

## PEMODELAN PEMANENAN ENERGI LISTRIK DARI MEKANISME *AUTOMATIC CLOSED DOOR*

Talifatim Machfuroh<sup>1</sup>, Ridho Herasmara<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik, Ilmu Komputer, dan Agroteknologi, Universitas Islam Raden Rahmat

<sup>2</sup>Fakultas Teknik, Ilmu Komputer, dan Agroteknologi, Universitas Islam Raden Rahmat  
talifatim25@gmail.com

### ABSTRAK

Perkembangan teknologi telah mendorong peningkatan penggunaan energi, terutama penggunaan energi pada bangunan. Alternatif pemenuhan kebutuhan energi bangunan adalah dengan memanfaatkan bagian dari bangunan yang bergerak, untuk sebagai penghasil energi listrik. Untuk itu diperlukan sebuah mekanisme pengkonversi yang dapat mengubah energi getaran mekanis menjadi energi listrik, diantaranya dapat menggunakan: piezoelektrik, elektrostatik dan elektromagnetik.

*Automatic door closer* adalah sebuah alat mekanik yang digunakan untuk menutup pintu sesaat setelah pintu terbuka. *Automatic door closer* biasanya ditempatkan pada daun pintu bagian atas dan dekat dengan kusen atas pintu. Gerakan dari *automatic door closer* pada saat membuka dan menutup secara otomatis dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit energi listrik dengan menghubungkannya pada linier generator. Pada engsel pemutar pada *automatic door closer* dipasang roda gigi yang dihubungkan dengan roda gigi lain, dimana roda gigi yang kedua dipasangkan dengan rack yang kedua sisinya terdapat magnet yang sudah diberi lilitan. Gelombang magnet tersebut bergerak naik turun melewati kumparan sehingga menghasilkan energi mekanik yang kemudian diubah menjadi energi listrik. Energi listrik ini adalah energi bangkitan dari pergerakan buka tutup dari daun pintu.

Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa mekanisme *automatic door closer* dengan penambahan *harvesting energy system* mampu menghasilkan daya output sebesar 4,68 watt dan voltase yang dihasilkan sebesar 33,5 volt. Daya yang dihasilkan memang relatif kecil dikarenakan input yang diberikan juga kecil. Daya ini dapat untuk menhidupkan lampu-lampu kecil.

**Kata kunci:** Pemanen energi, *automatic door closer*

### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telah mendorong peningkatan penggunaan energi, terutama penggunaan energi pada bangunan dengan konsumsi sebesar 40% dari total penggunaan energi (Mitcheson dkk., 2008). Rasio penggunaan energi yang tinggi ini saat ini masih didukung hampir seluruhnya oleh pembangkitan terpusat. Sebagai alternatif dari pembangkitan terpusat, meskipun begitu, sumber energi paling umum saat ini adalah baterai. Baterai memiliki masa pakai yang terbatas dan membutuhkan penggantian. Pada jaringan nirkabel yang besar, kebutuhan penggunaan baterai akan semakin besar dan mahal. Selain itu, baterai bekas juga merupakan sumber pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, sebagai pengganti baterai dibutuhkan suatu alat yang dapat memanfaatkan energi dari limbah lingkungan berupa cahaya, panas, dan getaran mekanis yang dapat digunakan untuk memanen energi yang bermanfaat. Bidang Ilmu yang mempelajari cara-cara untuk mendaur ulang energi dan alat yang terkait disebut pemanenan energi (Beeby dkk., 2006; Al-Ashtari, 2013).

Gerakan dari *automatic door closer* pada saat membuka dan menutup secara otomatis dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit energi listrik dengan menghubungkannya pada linier generator. Pada engsel pemutar pada *automatic door closer* dipasang roda gigi yang dihubungkan dengan roda gigi lain, dimana roda gigi yang kedua dipasangkan dengan rack yang kedua sisinya terdapat magnet yang sudah diberi lilitan. Gelombang magnet tersebut bergerak naik turun melewati kumparan sehingga menghasilkan energi mekanik yang kemudian diubah menjadi energi listrik. Energi listrik ini adalah energi bangkitan dari pergerakan buka tutup dari daun pintu.



**Gambar 1. Model Engsel *automatic door closer* pada umumnya**

Berdasarkan survey pada Kantor desa Palaan, intensitas keluar masuk ke kantor Bapak Kepala Desa relatif sering, karena berhubungan dengan kepentingan masyarakat. Desa Palaan adalah sebuah desa di wilayah Kecamatan Ngajum, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur. Desa palaan mempunyai 2 wilayah dusun, yang terdiri dari: Dusun Palaan dan Dusun Sukoyuwono. Pada penelitian ini menekankan bagaimana pemodelan pemanenan energi listrik dari Mekanisme *Automatic Closed Door* yang akan ditempatkan pada pintu kantor Kepala Desa Palaan.

Rumusan masalah dari penelitian ini ada dua poin, yaitu, bagaimana rancangan model pembangkit listrik tenaga elektromagnetik yang diaplikasikan pada *automatic door closer* dan bagaimana analisa daya bangkitan pembangkit listrik tenaga elektromagnetik yang diaplikasikan pada *automatic door closer*.

## **METODOLOGI**

### **Waktu dan Tempat Penelitian**

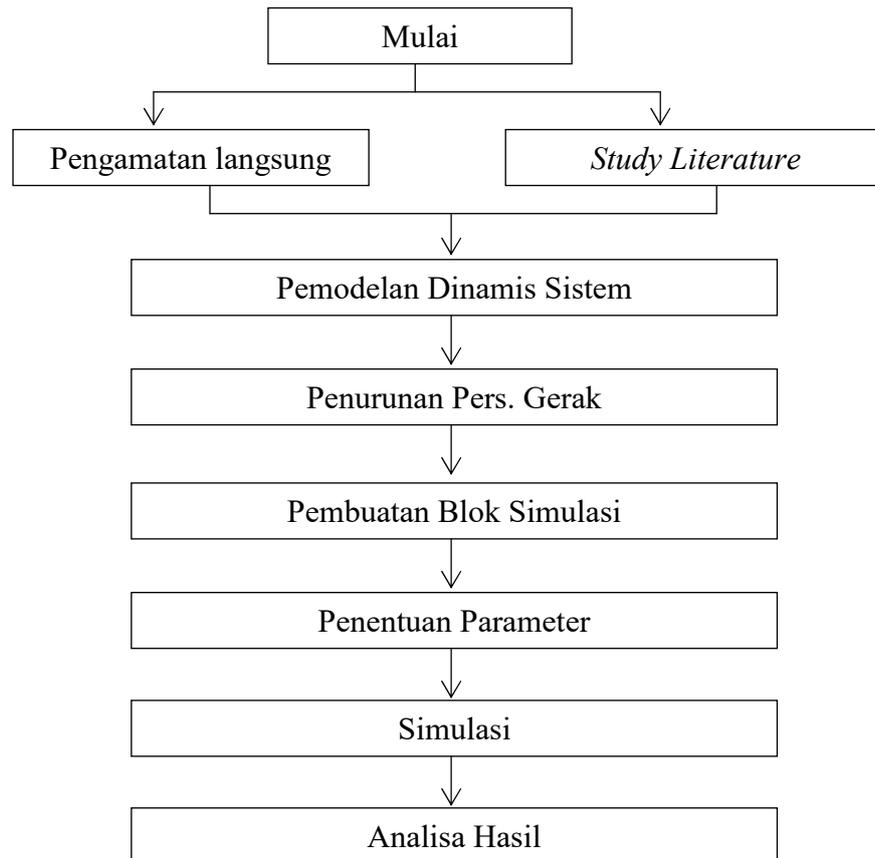
Pengamatan dan penelitian dilakukan di dua tempat, yaitu:

1. Pengamatan di lakukan di Kantor Kepala Desa Palaan, pengamatan ini diperlukan untuk mengetahui intensitas orang keluar masuk ruang Kepala Desa.
2. Pemodelan dan simulasi dilakukan di Lab Terpadu FTIKA UNIRA

### **Desain Penelitian**

Diagram Alur Penelitian Secara Umum

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ditunjukkan melalui diagram alir pada Gambar 2.



**Gambar 2. Diagram Alur Penelitian Secara Umum**

Berdasarkan

Gambar 2, penjelasan dari diagram alur penelitian secara umum adalah sebagai berikut.

- **Studi Literatur**

Dalam penelitian ini diperlukan referensi-referensi yang dapat menunjang dalam analisa pemodelan pemanenan energi listrik dari Mekanisme *Automatic Closed Door* yang dijadikan sebagai permasalahan. Studi literatur merupakan langkah awal untuk menambah wawasan pengetahuan, landasan mengenai permasalahan yang akan dibahas. Materi dari studi literatur yang mendukung yaitu mekanika getaran dasar, *vibration absorber*, pemodelan sistem dinamis, sistem mekanis getaran translasi dan rotasi, serta blok simulasi pada program Simulink Matlab. Referensi untuk studi literatur didapat dari buku, jurnal-jurnal ilmiah, maupun penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan.

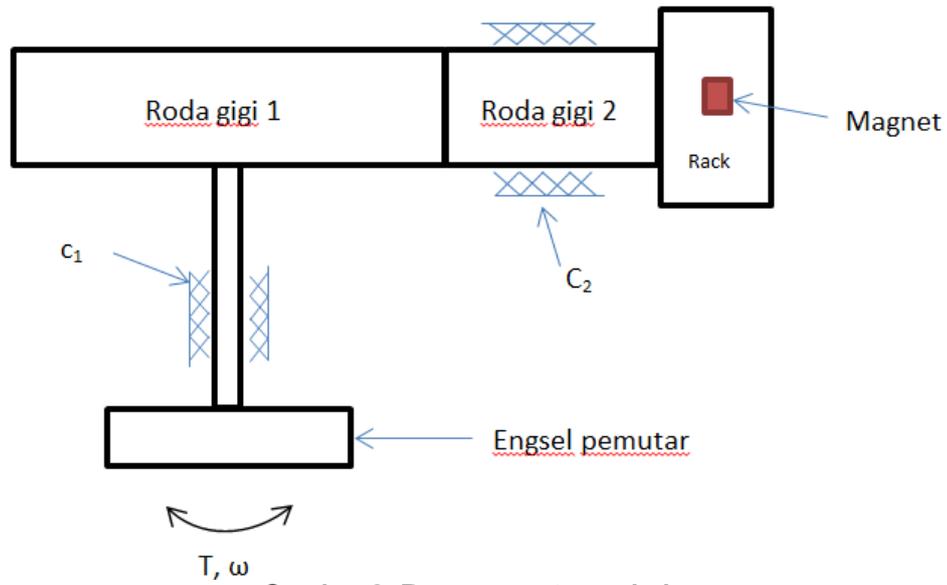
- **Pengamatan**

Pengamatan dilakukan di kantor desa Palaan, untuk mengetahui berapa kali pintu ruangan kepala desa terbuka dan menutup dalam waktu 1 jam.

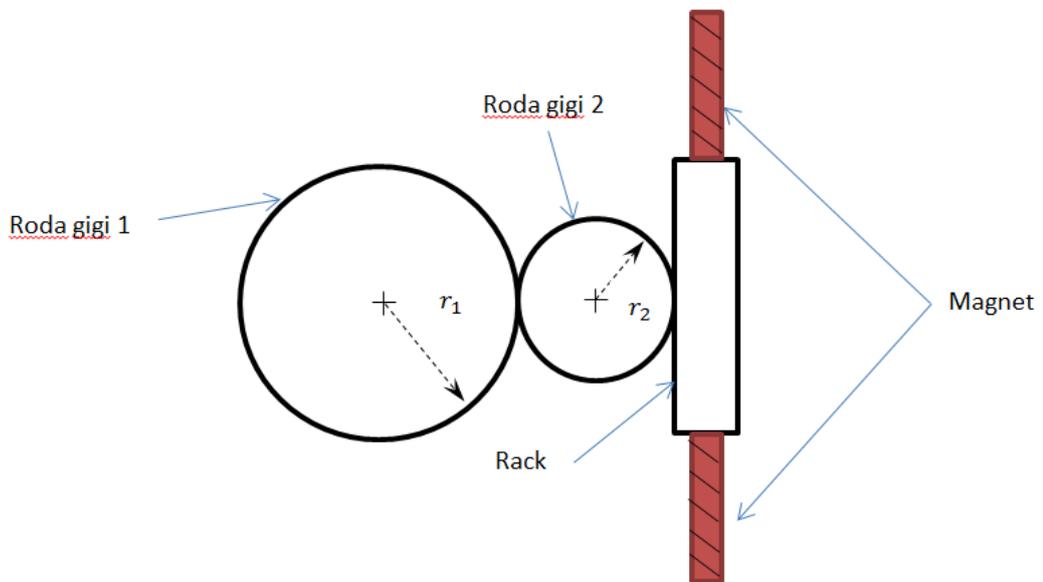
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pemodelan Dinamis Sistem

Gerakan dari *automatic door closer* pada saat membuka dan menutup secara otomatis dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit energi listrik dengan menghubungkannya pada linier generator. Pada engsel pemutar pada *automatic door closer* dipasang roda gigi yang dihubungkan dengan roda gigi lain, dimana roda gigi yang kedua dipasangkan dengan rack yang kedua sisinya terdapat magnet yang sudah diberi lilitan. Gelombang magnet tersebut bergerak naik turun melewati kumparan sehingga menghasilkan energi mekanik yang kemudian diubah menjadi energi listrik. Energi listrik ini adalah energi bangkitan dari pergerakan buka tutup dari daun pintu. Berikut adalah gambar dari model rancangan mekanisme yang digunakan. Gambar 3 menggambarkan gambaran rancangan tampak depan, dan gambar 4 menggambarkan rancangan model dari tampak atas.



Gambar 3. Rancangan tampak depan



Gambar 4. Rancangan tampak atas

a. Persamaan Matematis

- **Roda Gigi 1 (body 1)**

$$T - Fc_{12}r_1 = J_1\ddot{\theta}_1 + c_1\dot{\theta}_1 \dots\dots\dots (1)$$

- **Roda Gigi 2 (body 2)**

$$Fc_{21}r_1 - Fc_{23}r_2 = J_2\ddot{\theta}_2 + c_2\dot{\theta}_2 \dots\dots\dots (2)$$

- **Rack (body 3)**

$$Fc_{32}r_2 = m_1\ddot{y} + c_s\dot{y} + c_e\dot{y} + c_h\dot{y}$$

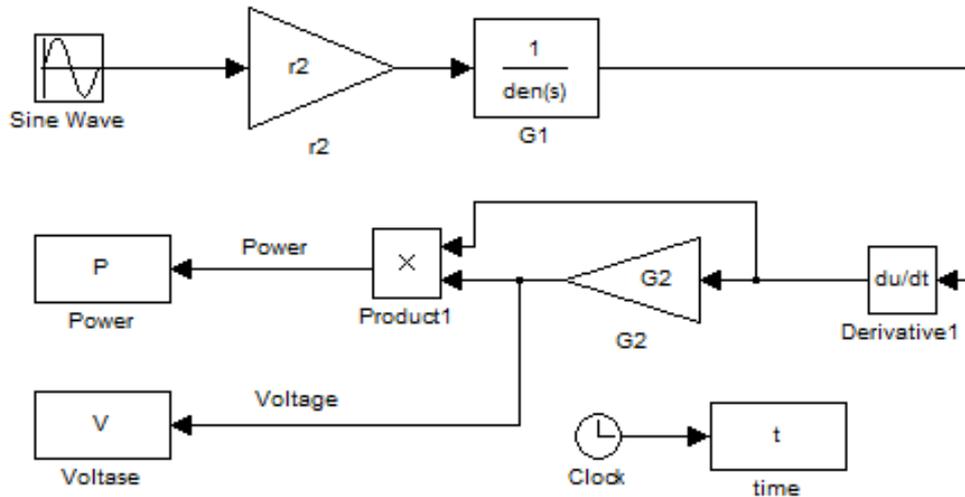
$$Fc_{32} = \frac{1}{r_2} [m_1\ddot{y} + (2c_s + c_h)\dot{y}] \dots\dots\dots (3)$$

• **Electric Generator**

Kemudian daya elektrik yang terserap oleh mekanisme elektromagnetik dirumuskan sebagai berikut:

$$P = \frac{1}{2} C_s \dot{y}^2 \dots\dots\dots (4)$$

b. Blok Simulasi



Gambar 5. Diagram blok Simulink dari system

c. Parameter Simulasi

Input yang diberikan berupa gaya dorong seseorang untuk membuka pintu, diasumsikan gaya dorongnya sebesar 20 kg = 200 N dengan frekuensi sebanyak 10 kali. Roda gigi dapat dikategorikan sebagai *solid cylinder*. Berikut data masing-masing roda gigi:

Tabel 1. Parameter Roda gigi dan Rack yang digunakan

Roda gigi 1	$m_{j1} = 30 \text{ gr} = 0.03 \text{ Kg}$	$r_1 = 2,5 \text{ cm} = 0.025 \text{ m}$
Roda gigi 2	$m_{j2} = 20 \text{ gr} = 0.02 \text{ Kg}$	$r_2 = 1,25 \text{ cm} = 0.0125 \text{ m}$
Rack	$m_1 = 20 \text{ gr} = 0.02 \text{ Kg}$	

Parameter kumparan dengan asumsi bahan tembaga

Tabel 2. Parameter kumparan

Nama komponen	Lambang	Besaran
diameter kawat	$d_{\text{wire}}$	$2 \cdot 10^{-4} \text{ m}$
diameter kumparan	$d_{\text{coil}}$	0,04 m
panjang kumparan	$L_{\text{coil}}$	0,03 m
hambat jenis kawat	$\rho_{\text{wire}}$	$1,68 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$
jumlah kumparan	N	900 lilitan (dengan 6 lapis kumparan)

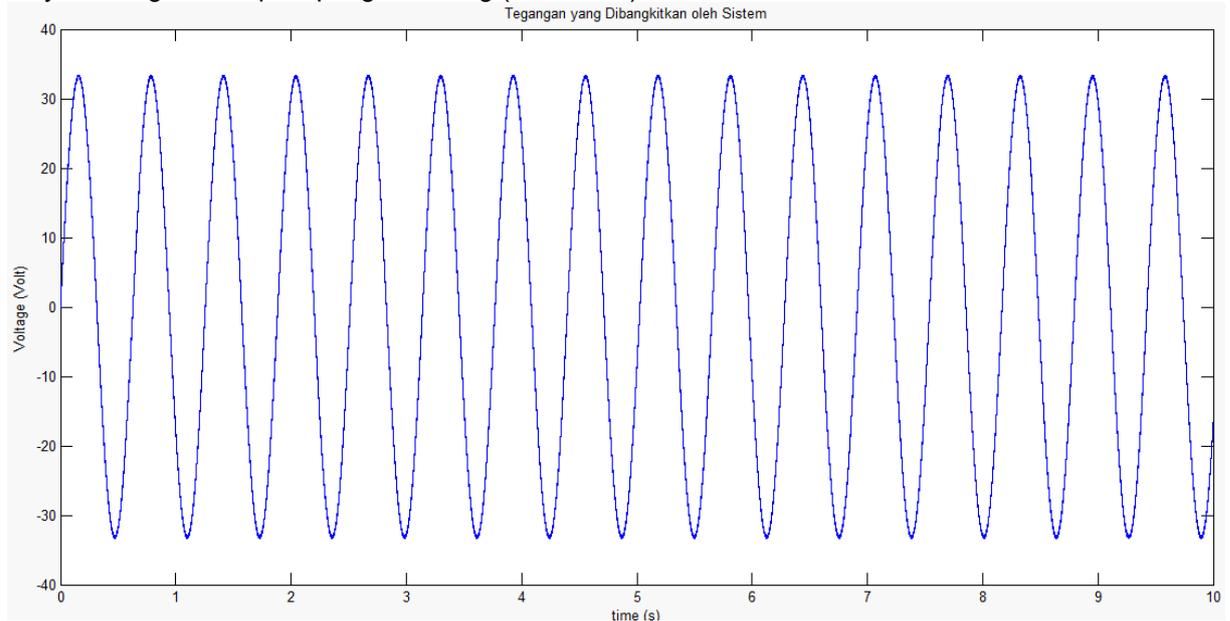
Parameter magnet dengan asumsi bahan Alnico 8 cast.

Tabel 3. Parameter magnet

Nama komponen	Lambang	Besaran
Intensitas flux magnet	B	8.300 Gauss = 0,83 Tesla = 0,83 Weber/m <sup>2</sup>
densitas magnet	$\rho_{\text{mag}}$	7,3 gram/cm <sup>3</sup> atau 7.300 kg/m <sup>3</sup>
diameter magnet	$d_{\text{mag}}$	0,03 m
panjang magnet	$L_{\text{mag}}$	0,03 m

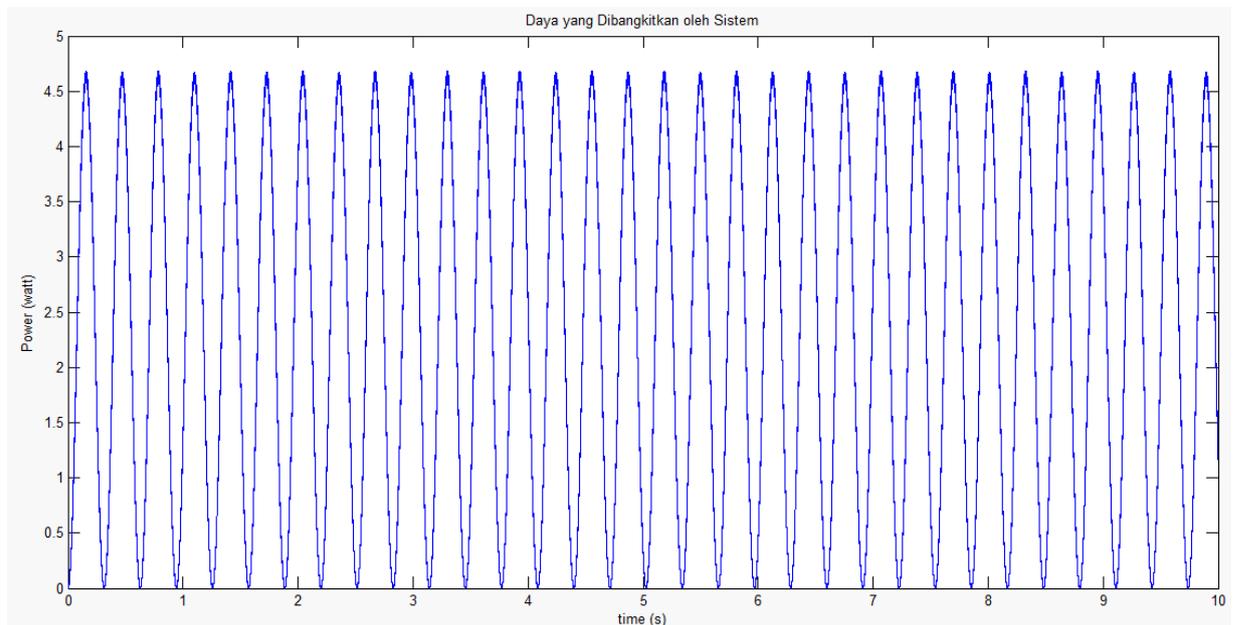
## d. Hasil

membuka pintu, dengan gaya dorong sebesar 20 kg = 200 N dengan frekuensi sebanyak 10 kali. Gaya dorong ini berupa input gelombang (*sine wave*).



**Gambar 6. Grafik voltase bangkitan dari sistem**

Gambar 6 merupakan grafik besarnya voltase yang dihasilkan oleh input yang diberikan. Berdasarkan gambar tersebut, voltase bangkitan berupa garis gelombang dengan ketinggian yang sama. Tinggi maksimum yang dapat dihasilkan adalah 33,5 volt, ketinggian minimum yang dihasilkan adalah -33,5 volt. Hal ini dapat terjadi karena input yang diberikan berupa *sine wive*.



**Gambar 7. Grafik daya bangkitan dari sistem**

Gambar 7 merupakan grafik besarnya daya yang dihasilkan oleh input yang diberikan. Berdasarkan gambar tersebut, daya bangkitan berupa garis gelombang dengan ketinggian yang sama. Tinggi maksimum yang dapat dihasilkan adalah 4,68 watt, ketinggian minimum yang dihasilkan adalah -4,68 watt. Hal ini dapat terjadi karena input yang diberikan berupa *sine wive*.

**KESIMPULAN**

Dari hasil simulasi diketahui bahwa mekanisme *automatic door closer* dengan penambahan *harvesting energy system* mampu menghasilkan daya output sebesar 4,68 watt dan voltase yang dihasilkan sebesar 33,5 volt. Daya yang dihasilkan memang relatif kecil dikarenakan input yang diberikan juga kecil. Daya ini dapat untuk menghidupkan lampu-lampu kecil.

**REFERENSI**

- Mitcheson, P., Rao, G., Green, T. 2008. Energy harvesting from human and machine motion for wireless electronic devices, Proc. IEEE 96 1457–1486.
- Beeby, S., Tudor, M. & White, N. 2006. Energy harvesting vibration sources for microsystems applications, Meas. Sci. Technol. 17. R175–R195.
- Al-Ashtari, W., Hunstig, M., Hemsel, T. & Sextro, W. 2013. Enhanced energy harvesting using multiple piezoelectric elements: theory and experiments, Sens. Actuators A, in press.
- Meninger, S., Mur-Miranda, J., Amirtharajah, R., Chandrakasan, A. & Lang, J. 2001. *Vibration-To-Electric Energy Conversion*, IEEE Trans. VLSI Syst. 9, 64–76.
- Pérez-Rodríguez, A., Serre, C. Fondevilla, N., Cereceda, C., Morante, J., Esteve, J. & Montserrat, J. *Design of Electromagnetic Inertial Generators for Energy Scavenging Applications*, in: Proc. of Eurosensors XIX, 2005, MC5.