

SISTEM CATU DAYA LAMPU LED PADA SEPEDA KAYUH

(LED POWER SUPPLY SYSTEM ON BYCYCLE)

Alfathan Seratama Yudan Christianto, Sigit Yuwono

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

alfathanseratama@student.telkomuniversity.ac.id, s.yuwono@gmail.com

Abstrak

Pada tugas akhir ini akan dibuat sistem catu daya lampu LED sebagai sumber penerangan berkendara pada malam hari. Dengan digunakannya lampu LED, sehingga memerlukan suatu sumber catu daya yang stabil agar tidak merusak rangkaian lampu, dan diperlukan pembuatan kopling mekanik sebagai penyalur energi mekanik dari roda sepeda ke rotor generator DC, dengan ini penulis juga akan menggunakan rangkaian current limiter sebagai pengaman kerja lampu LED.

Tujuan dari tugas akhir ini adalah membuat sistem catu daya lampu LED 2,7V dengan memanfaatkan putaran roda sepeda kayuh yang akan melaju minimal 10 km/jam – 30 km/jam, dan memanfaatkan arus berlebih yang dihasilkan oleh generator untuk mengisi daya 3 buah baterai AAA (3 x 1,2V).

Hasil dari tugas akhir ini adalah lampu LED dapat bekerja dengan aman dibawah arus maksimum LED, dengan arus maksimum lampu LED sendiri yaitu 48mA. Pada kecepatan 10 km/jam lampu LED sudah menyala sedang (16 LUX) dan menyala terang (30 LUX) pada kecepatan 25 km/jam. Pada kecepatan lebih dari 10 km/jam, sudah dapat mengisi daya 3 buah baterai AAA (3 x 1,2V) dengan arus sebesar 26,4mA.

Kata Kunci: Generator, Rotor Generator DC, Kopling Mekanik, Lampu LED.

Abstract

In this final project an LED lighting power supply system will be created as a source of driving lights at night. With the use of LED lights, so it requires a stable source of power supply so as not to damage the lamp circuit, and required the manufacture of mechanical couplings as a distributor of mechanical energy from the bicycle wheel to the DC generator rotor, with this author will also use a current limiter circuit as a safety measure for LED lights.

The purpose of this final project is to create a 2.7V LED light power supply system by utilizing the rotation of the pedaling bicycle wheel that will go a minimum of 10 km / h - 30 km / h, and utilize the excess current generated by the generator to charge 3 AAA batteries (3 x 1.2V).

The result of this final project is that LED lights can work safely below the maximum LED current, with the maximum current of the LED lamp itself being 48mA. At a speed of 10 km / h the LED lights are on medium (16 LUX) and brightly lit (30 LUX) at a speed of 25 km / h. At speeds of more than 10 km / h, it can charge 3 AAA batteries (3 x 1.2V) with a current of 26.4mA

Keywords: Generator, Generator Rotor, Mechanical Clutch, LED Light.

1 Pendahuluan

Energi sangat dibutuhkan untuk kelangsungan hidup manusia, karena pada dasarnya energi akan selalu berubah bentuk, dan dengan majunya teknologi sekarang sudah ditemukan alat yang dapat menciptakan suatu energi, seperti contoh generator. Generator merupakan alat pembangkit tegangan yang dapat bekerja dengan cara mengkonversi energi kinetik menjadi energi listrik, dengan memanfaatkan adanya gaya gerak listrik (GGL) induksi yang diciptakan karena pergerakan kumparan pada medan magnet yang terdapat pada generator.

Pada tugas akhir ini akan dilakukan perancangan berbasis sistem catu daya lampu LED pada sepeda kayuh, karena banyak pengguna sepeda yang sangat membutuhkan penggunaan cahaya pada saat berkendara malam hari.

Ukuran sepeda yang akan digunakan yaitu sepeda dengan ukuran diameter ban yaitu 26 inchi. Generator listrik pada sepeda kayuh sendiri bekerja karena adanya penerapan Hukum Faraday, yakni apabila suatu kumparan diputar di dalam medan magnet, sehingga memotong garis-garis gaya magnet, maka pada masing-masing ujung kumparan akan tercipta GGL. Lampu LED yang akan digunakan yaitu lampu LED sepeda yang ada dipasaran, biasa menggunakan baterai 3 x AAA (3 x 1,2v). Dengan rancangan ini pengendara sepeda dapat menyalakan lampu LED sepeda, tanpa menggunakan baterai pada malam hari. Dengan adanya alat ini juga akan menggantikan lampu sepeda lama yang berupa lampu pijar yang membutuhkan tegangan yang besar untuk mencatu dan menggantikan penggunaan generator AC yang merupakan sumber catu daya lampu pijar pada sepeda kayuh.

2 Perancangan sistem

2.1 Generator

Generator adalah suatu perangkat mesin yang menghasilkan energi listrik dari sumber energi mekanik atau gerak melalui proses induksi elektromagnetik. Generator memperoleh energi mekanis dari prime mover atau penggerak mula. Energi mekanis dapat berasal dari tenaga panas, tenaga potensial air, motor diesel, motor bensin bahkan ada yang berasal dari motor listrik.

Prinsip kerja generator berdasarkan hukum Faraday yang mengandung pengertian bahwa apabila sebuah kumparan diputar dalam medan magnet maka akan terbentuk GGL induksi.

2.2 Generator AC

Generator arus bolak-balik sering disebut generator sinkron atau alternator. Sesuai dengan hukum Faraday, tegangan akan diinduksikan pada konduktor apabila konduktor tersebut berada dalam medan magnet berubah-ubah sehingga memotong garis-garis gaya, maka di dalam konduktor tersebut akan terbentuk GGL induksi.

Dikarenakan generator AC sepeda kayuh membutuhkan rangkaian penyearah untuk mencatu lampu LED dan outputnya yang mencapai 12v sehingga diperlukan juga penurun tegangan, maka kami memutuskan untuk menggunakan generator DC yang memiliki output 5v dan tidak membutuhkan rangkaian penyearah.

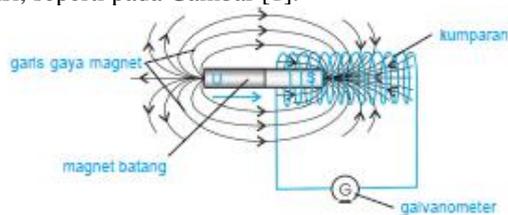
2.3 Generator DC

Prinsip kerja generator DC sama dengan generator AC. Namun, pada generator DC arah arus induksinya tidak berubah. Hal ini disebabkan cincin yang digunakan pada generator DC berupa cincin belah (komutator).

Digunakannya generator DC karena, tegangan yang dihasilkan sesuai dengan yang dibutuhkan oleh rangkaian lampu LED, yaitu tegangan DC, dan tidak memerlukan rangkaian penurun tegangan.

2.4 Gaya Gerak Listrik

Gaya gerak listrik (GGL) merupakan suatu energi listrik yang dihasilkan dari putaran kumparan di dalam medan magnet sehingga menciptakan gaya gerak listrik, GGL berkerja berdasarkan hukum Faraday yang mengandung pengertian apabila sepotong kawat penghantar listrik berada dalam medan magnet berubah-ubah, maka di dalam kawat tersebut akan terbentuk GGL induksi. Demikian pula sebaliknya bila sepotong kawat penghantar listrik digerak-gerakkan dalam medan magnet, maka kawat penghantar tersebut juga terbentuk GGL induksi, seperti pada Gambar [1].



Gambar 1. Proses terjadinya GGL induksi

Ada tiga hal dasar pada GGL induksi, yaitu:

1. Adanya flux magnet yang dihasilkan oleh kutub kutub magnet
2. Adanya kawat penghantar yang merupakan tempat terbentuknya GGL induksi
3. Adanya perubahan flux magnet yang melewati kawat penghantar listrik

Putaran yang terjadi pada rotor generator DC menghasilkan GGL induksi, dan putaran rotornya sangat berpengaruh terhadap tegangan yang akan dihasilkan oleh generator DC, karena semakin cepat rotor generator DC berputar, maka akan semakin besar juga tegangan yang akan dihasilkan. Berikut merupakan persamaan perhitungan GGL pada generator:

Diketahui bahwa:

ϕ = Fluks atau pole dalam satuan webber

Z = Nilai total dari konduktor pada dinamo

P = jumlah pole pada generator

A = Jumlah paralel pada dinamo

N = RPM pada dinamo

E = induksi GGL pada jalur paralel di dinamo

Nilai rata-rata GGL yang di hasilkan

$$(d\phi)/dt \times \text{volt} \quad (1)$$

GGL yang dihasilkan tiap konduktor

$$(d\phi)/dt = (\phi PN)/60 \text{ volt} \quad (2)$$

Jumlah konduktor pada tiap jalur paralel = Z/A

Maka GGL rata-rata yang melewati tiap jalur paralel ditunjukkan pada persamaan (3)

$$E = (P\phi N)/60 \times (Z)/A = (PZ\phi N)/(60 A) \text{ volt atau } E = (PZ\phi N)$$

) / A \quad (3)

Jika n adalah kecepatan putaran detik (r.p.s) maka ditunjukkan pada persamaan (4)

$$n = (N)/60 \quad (4)$$

Jika jumlah pole dan jumlah konduktor bernilai tetap maka persamaan (3) dapat ditulis dengan persamaan (5)

$$E = K\phi n \quad (5)$$

Dimana, K adalah konstanta, dengan persamaan (6)

$$K=(PZ)/A \quad (6)$$

Oleh karena itu, persamaan GGL induksi rata-rata juga dapat ditulis dengan persamaan (7)

$$E=K_1 \phi N \quad (7)$$

2.5 RPM (Rotasi Per Menit)

RPM (Rotasi Per Menit) digunakan untuk menyatakan kecepatan rotasi (perputaran), dengan RPM ini maka akan menghasilkan nilai yang akan kami gunakan untuk perhitungan konversi dari generator DC yang akan mencatu daya lampu LED sepeda kayuh. Untuk mengetahui RPM rata rata dari orang bersepeda akan digunakan persamaan sebagai berikut:

$$RPM=(Kecepatan/(Keliling ban))/60$$

2.6 LED Sepeda

LED atau biasa disebut dengan Light Emitting Diode adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan. LED merupakan keluarga dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor, LED yang akan digunakan pada tugas akhir kali ini adalah LED sepeda yang sudah ada dipasaran dengan tegangan kerja sebesar 2,7v.

2.7 Rechargeable Battery

Rechargeable battery merupakan baterai yang dapat dilakukan pengisian ulang dayanya apabila sudah habis. Dalam tugas akhir ini yang akan digunakan sebagai baterai isi ulang adalah baterai tipe AAA dengan spesifikasi (1000 mA, 1,2v). Baterai ini akan menampung daya berlebih apabila sepeda melaju dengan kecepatan lebih dari 10 km/jam, dan baterai ini nantinya akan digunakan untuk menyalakan lampu LED sepeda apabila sepeda sedang tidak berjalan.

2.8 Current Limiter

Current limiter merupakan rangkaian pembatas arus yang menggunakan dua komponen utama untuk merangkainya yaitu dioda dan resistor. Rangkaian ini dibutuhkan untuk membuang arus dan tegangan berlebih, yang dihasilkan oleh generator DC pada saat sepeda melaju dengan kecepatan lebih dari 10km/jam. Tegangan dan arus berlebih ini akan dimanfaatkan untuk pengisian daya baterai AAA.

2.9 Kopling Mekanik

Kopling mekanik merupakan sebuah alat yang digunakan untuk menghubungkan dua buah poros dengan tujuan untuk mentransmisikan daya mekanis. Sedangkan tujuan dari kopling itu sendiri yaitu menyatukan dua bagian yang dapat berputar. Dalam hal ini kopling akan dibutuhkan untuk menyalurkan daya mekanis dari putaran roda sepeda ke generator DC yang nantinya akan digunakan untuk mencatu daya lampu LED pada sepeda kayuh. Perhitungan keliling kopling mekanik akan digunakan persamaan sebagai berikut:

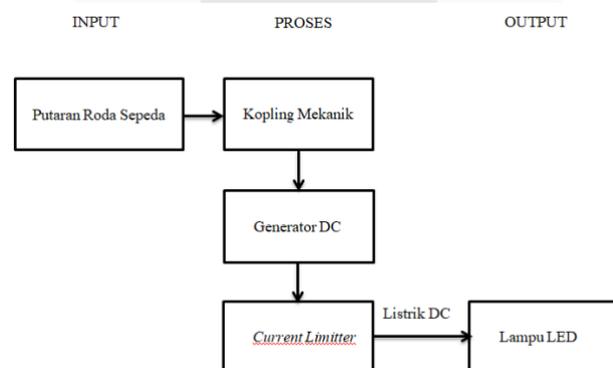
$$\text{Keliling ban} \times \text{RPM ban} = \text{Keliling kopling} \times \text{RPM kopling}$$

3 Hasil dan Analisis

3.1 Desain Sistem

Desain sistem atau perancangan sistem pada tugas akhir kali ini akan dibuat dengan metode yang paling mudah yang bertujuan untuk mempermudah pengaplikasiannya pada sepeda kayuh, yaitu dengan menggunakan lampu LED yang sudah ada di pasaran, dan penggunaan motor DC sebagai generator DC yang akan mencatu lampu LED. Dikarenakan rata rata orang bersepeda dengan kecepatan 10 km/jam – 30 km/jam, maka diperlukan juga perhitungan yang dapat diaplikasikan pada rotor generator DC agar dapat memberi masukan tegangan yang cukup pada lampu LED, dan apabila ada arus berlebih maka akan diarahkan untuk pengisian daya 3 buah baterai AAA. Lampu LED yang akan digunakan yaitu lampu LED khusus untuk bersepeda, dengan penggunaan baterai AAA 3 x 1,2v. Pada sistem ini, ban akan memutar rotor generator DC dengan kecepatan yang lebih, karena adanya perbandingan keliling antara ban dan rotor pada generator, yang akan memutar kumparan di dalam medan magnet dan menghasilkan daya karena adanya GGL induksi, yang mampu menyuplai daya yang cukup saat bersepeda dengan kecepatan 10 km/jam – 30 km/jam.

3.2 Diagram Blok Sistem



Gambar 4. Diagram blok sistem

Sesuai dengan diagram blok sistem pada gambar 4. Putaran sepeda akan menjadi input untuk putaran rotor generator DC dengan menggunakan kopling mekanik, lalu tegangan dan arus yang dihasilkan oleh generator DC akan masuk pada rangkaian *current limiter* agar arus yang mengalir pada lampu LED tetap terjaga.

3.3 Perancangan Perangkat Keras

Dalam sistem ini perangkat keras yang akan digunakan antara lain:

1. Sepeda kayuh dengan diameter ban 26 inch
2. Lampu LED (yang ada dipasaran, menggunakan baterai AAA 3 x 1.2v)
3. Generator DC
4. Rangkaian current limiter agar dapat melindungi lampu LED pada saat sepeda melaju dengan kecepatan lebih dari 10 km/jam

3.4 Verifikasi Komponen Tersedia

Berikut merupakan alat dan bahan yang akan dipakai untuk analisis pada tugas akhir ini:

1. Generator DC
2. Lampu sepeda kayuh (2,7v, 24 mA)
3. Tachometer
4. DC power supply
5. Digital osiloskop
6. Multimeter
7. Kabel jumper
8. Kopling shaft
9. Rangkaian current limiter

4. Analisa Dan Pembahasan

4.1 Analisa Dan Pembahasan Arus Pada Lampu LED

Hasil pengukuran arus pada lampu LED akan ditunjukkan pada tabel 1. dan tabel 2.

Tabel 1. Nilai arus pada lampu LED (pada saat tanpa charger baterai)

Tegangan output dinamo (V)	Arus yang mengalir pada LED (mA)	Tegangan LED (V)
10	17,6	2,72
15	29,2	2,76
20	36,5	2,88
25	38,9	2,92
30	39,2	2,92

Tabel 2. Nilai arus pada lampu LED (pada saat dengan charger baterai)

Tegangan output dinamo (V)	Arus yang mengalir pada LED (mA)	Tegangan LED (V)
10	17,5	2,72
15	19,3	2,72
20	21,1	2,8
25	24,8	2,92
30	26,7	2,92

Pada analisis arus LED menunjukkan bahwa arus yang mengalir tidak melebihi 48mA, dan tegangan maksimal yang mengalir pada LED hanya 2,92V, maka lampu LED tetap aman.

4.2 Analisis Dan Pembahasan Terang Lampu LED

Pada pengukuran terang lampu LED jarak yang digunakan yaitu sebesar 3 meter. Hasil pengukuran terang lampu LED akan ditunjukkan pada Tabel 3. dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil pengukuran terang lampu LED tanpa baterai

Tegangan output dinamo (v)	Terang lampu LED (LUX)	
	Tanpa baterai	Dengan baterai
5	16	16
10	28	26
15	28	28
20	30	29
25	30	30

Pada hasil pengukuran terang lampu LED, dapat dilihat bahwa terang lampu LED pada saat dengan charger baterai maupun saat tanpa charger baterai memiliki hasil yang sedikit berbeda, dimana pada tegangan 15V hanya berbeda 2 LUX.

4.3 Analisis Dan Pembahasan Arus Pada Charger Baterai

Hasil pengukuran arus pada charger baterai akan ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengukuran arus pada charger baterai

Tegangan input (v)	Arus pada charger baterai (mA)
10	26,4
15	42,6
20	54,1
25	61,1
30	65,6

Hasil simulasi arus yang mengalir pada baterai menunjukkan bahwa arus mengalami kenaikan di setiap parameter simulasinya, namun kenaikan tersebut semakin mengecil mulai dari 15,5mA – 3mA dikarenakan arus yang mengalir pada charger baterai juga dijaga oleh R2 sehingga kenaikan arusnya semakin lama semakin mengecil.

5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada sistem catu daya lampu LED disepeda kayuh, dengan tema harvesting energi, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada kecepatan 10 km/jam generator dapat menghasilkan tegangan sebesar 10V dan seterusnya hingga 30 km/jam menghasilkan tegangan sebesar 30V.
2. Dengan kecepatan sepeda 10 km/jam sudah dapat menyalakan lampu LED dengan nyala lampu sedang (16 LUX), dan pada kecepatan 25 km/jam lampu sudah menyala dengan terang (30 LUX).
3. Pada kecepatan 10 km/jam sudah dapat mengisi daya baterai AAA dengan aliran arus sebesar 26,4mA.

Daftar Pustaka:

- [1] Aris Budiman, Hasyim Asy'ari, Arief Rahman Hakim, Desain Genetator Magnet Permanen Untuk Sepeda Listrik, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Vol 12 No. 01, ISSN: 1411-8890
- [2] Moethia Faridha, M. Dahlan Yusuf Saputra, Analisa Pemakaian Daya Lampu LED Pada Rumah Tipe 36, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana Banjarmasin, ISSN: 2086-9479
- [3] Nalaprana Nugroho, Sri Agustina, Analisa Motor DC (Direct Current) Sebagai Penggerak Mobil Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Fakiltas Teknik, Universitas Sriwijaya, Vol 2 No. 1, 2015, ISSN: 2355-0457
- [4] Diding Suhardi, Prototype Controller Lampu Penerangan LED (Light Emitting Diode) Independent Bertenaga Surya, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang, Vol 10 No. 1, 2014, ISSN: 2086-3071
- [5] Aris Supardi, Aris Budiman, Nor Rahman Khairudin, Pengaruh Putar Dan Beban Terhadap Keluaran Generator Induksi 1 Fase Kecepatan Rendah, Jurusan Teknik Elektro, Fakiltas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Vol 16 No. 01, ISSN: 1411-8890
- [6] Alfi Ridwanto, Wisnu Broto, Perancangan Power Bank Dengan Menggunakan Dinamo Sepeda Sederhana, Prodi Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Vol 6, 2017, ISSN:2339-0654
- [7] Nurarini Priyaningsih, Nurhening Yuniarti, Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Analisis Efisiensi Generator Pada Wind Turbine, Vol 1 No.2, 2017, ISSN: 2548-8260
- [8] Pedro Portela, João Sepúlveda, João Sena Esteves, Alternating Current And Direct Current Generator, Departement Of Industrial Electronic, University Of Minho, Campus Of Azurém, Vol 1 No. 1, 2008, ISSN: 1646-8945
- [9] Hadi Prasetyo, Sugeng Walujo, Prototipe Generator Magnet Permanen Axial AC 1 Fasa Putaran Rendah Sebagai Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains Dan Teknik, Universitas Jenderal Sudirman, Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains Dan Teknik, Universitas Jenderal Sudirman, Vol 15 No. 2, 2014, ISSN: 1410-8607
- [10] S. Sedra Adel, C. Smith Kenneth, Microelectronic circuits edisi 6, Oxford University press, Oxford, England 2010.