

KEGIATAN BELAJAR 1

A. LANDASAN TEORI

AMPERMETER-VOLTMETER-AVOMETER

Dalam Fisika Dasar II pada pokok bahasan gaya magnetik dan momen gaya magnetik, telah dibahas mengenai bagaimana kumparan berarus dapat berputar di dalam medan magnet. Hal itu menjadi prinsip kerja dari alat ukur listrik analog seperti galvanometer, ampermeter dan voltmeter. Dalam modul ini kita tidak akan membicarakan mengenai prinsip kerja dari alat ukur listrik analog itu lagi, melainkan mengenai bagaimana kita dapat menggunakan alat-alat ukur listrik itu untuk kebutuhan menganalisis rangkaian listrik. Hal itu penting agar anda dapat memahami dan dapat melakukan pengukuran besaran-besaran listrik seperti kuat arus, beda potensial dan hambatan listrik, sehingga memungkinkan anda untuk dapat menganalisis rangkaian listrik.

Berdasarkan komponen rangkaian dan cara kerjanya, alat ukur listrik dibedakan atas *alat ukur listrik analog* dan *alat ukur listrik digital*. Alat ukur listrik digital pada prinsipnya terdiri dari rangkaian elektronik yang berfungsi mengubah sinyal-sinyal listrik dari besaran listrik yang akan diukur menjadi angka-angka yang menyatakan nilai besaran listrik yang diukur itu. Alat ukur listrik analog pada prinsipnya terdiri dari sebuah kumparan yang dipasang sedemikian rupa di dalam suatu medan magnet sehingga ia dapat berputar karena pengaruh momen gaya magnetik yang bekerja padanya ketika dilalui arus listrik. Dengan demikian pada alat ukur listrik analog ini besaran listrik yang akan diukur diterima oleh alat ukur dalam bentuk kuat arus listrik yang “dialirkan” melalui kumparan yang dipasang sedemikian rupa di dalam medan magnet sehingga kumparan dapat berputar. Besarnya kuat arus listrik dari besaran listrik yang diukur itu dianalogikan dengan besarnya sudut putaran kumparan itu. Jadi jarum penunjuk skala alat ukur listrik analog ini merupakan satu kesatuan dan berputar bersama-sama dengan kumparan di dalam alat ukur itu, dan skala yang ditunjuk oleh jarum penunjuk itu sesungguhnya adalah sudut putaran yang sudah dikalibrasi menjadi nilai besaran listrik yang diukur seperti kuat arus listrik, beda potensial listrik atau

hambatan listrik. Pada dasarnya alat ukur listrik analog adalah hasil pengembangan dari sebuah galvanometer yaitu alat untuk memeriksa ada atau tidak adanya arus listrik dalam suatu rangkaian. Dengan menggunakan hambatan shunt, hambatan multiplier atau sebuah sumber ggl maka galvanometer diubah menjadi ampermeter, voltmeter dan ohmmeter. Ampermeter adalah alat untuk mengukur kuat arus listrik, voltmeter adalah alat untuk mengukur beda potensial listrik, dan ohmmeter adalah alat untuk mengukur hambatan listrik. Berdasarkan objek ukurnya, alat ukur listrik dibedakan atas alat ukur listrik DC (DC = Direct Current) atau alat ukur listrik searah, dan alat ukur listrik AC (AC = Alternating Current) atau alat ukur listrik bolak balik. Untuk memperoleh hasil ukur yang baik, pemakaian kedua jenis alat ukur listrik DC dan AC ini tidak boleh dipertukarkan satu sama lain.

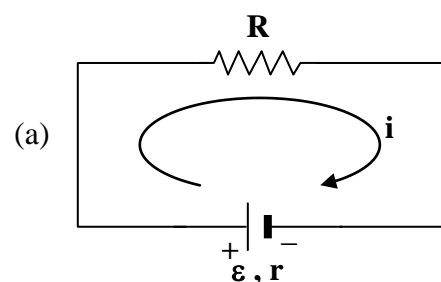
A. Ampermeter

Ampermeter adalah alat untuk mengukur kuat arus listrik. Berdasarkan arus listrik yang diukur, ampermeter dibedakan atas ampermeter DC dan ampermeter AC. Ampermeter DC digunakan untuk mengukur kuat arus listrik DC, Ampermeter AC digunakan untuk mengukur kuat arus listrik AC. Untuk memperoleh hasil ukur yang baik, maka kedua jenis ampermeter DC dan AC ini tidak boleh dipertukarkan pemakaiannya.

Bagaimanakah pemasangan ampermeter dalam rangkaian yang akan diukur kuat arusnya ?

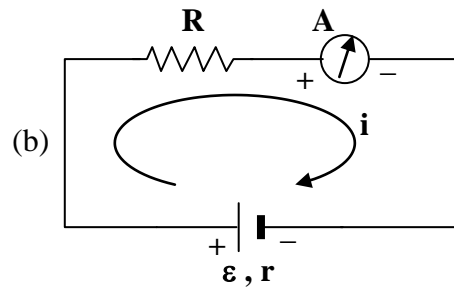
Karena ampermeter dimaksudkan untuk mengukur kuat arus, maka kuat arus yang akan diukur itu hendaknya masuk (seluruhnya) ke dalam ampermeter dan nilainya tidak boleh lebih besar dari batas ukur maksimum ampermeter itu. Agar kuat arus yang akan diukur masuk ke dalam ampermeter, maka ampermeter harus dipasang seri dengan bagian rangkaian yang akan diukur kuat arusnya. Untuk ampermeter DC pemasangan itu harus tepat memperhatikan kutub positif dan kutub negatifnya.

Pada gambar 1.(a) disamping ini dilukiskan sebuah rangkaian sederhana yang terdiri dari sebuah hambatan R dan sebuah sumber gaya gerak listrik (gg) misalnya baterai, dan pada gambar 1.(b) dilukiskan sebuah ampermeter



DC dipasang dalam rangkaian sederhana itu untuk mengukur kuat arus yang melalui hambatan R. dalam rangkaian itu. Untuk itu maka amperemeter dipasang seri dengan hambatan R itu.

Perhatikan! : Batas ukur amperemeter harus lebih besar dari kuat arus yang akan diukur



Gambar 1.
Pengukuran kuat arus listrik

Dalam rangkaian pada gambar 1. (a), kuat arus yang mengalir dalam rangkaian adalah

$$i_o = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

Sedangkan kuat arus yang akan terbaca oleh amperemeter pada rangkaian dalam gambar 1. (b) adalah

$$i = \frac{\varepsilon}{R + r + R_A}$$

Akibat adanya hambatan dalam amperemeter, maka kuat arus yang terukur (i) selalu menjadi lebih kecil dari kuat arus yang akan diukur (i_o). Agar nilai hasil ukur atau kuat arus yang terukur mendekati nilai yang sesungguhnya atau kuat arus yang akan diukur, maka nilai hambatan dalam amperemeter harus sekecil-kecilnya. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa suatu amperemeter akan memiliki ketelitian semakin tinggi jika nilai hambatan dalamnya semakin kecil. Jadi salah satu ciri amperemeter yang baik adalah memiliki nilai hambatan dalam yang kecil.

Pada rangkaian pengukuran, harus sudah diperhitungkan seyakin-yakinnya bahwa nilai batas ukur amperemeter (i_A) lebih besar dari nilai kuat arus yang akan diukur (i_o). Akan tetapi jika diperkirakan atau apalagi kalau sudah diyakini bahwa kuat arus yang akan diukur nilainya lebih besar dari batas ukur amperemeter yang akan digunakan, maka cara membuast rangkaian pengukuran langsung seperti itu akan merusak amperemeter, oleh sebab itu tidak diperbolehkan, malionkan harus menggunakan sebuah hambatan shunt yang dirangkai parallel dengan amperemeter itu seperti pada gambar 2.

Hambatan shunt berfungsi untuk menyimpangkan sebagian kuat arus yang akan diukur sehingga kuat arus yang melalui amperemeter lebih kecil atau maksimal sama dengan batas ukur amperemeter itu. *Berapakah nilai hambatan shunt yang harus dipasang ?*

Agar dengan pemasangan hambatan shunt itu kuat arus yang melalui ampermeter tidak melebihi melainkan maksimal sama dengan nilai batas ukur ampermeter (i_A), maka hambatan shunt itu harus mampu dilalui kuat arus (i_s) yang besarnya

$$i_s = i_0 - i_A$$

Jika semua suku persamaan di atas kita bagi dengan i_A , maka diperoleh

$$\frac{i_s}{i_A} = \frac{i_0}{i_A} - 1$$

atau

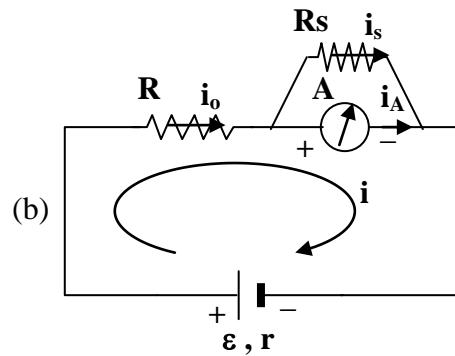
$$\frac{V_s / R_s}{V_A / R_A} = (n - 1)$$

Karena hambatan shunt terhubung parallel dengan hambatan dalam ampermeter, maka beda potensial pada hambatan shunt (V_s) sama dengan beda potensial pada ampermeter (V_A) sehingga persamaan di atas dapat diubah menjadi

$$R_s = \frac{R_A}{(n - 1)} \dots\dots\dots (1)$$

Pada persamaan di atas $n = i_0/i_A$ adalah kelipatan bulat dari batas ukur yang diinginkan dengan pemasangan nilai maksimal hambatan shunt.

Dalam bentuk nyata ampermeter, pada umumnya shunt sudah terpasang menjadi satu kesatuan di dalam ampermeter. Oleh sebab itu, ampermeter pada umumnya memiliki batas ukur yang bermacam-macam, lebih dari satu batas ukur. Bila dalam pengukuran kuat arus digunakan ampermeter seperti itu, maka pengukuran biasanya dimulai dengan menggunakan batas ukur yang terbesar terlebih dahulu, bila batas ukur itu terlalu besar baru di ubah dengan batas ukur yang lebih kecil. Pengukuran sebaiknya dilakukan dengan batas ukur tertentu sehingga ketika menunjukkan nilai yang diukur jarum menyimpang kira-kira di tengah-tengah antara skala nol dan maksimumnya.



Gambar 2.
Hambatan shunt

B. Voltmeter

Voltmeter adalah alat untuk mengukur beda potensial listrik. Berdasarkan beda potensial listrik yang diukurnya voltmeter dibedakan atas voltmeter DC dan voltmeter AC. Voltmeter DC digunakan untuk mengukur beda potensial listrik DC, voltmeter AC digunakan untuk mengukur beda potensial listrik AC. Untuk memperoleh hasil ukur yang baik, maka kedua jenis voltmeter DC dan AC ini tidak boleh dipertukarkan pemakaiannya.

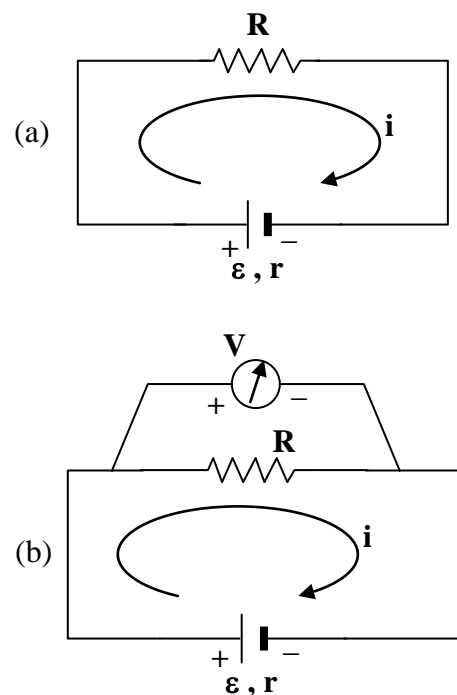
Bagaimanakah pemasangan voltmeter pada komponen rangkaian yang akan diukur beda potensial listriknya ?

Karena voltmeter dimaksudkan untuk mengukur beda potensial listrik, maka beda potensial listrik yang akan diukur itu hendaknya diterima (seluruhnya) oleh voltmeter dan nilainya tidak boleh lebih besar dari batas ukur maksimum voltmeter itu. Agar beda potensial listrik yang akan diukur diterima oleh voltmeter, maka voltmeter harus dipasang paralel dengan komponen atau bagian rangkaian yang akan diukur beda potensial listriknya. Untuk voltmeter DC pemasangan itu harus tepat memperhatikan kutub positif dan kutub negatifnya.

Pada gambar 1.(a) disamping ini dilukiskan sebuah rangkaian sederhana yang terdiri dari sebuah hambatan R dan sebuah sumber gaya gerak listrik (gg) misalnya baterai, dan pada gambar 1.(b) dilukiskan sebuah voltmeter

DC dipasang dalam rangkaian sederhana itu untuk mengukur beda potensial listrik yang pada hambatan R . Untuk itu maka voltmeter dipasang paralel dengan hambatan R itu.

Perhatikan! : Batas ukur voltmeter harus lebih besar dari beda potensial listrik yang akan diukur



Gambar 3.
Pengukuran kuat arus listrik

Dalam rangkaian pada gambar 3. (a), beda potensial listrik pada R adalah

$$V_o = \left(\frac{\varepsilon}{R + r} \right) R$$

atau dalam bentuk lain

$$V_o = \frac{\varepsilon}{1 + r \left(\frac{1}{R} \right)}$$

Sedangkan beda potensial listrik yang akan terbaca oleh voltmeter pada rangkaian dalam gambar 3. (b) adalah

$$V = \frac{\varepsilon}{1 + r \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_v} \right)}$$

dengan R_v adalah hambatan dalam voltmeter. Tampak bahwa, akibat adanya hambatan dalam voltmeter, maka beda potensial listrik yang terukur (V) selalu menjadi lebih kecil dari beda potensial listrik yang akan diukur (V_o). Agar nilai hasil ukur atau beda potensial listrik yang terukur mendekati nilai yang sesungguhnya atau beda potensial listrik yang akan diukur, maka nilai hambatan dalam voltmeter harus sebesar-besarnya. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa suatu voltmeter akan memiliki ketelitian semakin tinggi jika nilai hambatan dalamnya semakin besar. Jadi salah satu ciri voltmeter yang baik adalah memiliki nilai hambatan dalam yang besar.

Pada rangkaian pengukuran, harus sudah diperhitungkan seyakin-yakinnya bahwa nilai batas ukur voltmeter (V_v) lebih besar dari nilai beda potensial listrik yang akan diukur (V_o). Akan tetapi jika diperkirakan atau apalagi kalau sudah diyakini bahwa beda potensial listrik yang akan diukur nilainya lebih besar dari batas ukur voltmeter yang akan digunakan, maka cara membuat rangkaian pengukuran langsung seperti itu akan merusak voltmeter, oleh sebab itu tidak diperbolehkan, melainkan harus menggunakan sebuah hambatan multiplier yang dirangkai seri dengan voltmeter itu seperti pada gambar 4.

Hambatan multiplier berfungsi untuk membagi beda potensial listrik yang akan diukur sehingga tidak seluruhnya bekerja hanya pada voltmeter. *Berapakah nilai hambatan shunt yang harus dipasang ?*

Agar dengan pemasangan hambatan multiplier itu beda potensial listrik bekerja pada voltmeter tidak melebihi batas ukurnya melainkan maksimal sama dengan nilai batas ukur voltmeter (V_V), maka hambatan multiplier itu harus mampu menerima beda potensial listrik (V_M) yang besarnya

$$V_M = V_0 - V_V$$

yang dapat diubah menjadi

$$\frac{V_M}{V_V} = \frac{V_0}{V_V} - 1$$

atau

$$\frac{V_M}{V_V} = (n - 1)$$

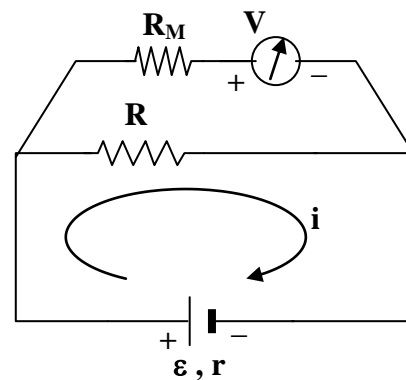
$$\frac{i_M R_M}{i_V R_V} = (n - 1)$$

Karena hambatan multiplier terhubung seri dengan hambatan dalam voltmeter, maka kuat arus pada hambatan multiplier (i_M) sama dengan kuat arus pada voltmeter (i_V) sehingga persamaan di atas dapat disederhanakan menjadi

$$R_M = (n - 1)R_V \quad \dots\dots\dots (2)$$

Pada persamaan di atas $n = V_0/V_V$ adalah kelipatan bulat dari batas ukur yang diinginkan dengan pemasangan nilai minimal hambatan multiplier.

Dalam bentuk nyata voltmeter, pada umumnya multiplier sudah terpasang menjadi satu kesatuan di dalam voltmeter. Oleh sebab itu, voltmeter pada umumnya memiliki batas ukur yang bermacam-macam, lebih dari satu batas ukur. Bila dalam pengukuran beda potensial listrik digunakan voltmeter seperti itu, maka pengukuran biasanya dimulai dengan menggunakan batas ukur yang terbesar terlebih dahulu, bila batas ukur itu terlalu besar baru di ubah dengan batas ukur yang lebih kecil. Pengukuran sebaiknya dilakukan dengan batas ukur tertentu sehingga ketika menunjukkan nilai yang diukur jarum menyimpang kira-kira di tengah-tengah antara skala nol dan maksimumnya.

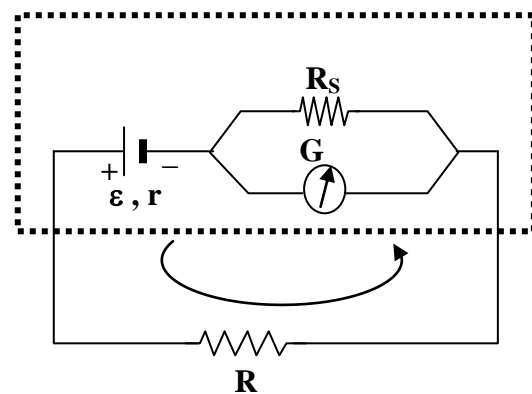


Gambar 4.
Hambatan multiplier

C. Ohmmeter

Ohmmeter adalah alat untuk mengukur hambatan listrik. Pada dasarnya, ohmmeter adalah sebuah galvanometer yang dilengkapi dengan shunt dan dihubungkan seri dengan sebuah baterai, sehingga ketika kedua ujung terminalnya dihubungkan dengan suatu hambatan akan mengalir arus dari baterai ke hambatan yang diukur itu, kemudian masuk ke galvanometer yang sudah dilengkapi shunt sehingga berfungsi sebagai amperemeter. Kuat arus yang melalui amperemeter itu nilainya dikalibrasi menjadi nilai hambatan yang diukur. Bagian dasar atau pokok dari Ohmmeter adalah seperti pada gambar 5 di bawah ini.

Pada gambar 5 di samping ini R adalah hambatan yang akan diukur, dan bagian rangkaian yang berada dalam kotas putus-putus adalah Ohmmeter yang terdiri dari sebuah galvanometer yang parallel dengan hambatan shunt dan keduanya dihubungkan seri dengan sebuah baterai



Gambar 5. Ohmmeter

Melihat rangkaian pada gambar 5 itu dapat disimpulkan bahwa jika jarum penunjuk skala ohmmeter bergerak menunjuk pada suatu nilai skala, berarti ada arus listrik yang “mengalir” melalui hambatan yang akan diukur nilainya. Kesimpulan ini digunakan sebagai prinsip untuk menggunakan ohmmeter untuk memeriksa ada atau tidak adanya kontak listrik antara dua ujung kabel, antara dua bagian yang disambungkan, untuk memeriksa apakah sebuah lampu sudah putus filamennya atau belum, dan sebagainya.

D. AVOMETER

Avometer sebagai istilah dapat dipandang sebagai kependekan dari amper-volt-ohm-meter, digunakan sebagai nama bagi sebuah alat yang dengan mengatur tombol selektornya dapat difungsikan sebagai amperemeter, atau sebagai voltmeter, atau sebagai ohm meter. Dengan dilengkapi oleh bermacam-macam nilai shunt dan multiplier, maka sebuah avometer biasanya memiliki bermacam-macam batas ukur untuk kuat arus dan beda potensial listrik. Avometer juga dapat digunakan untuk mengukur kuat arus dan beda potensial listrik AC dan DC dengan batas-batas tertentu..

B. KEGIATAN PERCOBAAN

AMPERMETER-VOLTMETER-AVOMETER

a. Tujuan

Setelah melakukan percobaan ini anda diharapkan mampu :

1. Memasang rangkaian listrik Avometer
2. Mengukur kuat arus AC dan DC dengan ampermeter AC dan DC
3. Mengukur tegangan AC dan DC dengan voltmeter AC dan DC
4. Menganalisis rangkaian listrik sederhana.

b. Alat dan Bahan

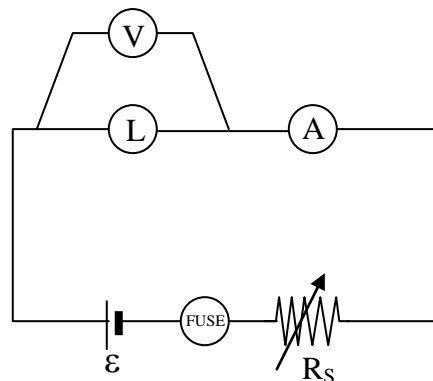
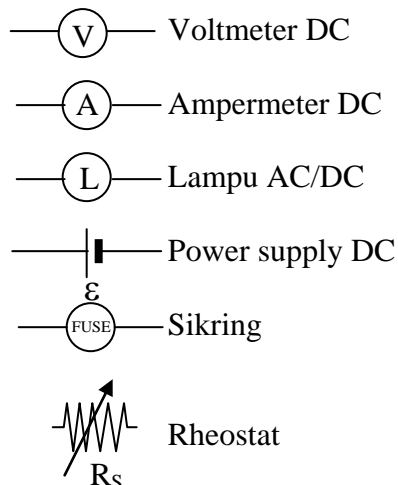
1. Avometer
2. Ampermeter AC
3. Ampermeter DC
4. Voltmeter AC
5. Voltmeter DC
6. Power supply 5 Amper AC/DC ; 0 – 12 volt AC/DC
7. Lampu AC/DC 12 volt
8. Rheostat 1 A ; 20 ohm
9. Sikring 1 A.
10. Kabel penghubung

c. Prosedur Percobaan

1. Periksa alat-alat yang akan anda gunakan dan catat data-data tentang skala terkecil (nol atau negatif), nilai skala terkecil, skala terbesar, batas ukur, hambatan dalam, jenis tegangan dan kuat arusnya (AC atau DC).
2. Putar tombol selektor avometer pada posisi ohmmeter, kemudian gunakan ohm meter itu untuk memeriksa kondisi lampu, kabel penghubung, dan sikring, bila ada yang rusak (tidak ada koneksi) minta ganti yang baru. Ukur hambatan lampu !
3. Putar tombol selektor avometer pada posisi DC volt (mulai dari nilai yang

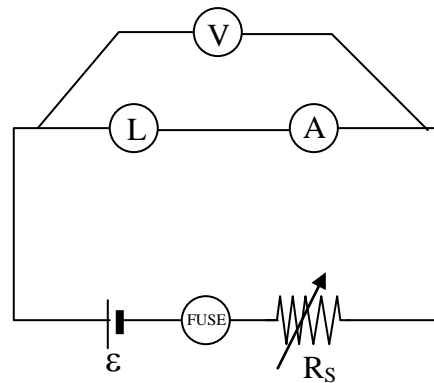
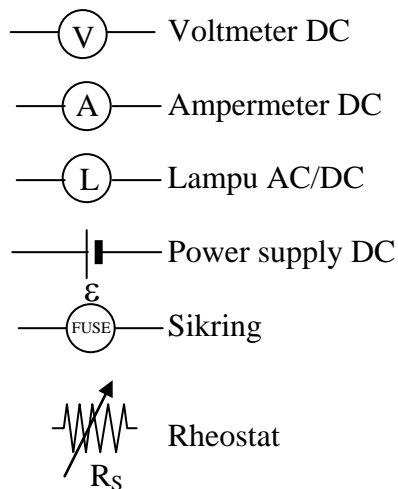
terbesar).

4. Nyalakan power sumplay pada tegangan keluaran DC mulai dari nilai tegangan terendahnya.
5. Kemudian coba gunakan hasil langkah ke 3 untuk mengukur tegangan keluaran dari power supply pada setiap nilai tegangan keluarannya.
6. Putar tombol selektor avometer pada posisi AC volt (mulai dari nilai terbesar).
7. Nyalakan power sumplay pada tegangan keluaran AC mulai dari nilai tegangan terendahnya.
8. Kemudian coba gunakan hasil langkah ke 6 untuk mengukur tegangan keluaran dari power supply pada setiap nilai tegangan keluarannya.
9. Matikan (off-kan) power supply, kemudian buat rangkaian seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Pengukuran kuat arus dan tegangan pada lampu

10. Nyalakan (“ON”-kan) power supply pada tegangan DC 6 volt, atur rheostat agar penunjukkan jarum ampermeter dan voltmeter kira-kira di tengah-tengah. Catat nilai kuat arus dan tegangan pada ampermeter dan voltmeter.
11. Ulangi langkah 9 dan 10 untuk nilai kuat arus dan tegangan yang berbeda-beda sebanyak 10 kali.
12. Ulangi langkah 9 dengan rangkaian seperti pada gambar 7.
13. Nyalakan (“ON”-kan) power supply pada tegangan DC 6 volt, atur rheostat agar penunjukkan jarum ampermeter dan voltmeter kira-kira di tengah-tengah. Catat nilai kuyat arus dan tegangan pada ampermeter dan voltmeter.
14. Ulangi langkah 12 dan 13 untuk nilai kuat arus dan tegangan yang berbeda-beda sebanyak 10 kali.



Gambar 7. Pengukuran kuat arus dan tegangan pada lampu

15. Ulangi langkah 9 s/d 14 untuk power supply, amperemeter dan voltmeter AC.
16. Ulangi percobaan di atas untuk dua buah lampu yang disusun seri dan parallel !

d. Pertanyaan

1. Berapakah hambatan dalam voltmeter dan amperemeter yang digunakan ?
2. Berapakah hambatan lampu ketika anda ukur dengan ohmmeter ?
3. Dengan data yang anda peroleh, buat grafik tegangan V dan kuat arus i !
4. Berapakah nilai hambatan lampu berdasarkan grafik pada pertanyaan nomor 3 di atas ?
5. Samakah nilai hambatan lampu pada pertanyaan nomor 2 dan 4 di atas ? Mengapa demikian ?
6. Apa perbedaan antara rangkaian pada gambar 6 dan rangkaian pada gambar 7 ?
7. Dalam hal apakah rangkaian dalam gambar 6 lebih teliti dari rangkaian dalam gambar 7 ?
8. Dalam hal apakah rangkaian dalam gambar 7 lebih teliti dari rangkaian dalam gambar 6 ?
9. Berapakah nilai hambatan masing-masing dari kedua lampu pada rangkaian seri dan parallel ?
10. Berapakah nilai hambatan seri dan nilai hambatan parallel dari kedua lampu itu menurut hasil percobaan ?
11. Samakah nilai hambatan lampu pada pertanyaan nomor 10 diatas dibandingkan dengan nilainya bila dihitung menggunakan rumus hambatan seri dan parallel ? Mengapa demikian ?

FORMAT LEMBAR KERJA PRAKTIKUM

Nama :
NIM :
UPBJJJ :
Modul :
Percobaan :

A. DATA PERCOBAAN :

1. Keadaan laboratorium :

Keadaan	Sebelum percobaan	Sesudah percobaan
Suhu	°C	°C
Tekanan	cm Hg	cm Hg
Kelembaban relatif	%	%

2. Data Percobaan

a. Data alat-alat yang digunakan

No	Nama alat	Hambatan dalam	Nilai skala terkecil	Batas ukur
1	Avometer			
2	Amperemeter AC			
3	Amperemeter DC			
4	Voltmeter AC			
5	Voltmeter DC			
6	Power supply			
7	Lampu			
8	11. Rheostat			

b. Rangkaian Volt-amper-meter DC (Gambar 6).

Percobaan ke	V (volt)	i (amper)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

8		
9		
10		

c. Rangkaian volt-amper-meter DC (Gambar 7).

Percobaan ke	V (volt)	i (amper)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

d. Rangkaian volt-amper-meter AC (Seperti gambar 6).

Percobaan ke	V (volt)	i (amper)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

e. Rangkaian volt-amper-meter AC (Seperti gambar 6).

Percobaan ke	V (volt)	i (amper)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

B. PEMBAHASAN

Buat pembahasan hasil percobaan anda dalam kerta kosong, kemudian lampirkan dan kumpulkan bersama-sama dengan format lembar kerja praktikum ini, disertai juga dengan jawaban anda atas pertanyaan-pertanyaan pada bagian d sesudah prosedur percobaan di atas !