

GENERATOR LISTRIK DC

1. TUJUAN EKSPERIMEN

- 1.1 Memahami konversi energi gerak menjadi energi listrik.
- 1.2 Memahami prinsip dasar pembangkitan energi listrik.
- 1.3 Memahami konsep kekekalan energi dan energi hilang dalam proses konversi energi.
- 1.4 Mengukur tegangan dan arus yang dihasilkan generator listrik.
- 1.5 Menghitung daya dan energi sesaat yang dihasilkan generator listrik.
- 1.6 Menghitung efisiensi generator listrik.

2. ALAT-ALAT YANG DIGUNAKAN

- 2.1 PC yang dilengkapi excel dengan Add-ins multimeter digital (1set),
- 2.2 Set generator listrik DC yang tergendeng dengan sebuah katrol (1 buah).
- 2.3 Meteran (1 buah),
- 2.4 Multimeter digital (2 buah),
- 2.5 Kabel penghubung (5 buah).
- 2.6 Set beban (1 set).
- 2.7 2 buah lampu LED.

3. TEORI DASAR

Motor listrik dan generator listrik adalah peralatan yang sering digunakan sehari-hari yang bekerja berdasarkan hukum-hukum listrik dan magnet. Prinsip kerja motor listrik didasari oleh adanya gaya magnet (gaya Lorentz) yang bekerja pada kumparan (loop) kawat berarus. Gaya yang muncul itu dapat juga dipandang sebagai hasil dari interaksi antara medan magnet yang dihasilkan kumparan kawat berarus dengan medan magnet dimana kumparan tersebut berada. Besar medan magnet yang dihasilkan oleh kawat

berarus bergantung pada besar arus listrik seperti yang dinyatakan oleh Hukum Biot Savart dan Hukum Ampere. Dengan demikian, motor listrik mengubah energi listrik menjadi energi mekanik.

Kebalikan dari motor listrik, generator listrik bekerja mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Generator listrik didasari pada pembangkitan tegangan induksi pada sebuah kumparan akibat adanya perubahan fluks magnet pada kumparan tersebut. Fenomena pembangkitan tegangan induksi ini dapat dijelaskan oleh Hukum Faraday dan Hukum Lenz. Untuk menghasilkan perubahan fluks magnet di dalam sebuah generator, biasanya dilakukan dengan memutar kumparan tersebut. Gaya untuk memutar itu berasal dari luar generator yang tergendeng dengan sistem gerak putaran mekanik, yang bisa memanfaatkan energi seperti dari aliran arus angin dan aliran arus air.

Sebuah motor listrik DC biasanya dapat sekaligus berperan sebagai generator listrik DC. Dalam eksperimen ini, akan dipelajari bagaimana konversi energi mekanik menjadi energi listrik. Energi gerak diperoleh dari energi potensial gravitasi, yakni energi potensial dari sebuah beban yang terkait dengan sebuah katrol. Ketika beban dilepaskan, maka beban akan jatuh sekaligus memutar katrol. Energi potensial dari beban akan diubah menjadi energi kinetik, yang terdiri dari energi kinetik translasi beban dan energi kinetik rotasi katrol. Rotasi katrol itu akan memutar kumparan dalam generator untuk menghasilkan tegangan induksi. Jika generator ini dihubungkan dengan sebuah beban listrik (seperti lampu LED) membentuk suatu rangkaian, maka arus listrik akan mengalir di dalam rangkaian tersebut. Energi listrik yang dihasilkan oleh generator dipakai oleh beban listrik tersebut.

Tidak ada proses konversi energi yang sempurna dengan efisiensi 100%. Dengan melakukan eksperimen ini, dapat diperkirakan efisiensi konversi dengan membandingkan energi gerak yang dihasilkan oleh beban dengan energi yang listrik yang dihasilkan. Jika diasumsikan energi listrik yang dihasilkan oleh generator seluruhnya hanya terdisipasi di beban listrik (misalkan lampu LED), maka energi yang dihasilkan selama selang waktu gerak beban (Δt):

$$U = \int P(t)dt = \int V(t)i(t)dt \quad (12.1)$$

dimana $P(t)$, $V(t)$ dan $i(t)$ masing-masing adalah daya, tegangan dan arus sesaat. Daya rata-rata yang terdisipasi oleh beban listrik dapat diperoleh dari:

$$P = (P(t)) = \frac{U}{\Delta t} \quad (12.2)$$

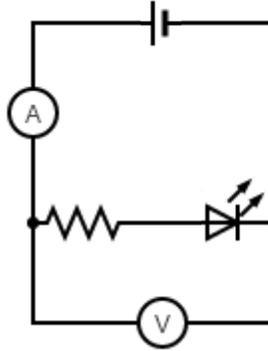
4. BAHAN LATIHAN

- 4.1 Carilah ungkapan besar perubahan energi potensial dari beban sebagai fungsi dari massa beban !
- 4.2 Carilah hubungan antara perubahan energi potensial dalam pertanyaan (4.1) dengan energi yang dipakai untuk translasi beban dan gerak rotasi dalam generator ! (anggap katrol dan generator sebagai satu sistem).
- 4.3 Mengapa dalam persamaan digunakan nilai sesaat ? Jelaskanlah makna dari persamaan (12.1) tersebut !
- 4.4 Bagaimana cara menghitung energi dalam yang terdisipasi oleh beban dalam persamaan (12.1) tersebut secara eksperimen ?

5. LANGKAH EKSPERIMEN

5.1. Hubungan Massa dan Energi yang dihasilkan

1. Susun rangkaian seperti pada Gambar 12.1. Catatan: Pastikan pemasangan antar komponen sesuai positif berwarna merah (+) dan negatifnya berwarna hitam (-),
2. Nyalakan PC yang sudah terinstall Add-Ins KLINK Excel didalamnya dan kedua multimeter digital. Buka program KLINK Excel sebanyak dua jendela. Catatan: Pastikan kabel usb multimeter digital telah terhubung pada PC.
3. Set 1 multimeter dalam kondisi pengukuran tegangan DC dan 1 multimeter dalam kondisi pengukuran arus DC. Jika multimeter yang digunakan adalah multimeter GWInstek seret GDM-8300 ke masing-masing jendela Excel lalu buka toolbar Add-Ins dan hubungkan masing-masing multimeter pada masing-masing jendela Excel dengan selang waktu pengambilan data sebesar 0,01 sekon.
4. Siapkan dan ukur beban serta gantungkan pada katrol, ukur ketinggian katrol.
5. Jatuhkan beban, ukur dan catat tegangan dan arus yang dihasilkan generator sebanyak 5 data.
6. Lakukan dengan menggunakan 2 kali variasi beban yang berbeda.
7. Hitung energi listrik yang dihasilkan.
8. Carilah nilai efisiensi energinya.

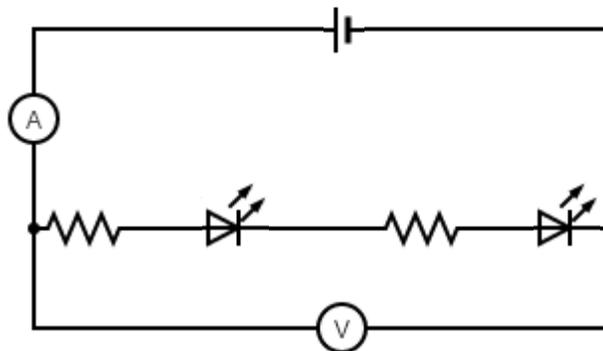


Gambar 12.1. Pengukuran LED Tunggal.

5.2. Hubungan Jenis Rangkaian dan Energi yang Dihasilkan

5.2.1. Rangkaian Seri

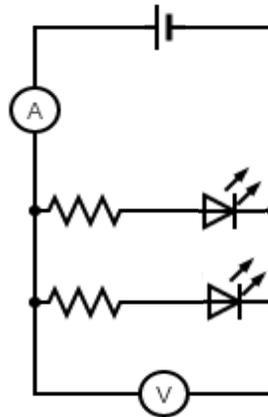
1. Susun rangkaian seperti pada Gambar 12.2. Catatan: Pastikan pemasangan antar komponen sesuai positif berwarna merah (+) dan negatifnya berwarna hitam (-).
2. Set 1 multimeter dalam kondisi pengukuran tegangan DC dan 1 multimeter dalam kondisi pengukuran arus DC.
3. Siapkan beban serta gantungkan pada katrol, ukur ketinggian katrol.
4. Jatuhkan beban, ukur dan catat tegangan dan arus yang dihasilkan generator sebanyak 5 data.
5. Lakukan dengan menggunakan 2 kali variasi beban yang berbeda (beban yang digunakan tetap sama dengan percobaan sebelumnya).
6. Hitung energi listrik yang dihasilkan.
7. Carilah nilai efisiensi energinya.



Gambar 12.2. Pengukuran LED Seri.

5.2.2. Rangkaian Paralel

1. Susun rangkaian seperti pada Gambar 12.3. Catatan: Pastikan pemasangan antar komponen sesuai positif berwarna merah (+) dan negatifnya berwarna hitam (-).
2. Set 1 multimeter dalam kondisi pengukuran tegangan DC dan 1 multimeter dalam kondisi pengukuran arus DC.
3. Siapkan beban serta gantungkan pada katrol, ukur ketinggian katrol.
4. Jatuhkan beban, ukur dan catat tegangan dan arus yang dihasilkan generator sebanyak 5 data.
5. Lakukan dengan menggunakan 2 kali variasi beban yang berbeda (beban yang digunakan tetap sama dengan percobaan sebelumnya).
6. Hitung energi listrik yang dihasilkan.
7. Carilah nilai efisiensi energinya.



Gambar 12.3. Pengukuran LED Paralel.

6. TUGAS ANALISIS

- 6.1 Jelaskan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi nilai efisiensi generator listrik dan bagaimana hubungannya dengan energi disipasi? rangkaian seri dan paralel berpengaruh terhadap efisiensi konversi energi generator!
- 6.2 Apa yang terjadi apabila katrol berputar searah jarum jam saat beban jatuh?
- 6.3 Bagaimana pengaruh jenis rangkaian dan variasi massa terhadap efisiensi generator?
- 6.4 Mengapa saat percobaan dapat terjadi lonjakan turun pada nilai tegangan yang terukur? Mengapa hal tersebut tidak berlaku pada arus yang terukur?
- 6.5 Asumsi-asumsi apa saja yang digunakan pada percobaan ini?

- 6.6 Apa yang terjadi apabila dilakukan percobaan dengan rangkaian campuran?
- 6.7 Apa yang terjadi apabila ketinggian benda divariasikan? Apa yang akan terjadi dengan energi disipasi dan efisiensinya?
- 6.8 Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, dengan memperhatikan nilai energi mekanik, energi listrik, dan efisiensi, dapatkah percobaan ini diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari untuk skala yang lebih besar? Apa yang dapat dikembangkan dari percobaan ini?

7. PUSTAKA

Halliday, D., Resnick, R., Walker. 2010. "Fundamentals of Physics 7th Edition". New York: John Wiley & Sons Inc.

Modul Laboratorium Fisika Dasar Semester Genap Tahun Ajaran 2019-2020.

Sauer, P.W., Krein, P.T., Chapman, P.L. (2015) : *ECE 431 Electric Machinery*, University of Illinois at Urbana-Champaign, 76 – 78.