GENERATOR ELEKTROMAGNETIK PENANGKAP GETARAN SEBAGAI SUMBER PENGHASIL ENERGI LISTRIK UNTUK POWERBANK

Ayub Subandi[1] , Roni Ramdani[2]
[1,2]Jurusan Teknik Komputer Unikom, Bandung
[1]ayub.subandi@email.unikom.ac.id, [2]ronir454@gmail.com

ABSTRAK

Energi adalah bagian terpenting dalam kehidupan manusia. Dengan kemajuan teknologi terutama pada bidang elektronik tentunya menyebabkan kebutuhan terhadap energi listrik meningkat. Namun seiring berjalannya waktu energi fosil yang merupakan sumber penghasil listrik semakin berkurang ketersediannya, hal ini disebabkan karena sifat dari energi fosil yang tidak dapat diperbaharui. Untuk mengatasi masalah tersebut penulis mengembangkan sebuah generator, dimana penggerak dari generator ini bersumber dari getaran. Getaran banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari seperti getaran yang dihasilkan oleh kendaraan ketika melewati jalanan bergelombang. Cara kerja dari generator ini berdasarkan konsep induksi elektromagnetik dimana jika sebuah magnet digerakan keluar-masuk pada kumparan maka pada ujung-ujung kumparan tersebut akan menghasilkan beda potensial, yang mana jika kedua ujung kumparan tersebut dihubungkan pada sebuah hambatan akan mengalirkan arus listrik. Dari data hasil pengujian terhadap generator elektromagnetik penangkap getaran sebanyak 34 kali percobaan pada generator ke-1 didapat hasil nilai tegangan dan arus rata-rata sebesar 9,504 volt dan 170,647 mA, dan pada generator ke-2 didapat hasil tegangan dan arus rata-rata sebesar 6,564 volt dan 199,382 mA. Serta nilai arus rata-rata yang dihasilkan dari penggabungan generator ke-1 dan ke-2 secara pararel menghasilkan nilai arus rata-rata sebesar 300,823 mA. Dengan hasil tersebut alat ini dapat dijadikan sebagai alternatif pengganti listrik konvensional

Kata kunci : Induksi Elektromagnetik,Frekuensi Getaran, Tegangan, Arus, dan Medan Magnet.

1. Pendahuluan

Energi adalah bagian terpenting dalam kehidupan manusia. Dimana energi merupakan kemampuan untuk melakukan usaha. Ada banyak jenis energi yang dapat dimanfaatkan oleh manusia terutama energi fosil seperti batu bara, minyak dan gas alam. Namun karena digunakan secara terus-menerus maka ketersediannya mulai berkurang. Untuk itu penulis merancang sebuah generator elektromagnetik penangkap getaran yang diharapkan dapat mengurangi penggunaan energi fosil tersebut.

2. Teori Penunjang

Teori penunjang yang digunakan dalam membangun alat penghasil energi listrik alternatif ini yaitu sebagai berikut.

2.1. Generator

Generator adalah salah satu mesin listrik yang dapat mengubah energi mekenik menjadi energi listrik. Prinsip kerja generator berdasarkan teori induksi elektromagnetik, yaitu dengan mengubah besar dan arah medan magnet yang menembus suatu penghantar sehingga penghantar akan membangkitkan arus listrik.[3]

2.2. Garis Gaya Magnet

Garis gaya yang keluar dan menuju kutub magnet pada setiap titik di sekitar magnet berbeda kerapatannya setiap satuan luas yang ditembus garis gaya magnet tersebut. Kerapatan garis gaya magnet ini disebut fluks magnetik.[4] Dimana fluks magnet dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$\varphi = B.A.\cos\theta \qquad (2.1)$$

Keterangan:

φ = fluks magnetik (weber)

B = induksi magnetik (wb/m^2)

A = luas penampang (m^2)

θ = sudut antara induksi magnet dan normal bidang.

2.3. Pembangkit listrik elektromagnetik.

Induksi elektromagnetik merupakan gejala timbulnya arus listrik yang diakibatkan perubahan fluks magnet di sekitar penghantar. Jadi adanya sebuah penghantar didalam medan

magnet dapat menimbulkan arus atau gaya gerak listrik (GGL) induksi.[3] Adapun persamaan ggl induksi sebagai berikut :

$$\varepsilon_r = 4{,}44.N.\varphi.f.\frac{N_s}{N_{ph}} \qquad (2.2)$$

Dimana N merupakan banyaknya lilitan, φ merupakan fluks magnet, f merupakan frekuensi, Ns merupakan banyaknya kumparan dan Nph merupakan banyaknya sudut phasa.

2.4. Tegangan

Tegangan merupakan perbedaan potensial antara dua titik dalam suatu rangkaian listrik. Tegangan juga dapat disebut gaya gerak listrik (GGL). Gaya gerak listrik ini yang kemudian memindahkan muatan dari satu titik ke titik lain dalam suatu rangkaian listrik. Sehingga terjadilah pergesekan atau aliran muatan yang disebut arus listrik.[1]

2.5. Gerak Harmonik Sederhana

Pegas adalah benda berbentuk spiral yang terbuat dari logam. Pegas sendiri mempunyai sifat elastis. Elastis pada pegas merupakan kemampuan pegas untuk kembali ke bentuk semula setelah gaya yang bekerja dihilangkan. Jika gerak bolak-balik pada pegas ini berlangsung secara periodik dan adanya gaya pemulih yang nilainya sama dengan simpangan namun berlawanan arah, maka dikenal sebagai gerak harmonic sederhana (GHS). Persamaan yang digunakan pada gerak harmonik sederhana yaitu :

$$F_p = K \qquad (2.3)$$

Keterangan:
Fp = gaya pemulihan pegas
K = konstanta pegas
Y = modulus young

2.6. Kawat Email

merupakan kawat tembaga murni yang bagian luarnya dilapisi dengan lumen sebagai isolator dan penahan korosi. Penggunaan kawat email dalam pembuatan motor atau generator mempunyai beberapa keunggulan, antara lain adalah konduktivitas listrik tinggi, tahan korosi, ekspansi panas tinggi, konduktivitas panas tinggi, bisa disolder, dan mudah dipasang.[3] Kawat email mempunyai kemampuan hantar arus (khA) sesuai dengan diameter kawat tersebut, tabel daftar kapasitas hantar arus dari kawat email dapat dilihat seperti pada tabel 1.

No	Diameter Kawat (mm)	Kemampuan Hantar Arus (khA) (Ampere)
1.	0,1	0,016 s/d 0,021
2.	0,2	0,064 s/d 0,094
3.	0,3	0,141 s/d 0,212
4.	0,4	0,251 s/d 0,377
5.	0,5	0,390 s/d 0,588
6.	0,6	0,566 s/d 0,849
7.	0,7	0,770 s/d 1,160
8.	0,8	1,010 s/d 1,510
9.	0,9	1,270 s/d 1,910
10.	1,0	1,570 s/d 2,360
11.	1,5	3,530 s/d 5,300
12.	2,0	6,280 s/d 9,420

Tabel 1 Kemampuan hantar arus kawat email

3. Perancangan

Perancangan yang dilakukan terdiri dari perancangan mekanik, perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

3.1. Perancangan Mekanik

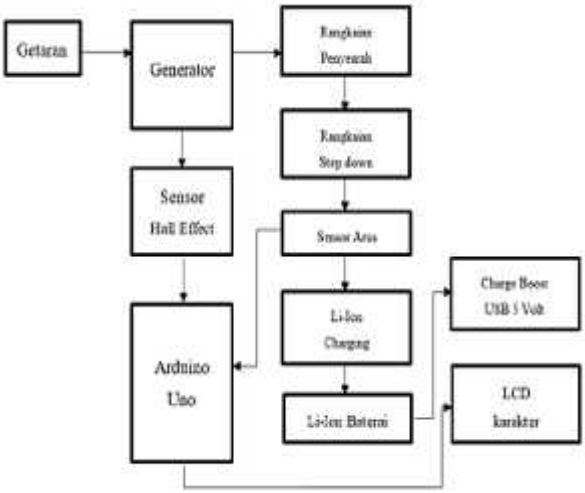
Perancangan mekanik terdiri dari 3 bagian besar yaitu, perancangan mekanik rotor, stator, dan pemonitoring, adapun rancangan mekanik secara keseluruhan seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Desain keseluruhan generator elektromagnetik

3.2. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras **y**ang akan dirancang ditunjukkan seperti pada Gambar 2.

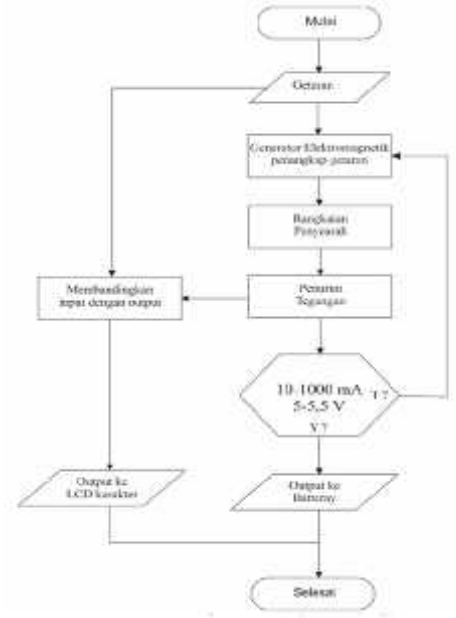


Gambar 2. Diagram blok sistem

Perancangan perangkat keras terdiri dari pemilihan komponen-komponen mikrokontroler, sensor-sensor, material, dan perancangan desain generator elektromagnetik penangkap getaran.

3.3. Perancangan perangkat lunak

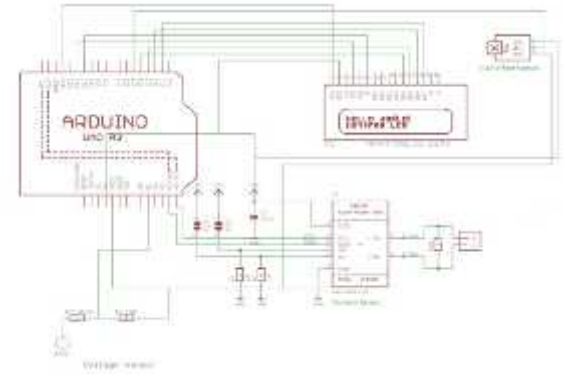
Perancangan perangkat lunak merupakan hal yang penting dalam proses monitoring atau mengetahui antara tegangan yang dihasilkan dengan frekuensi getaran yang diterima. Perancangan perangkat lunak tersebut dituliskan pada sebuah arduino studio dengan bahasa C/C++ kemudian disimpan pada mikrokontroler *arduino uno*. Adapun diagram alir dari perancangan perangkat lunak seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir

3.4. Rancangan Monitoring

Rangkaian monitoring adalah rangkaian yang berfungsi untuk memonitoring sekaligus membandingkan antara getaran yang diterima dengan energi listrik yang dihasilkan. Gambar rangkaian skema pemantauan seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian monitoring

Dari gambar 4 di atas dapat dilihat output dari sensor *hall effect* masuk ke pin D5 pada *arduino uno,* sensor *hall effect* ini adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi medan magnet. Perubahan medan magnet secara terus menerus menyebabkan timbulnya pulsa yang kemudian dapat diketahui frekuensinya. Frekuensi inilah yang nantinya dibandingkan antara getaran yang diterima oleh generator elektromagnetik dalam satuan herzt (Hz) dengan energi listrik yang dihasilkan.

4. HASIL PENGUJIAN

Hasil dari pengujian generator elektromagnetik penangkap getaran ini dapat dilihat pada data dibawah ini :

Hubungan Frekuensi dan Massa Benda



Gambar 5. Hubungan frekuensi dengan massa benda

Dari gambar grafik 5 di atas, dapat dilihat baik nilai frekuensi hasil pengukuran dan perhitungan pada lima sampel awal percobaan

yang dimasukan ke dalam grafik menunjukkan hubungan yang cukup signifikan antara massa dengan frekuensi, dimana dari grafik di atas pada frekuensi hasil perhitungan semakin besar massa maka nilai frekuensi semakin kecil. Hal ini menunjukkan bahwa massa berbanding terbalik dengan frekuensi.

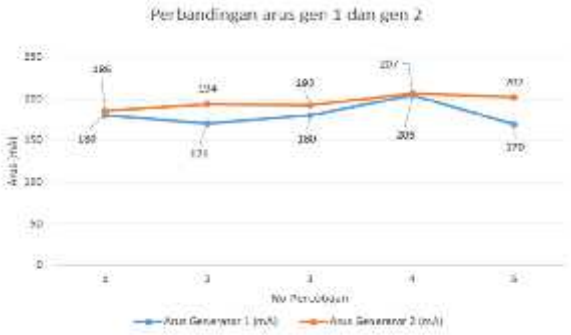
Hubungan Frekuensi dan Tegangan



Gambar 6. Hubungan frekuensi dan tegangan

Dari data yang terdapat pada gambar 6 di atas, dapat dilihat bahwa pada saat nilai frekuensi getaran sebesar 2,78 Hz dengan fluks magnetik 1.94 x 10^{-4} menghasilkan tegangan sebesar 11,97 volt, kemudian pada saat nilai frekuensi getaran sebesar 2,68 dengan nilai fluks magnetik 1,94 x 10^{-4} menghasilkan tegangan sebesar 11,54 volt. Hal ini menunjukan bahwa semakin besar nilai frekuensi getaran yang diterima oleh generator elektromagnetik penangkap getaran semakin besar pula tegangan yang dihasilkan, begitupun sebaliknya semakin kecil nilai frekuensi yang diterima maka semakin kecil pula tegangan yang dihasilkan.

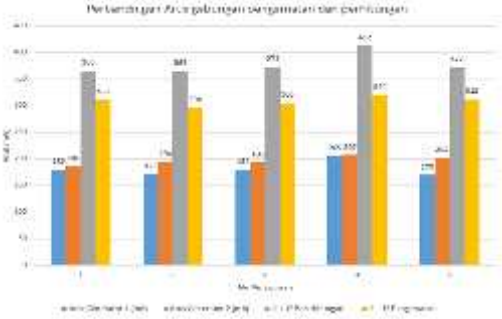
Perbandingan Arus Generator ke-1 dan ke-2



Gambar 7. Perbandingan Arus

Seperti pada data grafik 7 di atas, dapat dilihat bahwa pada percobaan pengambilan data pertama pada generator pertama dengan nilai frekuensi getaran 2,74 Hz menghasilkan nilai arus sebesar 180 mA dan untuk generator kedua dengan nilai frekuensi getaran sebesar 2,63 Hz menghasilkan nilai arus sebesar 186. Dari data tersebut, arus yang dihasilkan oleh generator ke dua hampir selalu lebih besar dibanding dengan arus yang dihasilkan oleh generator pertama.

Perbandingan Arus Gabungan Generator ke-1 dan ke-2



Gambar 8. Arus gabungan generator ke-1 dan ke-2

Dengan menggabungkan generator elektromagnetik penangkap getaran pertama dan ke dua secara pararel maka didapatkan peningkatan arus yang cukup signifikan. Hal tersebut telah sesuai dengan konsep yaitu untuk menaikan nilai arus maka perlu dilakukan penggabungan generator secara pararel. Tetapi dengan metode penggabungan secara pararel nilai tegangan yang dihasilkan tidak akan bertambah, dengan menggunakan rumus $I_1 + I_2 = I_3$, dimana pada percobaan pertama arus perhitungan yang dihasilkan generator ke satu di tambah arus yang dihasilkan generator ke dua yaitu sebesar 366 mA dan arus pengamatan sebesar 311 mA. Dari hasil tersebut terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara arus perhitungan dengan arus pengamatan, hal ini dapat disebabkan terjadinya penurunan arus ketika melewati beberapa komponen lainnya seperti dioda, rangkaiain penurun tegangan, dan sensor arus, karena komponen-komponen tersebut didalamnya memiliki hambatan meskipun kecil tetapi karena generator penangkap getaran ini hanya dapat menghasilkan tegangan maupun arus yang terbatas maka efeknya akan sangat terasa.

Pengisian Powerbank

Tabel 2. Kapasitas powerbank

NO	Spesifikasi Powerbank	Nilai
1	Kapasitas Arus	2,6 Ah

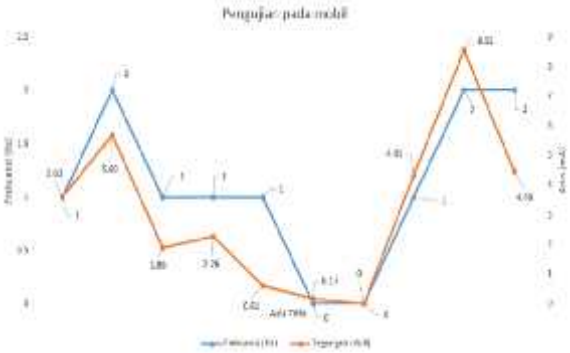
NO	Spesifikasi Powerbank	Nilai
2	Tegangan Output	3,7 Volt

Dari data tabel 2 di atas dapat diketahui lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses pengisian daya pada powerbank dari kosong samapai penuh dengan menggunakan persamaan lama waktu pengisian (LWP) = $\frac{K \quad B}{A \quad P}$ sebagai berikut :

$$L = \frac{K \quad B}{A \quad P}$$
$$= \frac{2{,}6\ Ah}{0{,}3\ A}$$
$$= 8{,}6\ Ja$$

Dengan nilai rata-rat arus yang dihasilkan oleh generator sebesar 0,3 amper maka dibutuhkan waktu selama 8,6 jam untuk melakukan proses pengisian daya pada sebuah powerbank dengan kapasitas 2600 mAh dari kosong sampai terisi penuh.

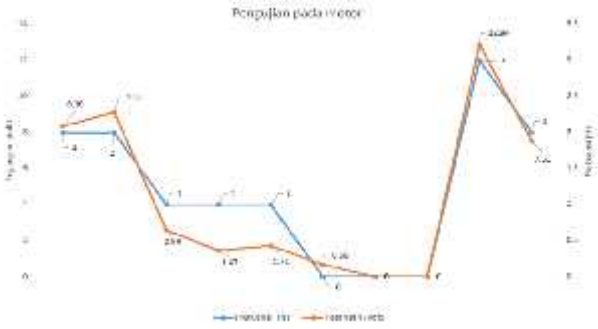
Pengujian Pada Mobil



Gambar 12. Pengujian pada mobil

Dari data grafik 12 di atas pada percobaan pertama sampai ke tiga ketika mobil melewati jalanan bergelombang, frekuensi getaran yang diterima saat memasuki jalan bergelombang menghasilkan frekuensi getaran sebesar 1 Hz dan tegangan sebesar 3,62 volt, ketika mobil melaju di jalan bergelombang menghasilkan frekuensi getaran sebesar 2 Hz dan tegangan sebesar 5,69 volt. Pada saat kendaraan keluar dari jalan bergelombang frekuensi getaran yang dihasilkan turun menjadi 1 Hz dan nilai tegangan yang dihasilkan sebesar 1,88 volt. Sedangkan ketika mobil berjalan di jalanan normal generator penangkap getaran ini tidak dapat menangkap frekuensi getaran yang dihasilkan dengan begitu generator ini tidak dapat menghasilkan tegangan.

Pengujian Pada Motor



Gambar 13. Pengujian pada motor

Dari data grafik 13 di atas secara konsep Hasil dari pengujian pada motor hampir menyerupai hasil dari pengujian pada mobil. Dari data percobaan pertama sampai ke tiga ketika motor melewati jalanan bergelombang, frekuensi getaran yang diterima saat memasuki jalan bergelombang sebesar 2 Hz dan tegangan sebesar 8,36 volt, ketika motor melaju di jalan bergelombang diterima frekuensi getaran sebesar 2 Hz dan tegangan sebesar 9.11 volt. Pada saat kendaraan keluar dari jalan bergelombang frekuensi getaran yang diterima turun menjadi 1 Hz dan nilai tegangan yang dihasilkan sebesar 2,59 volt.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan perancangan sistem hingga pengujian yang telah dilakukan serta hasil pengujian dan analisa perangkat keras yang telah dibangun dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem yang dirancang pada alat telah berfungsi, dapat dilihat pada data pengujian tabel 4.18, bahwa tegangan serta arus yang dihasilkan oleh generator penangkap getaran ini telah sesuai dengan tujuan serta spesifikasi awal yaitu, nilai tegangan 5,5 volt dan menghasilkan arus rata-rata sebesar 0,3 A. Dan semua bagian alat baik perangkat keras maupun perangkat lunak berfungsi sesuai dengan sistem yang dirancang.
2. Dengan nilai arus rata-rata sebesar 0,3 A, dan kapasitas powerbank 2,6 Ah, maka dibutuhkan waktu selama 8,6 jam untuk mengisi daya powerbank tersebut dari kosong sampai penuh.

3. Seperti hasil percobaan yang terdapat pada tabel 4.21 bahwa dengan frekuensi getaran sebesar 1 Hz dapat menghasilkan tegangan sebesar 1-5,39 Volt, kemudian dengan frekuensi getaran sebesar 2 Hz dapat menghasilkan tegangan sebesar 7-14,16
4. Rangkaian monitoring telah berfungsi, rangkaian monitoring tersebut dapat menampilkan tegangan, arus, serta frekuensi getaran.

Adapun saran dari penulis adalah sebagai berikut :

1. Mengembangkan arsitektur rotor serta stator pada generator penangkap getaran ini sehingga saat frkuensi getaran yang diterima kecil sekalipun dapat menggerakan rotor secara konstan.
2. Mengembangkan posisi rotor stator sehingga efek perubahan fluks magnetiknya lebih maksimal.
3. Dapat menambahkan jumlah kumparan maupun jumlah lilitan sehingga arus dan tegangan yang dihasilkan lebih besar.
4. Dapat mengembangkan penggunaan jenis magnet sehingga diharapkan dapat menghasilkan tegangan serta arus lebih besar.
5. Penyimpanan data masih bisa dikembangkan dengan cara menyimpan data disimpan pada data base untuk mempermudah pengambilan data.
6. Pengambilan data bisa dikembangkan dengan menghubungkannya ke aplikasi android maupun web server.

6. DAFTAR PUSTAKA

[1]. Anonim, *Elektronika Dasar Ebook PDF*, diakses pada tanggal 4 Desember 2016, dari world wide web: http://belajarelektronika.net/elektronika-dasar-pdf/.

[2]. Gatut, Y., Endarko., 2007, *FISIKA*, Departemen Pendidikan Nasional Biro Perencanaan dan Kerjasama Luar Negri, JAKARTA.

[3]. Dede, S., Didik, N., Mustofa., 2016, Perancangan Pembangkit Listrik Menggunakan Generator Magnet Permanen Dengan Motor DC Sebagai Prime Mover, *Jurnal Teknik Elektro*, 1-9.

[4]. Yusrianto., *Magnetisme induksi elektromagnetik*, Gunadarma.

[5]. Syahrial, Waluyo, 2016, Prancangan Generator Magnet Permanen Dengan Arah Fluks Aksial Untuk Aplikasi Pembangkit Listrik, *Jurnal Reka Elkomika*, **4(2)**:93-108.