

**PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA Pengereman SEPEDA***(BICYCLE BRAKING POWER PLANT)***Mukhlisa Balqis<sup>1</sup>, Porman Pangaribuan, M.T.<sup>2</sup>, Wahmisari Prihati, M. Sc., Ph. D.<sup>3</sup>**<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom<sup>1</sup>mukhlisabalqiss@student.telkomuniversity.ac.id , <sup>2</sup>porpangrib@gmail.com,<sup>3</sup>wpriharti@telkomuniversity.ac.id**Abstrak**

Pengereman regeneratif adalah mekanisme untuk memperoleh kembali energi yang terbuang saat proses pengereman. Biasanya saat direm energi kinetik dari pelek sepeda yang bergerak akan terkonversi menjadi panas akibat gesekan rem. Pada pengereman regeneratif energi kinetik tersebut dirubah menjadi energi listrik dengan bantuan dinamo.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar arus, tegangan dan daya yang dihasilkan dari pengereman regeneratif sepeda dengan memanfaatkan dinamo . Penelitian dilakukan dengan tiga perilaku pada sudut kemiringan jalan yaitu dengan 10,8°, 14,8° dan 23,7°.

Hasil pengujian data terbaik dari sitem *logger* yaitu pada sudut kemiringan 23,7° dengan kecepatan 24,36 m/s didapati nilai tegangan dan arus yang dihasilkan adalah 4,03 Volt, 0,05A dan 0,18 Watt.

**Kata Kunci :** Pengereman regeneratif, sepeda , dinamo , sistem *logger*.

**Abstract**

*Regenerative braking is a mechanism for recovering wasted energy during the braking process. Usually when braking kinetic energy from a moving bicycle rim will be converted to heat due to brake friction. In regenerative braking the kinetic energy is converted into electrical energy with the help of dynamos.*

*This study aims to determine the amount of current and voltage generated from regenerative braking of a bicycle by using dynamo. The study was conducted with three behaviors at a slope angle, namely 10.8 °, 14.8 ° and 23.7 °.*

*The best test results of the logger system is the tilt angle of 23.7 ° with a speed of 24.36 m / s found the value of the resulting voltage and current is 4.03 Volts, 50 mA.*

**Keywords:** *Regenerative braking, bicycle, dynamo, logger system.*

## 1. Pendahuluan

Saat bersepeda di jalan menurun, pengendara umumnya akan melakukan pengereman. Pengereman yang dilakukan akan menghasilkan energi kinetik yang akan berubah menjadi panas akibat gesekan bantalan rem dengan pelek sepeda. Energi panas yang biasanya terbuang dapat dimanfaatkan dengan pengereman regeneratif. Pengereman regeneratif mengubah energi kinetik menjadi energi listrik yang dapat digunakan pada penggunaan lain.

Pada penelitian ini dilakukan pengkajian besar tegangan, arus dan daya listrik yang dapat dihasilkan dari pengereman regeneratif yaitu mengubah energi kinetik menjadi energi listrik pada sepeda dengan menggunakan dinamo. Dinamo terdiri atas magnet yang dapat berputar dan sebuah kumparan tetap. Berdasarkan pada hukum Faraday, apabila sebuah penghantar digerakkan di dalam sebuah medan magnet, maka kedua ujung penghantar tersebut akan menghasilkan GGL (gaya gerak listrik) induksi[1].

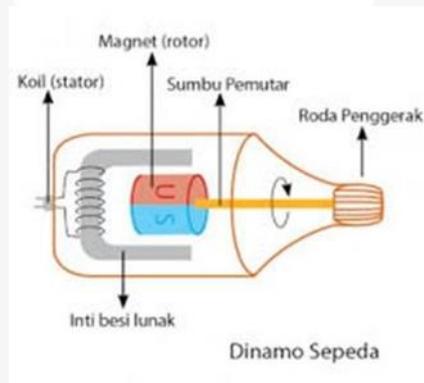
Saat pengereman, dinamo yang diletakkan pada lenga rem sepeda juga akan ikut menjempit ke arah ban belakang sepeda dengan begitu roda dinamo akan menyentuh ban belakang sehingga roda dinamo juga akan ikut berputar mengikuti putaran roda. Peputaran poros menyebabkan rotor dinamo ikut berputar, sehingga terjadi medan magnet di sekitar kumparan stator yang akhirnya menghasilkan GGL induksi. Dengan adanya GGL induksi maka dihasilkan tegangan listrik[2].

Tegangan, arus dan kecepatan yang dihasilkan pada saat pengereman akan dimonitoring dengan system logger sehingga dapat membantu peneliti untuk menyimpan data pengujian secara *Real Time*.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Dinamo

Dinamo sepeda adalah generator AC yang mengubah energi kinetik menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip induksi elektromagnetis. Dinamo sepeda dapat menghasilkan tegangan 6 sampai 12 Volt. Dinamo dapat dilihat pada Gambar 2-1.



Gambar 2-1. Dinamo

Dinamo terdiri atas magnet yang dapat berputar (roda penggerak) dan sebuah kumparan tetap (stator). Berdasarkan pada hukum Faraday, apabila sebuah penghantar digerakkan di dalam sebuah medan magnet, maka kedua ujung penghantar tersebut akan menimbulkan GGL induksi[1].

$$\varepsilon = - N \left[ \frac{d\phi}{dt} \right] \quad (2.1)$$

Dimana :

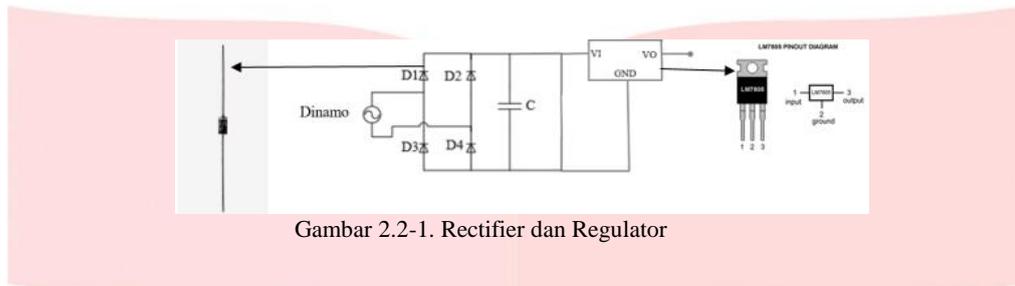
$\varepsilon$  = ggl Induksi (volt)

N = jumlah lilitan

$d\phi/dt$  = Laju perubahan fluks magnet (Wb/s)

### 2.2 Rectifier dan Regulator

Rectifier berfungsi sebagai pengubah sinyal AC (*Alternating Current*) menjadi sinyal DC (*Direct Current*). Rangkaian Rectifier atau Penyearah Gelombang ini pada umumnya menggunakan dioda sebagai komponen utamanya. Pada dasarnya, Rectifier atau Penyearah Gelombang dibagi menjadi dua jenis yaitu Half Wave Rectifier (Penyearah Setengah Gelombang) dan Full Wave Rectifier (Penyearah Gelombang Penuh). Regulator adalah rangkaian regulasi atau pengatur tegangan keluaran dari sebuah catu tegangan dan arus agar menjadi stabil sehingga tidak merusak baterai. Rectifier dan regulator dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2.2-1. Rectifier dan Regulator

### 2.3 Rem Sepeda

Kegunaan piranti rem pada sepeda pada umumnya adalah untuk memperlambat atau menghentikan putaran roda. Namun pada penelitian ini piranti rem tidak hanya untuk memperlambat atau menghentikan putaran roda tetapi juga merupakan salah satu piranti yang akan berperan untuk membangkitkan listrik pada dinamo. Dua jenis rem sepeda yang sering kita jumpai di pasaran adalah rem cakram dan rem jepit. Gambar rem cakram dan rem jepit dapat dilihat pada Gambar 2.3-1 dan Gambar 2.3-2.



Gambar 2.3-3. Rem Cakram



Gambar 2.3-4. Rem Jepit

### 2.4 Energi Potensial dan Energi Listrik

$$E_p = W \times h$$

$$= m \cdot g \cdot h \quad (2.2)$$

$$W = V \cdot I \cdot t$$

$$= \int P \cdot t \quad (2.3)$$

Dengan mengasumsikan seluruh energi potensial menjadi energi listrik berdasarkan prinsip energi mekanik, maka persamaan matematis hubungan antara energi potensial dan energi listrik dituliskan pada persamaan 2.2 dan 2.3 :

$$E_p = \int P \cdot t$$

$$m \cdot g \cdot h = P \Delta t_1 + P \Delta t_2 + P \Delta t_n \quad (2.4)$$

Dimana:

$E_p$  = Energi Potensial (J)

$m$  = Massa benda (kg)

$g$  = Percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

$h$  = Tinggi benda dari permukaan tanah (m)

$W$  = Energi Listrik (*Joule*)

$P$  = Daya Listrik (*Watt atau Joule/second*)

$t$  = Waktu (*second*)

### 2.5 Mikrokontroler

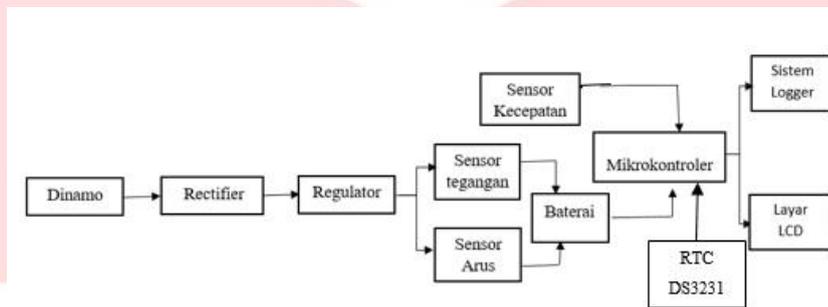
Menurut Saefullah dkk (2009:319), "Mikrokontroler merupakan komponen utama atau biasa disebut juga sebagai otak yang berfungsi sebagai pengatur pergerakan motor (Motor Driver) dan pengolah data yang dihasilkan oleh komparator sebagai bentuk keluaran dari sensor". Pada penelitian ini mikrokontroler sebagai pengolah data dari keluaran sensor.

## 3. Perancangan Sistem

### 3.1 Desain Sistem

Pada penelitian ini untuk perancangan sistem pemantauan dinamo sepeda saat pengereman menggunakan mikrokontroler ATmega328 sebagai pengolah data, sensor tegangan digunakan untuk membaca tegangan yang dihasilkan, sedangkan sensor ACS712 digunakan untuk membaca arus listrik yang dihasilkan dari putaran dinamo sepeda saat pengereman. Kecepatan sepeda sebelum dan sesudah terjadi pengereman akan dideteksi dengan menggunakan sensor *Hall effect* dalam bentuk satuan km/jam. Nilai dari keseluruhan pembacaan sensor akan diolah

ke mikrokontroler dan diteruskan ke LCD untuk dicetak nilai pembacaan dari semua sensor. RTC DS3231 juga digunakan sebagai acuan waktu untuk data *logger* yang akan di simpan dengan menggunakan *SD card memory*. Diagram Blok Sistem dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

### 3.2 Desain Perangkat Keras

Desain perangkat keras dibuat agar sistem yang telah dibuat lebih mudah digunakan dan diterapkan pada sebuah sepeda. Pada Gambar 3.2 tersebut merupakan tampak keseluruhan dari sepeda. Pada bagian atas rotor pedal terdapat kit yang berisi rangkaian mikrokontroler yang dilengkapi oleh tombol *switch on/off* pada bagian atas kit sehingga pengguna tidak kesulitan dalam menghidupkan sistem *monitoring*.



Gambar 3.2 Desain Sepeda Keseluruhan

Posisi dinamo diletakkan pada rem belakang sepeda dapat dilihat pada Gambar 3.3. Penelitian ini menggunakan dua buah dinamo sepeda pada lengan kiri dan lengan kanan rem jepit. Plat khusus yang menyerupai kedua lengan rem jepit berfungsi sebagai dudukan dinamo. Pertimbangan mengapa kedua dinamo diletakkan pada rem belakang sepeda karena kecenderungan untuk lebih sering menggunakan rem belakang sepeda serta faktor keselamatan pengendara sepeda. Kepala dinamo sepeda diberikan karet agar saat pengereman berlangsung meminimalisir untuk terjadinya pengikisan terhadap ban belakang sepeda.



Gambar 3.3 Posisi Dinamo pada Rem belakang sepeda

LCD pada sepeda yang berfungsi menampilkan data berupa waktu, tegangan, arus dan kecepatan sepeda yang telah diolah oleh mikrokontroler. Letak LCD pada sepeda dapat dilihat pada Gambar III-5.



Gambar 3.4 Letak LCD pada Sepeda

**3.3 Desain Perangkat Lunak**

Perancangan perangkat lunak dari alat ukur arus, tegangan dan kecepatan. Ketika proses dimulai, mikrokontroler akan menginisialisasi *port* yang digunakan seperti sensor arus, sensor tegangan, sensor kecepatan, sistem waktu dan layar pada LCD, setelah penginisialisasian sensor akan membaca tegangan, arus dan kecepatan pada sepeda dan sensor akan memberikan *input* analog bagi mikrokontroler, nilai *input* analog akan diubah menjadi nilai *input* digital oleh ADC Arduino.

Setelah itu hasil dari nilai persamaan sensor arus dan tegangan akan diolah untuk mendapatkan nilai tegangan dan arus listrik serta nilai kecepatan.. Setelah pembacaan sensor data diolah oleh mikrokontroler lalu data akan disimpan ke dalam memori secara *Real Time*, setelah dilakukannya sistem *logger*, data akan ditampilkan pada layar monitor dengan tampilan keluaran berupa nilai tegangan, arus, dan kecepatan pada dinamo.



Gambar 3.3. Diagram Alir Perancangan Perangkat Lunak

#### 4. Pengujian dan Analisis

Pada bagian ini akan dibahas mengenai hasil pengujian dan analisis perangkat keras dan perangkat lunak yang dibuat dalam alat uji coba monitoring arus dan tagangan pada dinamo berbasis *Data logger*.

##### 4.1 Pengujian Monitoring Tegangan, Arus dan Daya saat Pengereman Sepeda pada Dinamo

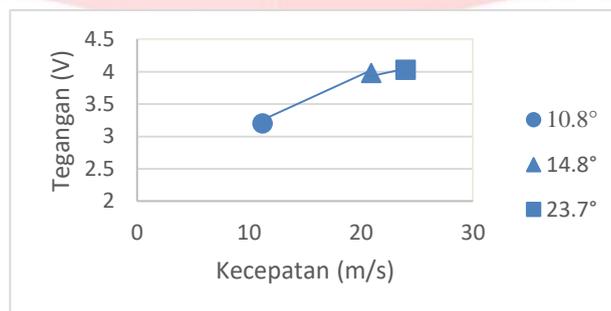
###### Tujuan Pengujian:

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui besarnya tegangan dan arus yang dihasilkan dari pengereman sepeda.

###### Langkah pengujian:

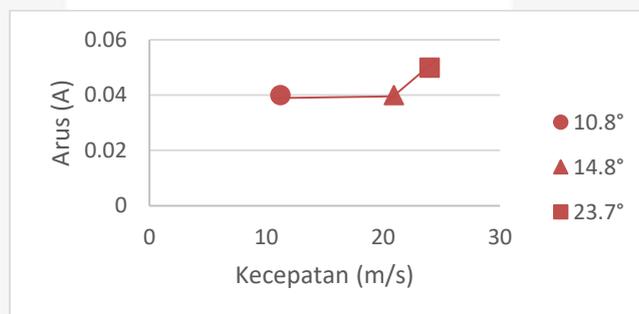
Langkah pengujian monitoring tegangan dan arus saat pengereman sepeda adalah dengan melakukan pengujian pada tiga titik sudut kemiringan jalan yang berbeda yaitu  $10,8^\circ$ ,  $14,8^\circ$  dan  $23,7^\circ$ . Nilai sudut diperoleh dengan menggunakan aplikasi Clinometer. Percobaan ini dilakukan di kompleks Citra Green Dago, Bandung. Hasil yang sudah didapat akan tersimpan secara *real time* pada *memory card*.

###### Hasil dan Analisis Pengujian:



Gambar 4.1 Tegangan terhadap Kecepatan pada sudut  $10,8^\circ$ ,  $14,8^\circ$  dan  $23,7^\circ$

Pada Gambar 4.1 menunjukkan grafik hubungan antara tegangan terhadap kecepatan dari berbagai sudut kemiringan yang berbeda. Perolehan tegangan tertinggi yaitu 4,03 V pada sudut  $23,7^\circ$  dengan kecepatan 23,98 m/s dan terendah yaitu 3,20 V pada sudut  $10,8^\circ$  dengan kecepatan 11,21 m/s. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar sudut kemiringan jalan akan menghasilkan tegangan yang lebih besar juga.



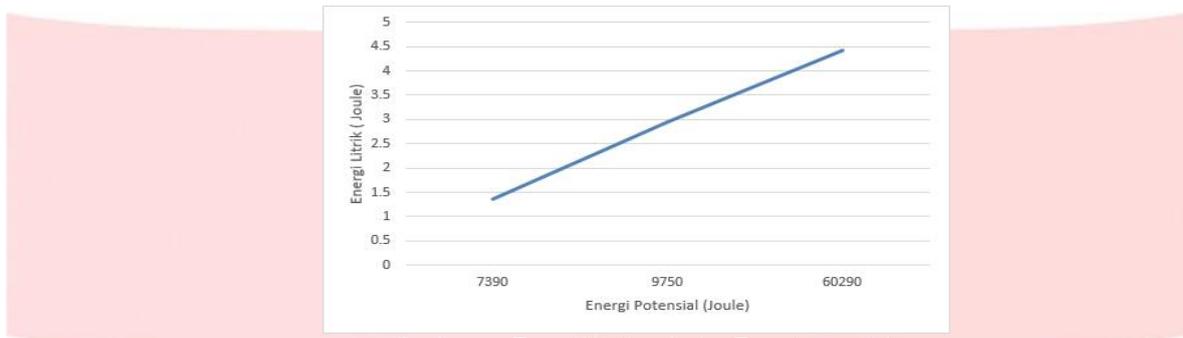
Gambar 4.2 Arus terhadap Kecepatan pada sudut  $10,8^\circ$ ,  $14,8^\circ$  dan  $23,7^\circ$

Pada Gambar 4.2 menunjukkan grafik hubungan antara Arus terhadap kecepatan dari berbagai sudut kemiringan yang berbeda. Perolehan Arus tertinggi yaitu 0,05 A pada sudut  $23,7^\circ$  dengan kecepatan 23,98 m/s sedangkan yang terendah pada sudut  $14,8^\circ$  dan  $10,8^\circ$  yaitu 0,04 A dengan kecepatan yaitu 21,30 m/s dan 11,21 m/s.



Gambar 4.3 Sudut Kemiringan terhadap Daya listrik

Pada Gambar 4.3 menunjukkan grafik hubungan antara daya terhadap sudut kemiringan jalan. Perolehan daya rata-rata tertinggi yaitu 0,11 Watt pada sudut  $23,7^\circ$  sedangkan daya terendah pada sudut  $10,8^\circ$  yaitu 0,05 Watt.



Gambar 4.4 Energi listrik terhadap Energi potensial

Pada gambar 4.4 menunjukkan grafik hubungan antara energi listrik terhadap energi potensial pada sudut kemiringan jalan berbeda. Nilai energi listrik yang dihasilkan pada pengereman lebih kecil dibandingkan energi potensial yang berubah menjadi energi kinetik. hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti energi kinetik yang juga berubah menjadi energi panas yang disebabkan karena adanya gaya gesek pada permukaan jalan, bantalan rem sepeda dan poros roda sepeda.

## 5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis terhadap penelitian pada sistem monitoring tegangan dan arus berbasis Data Logger maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Perancangan sistem pemantauan arus dan tegangan berbasis Data Logger berjalan sesuai dengan yang diinginkan yaitu bisa menyimpan data pada *memory card*.
- Besar arus dan tegangan yang dihasilkan dinamo dipengaruhi oleh besarnya sudut kemiringan. Berdasarkan pengujian perolehan tegangan dan arus terbesar yaitu pada sudut kemiringan  $23,7^\circ$  sebesar 4,03 V, 0,05 A dan 0,18 Watt.

## 6. Daftar pustaka

- [1] D Dwiki Putri, Aisyah, Retno Tri Wahyuni dan Tianur.2014. Pemanfaatan energi kayuhan sepeda untuk pengisian baterai Handphone. Jurnal. Program Studi Teknik Elektronika, Politeknik Caltex Riau, Pekanbaru.
- [2] Ridwanto, Alfi dan Wisnu Broto. 2017. Perancangan power bank dengan menggunakan dinamo sepeda sederhana. Jurnal. Prodi Elektro Fakultas Teknik Universitas Pancasila, Sragen.

