

1-430/110/83

PERPUSTAKAAN IKIP PADANG
KOLEKSI BIDANG ILMU
TIDAK DIPINJAMKAN
KHUSUS DIPAKAI DALAM PERPUSTAKAAN

SERI FISIKA

FISIKA TEKNIK

LISTRIK
(Ex STM)

MILIK PERPUSTAKAAN
- IKIP - PADANG -



oleh

Drs. Amirin Supriyatno

Jurusan Listrik

Fakultas Pendidikan Teknologi & Kejuruan

IKIP PADANG

1983

MILIK PERPUSTAKAAN
- IKIP - PADANG -

KATA PENGANTAR

Buku ini disusun berdasarkan Silabus yang telah ditetapkan terlebih dulu, untuk mata kuliah Fisika Teknik - Listrik untuk eks STM pada semester I Jurusan Listrik, Mesin, Otomotif, Bangunan, dan Elektronika di Fakultas Pendidikan Teknik dan Kejuruan IKIP Padang. Setelah silabus mata kuliah ini diuraikan kedalam skema kerja, maka buku ini dipergunakan dalam semester I.

Adapun maksud penyusunan buku ini adalah agar para pengajar mempunyai pedoman dasar sehingga mahasiswa dalam mengikuti pelajaran dan menelaah pelajaran mudah dan bisa menghayatinya. Diharapkan kesulitan-kesulitan dalam teori maupun prakteknya dapat teratasi dengan adanya buku ini.

Dalam kesempatan yang baik ini penyusun ingin menyampaikan rasa terimakasihnya kepada yth. Bapak Dekan FPTK IKIP PADANG, yth. Bapak Ketua Jurusan Listrik FPTK - IKIP PADANG, yang telah memberi fasilitas sehingga dapat tersusunnya buku ini.

Bagaimanapun juga buku ini jauh dari sempurna, kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak akan kami terima dan kami hargai setinggi-tingginya demi penyempurnaan.

Terima kasih

MILIK PERPUSTAKAAN IKIP PADANG	
DITERIMA TEL	20 Agustus 1983
SUMBER HARGA	Drs. Amirin Supriyatno
KOLEKSI	K-7
NO INVENTARIS	1.430 / Hld / 83 - f 0/2/
KLASIFIKASI	621.3 Sup f 0

Padang Juni 1983

Penyusun

KATA PENGANTAR

Buku ini disusun berdasarkan Silabus yang telah ditetapkan terlebih dulu, untuk mata kuliah Fisika Teknik Listrik untuk eks STM pada semester I Jurusan Listrik, Mesin, Otomotif, Bangunan, dan Elektronika di Fakultas Pendidikan Teknik dan Kejuruan IKIP Padang. Setelah silabus mata kuliah ini diuraikan kedalam skema kerja, maka buku ini dipergunakan dalam semester I.

Adapun maksud penyusunan buku ini adalah agar para pengajar mempunyai pedoman dasar sehingga mahasiswa dalam mengikuti pelajaran dan menelaah pelajaran mudah dan bisa menghayatinya. Diharapkan kesulitan-kesulitan dalam teori maupun prakteknya dapat teratasi dengan adanya buku ini.

Dalam kesempatan yang baik ini penyusun ingin menyampaikan rasa terimakasihnya kepada yth. Bapak Dekan FPTK IKIP PADANG, yth. Bapak Ketua Jurusan Listrik FPTK IKIP PADANG, yang telah memberi fasilitas sehingga dapat tersusunnya buku ini.

Bagaimanapun juga buku ini, jauh dari sempurna, kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak akan kami terima dan kami hargai setinggi-tingginya demi penyempurnaan.

Terima kasih

Padang Juni 1983

Penyusun

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	HALAMAN
Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
I. PENGGUNAAN MULTIMETER	
A. Pendahuluan	1
B. Alat Ukur dan Cara Menggunakannya	1
C. Multimeter	5
D. Simbol-simbol Listrik	10
II. HUKUM OHM	
A. Pandangan Umum	13
B. Rangkaian Sederhana	14
C. Beda Potensial Dalam Rangkaian	15
D. Tahanan-tahanan yang Dihubungkan Seri dan Paralel	18
E. Soal-soal	22
F. Kode Warna Resistor(Tahanan)	25
III. HUKUM KIRCHOFF	
A. Prinsip Dasar Hukum Kirchoff	26
B. Analisa Loop	29
C. Soal-soal	31
IV. RANGKAIAN PEMBAGI TEGANGAN	
A. Rangkaian Dasar	34
B. Soal-soal	38
DAFTAR PUSTAKA	39

BAB I

PENGGUNAAN MULTITESTER

A. Pendahuluan

Dalam rangkaian listrik kita kenal adanya beberapa komponen dasar. Kalau komponen-komponen itu kita gabungkan dan kita hubungkan dengan sumber tegangan, sehingga menjadi rangkaian tertutup, maka padanya akan ada arus yang mengalir. Untuk mengetahui berapa besarnya arus yang mengalir, to tegangan pada bagian-bagian tertentu, maka diperlukan alat ukur. Arus listrik dapat diukur dengan amperemeter dan untuk tegangan adalah voltmeter. Tahanan dapat diukur dengan Ohmmeter. Pada bab ini akan dibicarakan penggunaan alat-alat ukur seperti yang disebutkan diatas, adapun alat-alat ukur yang dapat digunakan untuk mengukur lebih dari satu besaran dinamakan Multitester atau Multimeter.


B. Alat Ukur dan Cara-Menggunakannya.


1. Voltmeter


a. Jenis Voltmeter

Menurut jenis tegangan yang diukur ada dua yaitu : tegangan bolak-balik atau tegangan AC dan tegangan searah atau tegangan DC. Oleh karena itu pada setiap pengukuran tegangan tersebut haruslah digunakan alat ukur yang sesuai. Untuk membedakannya pada alat ukur digunakan suatu tanda yang menunjukkan tegangan yang dapat diukurnya.

Tanda-tanda tersebut adalah :

 : menyatakan arus/tegangan bolak-balik.

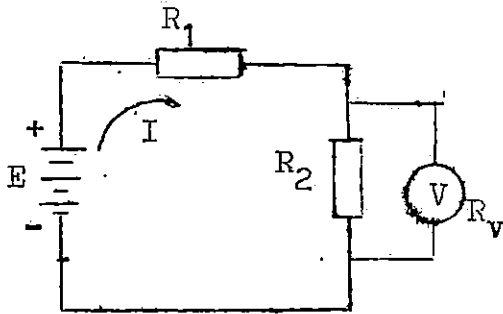
 : menyatakan arus/tegangan searah.

 : menyatakan arus/tegangan bolak balik dan searah.

b. Pemasangan Voltmeter

Voltmeter dipasang paralel dengan yang diukur. Misal nya paralel dengan sumber tegangan, paralel de

ngan beban yang akan diukur tegangannya.
 Pada voltmeter mempunyai tahanan dalam (R_v) yang
 besar perhatikan gambar 1.



Keterangan :

R_1, R_2 : tahanan beban

R_v : tahanan dalam
 voltmeter

E : sumber tegangan

I : arus yang meng-
 alir

Gambar 1.

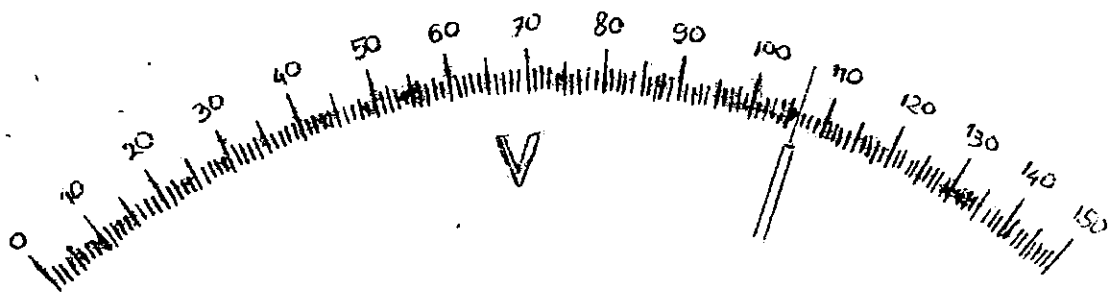
Arus yang mengalir melalui R_2 adalah I_2 dan arus
 yang mengalir pada voltmeter adalah I_v . Harga R_v
 R_2 dan sehingga $I_v = I_2$. Maka besarnya tegangan y
 yang diukur : $I \times R_2$.

c. Pembacaan Skala Voltmeter

Dalam membaca skala voltmeter ada beberapa prosedur
 yang haruslah diketahui, prosedur itu adalah :

- 1). Tentukan batas ukur yang digunakan.
- 2). Pilihlah skala yang tepat untuk pembacaannya ser-
 ta faktor skalanya.
- 3). Perhatikan posisi jarum.

Batas Ukur adalah : skala simpangan penuh dari meter,
 skala dan faktor skala ; sekali anda menentukan ba-
 tas ukur anda harus menentukan skala pembacaan yang
 tepat dan sekaligus menentukan faktor skala. Gambar
 2 menunjukkan skala dari sebuah voltmeter.



Gambar 2.

Alat ukur ini (dalam gambar 2) mempunyai satu skala pembacaan, walaupun demikian faktor skala harus pula diperhatikan. Faktor skala adalah perbandingan antara batas ukur yang dipergunakan dengan jumlah skala

$$\text{faktor skala} = \frac{\text{batas ukur}}{\text{jumlah skala}}$$

Nilai ukur atau harga ukur adalah : faktor skala dikalikan dengan penunjukkan jarum.

$$\text{Nilai ukur} = \text{faktor skala} \times \text{penunjukkan}$$

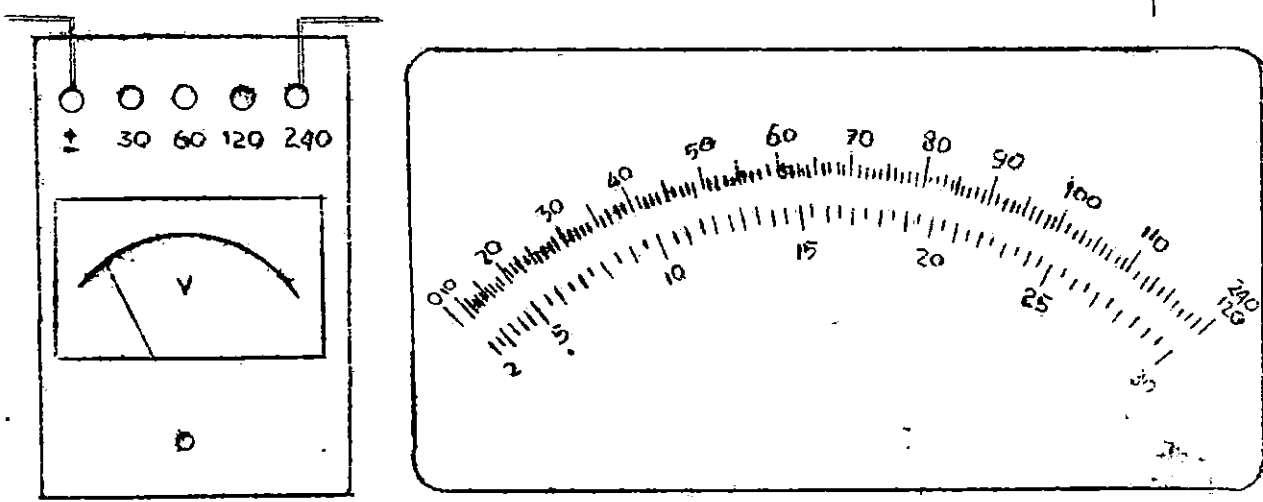
Jika alat ukur diatas dipakai pada batas ukur 300 volt, berapa faktor skalanya dan berapa pula nilai ukurnya ?

Jawabnya adalah : faktor skala = $300/150 = 2$ volt/devisi

$$\text{nilai ukur} = 2 \times 107 = 214 \text{ volt.}$$

Sekarang perhatikan gambar 3, ini menunjukkan Voltmeter dengan beberapa skala yang berbeda. Jika voltmeter dihubungkan seperti pada gambar no. 3a, dan skala yang dipergunakan seperti pada gambarno. 3b, maka berapa besarnya faktor skala ? Dan skala mana yang tepat digunakan ?

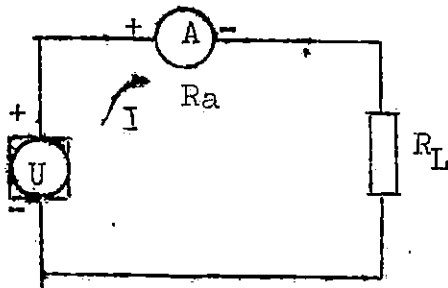
Jawabnya adalah : skla yang dipakai teratas
: faktor skala = 2,4 volt/devisi



gambar 3

2. Ampermeter

Ampermeter merupakan suatu alat yang dipergunakan untuk mengukur arus listrik. Menurut jenis yang diukur dibedakan menjadi dua macam : arus searah dan arus bolak-balik. Ampermeter dipasang secara seri dalam rangkaian yang ingin diukur arusnya (lihat gambar 4). Ampermeter mempunyai tahanan dalam R_a sangat kecil, sehingga drop tegangan pada ampermeter dapat diabaikan.



gambar 4

Arus yang mengalir pada rangkaian ini adalah I , drop tegangan pada ampermeter adalah : $I \times R_a$.

$R_a \ll R_L$, sehingga $I \cdot R_a \ll I \cdot R_L$

Pembacaan skala ampermeter prinsipnya sama dengan pembacaan pada voltmeter. Jika menggunakan ampermeter, biasakanlah terlebih dulu menggunakan batas ukur yang paling tinggi, dan perkirakan bahwa batas ukur itu adalah lebih tinggi dari yang akan diukur.

3. Ohmmeter

Ohmmeter adalah suatu alat ukur yang digunakan untuk mengukur besarnya suatu tahanan. Petunjuk praktis pengukurannya adalah :

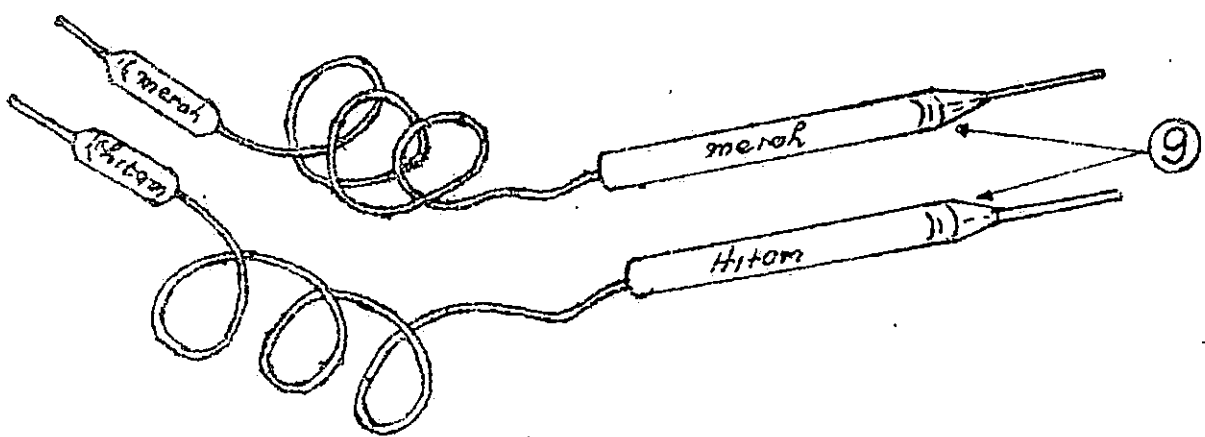
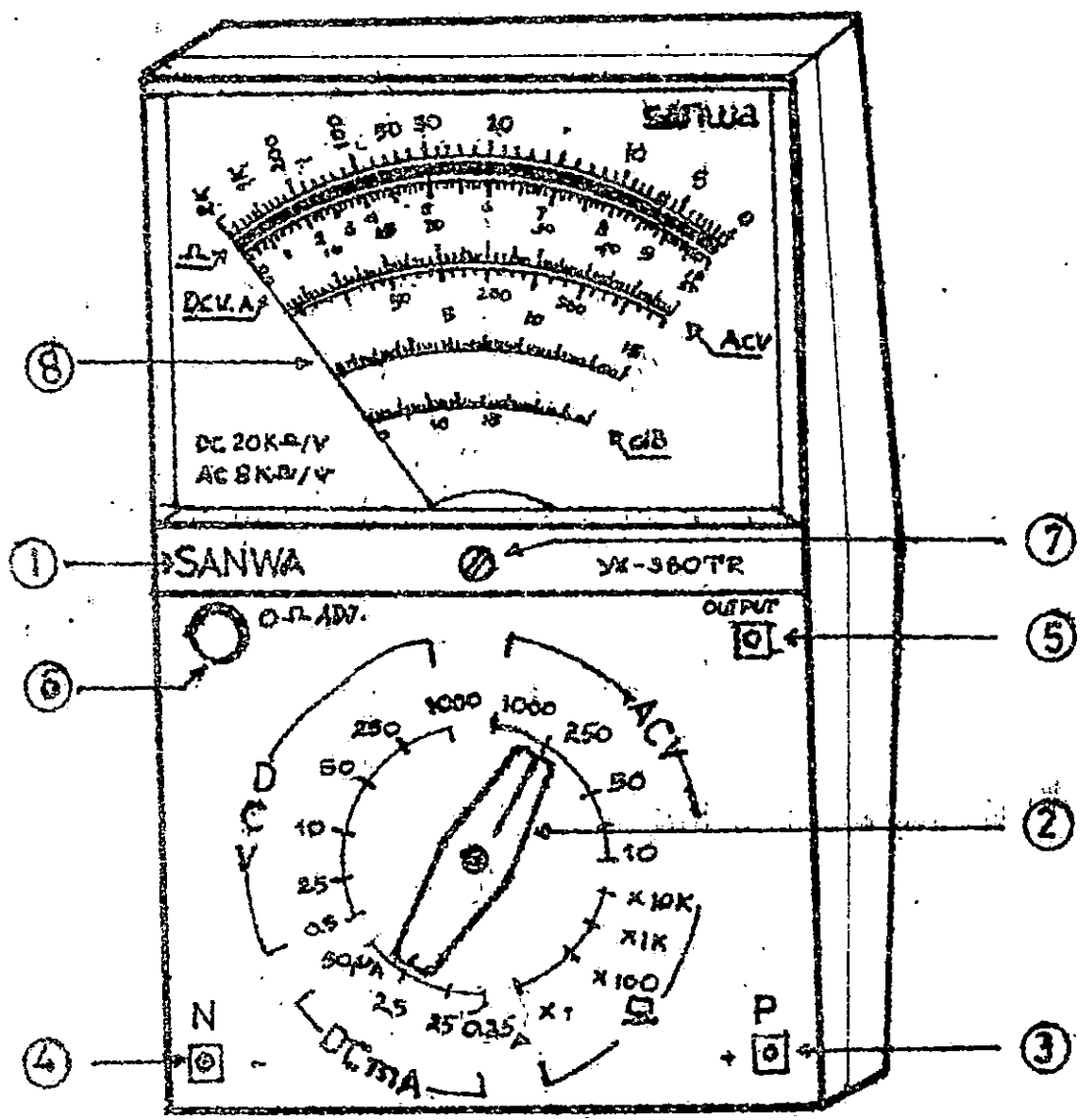
- a. Pemasangan Ohmmeter sama dengan pemasangan Voltmeter yaitu paralel dengan komponen yang akan diukur tahananannya.
- b. Jangan melakukan pengukuran pada saat komponen ber tegangan/berarus karena hal ini akan merusakkan.
- c. Skala Ohmmeter tidak linier tetapi logaritmit.
- d. Untuk mencegah salah ukur, untuk setiap pemakaian Ohmmeter harus didahului dengan menenpatkan jarum pada kedudukan nol. Cara tersebut adalah menghubungkan singkat kabel/penghubung meter dan mengatur knop pengatur nol.

C. Multitester

Pada ketèrangan diatas telah diterangkan kegunaan alat ukur Voltmeter, Ampermeter dan Ohmmeter dalam pemakaian praktis ketiga alat tersebut bisa dijadikan satu, dengan dilengkapi saklar pemilih. Alat ini biasa disebut dengan Multitester atau Multimeter. Dan juga alat ini biasa disebut dengan AVO meter. Gambar berikut ini menunjukkan salah satu jenis Multimeter yang banyak dipakai pada dunia elektronika maupun listrik. Adapun Multimeter tersebut adalah Multimeter Sanwa YX 360 TR.

Keterangan gambar :

1. Plat nama : nama/ tipe multimeter
2. Saklar pemilih : saklar pemilih besaran yang akan diukur
3. Terminal pengukuran : terminal untuk menghubungkan kabel pengukuran dimana untuk pengukuran arus dan tegangan searah merupakan terminal (+) dan biasanya warna merah.
(+)
4. Terminal pengukuran : terminal untuk menghubungkan kabel pengukuran dimana untuk pengukuran arus dan tegangan searah merupakan terminal (-) dan biasanya berwarna hitam.
(-)
5. Terminal output : terminal untuk menghubungkan kabel output
6. Knop pengatur nol : knop untuk mengatur jarum penunjuk pada posisi nol ohm sewaktu akan digunakan untuk pengukuran.
7. Skrup penunjuk nol : skrup untuk mengatur jarum penunjuk pada posisi nol (pengkalibrasi).
8. Jarum penunjuk : jarum penunjukkan angka pengukuran.
9. Kabel penghubung : kabel untuk menghubungkan dari terminal ke rangkaian luar yang akan diukur.

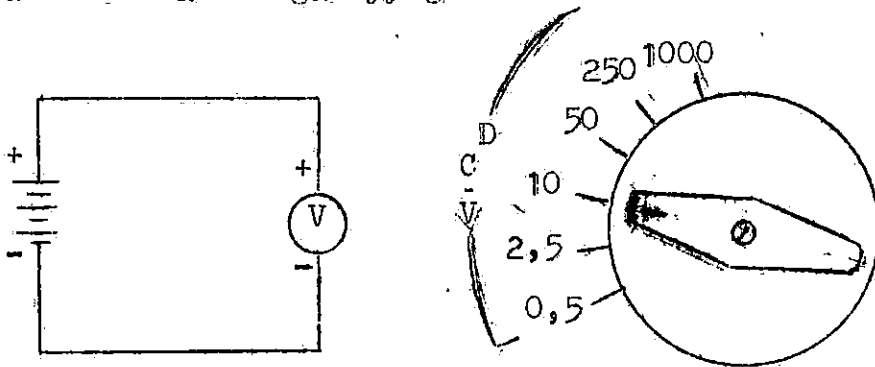


Gambar 5

Cara Penggunaannya

a. Cara mengukur tegangan

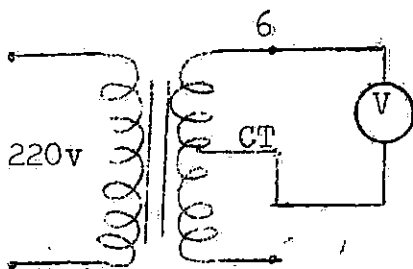
Untuk mengukur tegangan saklar pemilih diatur pada posisi volt, dan perhatikan pula apakah yang akan diukur itu tegangan searah atau bolak balik. Jika yang diukur tegangan searah, letakkan saklar pemilih ke kedudukan DC V (tegangan searah). Perhatikan pula batas ukurnya jangan sampai batas ukur yang dipakai lebih rendah dengan tegangan yang diukur, lihat gambar 6a. Jika yang diukur tegangan bolak balik, letakkan saklar pemilih ke posisi AC V (tegangan bolak balik). Perhatikan pula batas ukur yang digunakan harus sesuai dengan yang akan diukur lihat gambar 6b.



cara pengukurannya

gambar 6a.

letak saklar pemilih



cara pengukurannya

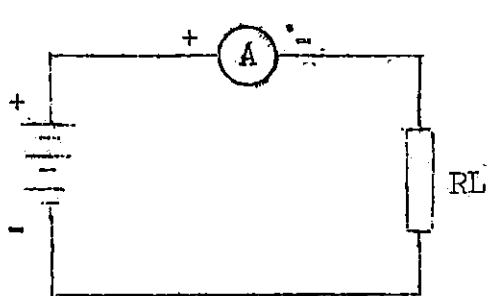
gambar 6b.

letak saklar pemilih

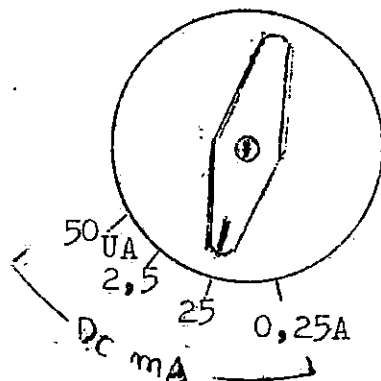
b. Cara mengukur arus

Untuk mengukur arus, saklar pemilih diatur pada posisi arus. Perhatikan bahwa multimeter ini hanya bisa digunakan untuk mengukur arus searah (arus DC).

Batas ukur harus pula diperhatikan, arus searah yang dapat diukur terbatas hanya dalam orde mA, dan batas tertinggi adalah 250 mA. Kemudian hubungkanlah dengan suatu rangkaian yang akan diukur arusnya seperti pada gambar 7.



cara pemasangannya

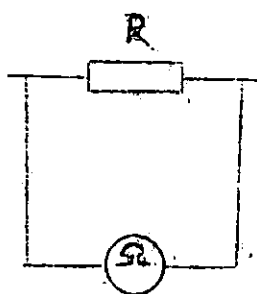


letak saklar pemilih

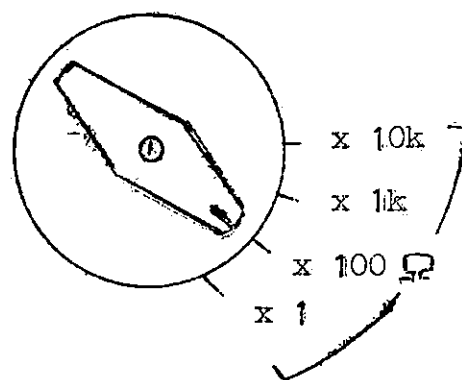
gambar 7.

cc. Cara mengukur tahanan

Untuk mengukur tahanan saklar pemilih diatur pada posisi ohm. (Ω). Perhatikan batas ukurnya, serta perhatikan bahwa tahanan yang akan diukur tidak boleh dalam keadaan bertegangan/berarus. Kemudian hubungkan tahanan yang akan diukur dengan multimeter ini. Hubungan alat ukur dengan tahanan yang diukur disambungkan secara paralel seperti pada gambar 8.



cara pemasangannya

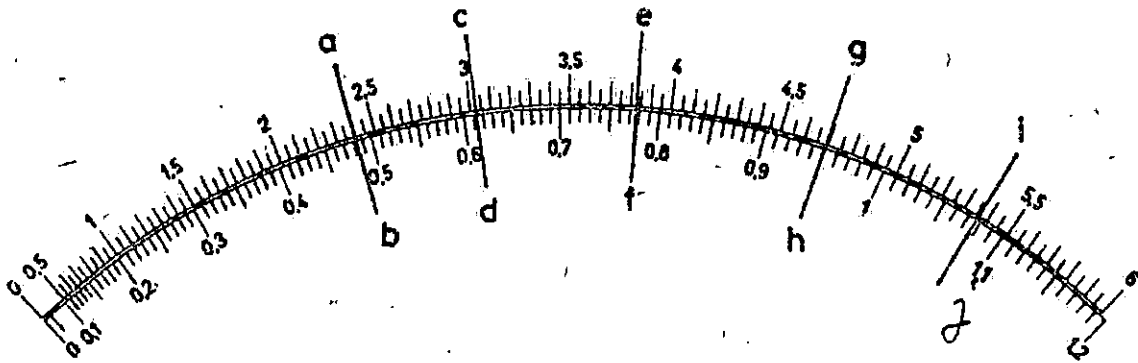


letak saklar pemilih

gambar 8.

Latihan pembacaan alat ukur

Isikan dalam daftar untuk posisi jarum yang diperlihatkan dalam gambar 9.











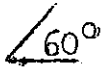









Gambar 9.



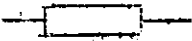
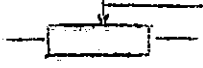



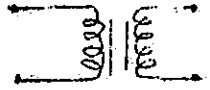

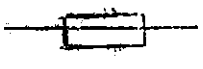
Letak	: Batas ukur	: Faktor skala	: Nilai ukur	: Satuan
a	: 60 A	:	:	:
b	: 5 mA	:	:	:
c	: 120 mA	:	:	:
d	: 1,2 mA	:	:	:
e	: 6 A	:	:	:
f	: 120 V	:	:	:
g	: 600 V	:	:	:
h	: 1,2 V	:	:	:
i	: 60 V	:	:	:
j	: 240 V	:	:	:

D. Simbol-simbol dalam teknik listrik

Dalam suatu gambar rangkaian untuk memberikan/menyatakan suatu alat ukur, atau komponen, dan saklar-saklar diberikan simbol-simbol tertentu. Adapun simbol-simbol yang digunakan dalam teknik listrik banyak sekali, untuk kesempatan ini diberikan hanya simbol-simbol yang penting saja sehingga mudah untuk diingat serta mempelajarinya. Dibawah ini daftar dari simbol-simbol teknik listrik

No. :	Bentuk Simbol	: K e t e r a n g a n
1. :		: Tanda arus searah
2. :		: Tanda arus bolak balik
3. :		: Tanda arus searah dan arus bolak balik
4. :		: Tanda arus bolak balik tiga fasa
5. :		: Tanda tegangan tes pada 500 volt
6. :		: Tanda tegangan tes diatas 500 volt (misal 2 kv)
7. :		: Tanda alat ukur harus dipasang tegak
8. :		: Tanda alat ukur yang harus dipasang mendatar

No.	Bentuk Simbol	K e t e r a n g a n
9.		: Tanda alat ukur yang harus dipasang dengan sudut 60°
10.	1.5	: Tanda ketelitian alat ukur misalnya 1.5
11.	+ -	: Tanda kutub positif. Tanda kutub negatif
12.		: Tanda baterai/akumulator
13.		: Tanda sumber arus searah
14.		: Tanda sumber arus bolak-balik
15.		: Alat ukur Voltmeter
16.		: Alat ukur Amperemeter
17.		: Alat ukur Ohmmeter
18.		: Alat ukur Wattmeter
19.		: Alat ukur Galvanometer
20.		: Alat ukur Frekuensimeter

No.	Bentuk Simbol	K e t e r a n g a n
21.		: Alat ukur Oskiloskop
22.		: Audio Frekuensi Generator
23.		: Tahanan (resistor)
24.		: Variable Resistor (tahanan bisa dirubah-rubah)
25.		: Tahanan Geser
26.		: Kondensator Elektrolit
27.		: Lilitan/Kumparan
28.		: Transformator
29.		: Saklar (penghubung)
30.		: Fuse (pengaman lebur)

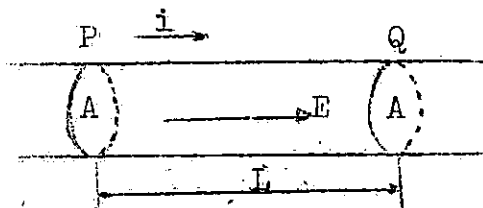
A. Pandangan Umum

Dalam suatu rangkaian listrik, untuk menghubungkan rangkaian satu dengan lainnya digunakan konduktor/penghantar. Atau juga dalam rangkaian itu sendiri menggunakan penghantar, yang gunanya untuk mengalirkan arus listrik.

Pada setiap bahan konduktor, selalu mempunyai hambatan atau tahanan. Besarnya nilai tahanan tersebut akan bergantung kepada, panjangnya penghantar, luas penampang serta tahanan jenis dari penghantar itu sendiri. Jika nilai tahanan diberi simbol R , panjang penghantar L , luas penampangnya adalah A , serta tahanan jenisnya ρ , maka hubungannya menjadi :

$$R = \rho \frac{L}{A} \dots\dots\dots (1)$$

Marilah kita tinjau pada suatu kawat yang mempunyai penampang serba sama dan dialiri arus listrik i , seperti gambar 10.



gambar 10.

Misalkan beda potensial antara titik P dan titik Q adalah V , atau dituliskan dengan $V_P - V_Q = V$.

Pada kawat itu timbul medan listrik yang serba sama.

Besarnya kuat medan listrik

adalah : $E = V/L$, sedangkan rapat arus listrik dinyatakan $j = \sigma \cdot E$ atau

$$j = \sigma \cdot \frac{V}{L} \dots\dots\dots (2)$$

dimana j adalah rapat arus dan σ adalah daya hantar jenis (konduktivitas listrik). Sehingga besarnya $i = j \cdot A$, atau $i = \sigma \cdot \frac{A}{L} \cdot V$. Bila tetapan $\frac{A}{L} = 1/R$, maka persamaannya menjadi L :

$$i = \frac{V}{R} \dots\dots\dots (3)$$

Pernyataan inilah yang ditemukan oleh seorang ahli bernama George Simon Ohm, dan seterusnya pernyataan itu disebut hukum Ohm.

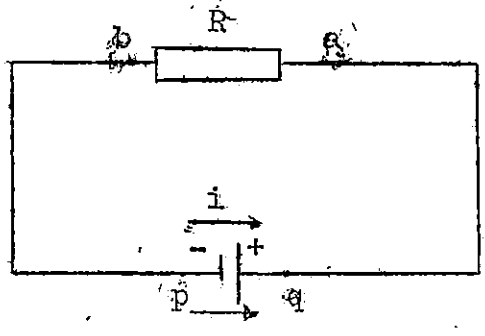
Didalam rangkaian listrik banya digunakan resistor, yaitu suatu komponen yang dibuat agar mempunyai harga resistansi (tahanan) tertentu. Satuan tahanan adalah VA^{-1} atau disebut Ohm dan sering sekali dinyatakan dengan huruf yuna ni Omega (Ω). Nilai tahanan yang sering digunakan adalah : 1 kilo-ohm = $1 k\Omega = 1 k = 1000$ ohm, dan adalagi yang lebih tinggi yaitu 1 mega ohm = $1 M\Omega = 10^6$ ohm. Harga resistivitas (tahanan jenis) dari beberapa macam bahan dapat dilihat pada tabel II-1.

Tabel II-1 Resistivitas pada temperatur kamar

Jenis bahan	: resistivitas :	
Aluminium	: $2,63 \times 10^{-8}$	
Karbon	: 3500×10^{-8}	
Tembaga	: $1,72 \times 10^{-8}$	Keterangan : satuan dalam Ohm-meter
Perak	: $1,47 \times 10^{-8}$	
Wolfram	: $5,51 \times 10^{-8}$	
Gelas	: $10^{10} \text{ -- } 10^{14}$	
Mika	: $10^{11} \text{ -- } 10^{15}$	
Kayu	: $10^8 \text{ -- } 10^{11}$	

B. Rangkaian Sederhana :

Dalam pemakaian, hukum ohm diatas dapat berlaku pada rangkaian-rangkaian listrik yang sederhana maupaun yang kompleks. Seperti pada gambar 11 menunjukkan rangkaian yang sederhana yang terdiri dari sebuah sumber tegangan, satu buah tahanan. Bila saklar S ditutup maka dalam rangkaian ini mengalir arus sebesar I, dari kutub positif baterai melalui tahanan dan ke kutub negatif baterai.



Gambar 11.

Pada baterai mempunyai tahanan dalam yang disingkat r_d . Besarnya daya yang dihasilkan dalam rangkaian itu adalah $P = I \cdot E$ watt. Sedangkan daya pada tahanan $P_R = I^2 R$ watt. Daya yang hilang pada tahanan dalam baterai adalah $I^2 r_d$ watt. Jadi pada rangkaian

diatas akan mempunyai persamaan :

Daya yang dihasilkan = Daya terpakai + Daya hilang

$$E \cdot I \text{ watt} = I^2 R \text{ watt} + I^2 r_d \text{ watt} \dots\dots (4)$$

Kalau semuanya kita bagi dengan I maka :

$$E = I R + I r_d$$

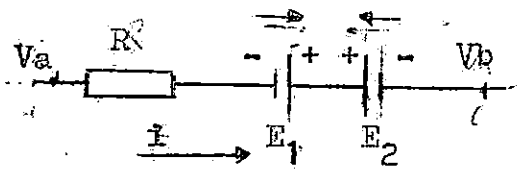
$$I = E / (R + r_d) \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

- I arus listrik dalam amper
- E tegangan dalam volt
- R dan r_d dalam Ohm

C. Beda Potensial Dalam Rangkaian

Jika antara dua titik dalam rangkaian ada beberapa sumber tegangan dan tahanan dalam dan beberapa tahanan, bagaimanakah hubungan antara beda potensial antara kedua ujung rangkaian dengan tegangan pada sumber, arus dan tahanan nya? Marilah kita tinjau rangkaian pada gambar 12 dibawah ini.



gambar 12
bagian rangkaian dengan dua sumber.

Misalkan arus mengalir sesuai dengan arah panah. Waktu arus sampai dititik a, daya yang dimiliki adalah $i \cdot V_a$, kemudian pada rangkaian terjadi hilang daya sebesar $i^2 (R + r_{d1} + r_{d2})$, antara titik a dan titik b. Pada aliran ini diperoleh daya di sumber pertama sebesar $i E_1$, dan terjadi pula kehilangan

energi untuk mengisi sumber kedua (E_2) sebesar iE_2 . Sampai dititik b daya yang tinggal adakah $i V_b$.

Jika daya yang hilang kita beri tanda negatif dan yang diperoleh kita beri tanda positif, maka kita mendapatkan persamaan :

$$i \cdot V_a - i^2(R + r_{d1} + r_{d2}) + i \cdot E_1 - i \cdot E_2 = i \cdot V_b$$

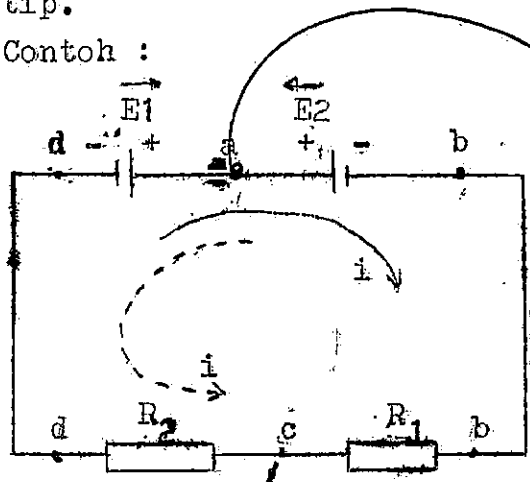
atau $V_{ab} = i \cdot (R + r_{d1} + r_{d2}) - (E_1 - E_2)$.

Jadi secara umum dapat kita tuliskan persamaannya sebagai berikut :

$$V_a - V_b = V_{ab} = \sum iR - \sum E \dots\dots\dots (6)$$

Dalam rangkaian diatas arah positif adalah dari akke b. Tegangan sumber atau arah arus i yang searah kita beri tanda positif, sedangkan yang berlawanan kita beri tanda negatif.

Contoh :



gambar 13.

Dalam rangkaian seperti pada gambar13 ini mempunyai tegangan sumber $E_1 = 12$ volt, $r_{d1} = 0,2$ ohm $E_2 = 6$ volt, $r_{d2} = 0,1$ ohm Dan besarnya $R_1 = 2,3$ ohm $R_2 = 1,4$ ohm.

Diminta :

- a). arus dalam rangkaian (besar dan arahnya).
- b). perbedaan tegangan (V_{ac}).

Jawab :

Kita tentukan arah arusnya seperti pada gambar, E positif bila searah dengan penentuan arah arus i , dan negatif bila berlawanan. Jadi kita peroleh :

$$\begin{aligned} E_1 - E_2 &= i (R_1 + R_2 + r_{d1} + r_{d2}) \\ 12 - 6 &= i (2,3 + 1,4 + 0,2 + 0,1) \\ 6 &= i \cdot 4 \\ i &= + 1,5 \text{ ampere} \end{aligned}$$

1430 / Hld / 83-f1 (2)

MILIK PERPUSTAKAAN
- IKIP - PADANG -

Tanda positif menyatakan arah arus sudah benar. Se-
karang jika kita balikkan arah arusnya (seperti tan-
da),

maka hasilnya :

$$\Sigma E = - E_1 + E_2$$

$$= - 12 + 6 = - 6 \text{ volt}$$

$$\Sigma R = R_1 + R_2 + r_{d1} + r_{d2} = 4 \text{ ohm}$$

$$i = \frac{E}{R} = \frac{- 6 \text{ volt}}{4 \text{ ohm}} = - 1,5 \text{ ampere}$$

Jadi keduanya kita dapatkan harga numerik yang sama
cuma berlainan tanda. Perbedaan tegangan antara ti-
tik a dan titik c (Vac) dapat kita hitung besarnya.

$$b). \quad V_{ac} = \Sigma i \cdot R - \Sigma E$$

Sekarang kita lihat perjalanan arus menurut tan-
da (\longrightarrow), lintasannya adalah abc dan hanya a-
da satu sumber tegangan . Maka besarnya

$$\begin{aligned} \Sigma R \cdot i &= (R_2 + r_{d2}) i \\ &= (1,4 + 0,1) \cdot 1,5 \\ &= + 2,25 \text{ volt} \end{aligned}$$

Arah E_2 adalah dari b ke a , maka E_2 akan mem-
punyai tanda negatif

$$\begin{aligned} E &= - E_2 \\ &= - 6 \text{ volt} \end{aligned}$$

Jadi

$$\begin{aligned} V_{ac} &= + 2,25 \text{ volt} - (- 6 \text{ volt}) \\ &= + 8,25 \text{ volt} \end{aligned}$$

$$V_{ac} = V_a - V_c = 8,25 \text{ volt}$$

$V_a = 8,25 + V_c$; ini berarti bahwa tegang-
an V_a lebih tinggi 8,25 volt dari pada V_c .

Jika kita ambil arah arus (\dashrightarrow), lintasannya
adalah adc, maka :

$$\begin{aligned} \Sigma R \cdot i &= (r_{d1} + R_1) \cdot i \\ &= (0,2 + 2,3) \cdot - 1,5 \\ &= - 3,75 \text{ volt.} \end{aligned}$$

PERPUSTAKAAN IKIP PADANG
KOLEKSI BIDANG ILMU
TIDAK DIPINJAMKAN
KHUSUS ORANG DALAM PERPUSTAKAAN

Arah E_1 ialah dari c ke a

$$E = - E_1$$

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

$$\text{Jadi : } V_{ac} = 3,75 - (-12)$$

$$= + 8,25 \text{ volt}$$

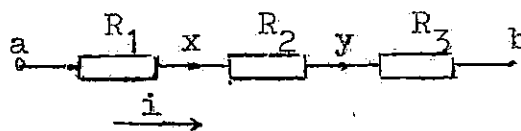
Dengan jalan yang berbeda pun kita dapatkan hasil yang sama, asalkan kita tetap cermat dalam menyelesaikan.

D. Tahanan-tahanan yang dihubungkan seri dan paralel

Kebanyakan rangkaian-rangkaian dalam pemakaian listrik tidaklah terdiri dari beberapa sumber tegangan dan tahanan yang dihubungkan seperti pada rangkaian gambar 13, tetapi sering sekali dalam prakteknya menemui rangkaian yang kompleks. Rangkaian komponen yang kompleks atau rumit ini pada dasarnya dapat diperinci menjadi tiga kelompok, yaitu : Hubungan seri, hubungan paralel, hubungan campuran (seri dan paralel). Dalam hal ini marilah kita bicarakan hubungan tahanan, yang kita ambil sebagai komponen dasarnya.

1. Hubungan Seri

Pada gambar dibawah ini ada tiga buah tahanan yang satu dengan lainnya saling berhubungan hanya ujung yang awal dan ujung akhir saja yang terlepas, maka hubungan ini dinamakan hubungan seri.



gambar 14.

Berapakah besarnya tahanan ekuivalen atau tahanan pengganti dari ketiga tahanan tersebut diatas?

Untuk menjawab pertanyaan ini marilah kita bahas dengan menggunakan prinsip-prinsip yang telah diberikan. Kalau pada rangkaian itu mengalir arus I , maka arus ini akan serba sama pada setiap tahanan yang dilaluinya, sedangkan tegangan pada tiap tahanan akan tergantung pada besarnya tahananannya.

Menurut hukum Ohm maka besarnya tegangan adalah hasil kali tahanan dengan arus yang melaluinya ($i \cdot R$).
Jadi dapat kita tuliskan :

$$V_{ab} = V_{ax} + V_{xy} + V_{yb}$$

Karena arusnya sama maka :

$$V_{ax} = i \cdot R_1 \quad ; \quad V_{xy} = i \cdot R_2 \quad \text{dan} \quad V_{yb} = i \cdot R_3$$

$$\text{Jadi} \quad V_{ab} = i \cdot R_1 + i \cdot R_2 + i \cdot R_3$$

$$V_{ab} = i (R_1 + R_2 + R_3)$$

Tahanan ekuivalen atau pengganti R_{eq} maka pada V_{ab} juga akan memenuhinya

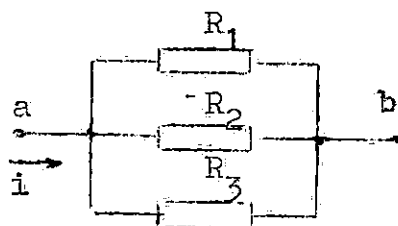
$$V_{ab} = i \cdot R_{eq}$$

Sehingga besarnya tahanan ekuivalen adalah :

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 \dots\dots\dots (7)$$

2. Hubungan Paralel

Pada hubungan ini besarnya tegangan pada tiap tahanan adalah sama, dan untuk arusnya akan berlainan tergantung besarnya tahanan yang dilaluinya. Marilah kita perhatikan gambar 15 dibawah ini.



gambar 15.

Besarnya i_1 , i_2 , i_3 akan berlainan, jadi menurut hukum ohm

$$i_1 = V_{ab}/R_1 \quad ; \quad i_2 = V_{ab}/R_2 \quad ; \quad i_3 = V_{ab}/R_3$$

ketiga arus diatas berasal dari arus yang datang pada titik a, maka $i = i_1 + i_2 + i_3$ atau

$$i = V_{ab}/R_1 + V_{ab}/R_2 + V_{ab}/R_3$$

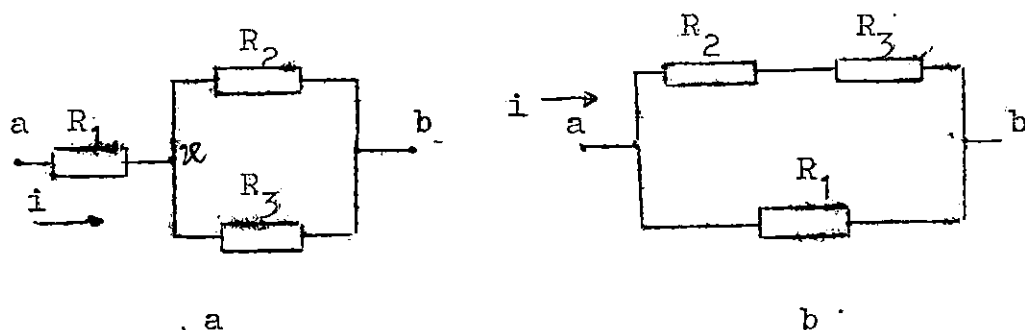
Harga tahanan ekuivaen memenuhi hubungan

$$1/R_{eq} = i/V_{ab} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

$$\text{Jadi} \quad 1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 \dots\dots\dots (8)$$

3. Hubungan Campuran (seri paralel)

Dalam hubungan campuran (seri paralel) dari tiga tahanan diatas dapat direduksi dan dicari tahanan equivalennya. Sebagaimana hubungan seri dan paralel seterusnya baru dikombinasikan, kita lihat gambar 16a dan gambar 16b.



gambar 16.

Untuk gambar 16a, maka besarnya tahanan equivalen adalah

$$R_{eq} = R_{ax} + R_{xb}$$

$$R_{ax} = R_1 ; R_{xb} = R_2 // R_3 \text{ atau}$$

kan $1/R_{xb} = 1/R_2 + 1/R_3$ kalau ini kita sederhanakan

$$R_{xb} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

Jadi besarnya :

$$R_{eq} = R_1 + \frac{(R_2 R_3)}{(R_2 + R_3)} \dots\dots(9)$$

Untuk yang rangkaian gambar 16b akan didapatkan tahanan equivalennya sebagai berikut.

Tahanan bagian atas $R_2 + R_3$, tahanan bagian bawah hanya R_1 .

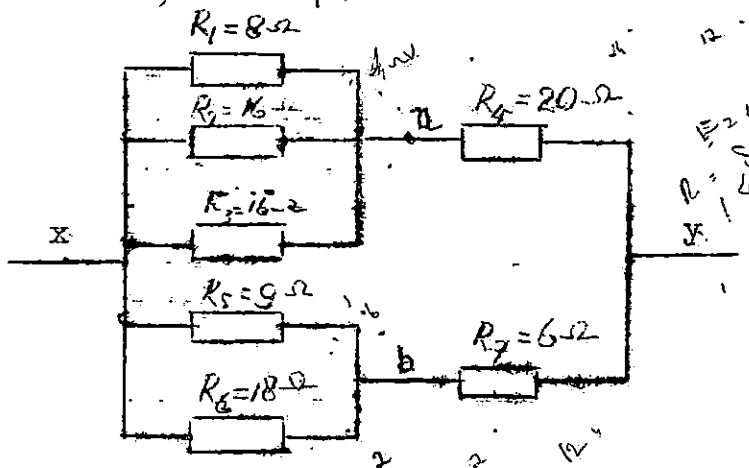
$$1/R_{eq} = 1/(R_2 + R_3) + 1/R_1$$

$$R_{eq} = \frac{(R_2 + R_3) R_1}{R_1 + R_2 + R_3} \dots\dots\dots (10)$$

Sering sekali kita jumpai rangkaian yang sangat rumit, sangat sulit direduksi melalui seri dan paralel maka digunakan penyelesaian khusus.

Contoh :

Hitunglah tahanan ekuivalen dari rangkaian gambar 17. dibawah ini antara x dan y . Dan berapa pula tegangan antara titik x dan titik a jika arus yang mengalir pada tahanan $R_1 = 0,5$ amper?



gambar 17.

Jawab : Untuk mencari besarnya tahanan ekuivalen R_{eq} , kita perinci menjadi dua yaitu tahanan bagian atas R_A dan tahanan bagian bawah R_B . Jadi tahanan ekuivalennya adalah :

$$R_{eq} = \frac{R_A \times R_B}{R_A + R_B}$$

$$R_A = \frac{R_1 \times R_2 \times R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3} + R_4$$

$$= \frac{8 \times 16 \times 16}{8 \times 16 + 16 \times 16 + 16 \times 8} + 20 = 24 \text{ ohm}$$

$$R_B = \frac{R_5 \times R_6}{R_5 + R_6} + R_7$$

$$= \frac{9 \times 18}{9 + 18} + 6 = 12 \text{ ohm}$$

$$R_{eq} = \frac{12 \times 24}{12 + 24} = 8 \text{ ohm}$$

Untuk memudahkan penyelesaian maka pada arus indeks sesuai dengan indeks tahanan.

Jadi arus yang mengalir pada tahanan R_1 adalah $i_1 = 0,5$ amper.

$$V_{xb} = i_1 \times R_1 ; V_{xb} = i_2 \times R_2 ; V_{xb} = i_3 \times R_3$$

$$= 0,5 \times 8 = 4 \text{ volt}$$

besarnya : V_{xb}

$$i_2 = \frac{V_{xb}}{R_2} = 4/16 = 0,25 \text{ amper}$$

$$i_3 = \frac{V_{xb}}{R_3} = 4/16 = 0,25 \text{ amper}$$

$$i_4 = i_1 + i_2 + i_3$$

$$= 0,5 + 0,25 + 0,25 = 1 \text{ amper}$$

Sekarang kita hitung tegangan V_{xy}

$$V_{xy} = i_4 \times R_A$$

$$= 1 \times 24 = 24 \text{ volt}$$

Karena $R_A // R_B$ maka tegangan bagian atas sama dengan tegangan bagian bawah.

$$i_7 = \frac{V_{xy}}{R_B} = 24/12 = 2 \text{ amper}$$

$$V_{ay} = V_{xy} - V_{xa}$$

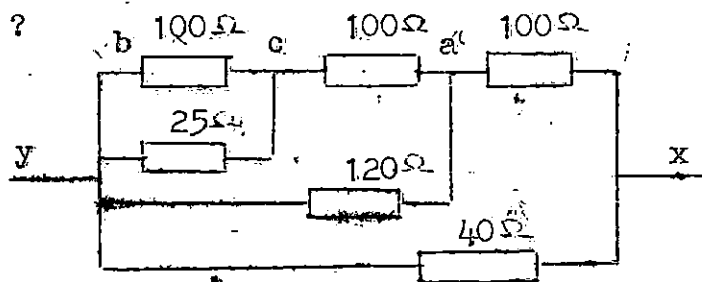
$$V_{ay} = i_7 \times R_7 = 2 \times 6 = 12 \text{ volt}$$

Jadi besarnya

$$V_{ax} = 24 - 12 = 12 \text{ volt.}$$

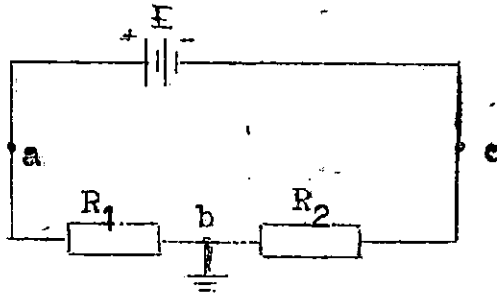
E. Soal-soal

1. Tahanan dirangkai seperti pada gambar 18. Diminta tahanan equivalennya (tahanan antara x dan y). Jika perbedaan tegangan antara titik x dan y ialah 320 volt. Maka berapakah perbedaan tegangan antara titik b dan titik c ?

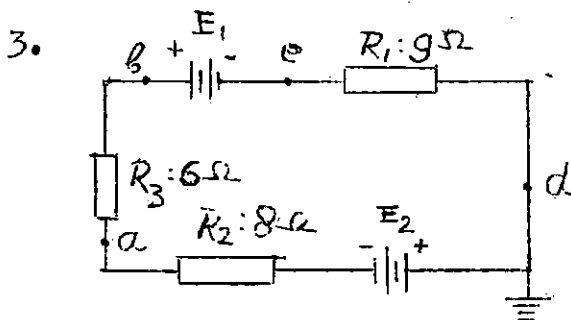


Gambar 18.

2. Suatu rangkaian listrik seperti gambar 19, mempunyai sumber tegangan $E = 18$ volt. Tahanan dalam sumber adalah $r_d = 1$ ohm, besarnya R_1 dan R_2 masing-masing adalah 5 ohm dan 3 ohm.
- berapa besarnya tegangan titik a (V_a)
 - berapa tahanan yang harus dipasangkan pada titik c agar tegangan pada $V_a = 7,5$ volt.



gambar 19.

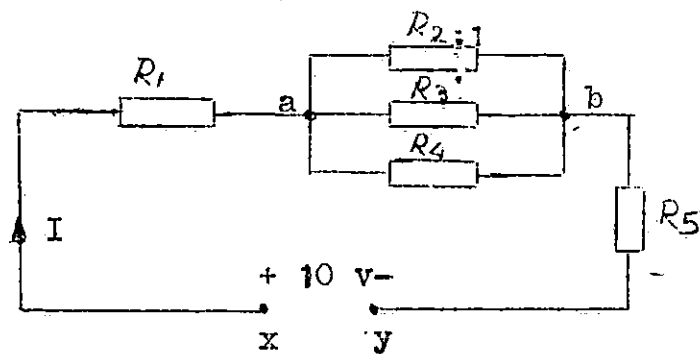


Diketahui : $E_1 = 4$ volt
 $r_{d1} = 0,5$ ohm dan $E_2 = 8$ volt,
 $r_{d2} = 0,5$ ohm.
 (lihat gambar 20)

gambar 20.

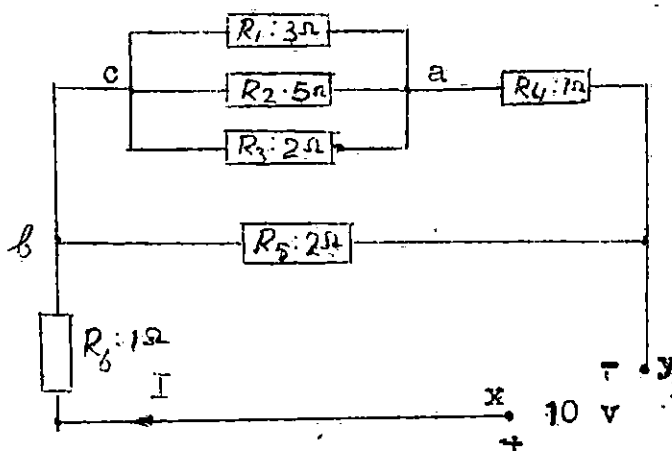
Diminta :

- tegangan pada titik a dalam rangkaian diatas.
 - berapa tegangan jepit pada baterai E_1 (V_{bc})
 - jika pada titik d dimasukkan sebuah sumber tegangan 17 volt dan tahanan dalamnya 1 ohm (ujung positif dikotakanahkan), berapa perbedaan tegangan antara titik b dan titik c (V_{bc})
4. Dari gambar 21 diminta besarnya tegangan V_{ab} dan arus i , dan tegangan pada titik b dan y (V_{by}).



gambar 21.

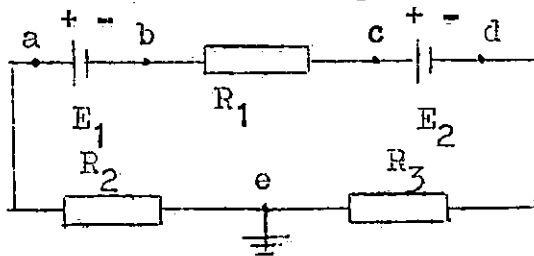
5. Dari gambar 22 dibawah ini, diketahui tegangan antara titik x dan y adalah 10 volt. Diminta berapa besarnya arus I yang mengalir pada tabanan R dan berapa besarnya perbedaan tegangan antara titik x dan titik b (V_{xb}).



gambar 22

6. Dari gambar 23 dibawah ini, ditunjukkan $E_1 = 24$ volt $r_{d1} = 2$ ohm, $E_2 = 6$ volt dan $r_{d2} = 1$ ohm. Tabanan yang ter pasang $R_1 = 2$ ohm, $R_2 = 1$ ohm, $R_3 = 3$ ohm. Hitunglah :

- besarnya arus dalam rangkaian
- Potensial pada titik a, b, c dan V_{ab} , V_{cd}

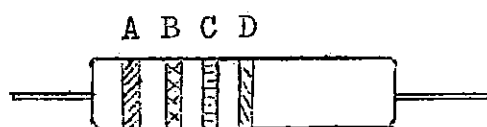


gambar 23.

F. Kode Warna Resistor (Tahanan)

Didalam rangkaian-rangkaian elektronik banyak digunakan tahanan yang memakai kode warna. Warna-warna tersebut mempunyai arti/nilai tahanan, adapun cara untuk menghitungnya adalah sebagai berikut:

1. Pita warna pertama menyatakan angka pertama (A).
2. Pita warna kedua menyatakan angka kedua (B).
3. Pita warna ketiga menyatakan faktor pengali (C)
4. Pita warna keempat atau tanpa warna menyatakan besarnya toleransi (D)



Tabel E-1. Kode warna resistor

W a r n a	angka 1 (A)	angka 2 (B)	pengali (C)	toleran si(D)
: Hitam	: -	: 0	: 1	: :
: Coklat	: 1	: 1	: 10	: ± 1 % :
: Merah	: 2	: 2	: 10 ²	: ± 2 % :
: Orange (jingga):	: 3	: 3	: 10 ³	: - :
: Kuning	: 4	: 4	: 10 ⁴	: - :
: Hijau	: 5	: 5	: 10 ⁵	: - :
: Biru	: 6	: 6	: 10 ⁶	: - :
: Ungu	: 7	: 7	: 10 ⁷	: - :
: Abu-abu	: 8	: 8	: 10 ⁸	: - :
: Putih	: 9	: 9	: 10 ⁹	: - :
: Emas	: -	: -	: 10 ⁻¹	: ± 5 % :
: Perak	: -	: -	: 10 ⁻²	: ± 10% :
: Tanpa warna	: -	: -	: -	: ± 20% :

Contoh pembacaan :

Suatu resistor karbon dengan kode warna : putih-coklat-orange-emas. Besarnya nilai resistansinya adalah : 91×10^3 ohm, toleransi $\pm 5\%$ atau ditulis 91 k ohm $\pm 5\%$.

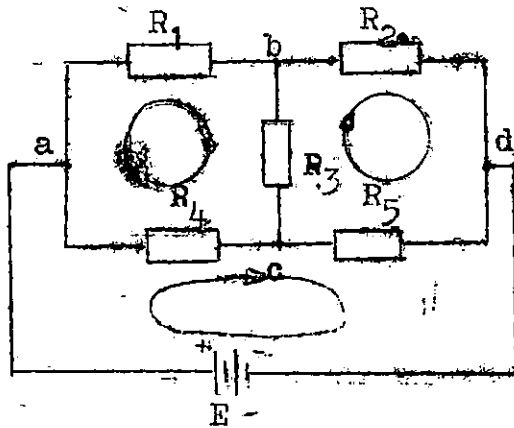
BAB III

HUKUM KIRCHOFF

A. Prinsip Dasar Hukum Kirchoff

Rangkaian-rangkaian tahanan yang tidak termasuk ke -
lompok seri dan paralel yang sederhana, atau banyak sumber
tegangan yang dipasang paralel, maka penyelesaiannya akan su-
lit sekali. Untuk memudahkan memecahkan atau menyelesaikannya
digunakan hukum Kirchoff. Hukum tersebut ditemukan atau
diuraikan oleh seorang ahli yang bernama Gustav Robert Kir-
choff pada tahun 1824 - 1887. Dari hasil penemuannya ada
dua istilah yang pokok dalam memecahkannya, yaitu titik ca-
bang dan loop.

Titik cabang dalam suatu rangkaian listrik adalah t
tempat bertemunya beberapa buah konduktor, sedangkan suatu
loop adalah suatu jalan konduksi yang tertutup. Agar lebih
jelas pengertian ini perhatikanlah gambar 24.



gambar 24

Titik-titik a, b, c, dan d
merupakan titik cabang.

Dalam gambar ada tiga buah
rangkaiian tertutup atau ada
tiga loop. Penentuan arah loop
sembarang atau terserah pada
sipenganalisa.

Hukum Kirchoff dapat dituliskan sebagai berikut ;

1. Hukum titik cabang : Jumlah aljabar arus-arus
yang menuju setiap titik cabang dalam suatu rang-
kaiian listrik adalah sama dengan nol.

$$\sum i = 0. \dots\dots\dots (11)$$

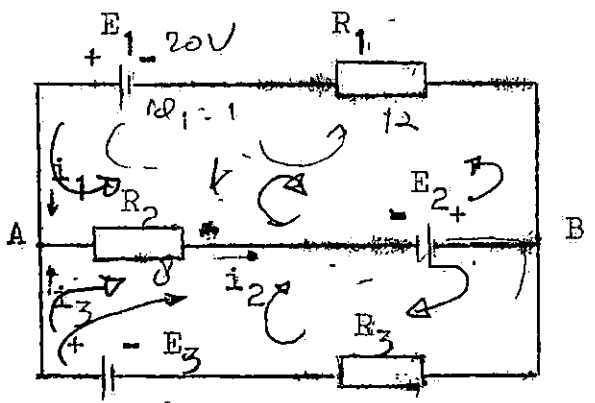
2. Hukum rangkaian tertutup (loop) : Jumlah aljabar
Ggl (gaya gerak listrik) dalam tiap loop sama de-
ngan jumlah aljabar hasil kali arus (i) dan taha-
nan (R) dalam tiap loop tersebut.

Dapatlah kita tuliskan :

$$\sum E = \sum i R \dots\dots (12)$$

Nyatalah bahwa dari dua hukum tersebut lain sistim penyelesaian dengan sistim hukum Ohm dan rangkaian paralel, seri serta rangkaian campuran.

Marilah kita coba menggunakan kedua hukum Kirchoff diatas, agar kita lebih menghayati maksudnya. Perhatikan gambar rangkaian nomer 25 dibawah ini, kita diminta menentukan besarnya E_2 dan E_3 , serta beda potensial antara titik A dan titik B (V_{AB}).



Diketahui : $E_1 = 20$ volt
 $r_{d1} = r_{d2} = r_{d3} = 1$ ohm
 $R_1 = 12$ ohm ; $R_2 = 8$ ohm
 $R_3 = 4$ ohm ; $i_1 = 0,5$ A
 $i_3 = 1,5$ A.

gambar 25

$$V_1 - V_2 = I_1 R_1$$

$$0 - 8 = I_1 \cdot 8$$

$$-8 = 8 I_1$$

Dalam hal ini arus yang masuk kita beri tanda positif dan arus yang keluar diberi tanda negatif, arahnya sembarang. Dari rangkaian diatas :

$$i_1 = 0,5 \text{ A} ; i_3 = 1,5 \text{ A}$$

Jadi untuk i_2 :

$$i_2 = i_1 + i_3$$

$$i_2 = 0,5 + 1,5 = 2 \text{ A.}$$

Dalam rangkaian ini hanya ada dua loop yaitu loop I dan loop II dan arahnya sembarang. Untuk itu kita tentukan arahnya seperti pada gambar rangkaian.

Untuk menentukan besarnya E_2 kita gunakan sistim loop I.

$$\sum E = \sum i R$$

$$\sum E = E_2 + E_1$$

$$\sum i R = i_2 R_2 + i_2 r_{d2} + i_1 R_1 + i_1 r_{d1}$$

E_2 tandanya positif sebab rearah dengan arah loop

$$E_2 + E_1 = i_2 (R_2 + r_{d2}) + i_1 (R_1 + r_{d1})$$

$$\begin{aligned}
 E_2 + 20 &= 2(8 + 1) + 0,5(12 + 1) \\
 &= 18 + 6,5 \\
 E_2 &= 24,5 - 20 = 4,5 \text{ volt.}
 \end{aligned}$$

Untuk loop II mencari besarnya E_3

$$\begin{aligned}
 \Sigma E &= -E_3 - E_2 \\
 \Sigma i R &= -i_3 r_{d3} - i_3 R_3 - i_2 r_{d2} - i_2 R_2 \\
 -E_3 - E_2 &= -i_3(R_3 + r_{d3}) - i_2(R_2 + r_{d2}) \\
 -E_3 - 4,5 &= -1,5(4 + 1) - 2(8 + 1) \\
 -E_3 - 4,5 &= -7,5 - 18 \\
 -E_3 &= -25,5 + 4,5
 \end{aligned}$$

E_3 dan E_2 kita beri tanda negatif sebab melawan arah loop
 Karena $E_2 = 4,5$ maka harga $E_3 = 21$ volt.

Selanjutnya kita hitung besarnya beda potensial antara titik A dan titik B.

$$\begin{aligned}
 V_{AB} &\doteq \Sigma i R + \Sigma E \\
 \Sigma i R &= i_2 R_2 + i_2 r_{d2} \\
 \Sigma E &= E_2 \\
 V_{AB} &= i_2(R_2 + r_{d2}) + 4,5 \\
 &= 2 \cdot 9 + 4,5 \\
 &= 22,5 \text{ volt.}
 \end{aligned}$$

Perhatikan tanda-tanda pada hitungan diatas, disini kita beri tanda positif semua sebab searah dengan arah A ke B.

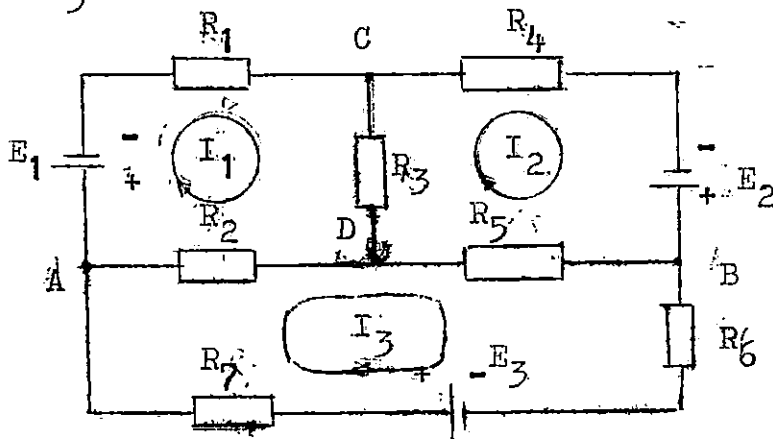
B. Analisa Loop

Hukum titik cabang dan hukum loop dapat kita satukan dengan menggunakan analisa loop. Cara ini terlebih dulu kita harus menentukan arah loopnya. Arus dalam loop dapat berbeda-beda dari loop satu dengan loop yang lainnya. Untuk itu maka arus pada bagian loop antara dua titik cabang diberi nama, dan digunakan sebagai variabel.

Tanda Ggl (gaya gerak listrik) positif bila arahnya searah dengan arah dari loop; dan diberi negatif apabila berlawanan dengan arah loop.

Dalam metoda analisa loop ini kita ambil harga arus dalam suatu loop sama. sedangkan loop-loop yang lain mempunyai harga arus loop yang berlainan pula. Agar kita lebih jelas dan bisa menghayati maksudnya, marilah kita perhatikan gambar 26.

Arus dalam loop 1 adalah I_1 dan loop 2 adalah I_2 , serta loop 3 adalah I_3 . Rumus hukum Kirchoffnya adalah $\sum E = \sum i R$.



gambar 26.

Untuk loop 1 :

$$\sum E = - E_1$$

$$\sum I R = I_1 (r_{d1} + R_1 + R_2 + R_3) - I_2 (R_3) - I_3 R_2$$

sehingga untuk loop 1 berlaku

$$- E_1 = I_1 (r_{d1} + R_1 + R_2 + R_3) - I_2 R_3 - I_3 R_2$$

Untuk loop 2 :

$$\sum E = + E_2$$

$$\sum I R = I_2 (R_3 + R_4 + r_{d2} + R_5) - I_3 R_5 - I_1 R_3$$

Sehingga untuk loop 2 berlaku :

$$E_2 = I_2(R_3 + R_4 + R_5 + r_{d2}) - I_3 R_5 - I_1 R_3.$$

Untuk loop 3

$$\sum E = + E_3$$

$$\sum I R = I_3(R_7 + R_2 + R_5 + R_6 + r_{d3}) - I_1 R_2 - I_2 R_5.$$

Sehingga berlaku untuk loop 3

$$E_3 = I_3(R_7 + R_2 + R_5 + R_6 + r_{d3}) - I_1 R_2 - I_2 R_5.$$

Dengan analisa loop ini untuk titik cabang juga terpenuhi. Misalnya untuk titik cabang A, arus I_3 masuk cabang, arus I_1 dan $I_3 - I_1$ yang keluar cabang, sehingga

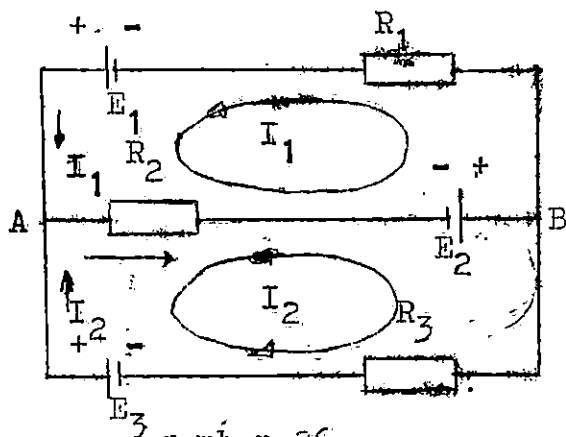
$$+ I_3 - I_1 - (I_3 - I_1) = 0$$

Untuk loop pertama juga berlaku hukum loop dari Kirchoff

$$\begin{aligned} -E_1 &= I_1(R_1 + r_{d1}) - (I_3 - I_1) R_2 + (I_1 - I_2) R_3 \\ &= I_1(R_1 + r_{d1} + R_2 + R_3) - I_3 R_2 - I_2 R_3. \end{aligned}$$

Hasil akhir dari analisa loop dan hukum loop jelas sama.

Sekarang marilah kita bahas contoh soal yang diatas dan kita selesaikan dengan analisa loop.



Diketahui : $E_1 = 20$ volt

$r_{d1} = r_{d2} = r_{d3} = 1$ ohm

$R_1 = 12$ ohm

$R_2 = 8$ ohm

$R_3 = 4$ ohm

$I_1 = 0,5$ A

$I_2 = 1,5$ A

Hitunglah berapa besarnya E_2 dan E_3 , serta beda potensial antara titik A dan titik B (V_{AB})

Jawab : Marilah kita lihat loop 1.

$$\begin{aligned} + E_1 + E_2 &= I_1 (r_{d1} + R_1 + R_2 + r_{d2}) - (-I_2) \\ &\quad (R_2 + r_{d2}). \end{aligned}$$

Untuk loop 2 :

$$- E_2 - E_3 = (- I_2) (r_{d2} + R_2 + r_{d3} + R_3) - I_1 (R_2 + r_{d2}).$$

Dari gambar diatas dan keterangannya kita tahu bahwa $E = 20$ volt, $I_1 = 0,5$ A ; $I_2 = 1,5$ A dengan arah seperti pada gambar. Maka untuk I_2 bertanda negatif sebab melawan arah loop, begitu pula pada loop 2 untuk arah E_2 dan E_3 .

Jadi kalau kita masukkan harganya persamaan akan menjadi :

Untuk loop 1

$$\begin{aligned} + 20 + E_2 &= 0,5(1 + 12 + 8 + 1) - (-1,5)(8 + 1) \\ &= 11 + 13,5 \\ E_2 &= 24,5 - 20 \text{ volt} \\ &= 4,5 \text{ volt.} \end{aligned}$$

Untuk loop 2 :

$$\begin{aligned} - 4,5 - E_3 &= (-1,5)(1 + 8 + 4 + 1) - 0,5(8 + 1) \\ &= - 21 + 4,5 \\ - E_3 &= - 21 \text{ volt.} \end{aligned}$$

Jadi $E_3 = 21$ volt.

Beda potensial antara titik A dan titik B (V_{AB}) adalah :

$$V_{AB} = \sum I R + \sum E$$

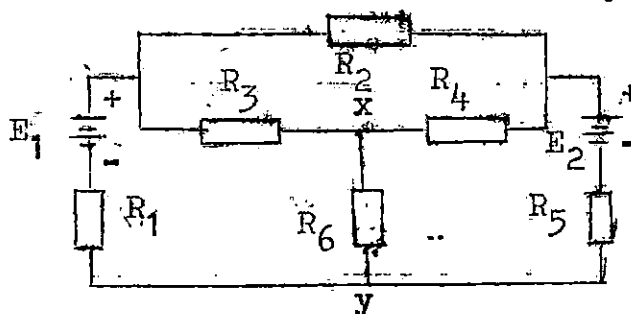
Arus I adalah jumlah antara I_1 dan I_2 ; $I = 0,5 + 1,5$.

$$\begin{aligned} V_{AB} &= I(R_2 + r_{d2}) + E_2 \\ &= 2(8 + 1) + 4,5 \\ &= 22,5 \text{ volt.} \end{aligned}$$

Ternyata hasil dari analisa loop sama dengan hasil dari hukum loop dan titikcabang hukum Kirchoff.

C. Soal- soal

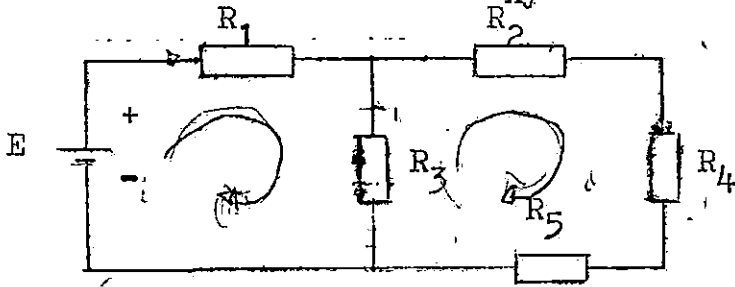
1. Pada rangkaian gambar 27, diminta berapa besarnya arus yang mengalir pada $R_6 = 10$ ohm serta beda potensial x dan y (V_{xy})



$$\begin{aligned} E_1 &= 200 \text{ volt}; E_2 = 210 \text{ volt.} \\ R_1 &= 0,5 \text{ ohm} \\ R_2 &= 1 ; R_3 = 2 \\ R_4 &= 3 ; R_5 = 0,5 \end{aligned}$$

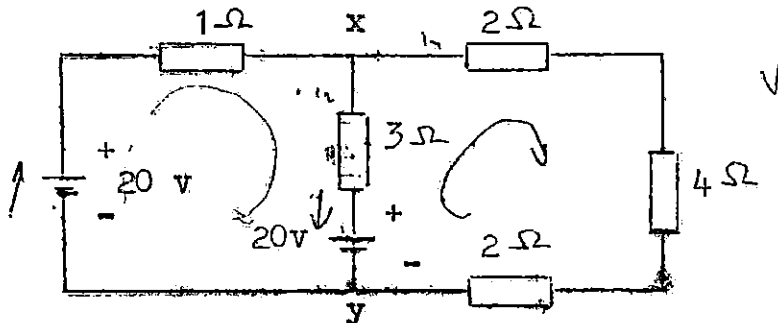
gambar 27

2. Dalam rangkaian yang ditunjukkan pada gambar 27 dengan ketentuan : $E = 20$ volt, $R_1 = 1$; $R_2 = 2$, $R_3 = 3$ $R_4 = 4$; $R_5 = 2$. Berapa besarnya arus yang mengalir pada tahanan R_3 , begitu pula besarnya beda potensial pada titik x dan titik y (V_{xy}).



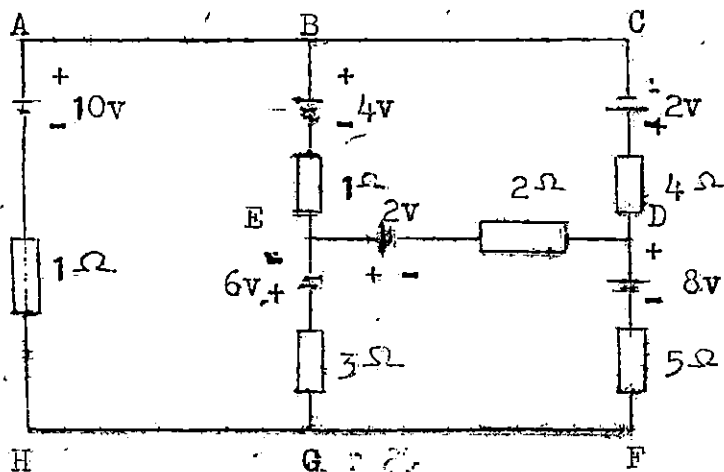
gambar 27.

3. Berapa besarnya arus yang mengalir pada cabang xy, serta beda potensialnya ? (lihat gambar 28)



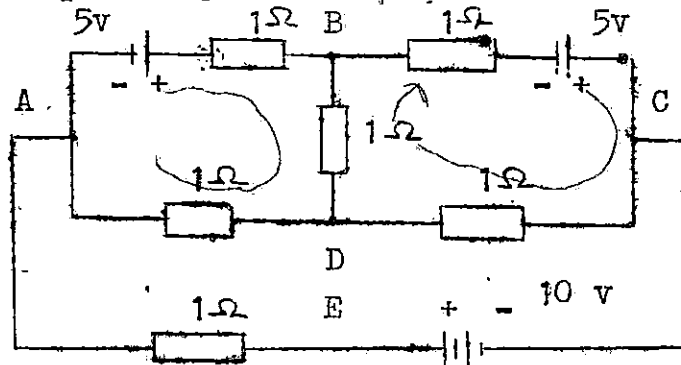
gambar 28

4. Gunakan analisa loop dalam menyelesaikan soal no4 ini Berapa besarnya arus dan beda potensial pada cabang ED dalam rangkaian gambar 29



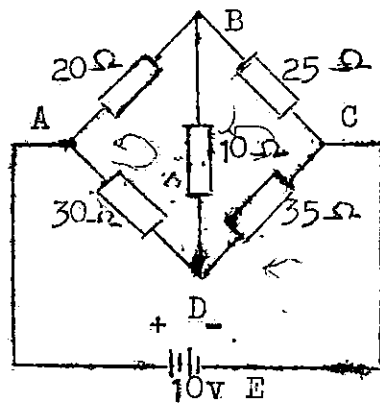
gambar 29

5. Pada rangkaian gambar 30, diminta berapa besarnya arus tiap cabang?



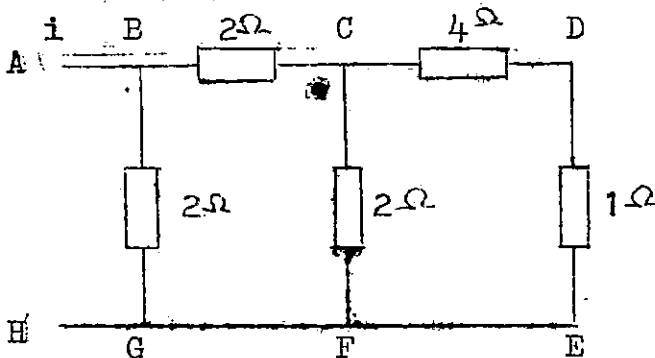
gambar 30

6. Rangkaian pada gambar 31 dengan ketentuan $E = 10$ volt
 $R_1 = 20$; $R_2 = 30$; $R_3 = 10$; $R_4 = 25$; $R_6 = 35$..
Diminta berapa besarnya arus tiap cabang.



gambar 31

7. Berapa besarnya tahanan ekuivalen dan berapa pula besarnya arus tiap-tiap cabang dalam rangkaian gambar 32 dibawah ini



gambar 31

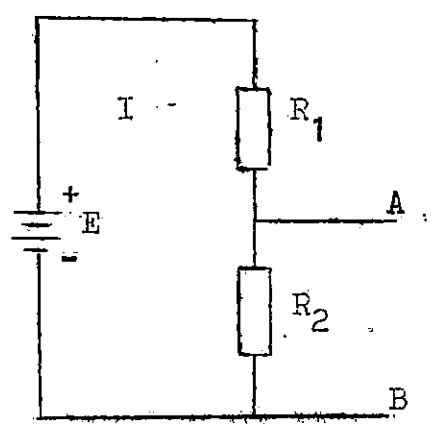
PERPUSTAKAAN KIP PADANG
 KOLEKSI BIDANG ILMU
 TIDAK DIPINJAMKAN
 KHUSUS DIPAKAI DALAM PERPUSTAKAAN

BAB IV

RANGKAIAN PEMBAGI TEGANGAN

Dalam keperluan sehari-hari dari suatu tenaga listrik memang sangat bervariasi, dari yang bertegangan rendah, menengah dan tinggi. Dalam rangkaian-rangkaian elektronika banyak digunakan sumber arus searah dan bertegangan rendah. Dari rangkaian yang sederhana dapat pula digunakan sebagai suatu cara untuk membagi tegangan, sehingga nantinya akan sesuai dengan tegangan yang diperlukan. Perhatikan gambar 32.

A. Rangkaian Dasar



gambar 32.

Rangkaian terdiri dari dua tahanan R_1 dan R_2 , serta sebuah sumber tegangan E . Jika kita memerlukan tegangan yang lebih rendah dari tegangan sumber misalnya tegangan V_{AB} maka prinsip ini dapat kita analisa sebagai berikut.

$$V_{AB} = I \cdot R_2 \dots\dots\dots (13)$$

sedangkan besarnya arus yang mengalir I adalah

$$I = \frac{E}{(R_1 + R_2 + r_d)} \dots\dots\dots (14)$$

Kalau persamaan 14 kita masukkan pada persamaan 13 maka

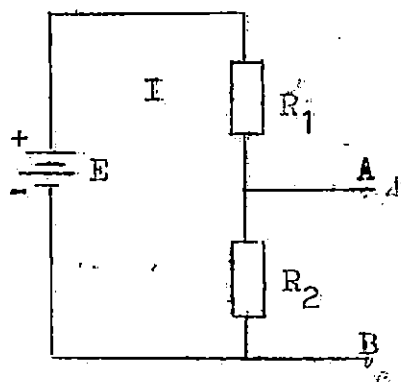
$$V_{AB} = \frac{E}{(R_1 + R_2 + r_d)} \times R_2$$

Jika harga r_d $R_1 + R_2$ maka r_d bisa diabaikan, dan persamaan menjadi :

$$V_{AB} = \frac{R_2}{(R_1 + R_2)} \times E \dots\dots\dots (15)$$

Agar kita lebih jelas dan menghayati maksudnya perhatikan contoh soal berikut ini.

Sebuah sumber tegangan DC dengan tahanan dalam $r_d = 0,2$ ohm dihubungkan dengan dua buah tahanan $R_1 = 1000$ ohm dan $R_2 = 500$ ohm. Diminta besarnya arus yang mengalir dan tegangan pada titik A dan titik B, bila tegangan sumber 15 volt.



gambar 33.

Jawab : Karena r_d sangat kecil maka bisa diabaikan. Jadi tegangan V_{AB} adalah

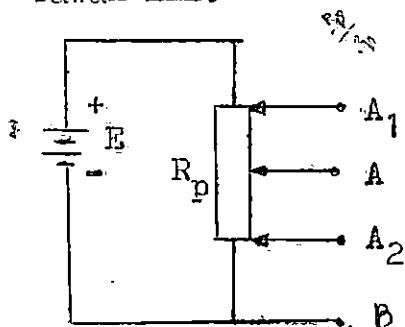
$$\begin{aligned} V_{AB} &= \frac{R_2}{(R_1 + R_2)} \times E \\ &= \frac{500}{(1000 + 500)} \times 15 \text{ volt} \\ &= (500/1500) \times 15 \text{ volt} \\ &= 5 \text{ volt.} \end{aligned}$$

Besarnya arus yang mengalir I , adalah :

$$\begin{aligned} I &= \frac{E}{(R_1 + R_2)} \\ &= 15 / (100 + 500) = 10 \text{ mA} \quad \text{atau dengan persamaan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I &= V_{AB} / R_2 \\ &= 5 / 500 = 10 \text{ mA.} \end{aligned}$$

Dari hasil pembagian tegangan diatas hanya 5 volt yang diperlukan, untuk mendapatkan tegangan yang dapat diatur maka dalam rangkaianannya harus ada suatu tahanan yang bisa diatur pula. Tahanan yang bisa diatur itu dalam istilah tekniknya dinamakan tahanan variabel (tahanan geser, potensiometer). Simbol tahanan variabel seperti pada gambar 34 dibawah ini.



gambar 34

Dalam rangkaian ini jika posisi kontak gesernya pada A_1 maka besarnya tegangan V_{A_1B} adalah ;
 $V_{A_1B} = I \cdot R_p$, dimana R_p adalah besarnya nilai tahanan geser. Atau menurut persamaan 15 adalah sebagai berikut.

$$V_{A1B} = R_p / R_p \times E$$

= E volt, besarnya arus yang mengalir ada-

lah I :

$$I = E / R_p$$

Kontak geser pada kedudukan ditengah-tengah.

Pada kedudukan ini berarti bahwa harga $R_{AB} = \frac{1}{2} R_p$.

$$V_{AB} = \frac{1}{2} R_p \cdot I, \text{ sedangkan besarnya } I \text{ adalah}$$

E/R_p , jadi :

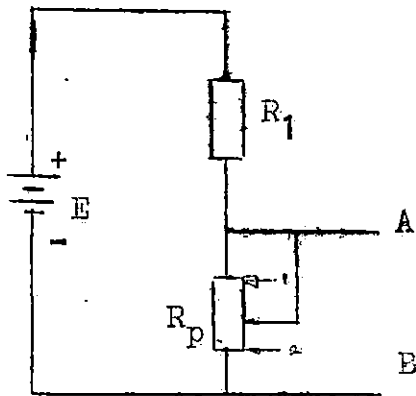
$$V_{AB} = (E/R_p) \cdot \frac{1}{2} R_p$$

$$= \frac{1}{2} E \text{ volt.}$$

Kontak geser pada kedudukan A_2 (minimum), maka besarnya V_A adalah :

$V_{A2B} = I \cdot 0$, karena harga R_p sama dengan nol maka besarnya tegangan ini adalah nol juga.

Pada keterangan diatas telah dibahas perubahan/pengaturan tegangan dengan arus yang mengalir pada rangkaian tetap. Dalam rangkaian ini dapat pula arusnya yang berubah-ubah (perhatikan gambar 35).



Pada kedudukan A_1 arus yang mengalir adalah :

$$I = \frac{E}{(R_1 + R_p)}$$

jadi besarnya tegangan $V_{A1B} = R_p \cdot E / (R_1 + R_p)$

Pada kedudukan kontak geser ditengah-tengah ($\frac{1}{2} R_p$), maka besarnya arus yang mengalir adalah

$$I = \frac{E}{(R_1 + \frac{1}{2} R_p)}$$

maka besarnya V_{AB} adalah :

$$V_{AB} = \frac{1}{2} R_p \cdot (E / (R_1 + \frac{1}{2} R_p)).$$

Pada kedudukan kontak geser pada A_2 , besarnya arus yang mengalir adalah :

$$I = \frac{E}{(R_1 + 0)} = E/R_1$$

Maka besarnya tegangan V_{A_2B} adalah :

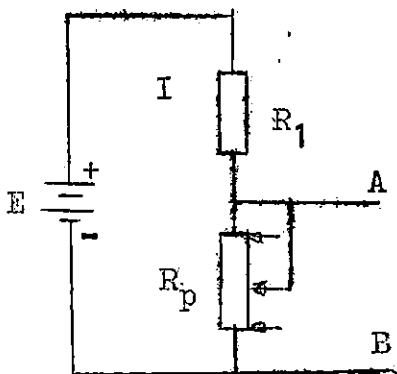
$$V_{A_2B} = E/R_1 \cdot 0 \\ = 0 \text{ volt.}$$

Dalam bahasan diatas kita anggap bahwa harga tahanan dalam r_d relatif kecil sehingga dapat kita abaikan.

Agar lebih jelas dan bisa menghayati masalahnya marilah kita perhatikan contoh soal dibawah ini.

Contoh :

Suatu sumber listrik DC 12 volt dihubungkan dengan tahanan $R_1 = 200$ ohm dan disambung seri dengan potensiometer 1 k ohm. Salah satu kaki potensiometer dihubungkan langsung dengan kaki yang lain seperti pada gambar 36 . Berapa besarnya tegangan pada tiga kedudukan potensiometer (kedudukan maximum, ditengah dan minimum)



gambar 36

Jawab :

1. Pada kedudukan maximum, (kontak geser pada A_1).

$$I = \frac{E}{(R_1 + R_p)} \\ = \frac{12}{200 + 1000} \\ = 10 \text{ mA.} = 0,01 \text{ A}$$

$$V_{A_1B} = R_p \cdot I \\ = 1000 \cdot 0,01 \\ = 10 \text{ volt.}$$

2. Pada kedudukan ditengah (kontak geser pada A).

berarti $R_{AB} = \frac{1}{2}R_p$

$$I = \frac{E}{(R_1 + \frac{1}{2}R_p)} = 12/700 = 0,017 \text{ A}$$

$$V_{AB} = \frac{1}{2}R_p \cdot I = 500 \cdot 0,017 = 8,5 \text{ volt.}$$

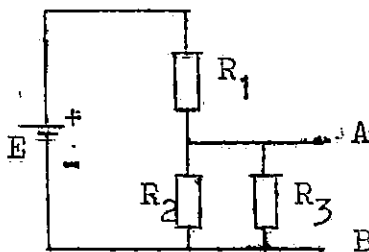
3. Pada kedudukan minimum (kontak geser pada A_2),
berarti $R_{A2B} = 0$.

$$I = \frac{E}{(R_1 + 0)} = 12/200 = 0,0,6 \text{ A.}$$

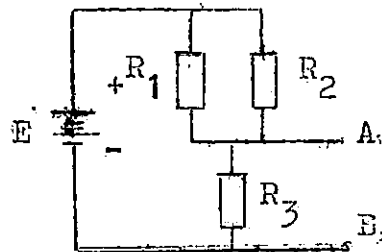
$$V_{A2B} = I \cdot 0 = 0 \text{ volt.}$$

B. Soal-soal

1. Tuliskan berapa besarnya arus yang mengalir dalam rangkaian gambar 37, dan berapa pula besarnya V_{AB} .

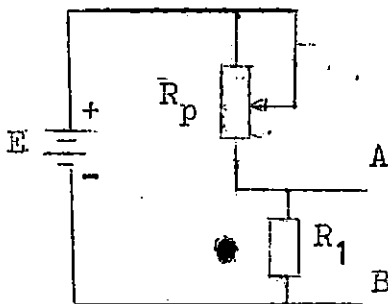


gambar 37

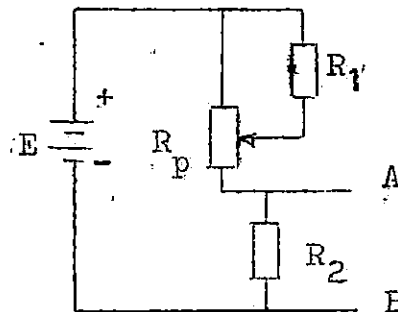


gambar 38

2. Berapa besarnya i dan berapa V_{AB} dari rangkaian gambar 38, bila diketahui $E = 20$ volt; $R_1 = 200$ ohm; $R_2 = 200$ dan $R_3 = 100$ ohm.
3. Diketahui rangkaian seperti pada gambar 39, dengan ketentuan $E = 15$ volt, $R_p = 1$ k ohm; $R_1 = 500$ ohm. Berapa besarnya V_{AB} pada tiga kedudukan potensiometer (maximum, ditengah, minimum)



gambar 39



gambar 40

4. Pada gambar 40, mempunyai data sebagai berikut : $E = 25$ volt; $R_1 = 100$ ohm ; $R_p = 200$ ohm ; $R_2 = 150$ ohm. Berapa besarnya V_{AB} pada tiga kedudukan (max, ditengah, min).

DAFTAR PUSTAKA

- Sutrisno dan Tan Ik Gie, Fisika Dasar Listrik Magnet dan Term. Bandung: Penerbit ITB, 1982
- Sears dan Zemansky, Fisika untuk Universitas. Bandung : Dhiwantara, Jilid II, 1970.
- Soedjana Sapiie dan Osamu Nishino, Pengukuran dan Alat-alat Ukur Listrik. Jakarta: Pradnya Paramita 1975.
- B.L. Theraja, Advanced Problems in Electrical Engineering. New Delhi: S. Chand and Company LTD Ramu Nagar, 1977.
- Sanwa Electric Instrument co LTD, Operator's Manual Sanwa YX - 360 TR Multitester. Tokyo Japan, 1970.
- F.A. Benson, Electric Circuit Problems With Solution. London, E & F.N Spon Ltd, 1967.
- Technical Teachers Upgrading Centre Bandung, Electrical Principles and Measurement. Bandung, TTUC 1978.