

RANCANG BANGUN GENSET PORTABEL DENGAN PENGGERAK TURBIN AIR

Muhammad Rois Aziz; Ir. Pratomo Budi Santosa, M.T
Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Semakin berkembangnya teknologi dan perindustrian serta pertumbuhan penduduk yang pesat membuat kebutuhan listrik terus meningkat. Sebagian besar kegiatan manusia pada saat ini menggunakan energi listrik. Sampai sekarang energi fosil masih dijadikan sebagai sumber energi dari sebuah pembangkit listrik untuk menghasilkan energi listrik. Salah satu pembangkit listrik yang sering dijadikan alternatif oleh masyarakat adalah generator set (genset). Generator merupakan alat yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan oleh generator dapat berupa Listrik AC (listrik bolak-balik) maupun DC (listrik searah). Dalam penelitian ini menggunakan jenis generator sinkron magnet permanen. Peneliti memanfaatkan alternator sepeda motor sebagai generator, dengan mengubah belitan pada stator standarnya untuk meningkatkan hasil outputnya. Dengan memanfaatkan sumber energi mekanik yang berasal dari aliran air dan bantuan turbin untuk memutar generator. Untuk mengolah output yang dihasilkan oleh generator agar mampu mencukupi kebutuhan beban, peneliti menambahkan beberapa komponen pendukung seperti dioda kiprok, buck converter, SCC (Solar Charger Controller), dan Inverter. Penggunaan generator pada alat ini dapat membantu meningkatkan daya baterai sebagai input inverter dalam menyuplai beban. Genset portable ini bisa menjadi cadangan energi listrik untuk menyuplai beban ringan pada rumah.

Kata kunci : alternator, Genset, Inverter, Pembangkit Listrik, Turbin.

Abstract

The increasing development of technology and industry as well as rapid population growth mean that electricity demand continues to increase. Most human activities today use electrical energy. Until now, fossil energy is still used as an energy source for power plants to produce electrical energy. One power generator that is often used as an alternative by the public is a generator set. A generator is a device that can convert mechanical energy into electrical energy. The electrical energy produced by a generator can be AC (alternating electricity) or DC (unidirectional electricity). In this research, a type of permanent magnet synchronous generator was used. Researchers used a motorbike alternator as a generator, by changing the windings on the standard stator to increase its output. By utilizing mechanical energy sources that come from water flow and the help of turbines to rotate generators. To process the output produced by the generator so that it is able to meet load requirements, researchers added several supporting components such as kiprok diodes, buck converters, SCC (Solar Charger Controller), and Inverters. The test results of the generator output power ranged from 4 to 8 watts. The power efficiency produced by the tool when the battery alone is working is around 80%. The generator is able to provide additional power and the equipment's power efficiency increases to 90%. This portable generator can be a backup electrical energy to supply light loads to the house.

Keywords : alternator, generator, inverter, power plant, turbine.

1. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk serta semakin majunya teknologi industri yang sangat pesat membuat kebutuhan energi listrik terus bertambah. Energi listrik menjadi peran penting dalam kehidupan masyarakat dan sudah menjadi kebutuhan utama. Sampai saat ini sumber utama energi yang digunakan dalam proses pembangkitan energi listrik masih berupa energi fosil. Sehingga membuat ketersediaan sumber energi akan terus berkurang dan mengakibatkan kelangkaan. (Krisdiantoro et al., 2021).

Untuk mencukupi kebutuhan listrik tersebut selain listrik konvensional dari PLN, sumber listrik dapat diperoleh dengan menggunakan pembangkit listrik. Salah satu pembangkit yang sering dijadikan alternatif masyarakat adalah genset. Generator adalah alat yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik, sedangkan genset adalah sebuah mesin listrik yang terdiri atas sebuah generator dan motor penggerak generator (Helwig et al., n.d.).

Generator merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengubah tenaga mekanik menjadi energi listrik. Tenaga mekanik yang digunakan dapat bersumber dari air, angin, dan uap. Energi listrik yang dihasilkan dapat berupa listrik bolak balik (AC) maupun listrik searah (DC), tergantung dari konstruksi generator yang digunakan pada sistem pembangkit listrik. (Gunawan & Purba, 2021).

Dikarenakan mahalnya harga genset di pasaran, terbatasnya ketersediaan minyak bumi, polusi yang dikeluarkan oleh mesin penggerak pada genset yang bisa mengganggu lingkungan disekitarnya, maka peneliti tertarik untuk merancang sebuah pembangkit listrik sederhana skala rumahan tanpa BBM dan ramah lingkungan yang diharapkan dapat menggantikan mesin genset dengan bahan bakar minyak bumi.

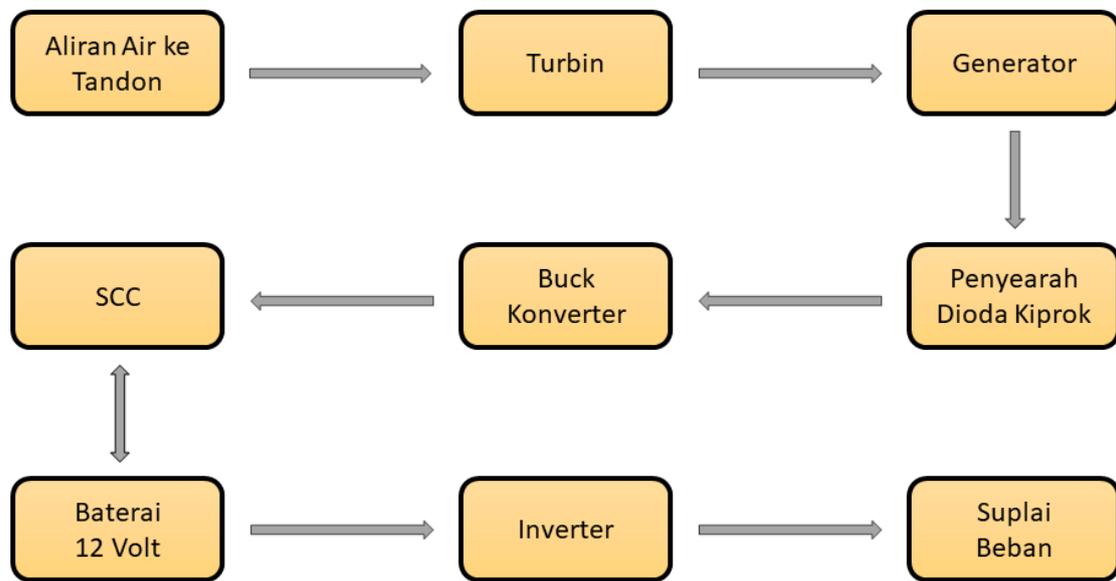
2. METODE

Listrik merupakan energi yang berasal dari suatu alat pembangkit listrik yang memiliki peran penting dalam kehidupan sehari-hari baik di rumah maupun industri. Akan tetapi, pembangkit listrik tidak selamanya akan beroperasi terus-menerus. Ketika pembangkit listrik mengalami kerusakan, pembangkit tersebut tidak dapat menghasilkan energi listrik untuk sementara waktu. Masyarakat sering menggunakan genset sebagai energi alternatif untuk menyuplai energi listrik ketika suplai listrik PLN sedang mengalami masalah (Rokhim & Alfi, 2019). Genset konvensional masih menggunakan mesin penggerak berbahan bakar minyak, sehingga alat ini memiliki dampak negatif pada lingkungan, seperti timbulnya polusi udara. Oleh karena itu peneliti membuat inovasi genset tanpa bahan bakar dengan memanfaatkan sumber energi mekanik yang berasal dari aliran air yang masuk ke tandon dengan bantuan turbin agar dapat memutar generator. Dalam penelitian ini memanfaatkan *alternator* pada sepeda motor yang akan digunakan sebagai generator. *Alternator* pada sebuah kendaraan merupakan komponen yang dapat menyuplai listrik untuk mencukupi kebutuhan kendaraan seperti lampu, klakson, CDI, injektor (Agus Salim et al., 2019). Generator set skala rumahan

ini dirancang untuk membantu mencukupi kebutuhan listrik rumahan dengan memanfaatkan sumber energi yang ada di sekitar lingkungan dan sebagai cadangan suplai energi listrik apabila terjadi pemadaman listrik dari PLN .

2.1 Rancangan Sistem

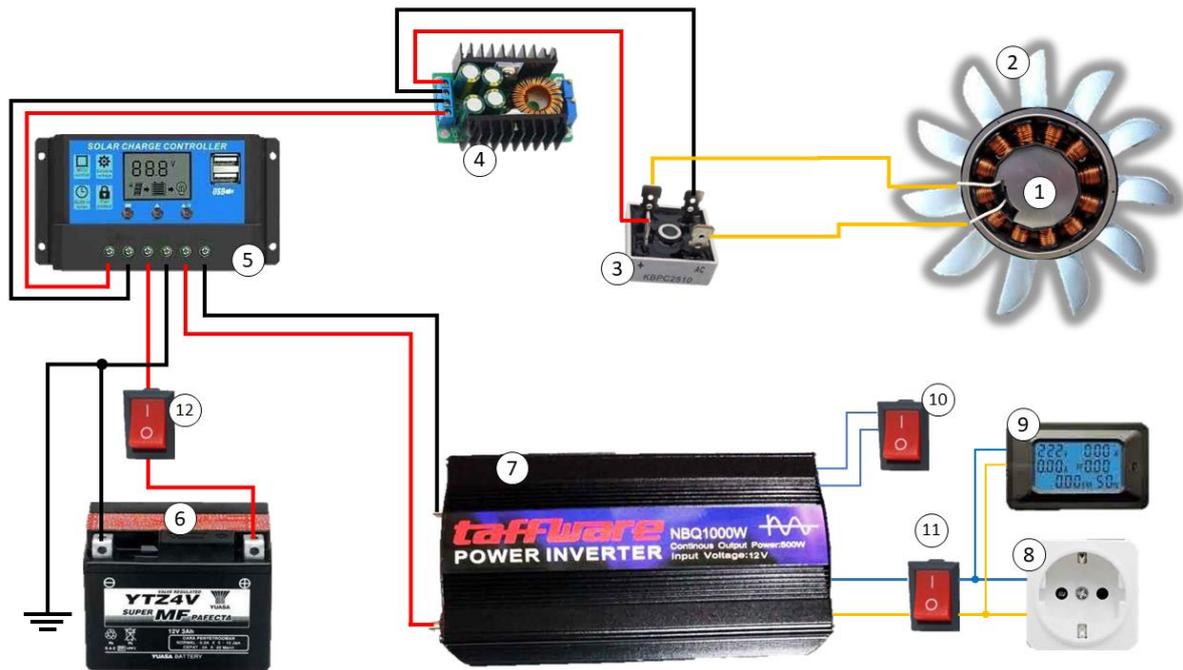
Sistem generator mini yang memanfaatkan aliran air sebagai sumber penggerak generator dan beberapa komponen pendukung lainnya agar generator dapat berfungsi dengan baik



Gambar 1. Rancangan Sistem Genset Mini

Rancangan sistem pada Gambar 1 menggunakan sumber energi mekanik dari aliran air bertekanan yang akan menuju ke bak penampungan air. Keluaran generator yang berupa tegangan AC akan disearahkan dengan komponen dioda kiprok sehingga diperoleh tegangan DC. Tegangan DC dari dioda kiprok akan diturunkan menggunakan modul *buck converter* yang kemudian akan masuk ke komponen SCC (*Solar Charge Controller*). Tegangan keluaran SCC digunakan untuk mengisi ulang daya baterai. Proses pengisian baterai akan berlangsung selama *alternator* yang digunakan sebagai generator masih berputar. Daya yang tersimpan pada baterai akan diolah melalui inverter sehingga dapat digunakan untuk suplai kebutuhan beban atau sebagai cadangan energi listrik pada saat pemadaman listrik dari PLN

2.2 Rancangan Alat



Gambar 2. Rancangan Alat

Keterangan :

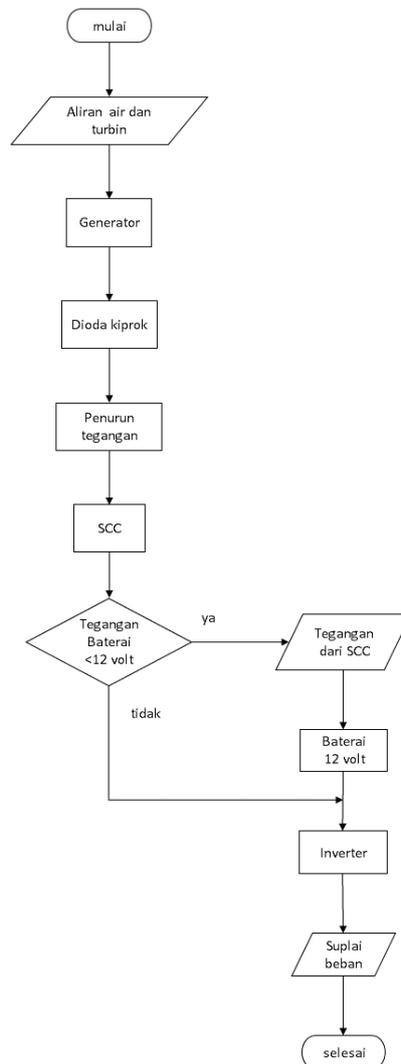
1. Alternator
2. Turbin
3. Dioda kiprok
4. Buck konverter
5. SCC
6. Baterai
7. Inverter
8. Stop kontak
9. KWh meter
10. Saklar on-off *inverter*
11. Saklar on-off output ke beban
12. Saklar on-off SCC

Sesuai pada Gambar 2 alat ini menggunakan generator dari *alternator* sepeda motor yang terhubung langsung dengan turbin. Untuk proses pengisian daya baterai, alat ini menggunakan komponen SCC (*Solar Charge Controller*) dengan kapasitas input tegangan 50 volt DC dan arus maksimal 30 ampere. Sedangkan tegangan output maksimal SCC diatur sebesar 14 volt DC. Baterai yang digunakan sebagai penyimpan daya sementara pada alat ini menggunakan baterai 12 volt 10 Ah.

Alat ini juga dilengkapi dengan KWH meter untuk menampilkan output listrik AC yang dihasilkan dari rangkaian alat pada saat digunakan. *Inverter* yang digunakan untuk mengubah daya dari baterai menjadi daya listrik AC menggunakan jenis *inverter* PSW (*Pure Sine Wave*) *high frequency* 1000 watt dengan frekuensi yang dihasilkan sebesar 50 hz.

2.3 Flowchart

Flowchart ini menjelaskan prinsip kerja dari alat generator mini yang mempunyai 2 fungsi dalam satu sistemnya yaitu suplai kebutuhan beban dan pengisian ulang baterai.



Gambar 3. flowchart

Gambar 3 menjelaskan prinsip kerja. Aliran air yang keluar dari ujung pipa akan diarahkan ke turbin sehingga timbul gaya dorong yang akan membuat turbin bergerak memutar generator. Output generator akan disearahkan menggunakan *rectifire* dioda kiprok, sehingga diperoleh tegangan DC yang akan digunakan untuk pengisian ulang daya baterai melalui komponen SCC (*Solar Charge Controller*). Sebelum masuk ke SCC tegangan input diolah melalui *buck converter* untuk memfilter

tegangan dari generator serta sebagai pengaman SCC agar tegangan yang masuk tidak melebihi batas maksimal input tegangan SCC. Untuk kebutuhan suplai beban berasal dari daya yang tersimpan pada baterai dengan bantuan daya dari generator yang nantinya akan diproses melalui *inverter* sehingga diperoleh listrik AC (bolak-balik).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tampilan Alat

Tampilan alat generator mini dengan mesin penggerak motor DC dapat dilihat pada Gambar seperti berikut.



Gambar 4. Desain Luar Box Panel



Gambar 5. Tampilan Dalam Box Panel



Gambar 6. Desain Generator dan Turbin

Box panel menggunakan bahan multiplek dengan ketebalan 0,8 mm. Bagian depan merupakan tampilan panel pengoperasian dan monitoring alat yang terdiri atas SCC (*Solar Charge Controller*), KWH meter, stop kontak, dan saklar on/off. Gambar 5 menunjukkan rangkaian komponen dalam box panel generator. Konstruksi rangkaian dibuat didalam box untuk mempermudah perawatan dan penyimpanan alat. Sedangkan untuk posisi generator berada diluar box panel.

3.2 Pengujian Alat

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja alat dalam proses pengisian daya baterai serta tegangan dan arus yang dihasilkan oleh rangkaian pada alat dengan beban yang bervariasi.

Tabel 1. Output Generator Pada Proses *Charging*

Waktu (menit)	Vout Buck Converter (volt)	Iout Buck converter (ampere)	Daya Generator (watt)
2	13,6	1,06	14,41
4	13,6	0,87	11,83
6	13,7	0,65	8,9
8	13,8	0,26	3,58
10	13,8	0,04	0,55

Pengujian dilakukan dengan mengukur output dari komponen pengisian yang berlangsung selama air sumur mengisi tandon. Dari hasil pengujian diperoleh daya pengisian yang dilakukan oleh SCC mencapai 14,41 watt dengan tegangan terukur dari output *buck converter* 13,6 volt dan arus 1,06 ampere. Daya generator akan masuk ke baterai selama tidak ada beban yang terhubung ke inverter.

Untuk hasil pengujian alat genset portable ini dilakukan melalui beberapa percobaan pada rangkaian alat dengan beban yang berbeda-beda yang diperlihatkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Hasil output daya generator dengan varian beban

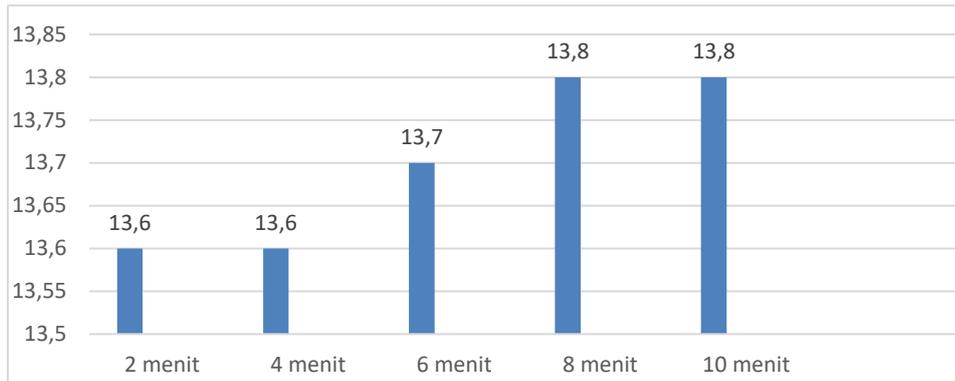
Beban (watt)	Vout Buck Converter (volt)	Iout Buck converter (ampere)	Daya Generator (watt)
5	13,3	0,60	7,98
10	13,4	0,62	8,30
15	13	0,54	7,02
25	13,2	0,60	7,92
30	13,4	0,65	8,71

Pada saat *inverter* terhubung ke beban daya generator akan membantu baterai dalam menyuplai daya yang dibutuhkan *inverter*. Dari hasil pengujian generator dapat menyuplai daya sebesar 7 sampai 8 watt dengan arus kurang dari 1 ampere.

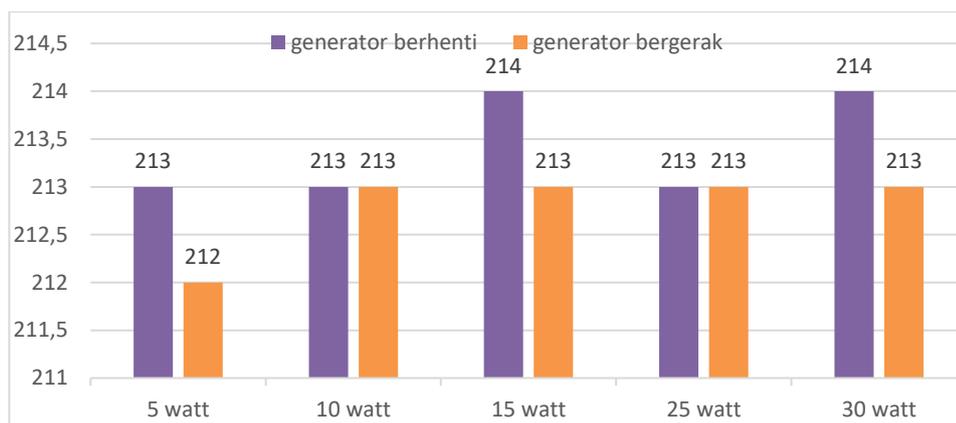
Tabel 3. Hasil daya output alat ketika generator berhenti dan ketika generator berputar

Beban (watt)	Cos ϕ	Output AC Tanpa Generator			Output AC Dengan Generator		
		Tegangan (volt)	Arus (ampere)	Daya (watt)	Tegangan (volt)	Arus (ampere)	Daya (watt)
5	0,73	213	0,02	3,1	212	0,03	4,64
10	0,63	213	0,06	8,05	213	0,06	8,05
15	0,94	214	0,06	12,06	213	0,07	14,01
25	0,88	213	0,12	22,49	213	0,13	24,36
30	0,89	214	0,13	24,75	213	0,15	28,43

Beban yang digunakan terdiri dari aerator akuarium, charger hp, lampu pijar, kipas angin, dan solder. Data pengujian diambil pada 2 kondisi yaitu saat generator berhenti dan saat generator berputar. Hasil pengujian memperlihatkan adanya perbedaan daya output yang dihasilkan oleh *inverter*. Daya generator dapat membantu baterai dalam menyuplai daya ke *inverter* dalam mencukupi kebutuhan beban, sehingga daya output yang dihasilkan oleh inverter akan lebih besar dibandingkan saat suplai daya *inverter* hanya berasal dari baterai saja.



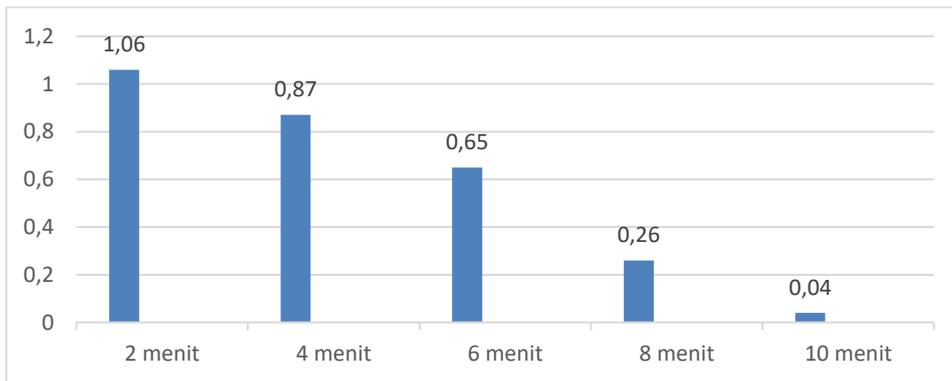
Gambar 7. Tegangan *Charging* Generator



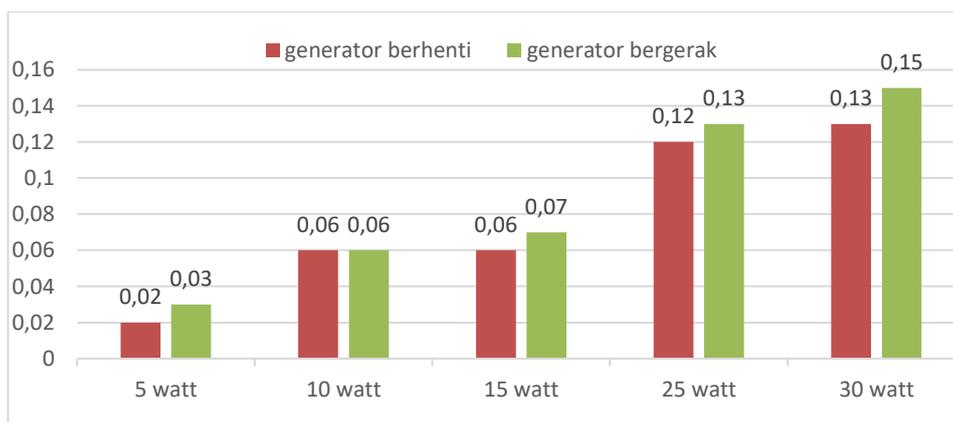
Gambar 8. Tegangan AC Output Inverter

Hasil tegangan output generator pada Gambar 7 yang digunakan sebagai pengisi ulang daya baterai diperoleh tegangan 13 volt lebih. Ketika turbin tidak berputar kebutuhan input inverter mengandalkan tegangan pada baterai saja sehingga terjadi penurunan tegangan baterai seiring bertambahnya beban yang digunakan. Untuk hasil tegangan AC yang dikeluarkan inverter untuk menyuplai beban sebesar 212 volt sampai 213 volt pada saat turbin bergerak dan nilai tegangan naik menjadi 213 volt sampai 214 volt pada saat turbin berhenti.

Untuk hasil pengujian arus dapat diperlihatkan pada Gambar 10, 11, dan 12



Gambar 10. Arus Charging Generator



Gambar 11. Arus Output Inverter

Diagram pada Gambar 10 memperlihatkan besarnya arus DC yang dihasilkan oleh generator untuk mengisi daya baterai. arus terkecil yang masuk ke baterai terukur 0,04 ampere dan arus terbesar yang terukur 1,06 ampere. Dari diagram arus output *inverter* terdapat peningkatan arus yang keluar pada saat generator bergerak meskipun hanya dengan selisih yang kecil dari arus output *inverter* saat generator berhenti.

3.3 Perhitungan Daya

Daya DC yang dihasilkan oleh generator dapat diperoleh melalui perhitungan sebagai berikut :

- Pada kondisi beban 5 watt

$$\begin{aligned}
 P &= V \cdot I \\
 &= 13,3 \cdot 0,60 \\
 &= 7,98 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

- Pada kondisi beban 10 watt

$$\begin{aligned}
 P &= V \cdot I \\
 &= 13,4 \cdot 0,62 \\
 &= 8,30 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

- Pada kondisi beban 15 watt

$$\begin{aligned}
 P &= V \cdot I \\
 &= 13 \cdot 0,54 \\
 &= 7,02 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

- Pada kondisi beban 25 watt

$$\begin{aligned}
 P &= V \cdot I \\
 &= 13,2 \cdot 0,60 \\
 &= 7,92 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

- Pada kondisi beban 30 watt

$$\begin{aligned}
 P &= V \cdot I \\
 &= 13,4 \cdot 0,65 \\
 &= 8,71 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Daya AC sebagai output *inverter* dapat diperoleh melalui perhitungan sebagai berikut :

- Pada kondisi beban 5 watt

Generator berhenti :

$$\begin{aligned}
 P &= V \cdot I \cdot \cos \Phi \\
 &= 213 \cdot 0,02 \cdot 0,73 \\
 &= 3,1 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Generator bergerak :

$$\begin{aligned}
 P &= V \cdot I \cdot \cos \Phi \\
 &= 212 \cdot 0,03 \cdot 0,73 \\
 &= 4,64 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

- Pada kondisi beban 10 watt

Generator berhenti :

$$\begin{aligned}
 P &= V \cdot I \cdot \cos \Phi \\
 &= 213 \cdot 0,06 \cdot 0,63 \\
 &= 8,05 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Generator bergerak :

$$\begin{aligned}
 P &= V \cdot I \cdot \cos \Phi \\
 &= 213 \cdot 0,06 \cdot 0,63 \\
 &= 8,05 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

- Pada kondisi beban 15 watt

Generator berhenti :

$$\begin{aligned}P &= V \cdot I \cdot \cos \Phi \\ &= 214 \cdot 0,06 \cdot 0,94 \\ &= 12,06 \text{ watt}\end{aligned}$$

Generator bergerak :

$$\begin{aligned}P &= V \cdot I \cdot \cos \Phi \\ &= 213 \cdot 0,07 \cdot 0,94 \\ &= 14,01 \text{ watt}\end{aligned}$$

- Pada kondisi beban 25 watt

Generator berhenti :

$$\begin{aligned}P &= V \cdot I \cdot \cos \Phi \\ &= 213 \cdot 0,12 \cdot 0,88 \\ &= 22,49 \text{ watt}\end{aligned}$$

Generator bergerak :

$$\begin{aligned}P &= V \cdot I \cdot \cos \Phi \\ &= 213 \cdot 0,13 \cdot 0,88 \\ &= 24,36 \text{ watt}\end{aligned}$$

- Pada kondisi beban 30 watt

Generator berhenti :

$$\begin{aligned}P &= V \cdot I \cdot \cos \Phi \\ &= 214 \cdot 0,13 \cdot 0,89 \\ &= 24,75 \text{ watt}\end{aligned}$$

Generator bergerak :

$$\begin{aligned}P &= V \cdot I \cdot \cos \Phi \\ &= 213 \cdot 0,15 \cdot 0,89 \\ &= 28,43 \text{ watt}\end{aligned}$$

3.4 Perbandingan Hasil Output Daya AC

Tabel 4. Perbandingan output daya saat generator berhenti dan saat generator berputar

Beban (watt)	Daya AC	Daya AC	Selisih
	Saat Generator Berputar (watt)	Saat Generator Berhenti (watt)	Daya Output (watt)
5	4,64	3,1	1,54
10	8,05	8,05	0
15	14,01	12,06	1,95
25	24,36	22,49	1,87
30	28,43	24,75	3,68

Dari Tabel 4. Dapat diperoleh selisih daya ketika generator berputar dan menghasilkan daya yang akan membantu baterai dalam menyuplai beban, dan saat generator berhenti sehingga tidak ada daya tambahan yang membantu baterai dalam menyuplai beban. Selisih terbesar daya yang dihasilkan dari pengujian terjadi pada saat beban 30 watt dengan selisih daya sebesar 3,68 watt. Hal ini dikarenakan pada saat generator berhenti tidak ada daya lain yang masuk ke baterai sehingga daya yang tersimpan pada baterai akan lebih cepat terkuras seiring bertambahnya beban yang disuplai dan waktu pemakaiannya.

4. PENUTUP

Berdasarkan desain alat dan hasil pengujian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat ini dapat digunakan sebagai cadangan energi listrik pada saat terjadi pemadaman listrik dari PLN untuk membantu menyuplai beban ringan.
2. Penggunaan generator pada alat ini dapat membantu meningkatkan daya baterai sebagai input *inverter* dalam menyuplai beban.
3. Pada saat generator berhenti, kapasitas daya baterai akan terus berkurang yang mengakibatkan turunnya daya yang dikeluarkan oleh *inverter* dalam menyuplai beban.
4. Generator set skala rumahan ini merupakan genset yang ramah lingkungan, karena alat ini menggunakan sumber penggerak yang berasal dari aliran air ke tandon rumah.

Berdasarkan perancangan alat genset skala rumahan dengan penggerak turbin air, alat ini memiliki kekurangan yang dapat dikembangkan lagi, yaitu sebagai berikut :

1. Baterai yang digunakan memiliki kapasitas yang masih tergolong kecil sehingga hanya mampu menyuplai beban-beban kecil
2. Riset mengenai konstruksi generator yang digunakan juga diperlukan untuk meningkatkan efisiensi daya input dan output.
3. Selain itu, perlu dilakukan riset desain sistem agar mampu mengangkat beban daya yang lebih besar.

PERSANTUNAN

Allhamdulillah hirobbil alamin, puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan berkah, rahmat, dan hidayah-Nya. Sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun Generator Mini Dengan Penggerak Motor DC” dengan baik. Tak lupa rasa syukur dan terimakasih saya ucapkan kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian dengan baik.
2. Kedua Orang Tua saya yang selalu mendoakan dan memberi dukungan dalam setiap proses saya.
3. Bapak Ir. Pratomo Budi Santoso, M.T selaku dosen pembimbing yang telah membantu dan memberikan arahan selama proses penelitian.
4. Teman-teman yang selalu memberikan semangat kepada saya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Salim, A. T., Darmawan, E., Fakhruddin, Y. A., Siregar, I., Balkhaya, B., Pulungan, M. A., Sufiyanto, S., & Salamoni, T. D. (2019). Modifikasi Alternator dan Sistem Kelistrikan Untuk Peningkatan Daya Listrik Sepeda Motor 125 cc. *Jurnal Energi Dan Teknologi Manufaktur (JETM)*, 2(02), 31–36. <https://doi.org/10.33795/jetm.v2i02.46>
- Gunawan, I., & Purba, T. (2021). PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TANPA BAHAN BAKAR MENGGUNAKAN GENERATOR 3 KW DENGAN MOTOR LISTRIK AC 0,735 KW PUTARAN 1400 rpm. *Jurnal Rotor*, 2(2), 4049.
- Helwig, N. E., Hong, S., & Hsiao-wecksler, E. T. (n.d.). Analisis struktur kovarians indikator terkait kesehatan untuk lansia yang tinggal di rumah dengan fokus pada kesehatan subjektif. Judul 1–4.
- Krisdiantoro, H., Hardianto, T., & Hadi, W. (2021). Unjuk Kerja Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG) 3 Fasa Fluks Radial dari Modifikasi Motor Induksi. *Jurnal Arus Elektro Indonesia*, 7(3), 95. <https://doi.org/10.19184/jaei.v7i3.28113>
- Rokhim, M. A., & Alfi, I. (2019). Rancang Bangun Generator Listrik Overunity Dengan Memanfaatkan Energi Yang Tersimpan Pada Flywheel (Roda Gila). *TeknoSAINS*. <http://eprints.uty.ac.id/3353/>