s paralel dengan R4 dikelompokkan menjadi R_p sehingga nilainya menjadi

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

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

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

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

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

f. Lembar kerja

1) Alat dan bahan:

- o Multi meter buah,
- o Training KIT LED OTO

2) Keselamatan kerja

- a) Pilih selektor multi meter pada ohm meter dengan kapasitas pengukuran yang sesuai dengan resistor yang diukur.

- b) Kalibrasi multi meter sebelum digunakan. Bila multimeter tidak dapat sampai NOL saat dikalibrasi, lakukan penggantian baterai.
 - c) Jangan menggunakan Ohm meter untuk mengukur pada saat rangkaian masih terhubung dengan sumber tegangan
- 3) Langkah kerja :
- a) Buatlah jenis rangkaian seri, parallel dan kombinasi pada training kit
 - b) Tentukan tahanan pengganti dengan menghitung secara teoritis terlebih dahulu.
 - c) Lakukan pembuktian perhitungan anda pada masing-masing rangkaian.
 - d) Buat kesimpulan dari percobaan yang anda lakukan
 - e) Bila telah selesai, Kembalikan alat dan bahan ke tempat yang telah ditentukan atau tempat semula.
- 4) Tugas :
- a) Lakukan pencatatan hal-hal baru yang anda peroleh selama melakukan percobaan
 - b) Buat laporan hasil percobaan anda

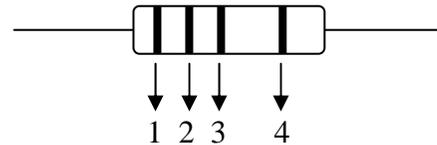
**BAB III
EVALUASI**

A. Pertanyaan

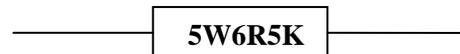
1. Dilihat dari nilai tahanannya, jelaskan perbedaan antara resistor linier dan non linier
2. Tuliskan 3 jenis resistor non linier beserta karakteristiknya.
3. Tentukan besar nilai tahanan pada gambar berikut :

a) Warna gelang :

- 1: Hijau
- 2: Biru
- 3: merah
- 4: emas



b) Alpha numerik



4. Apa yang dimaksud dengan thermistor dan sebutkan jenis-jenisnya serta contoh aplikasinya pada system kelistrikan Otomotif.
5. Berikan contoh rangkaian beban seri dan parallel pada kendaraan

B. Jawaban Soal evaluasi

1. Resistor linier adalah jenis resistor yang nilai tahanannya pada rangkaian sesuai dengan hukum ohm. Nilai tahanannya relatif tetap tidak berubah karena pengaruh dari luar. Resistor Non linier adalah resistor yang tidak sesuai dengan hukum Ohm. Nilai tahanannya akan berubah akibat pengaruh luar seperti dampak panas, cahaya dan perubahan tegangan.
2. Contoh resistor non linier yang banyak digunakan adalah :
 - o Thermistor, yaitu resistor yang peka terhadap panas
 - o Fotorresistor, yaitu resistor yang peka terhadap cahaya
 - o Voltage dependent resistor yaitu resistor nilainya bergantung pada tegangan listrik
3. Nilai tahanan
 - a) 5600Ω dengan toleransi 5%.
 - b) $6,5\Omega$ dengan toleransi 10. daya resistor adalah 5 watt.
4. Thermistor adalah jenis resistor non linier yang peka terhadap panas. Terdapat dua jenis thermistor yaitu jenis NTC (negatif thermal Coeficient) dimana nilai tahanan akan berkurang akibat penambahan kenaikan temperatur, dan tipe PTC (positive thermal Coeficient) dimana nilai tahanan akan bertambah karena kenaikan temperatur. Padakendaraan sering digunakan untuk mengontrol sistem pendingin mesin ataupun untuk temperatur gauge
5. Contoh beban seri adalah rangkaian resistor pada blower AC kendaraan. Dengan rangkaian ini maka putaran blower dapat diatur sesuai. Untuk rangkaian beban paralel pada kendaraan cukup banyak, misalnya rangkaian lampu rem, lampu kepala, turn signal dan lain-lain.

C. Kriteria Kelulusan

| Kriteria | Skor (1- 10) | Bobot | Nilai | Keterangan |
|-------------------------|-------------------------|--------------|--------------|-------------------------------------|
| Kognitif | | 5 | | Syarat lulus nilai minimal 56 |
| Ketepatan Langkah kerja | | 1 | | |
| Hasil Praktek | | 2 | | |
| Ketepatan waktu | | 1 | | |
| Keselamatan kerja | | 1 | | |
| Nilai Akhir | | | | |

BAB IV PENUTUP

Mahasiswa yang telah mencapai syarat kelulusan minimal yang ditetapkan dapat melanjutkan ke modul berikutnya. Sebaliknya apabila tidak memenuhi nilai tersebut maka dinyatakan belum lulus dan diwajibkan untuk mengulang modul ini serta belum diperkenankan untuk melanjutkan ke modul berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Woollard Barry dan H Kristono, (2003). **Elektonika Praktis**. Jakarta PT Pradnya Paramita.
- Anonim, (1994). **Dasar-Dasar Automobile**. Jakarta. PT. Toyota- Astra Motor.
- Anonim (1995). **Materi pelajaran Engine Group Step 2**. PT. Toyota-Astra Motor. Jakarta
- Anonim. (1987). **Mitchell Automotive Electricals Systems**. Prentice hall, Inc.United State Of America.
- Malvino dan Hanapi Gunawan. (1995). **Prinsip-Prinsip Elektronika**. Erlangga. Jakarta.
- Surya Yohanes dan P Ananta S. (1989). **Fisika 3 (Program Ilmu-Ilmu Fisik dan Ilmu-Ilmu Biologi)**. PT. Intan Pariwara. Klaten.