

Analisis Efisiensi pada Generator Inverter Hemat Energi Listrik untuk Daerah Terpencil

Riza Muharni^{1*}, Aggrivina Dwiharzandis², Dychthia Septi Kesuma³

*Email corresponding author: rizamuharni12@gmail.com

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi Sumatera Barat, 26131

Article history: Received: 10 Agustus 2024 | Revised: 3 November 2024 | Accepted: 9 November 2024

Abstract. *The need for electrical energy makes humans look for alternatives to meet the needs of electrical energy, one of which is by designing generators as alternative energy for remote areas that cannot be reached by the network from PLN. From the above problems, researchers try to analyze the efficiency of energy-saving inverter generators for remote areas. In order for the rotation of the generator to be stable and not experience overload, a flywheel is used, where to help this flywheel a DC motor is added which functions so that the flywheel does not experience a decrease in rotation when the generator experiences a peak load. The purpose of this research is to analyze the efficiency of inverter generators to meet the electrical energy needs of remote communities at affordable prices and environmentally friendly. The result is that the efficiency of the inverter generator is 92.41% in stable conditions and can be used as a substitute for electrical energy for remote areas that have not been reached by PLN electricity.*

Keywords - author guidelines; *Electrical Energy, Flywheel, Inverter Generator, DC Motor*

Abstrak. *Kebutuhan akan energi listrik membuat manusia mencari alternatif untuk memenuhi kebutuhan energi listrik, salah satunya dengan merancang generator sebagai energi alternatif untuk daerah terpencil yang tidak dapat terjangkau jaringan dari PLN. Dari permasalahan di atas, peneliti mencoba menganalisis efisiensi pada generator inverter hemat energi listrik untuk daerah terpencil. Agar putaran pada generator stabil dan tidak mengalami beban lebih digunakan flywheel, di mana untuk membantu flywheel ini ditambah motor DC yang berfungsi agar flywheel tidak mengalami penurunan putaran saat generator mengalami beban puncak. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis efisiensi generator inverter untuk dapat memenuhi kebutuhan energi listrik masyarakat daerah terpencil dengan harga terjangkau dan ramah lingkungan. Hasilnya efisiensi generator inverter adalah 92,41% dalam kondisi stabil dan dapat digunakan sebagai pengganti energi listrik untuk daerah terpencil yang belum terjangkau aliran listrik PLN.*

Kata Kunci - petunjuk penulis; *Energi Listrik, Flywheel, Generator Inverter, Motor DC*

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan kebutuhan primer bagi dunia perkantoran, pertokoan, industri dan rumah tangga [1][2]. Kebutuhan listrik menjadi hal penting bagi masyarakat yang hingga saat ini belum mencukupi. Krisis energi membuat manusia berusaha mencari sumber energi alternatif yang memberikan dampak minim terhadap lingkungan [3]. Generator merupakan salah satu energi alternatif yang digunakan untuk persediaan energi listrik daerah terpencil dengan jumlah penduduk sedikit dan sulit di jangkau jaringan listrik dari PLN [3][2]. Penelitian sebelumnya menganalisa generator AC menjadi overunity machine menggunakan motor listrik DC dalam 300 detik menghasilkan lebih besar dari daya yang dibutuhkan [4]. Penelitian lainnya menggunakan DC-AC converter sebagai alternatif pengganti genset untuk mensuplay beban listrik saat terjadi pemadaman listrik, hasilnya constinuos load dan intermitten load lebih murah dibandingkan genset, noise kecil, vibrasi tidak ada dan penempatannya lebih fleksibel [5]. Dari permasalahan di atas, peneliti mencoba menganalisa efisiensi generator inverter sebagai energi alternatif untuk daerah terpencil yang tidak terjangkau oleh jaringan PLN. Untuk menstabilkan putaran pada generator yang mengalami beban lebih digunakan flywheel dan untuk membantu flywheel ini ditambah motor DC agar flywheel tidak mengalami penurunan putaran saat generator mengalami beban puncak [1]. Tujuan dari penelitian ini untuk memenuhi kebutuhan energi listrik masyarakat daerah terpencil dengan harga terjangkau dan ramah lingkungan.

Generator

Generator merupakan alat yang dapat mengubah energi mekanis menjadi energi listrik [6]. Menurut hukum kekekalan energi adalah energi tidak dapat diciptakan dan dimusnahkan tetapi dapat diubah ke bentuk yang lain seperti energi listrik dari energi mekanik (gerak) diubah menjadi energi listrik [7]. Berdasarkan hukum faraday yaitu

seutas kawat atau kumparan konduktor berada dalam medan magnet yang berubah-ubah terhadap waktu menimbulkan tegangan atau gaya gerak listrik induksi [3][7][8].

Generator terdiri dari dua bagian utama yaitu stator dan rotor. Stator adalah bagian yang diam mengeluarkan tegangan bolak-balik sedang rotor adalah bagian yang bergerak menghasilkan medan magnet [9]. Ada dua jenis generator yaitu 1 fasa dan 3 fasa di mana 1 fasa terdiri dari 1 kumpulan kumparan sedangkan 3 fasa terdiri dari 3 kumpulan kumparan [10].

Perbedaan generator AC dan DC yaitu [10][11]:

1. Generator AC

Merupakan generator bolak – balik yang memiliki brush (sikat) yang berfungsi untuk menyalurkan arus listrik keluar, slip ring berfungsi untuk menyalurkan arus listrik ke brush, magnet sebagai penghasil listrik jika coil berputar, coil (kumparan) sebagai penyalur arus listrik.

2. Generator DC

Merupakan generator searah, tidak memiliki slip ring melainkan dua buah brush yang terletak di bagian kiri dan kanan kumparan.

Flywheel

Flywheel merupakan salah satu alat untuk menyimpan energi yang efisien untuk krisis sumber energi, di mana flywheel memperoleh energi kinetik dalam bentuk inersia putar dan melepaskan energi ketika dibutuhkan [12]. Flywheel berfungsi untuk menstabilkan putaran pada generator listrik yang mengalami beban lebih sehingga pembangkit listrik tidak mengalami penurunan putaran saat terjadi beban berlebih pada generator listrik [1].

Flywheel berbentuk piringan dengan berat yang dapat menahan perubahan kecepatan yang drastis sehingga gerak putaran poros mesin menjadi stabil. Flywheel memiliki kelebihan yaitu kepadatan energi ratusan kali lebih banyak dibandingkan baterai [13] dan dapat menyimpan serta melepaskan energi lebih cepat dibandingkan baterai [1]. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi flywheel yaitu material, geometri dan panjang dari flywheel [12].

Beberapa penelitian tentang generator hemat listrik yang menggunakan flywheel telah banyak dilakukan diantaranya dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini:

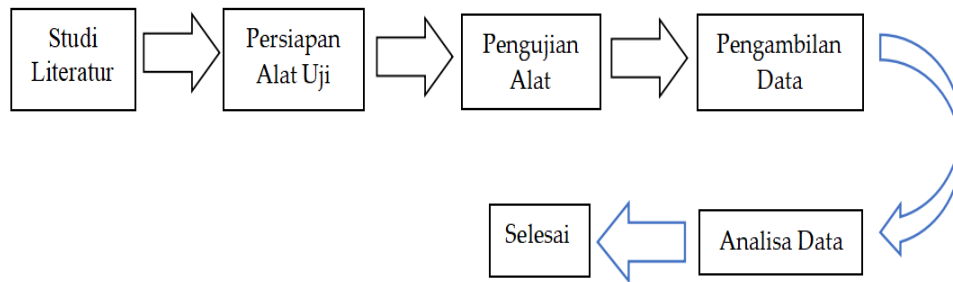
Tabel 1. Beberapa penelitian generator listrik menggunakan flywheel

No	Judul	Peneliti	Metode	Variabel
1.	Analisis Pembangkit Listrik Berbasis Flywheel [14].	Jumadi Tangko et al, 2019	Eksperimen	Energi, daya dan efisiensi
2.	Perencanaan Pembangkit Listrik Berbasis Flywheel Ganda [15] .	Muh. Aksan Jaya et al, 2022	Eksperimen	Daya, kecepatan sudut dan putaran
3.	Perancangan Pembangkit Listrik Alternatif Dengan Memanfaatkan Flywheel Sebagai Penyimpan Energi Berdaya 1000 Watt [16].	Ruslim et al, 2021	Eksperimen	Putaran dan efisiensi
4.	Rancang Bangun Mesin Pembangkit Listrik Tanpa BBM Berkapasitas 3000 Watt Dengan Memanfaatkan Putaran Flywheel [11].	Razali et al, 2017	Eksperimen	Momen inersia
5.	Flywheel Generator [17].	Pratitis Yuniarsih et al, 2017	Eksperimen	Daya
6.	Sistem Pengendalian Generator DC Eksitasi Terpisah Menggunakan Programmable Logic Controller [18].	David et al, 2021	Eksperimen	Efisiensi

METODE

Metoda yang digunakan pada penelitian ini adalah metoda kuantitatif (eksperimen laboratorium). Penelitian ini memiliki 2 variabel yaitu:

1. Variabel dependen adalah variabel yang bergantung pada variabel lainnya. Variabel dependen pada penelitian ini adalah putaran pully dan flywheel.
2. Variabel independen adalah variabel yang tidak bergantung pada variabel lainnya. Variabel independen pada penelitian ini adalah beban, arus dan tegangan.

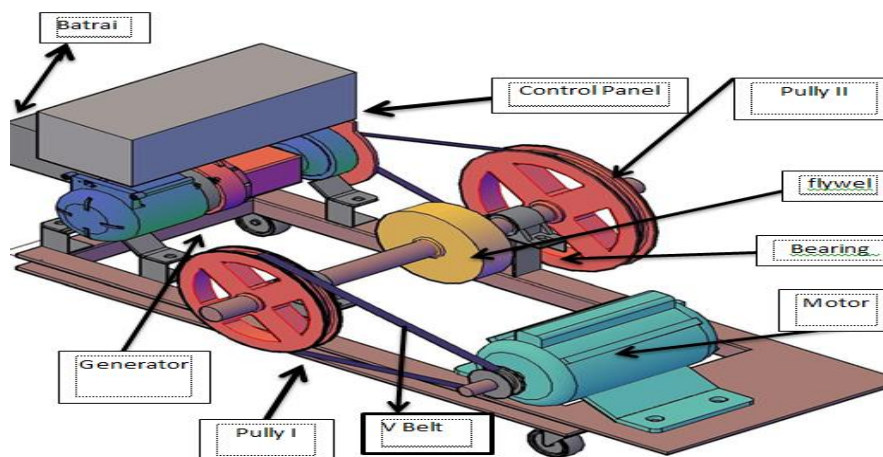


Gambar 1. Diagram alir penelitian

Pada Gambar 1 dapat di lihat diagram alir dari penelitian dimulai dengan pencarian literatur yang berhubungan dengan penelitian melalui buku, jurnal dan internet. Kemudian mempersiapkan alat dan setting alat untuk memastikan generator inverter bekerja secara normal, setelah itu di operasikan dan pengambilan data. Pengamatan dilakukan dengan mengukur tegangan arus menggunakan voltmeter, mengukur kuat arus dengan menggunakan ampermeter dan mengukur kecepatan putaran poros menggunakan tachometer.

Prosedur pengujian sebagai berikut:

- Persiapan dan pemeriksaan alat uji
- Menghidupkan mesin uji.
- Memastikan alat uji generator inverter (Gambar 2) bekerja secara baik dan biarkan kondisi sistem *steady state* ± 15 menit.
- Melakukan percobaan dengan mengambil data pengujian sebanyak 4 kali dengan variasi arus dan tegangan
- Hasil data yang diambil di kelompokkan ke dalam tabel-tabel agar mudah di analisa.
- Langkah terakhir adalah mematikan mesin dan merapikan peralatan-peralatan yang digunakan selama proses pengambilan data pengujian.



Gambar 2. Alat uji generator inverter

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya

Daya diperlukan untuk menganalisa efisiensi dari setiap massa flywheel yang berputar dalam kondisi konstan. Daya inverter merupakan piranti yang dapat mengkonversikan energi listrik dari AC ke DC. Sumber input inverter dapat menggunakan baterai [19].

Pada Tabel 2 dapat di lihat spesifikasi data alat uji untuk generator inverter yang terdiri dari motor penggerak dan generator inverter.

Tabel 2. Spesifikasi generator inverter

No	Uraian	Satuan
1.	Motor	
	Merk	Shark
	Daya	200 W
	Output	1/4 Hp
	Input	220 V
	Kecepatan	2800 rpm
	Tegangan	220 V
	Berat	3 kg
2.	Generator Inverter	
	Merk	Mitsuyama
	Kapasitas	3000 W
		220 V
		50 Hz
	Input	12 V
	Output	220 V
		3000 W
	Berat	3 Kg

Flywheel

Flywheel generator merupakan solusi alternatif untuk mencukupi ketersediaan energi listrik yang dikenal dengan free energy yaitu metode pemanfaatan energi tanpa menggunakan bahan bakar. Tujuan pemanfaatan flywheel adalah sebagai penyimpan energi cadangan dan dapat menghemat penggunaan sumber daya listrik [3].

Tabel 3. Spesifikasi pulley

No	Uraian	Satuan
1.	Pulley Motor	
	Merk	Holder
	Diamter Luar	5 inchi
	Diamter As	1,2 cm
	Berat	300 gr
	Type	A
2.	Pulley 1	
	Merk	Holder
	Diamter Luar	10 inchi
	Diamter As	1 inchi
	Berat	500 gr
	Type	B
3.	Pulley 2	
	Merk	Tekiro
	Diamter Luar	12 inchi
	Diamter As	1 inchi
	Berat	550 gr
	Type	B
4.	Pulley Generator	
	Merk	Tekiro
	Diamter Luar	3 inchi
	Diamter As	1 ivhi
	Type	A

Pada Tabel 3 dapat di lihat spesifikasi data alat uji untuk pulley yang terdiri dari pulley motor, pulley 1, pulley 2 dan pulley generator.

Eisiensi

Efisiensi generator merupakan perbandingan antara keluaran dan masukan generator di mana semakin tinggi efisiensi generator maka semakin bagus daya yang dihasilkan [18][20].

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

P_{out} = daya awal generator (daya mekanik)

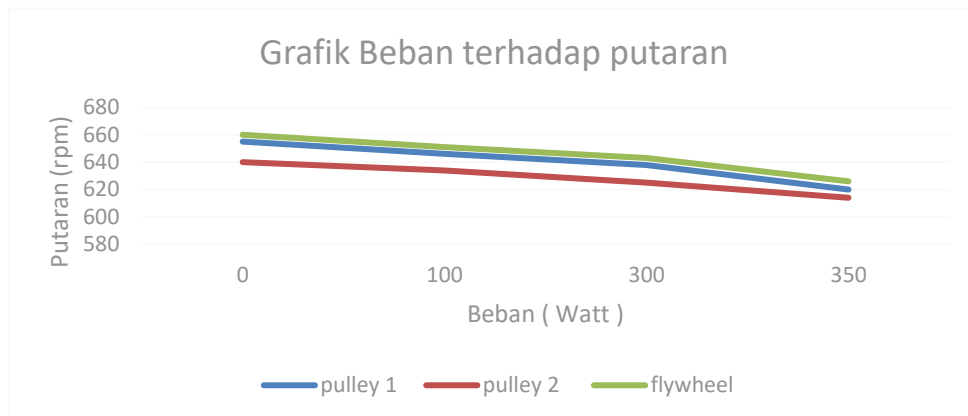
P_{in} = daya keluar generator

Adapun data pengujian generator inverter dapat di lihat pada Tabel 4 di bawah ini:

Tabel 4. Data pengujian generator inverter

No	Beban (W)	Putaran (rpm)		
		Pulley 1	Pulley 2	Flywheel
1.	0	655	640	660
2.	100	646	634	651
3.	300	638	625	643
4.	350	620	614	626

Dari Tabel 4 di atas dapat di lihat bahwa semakin besar beban maka semakin kecil putaran yang dihasilkan. Hal ini dapat di lihat pada Gambar 3 di bawah ini:



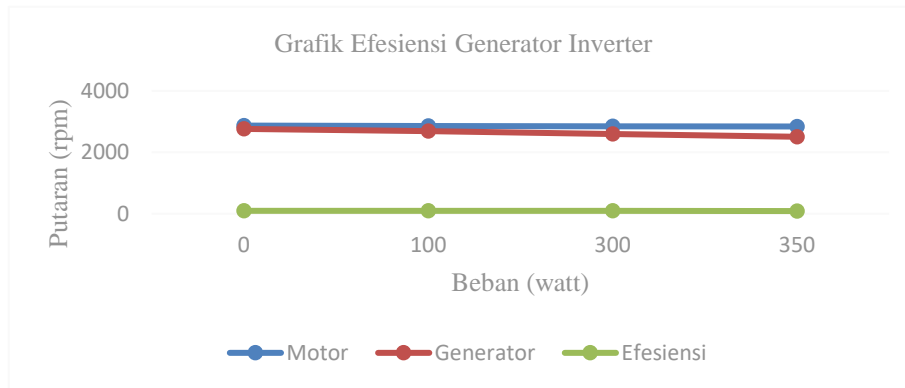
Gambar 3. Grafik beban terhadap putaran

Adapun data pengujian generator inverter dapat di lihat pada Tabel 5 di bawah ini:

Tabel 5. Data pengujian generator inverter

No	Beban (W)	Putaran (rpm)		Efisiensi (%)
		Motor	Generator	
1.	0	2870	2761	96,20
2.	100	2860	2694	94,20
3.	300	2850	2594	91,00
4.	350	2840	2506	88,24
Jumlah rata - rata				92,41

Dari Tabel 5 di atas dapat di lihat bahwa nilai rata - rata efisiensi generator inverter adalah 92,41 % hal ini menunjukkan bahwa semakin besar beban maka semakin kecil efisiensi yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan Aditya et al, 2023 [20] di mana suatu sistem dikatakan ideal apabila memiliki efisiensi yang tinggi. Hal ini dapat di lihat pada Gambar 4 berikut ini:



Gambar 4. Grafik efisiensi generator Inverter

Pada Gambar 4 dapat di lihat bahwa grafik yang di hasilkan efisiensi dalam kondisi stabil. Hal ini sesuai dengan Davit et al, 2021 [18] di mana semakin tinggi efisiensi generator semakin bagus karena perbandingan daya masuk hampir sama dengan daya keluar.

KESIMPULAN

Generator inverter ini terdiri dari motor penggerak, flywheel dan generator untuk menghasilkan tegangan listrik sebagai daya (akumulator) dan mengoperasikan beberapa alat elektronik rumah tangga. Hasilnya efisiensi generator inverter adalah 92,41% dalam kondisi stabil dan dapat digunakan sebagai pengganti energi listrik untuk daerah yang belum terjangkau aliran listrik PLN.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada LPPM Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat yang telah mendanai Penelitian ini dengan No. SK kontrak 04/LPPM.UMSB/K.P-HBI/08/2023.

REFERENSI

- [1] M. A. Rokhim and I. Alfi, "Rancang Bangun Generator Listrik Overunity Dengan Memanfaatkan Energi Yang Tersimpan Pada Flywheel (Roda Gila)," *TeknoSAINS*, 2019, [Online]. Available: <http://eprints.uty.ac.id/3353/>
- [2] Annisa Ayu Soraya, "Rancang Bangun Generator Set Sebagai Alternatif Genset Pada Pembangkit Listrik Energi Listrik," Skripsi Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, 2018
- [3] N. Priyaningsih, "Analisis Efisiensi Generator Pada Wind Turbine," *J. Edukasi Elektro*, vol. 1, no. 2, pp. 157–168, 2017, doi: 10.21831/jee.v1i2.17420.
- [4] A. Sakura, A. Supriyanto, and A. Surtoto, "Rancang Bangun Generator Sebagai Sumber Energi Listrik Nanohidro," *Univ. Lampung*, vol. 05, no. 02, pp. 129–134, 2017.
- [5] Prayuda exa aditama et al, "Analisa Modifikasi Generator AC Menjadi Overunity Machine Menggunakan Motor Listrik DC Dalam 300 detik," vol. 01, no. 12, 2017.
- [6] A. Simanjuntak and J. Louhenapessy, "Penggunaan DC-AC Converter Sebagai Alternatif Pengganti Genset Untuk Mensuplai Beban Listrik Saat Terjadi Pemadaman Listrik," *ALE Proceeding*, vol. 1, no. April, pp. 96–101, 2021, doi: 10.30598/ale.1.2018.96-101.
- [7] Y. Dwi Setyo Pambudi, S. Rokhmanila, and A. Septian MN, "Rancang Bangun Generator Magnet Permanen Dan Generator Induksi Pada Sistem Pltmh," *Epic J. Electr. Power Instrum. Control*, vol. 3, no. 1, p. 45, 2020, doi: 10.32493/epic.v3i1.3728.
- [8] R. R. Al Hakim, "Model Energi Indonesia, Tinjauan Potensi Energy Terbarukan Untuk Ketahanan Energi Di Indonesia: Literatur Review," *J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2020.
- [9] M. Irsan, "Rancang Bangun Generator Listrik Bebas Bahan Bakar Dengan Menggunakan Konsep Momen Inersia," pp. 9–20, 2020.
- [10] A. Suryadi, E. A. Nugroho, and P. T. Asmoro, "Rancang Bangun Speed Bump Sebagai Pembangkit Listrik Energi Alternatif," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 1, pp. 307–312, 2020, doi: 10.24176/simet.v11i1.4180.
- [11] M. Junaidi, D. Notosudjono, E. Wismiana, and M. Universal, "Perancangan Generator Dc Dengan

- Penggerak Mula Motor Ac,” *Tek. Elektro*, pp. 1–11, 2020.
- [12] J. Chanos, “Rancang Bangun Prototipe Generator Bebas Energi Menggunakan Flywheel,” vol. 19, no. 1, pp. 135–142, 2021.
- [13] H. Prasetijo, Ropiudin, and B. Dharmawan, “Generator Magnet Permanen Sebagai Pembangkit Listrik Putaran Rendah,” *J. Din. Rekayasa*, vol. 8, no. 2, pp. 70–77, 2012.
- [14] J. Tangko, “Analisa Pembangkit Listrik Berbasis Flywheel,” *J. Sinergi*, Vol. 17, No. 1, 2019.
- [15] M. Aksan Jaya, “Perencanaan Pembangkit Listrik Berbasis Flywheel Ganda,” *J. Mekanova*, vol. 8, no.1, 2022.
- [16] Ruslim, “Perancangan Pembangkit Listrik Alternatif Dengan Memanfaatkan Flywheel Sebagai Penyimpan Energi Berdaya 1000 Watt,” *J. Sinergi*, vol. 19, no. 2, 2021.
- [17] P. Yuni Arsih, “Flywheel Generator,” *Tek. Elektro*, pp. 1–11, 2017.
- [18] D. Setiawan, “Sistem Pengendalian Generator DC Eksitasi Terpisah Menggunakan Programmable Logic Controller” *J. Teknik*, vol. 15, no. 1, 2021.
- [19] Sumarna, “Pelatihan Penerapan Magnetic Generator Sebagai Sumber Energi Alternatif Bagi Masyarakat Kelurahan Giritontro, Kabupaten Wonogiri,” *J. Pengabdian Masyarakat MIPA dan Pendidikan MIPA*, vol 1, no. 2, 2017.
- [20] M. Adithya Nugraha, D. Budhi Santoso “Analisa Besar Efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu,” *J. Teknovasi*, vol 10, no. 2 2023.

Halaman ini sengaja dikosongkan
(This page is intentionally left blank)