

RANCANG BANGUN INVERTER PORTABEL HEMAT ENERGI UNTUK PERALATAN ELEKTRONIK RUMAH TANGGA

Salwa Atsil Syafa'at¹, Gaguk Firasanto², Woro Agus Nurtiyanto³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pamulang; Jl. Witana Harja No.18b, Pamulang Bar., Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15417

Keywords:

portable inverter, power efficiency, HY4008 MOSFET, 12 V battery.

Corespondent Email:

syafaatatsil27@gmail.com

Abstrak. Ketersediaan Energi listrik yang stabil sangat diperlukan untuk menunjang aktivitas rumah tangga, terutama pada kondisi darurat atau di daerah yang memiliki keterbatasan akses terhadap jaringan listrik PLN. Sebagian besar sumber energi alternatif, seperti baterai dan Panel surya menghasilkan arus searah DC, sedangkan peralatan elektronik rumah tangga memerlukan arus bolak balik AC. Hasil pengujian menunjukkan bahwa inverter mampu menghasilkan tegangan keluaran AC yang stabil pada kisaran 220 - 230 VAC dengan frekuensi 50 Hz, baik pada kondisi tanpa beban maupun saat diberi beban. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen yang meliputi tahap perancangan, perakitan, dan pengujian kinerja inverter. Berdasarkan hasil pengujian beban gabungan dengan keluaran rata-rata 500 Watt, inverter menghasilkan daya keluaran maksimum sebesar 53,8 W dengan daya masukan rata-rata 72 W, sehingga diperoleh efisiensi sistem sebesar 74,7% dan rugi daya 18,2 W. Dengan menggunakan baterai 12 V 60 Ah, inverter memiliki perkiraan waktu pemakaian rata-rata 6 jam pada kondisi tersebut.



Copyright © [JITET](#) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstract. The availability of stable electrical energy is essential to support household activities, especially in emergency situations or in areas with limited access to the PLN electricity network. Most alternative energy sources, such as batteries and solar panels, produce DC direct current, while household electronic equipment requires AC alternating current. The test results show that the inverter is capable of producing a stable AC output voltage in the range of 220 - 230 VAC with a frequency of 50 Hz, both under no-load conditions and when loaded. The research method used is an experimental method which includes the design, assembly, and performance testing stages of the inverter. Based on the results of the combined load test with an average output of 500 Watts, the inverter produces a maximum output power of 53.8 W with an average input power of 72 W, resulting in a system efficiency of 74.7% and a power loss of 18.2 W. By using a 12 V 60 Ah battery, the inverter has an estimated average usage time of 6 hours under these conditions.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi elektronika telah mendorong kemajuan sistem kelistrikan, baik pada sektor industri maupun rumah tangga [10]. Di Indonesia, sistem pembangkitan dan distribusi listrik konvensional masih didominasi oleh sumber AC/DC berkapasitas besar yang cenderung mahal, berukuran besar, dan kurang

fleksibel untuk aplikasi portabel, sehingga sulit diintegrasikan ke perangkat berskala kecil [13] [14]. Kondisi ini menjadi tantangan dalam penyediaan sumber daya listrik yang praktis dan efisien, khususnya pada kondisi darurat atau wilayah yang belum terjangkau jaringan PLN.

Sebagai alternatif, Energi Baru Terbarukan (EBT), khususnya energi surya,

menawarkan solusi berkelanjutan dengan menghasilkan listrik arus searah (DC). Namun, sebagian besar peralatan elektronik rumah tangga membutuhkan suplai arus bolak-balik (AC), sehingga diperlukan inverter sebagai perangkat konversi dari DC ke AC [9]. Inverter juga berperan penting sebagai sumber listrik cadangan ketika terjadi gangguan pasokan listrik dari PLN [3].

Berdasarkan bentuk gelombang keluarannya, inverter diklasifikasikan menjadi gelombang kotak, gelombang sinus termodifikasi, dan gelombang sinus murni [8]. Meskipun demikian, inverter portabel yang umum digunakan masih memiliki keterbatasan berupa efisiensi rendah, rugi daya tinggi, serta kinerja yang kurang optimal pada beban induktif [2].

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun inverter portabel hemat energi bagi peralatan elektronik rumah tangga. Inverter dirancang menggunakan konfigurasi delapan MOSFET, sistem pendingin yang optimal, penebalan jalur PCB untuk arus besar, serta pengaturan tegangan yang dapat disesuaikan. Inverter dikategorikan hemat energi apabila mampu mencapai efisiensi di atas 60% pada beban rendah hingga menengah. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat menjadi solusi alternatif penyedia daya listrik yang efisien, portabel, serta mendukung pemanfaatan energi terbarukan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka berisi landasan teori dan hasil penelitian terdahulu yang menjadi acuan dalam pembuatan penelitian ini dengan judul penulisan "*Rancang Bangun Inverter Portabel Hemat Energi Untuk Peralatan Elektronik Rumah Tangga*". Pada bab ini dibahas konsep dasar mengenai inverter, prinsip kerja sistem konversi daya AC ke DC serta modul pengendali EGS002. Selain itu, bab ini juga menguraikan hasil-hasil penelitian sebelumnya yang memiliki keterkaitan topik penelitian.

Pada perancangan inverter dengan input 1,5 VDC menjadi 220 VAC untuk lampu darurat menunjukkan bahwa konversi arus DC menjadi AC dapat dilakukan dengan menggunakan komponen minimal, meskipun kapasitas daya yang dihasilkan masih tergolong

rendah [5]. Peneliti sebelumnya melakukan penelitian mengenai inverter satu fasa berbasis modulasi lebar pulsa (PWM) [1]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik (PWM) efektif dalam menghasilkan gelombang AC yang lebih halus[11]. Selain itu PWM bekerja berdasarkan besarnya amplitudo sinyal referensi (V_r) dan sinyal carier (V_c) [17]. Selanjutnya mengimplementasikan teknik Direct Digital Synthesis (DDS) untuk menghasilkan gelombang sinus murni pada inverter satu fasa berdaya 0,5 kVA [9].

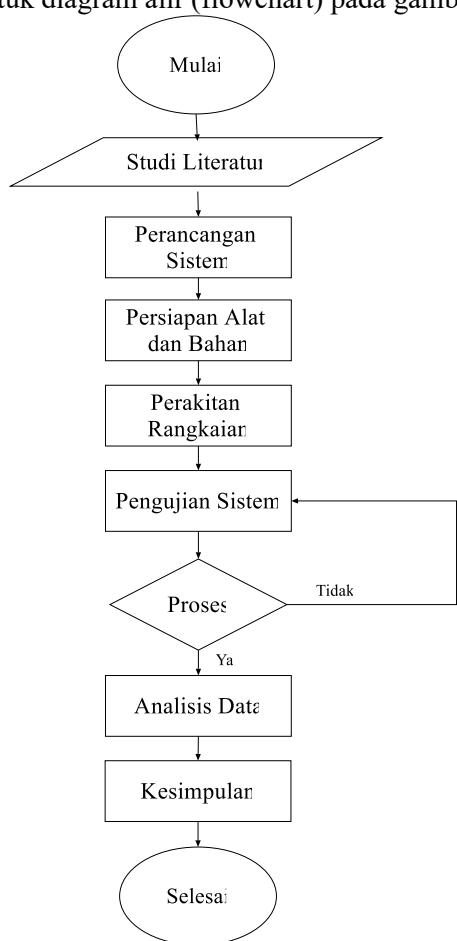
Penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan kualitas gelombang dan efisiensi daya, yang menjadikan referensi dalam pengembangan inverter menggunakan modul EGS002. Penelitian oleh [3] melakukan analisis perbandingan daya input dan output pada berbagai jenis inverter dengan beban terpolarisasi. Hasil menunjukkan bahwa efisiensi inverter dipengaruhi oleh jenis beban yang digunakan. [15] juga mengembangkan topologi inverter multilevel H-Bridge untuk aplikasi portabel berdaya tinggi. Selain itu, [7] meneliti inverter pure *sine wave* pada sistem tenaga surya berkapasitas 100 WP dan menemukan bahwa gelombang sinus murni mampu menghasilkan performa beban yang lebih stabil dan efisien. Selain itu, sistem inverter 12V DC – 220V AC berbasis panel surya untuk beban motor Listrik satu fasa dapat bekerja secara optimal pada sistem sistem tenaga surya off-grid [6]. Penelitian meninjau metode pembangkitan tegangan tinggi AC portabel dan ekonomis yang relevan dengan pengembangan berukuran ringkas namun efisien. Pengembangan sumber energi portabel berbasis panel surya untuk kondisi darurat menunjukkan potensi besar penggunaan energi terbarukan dalam sistem portabel [4].

Berdasarkan tinjauan pustaka yang telah diuraikan dapat disimpulkan bahwa penelitian-penelitian terdahulu memberikan dasar teori dan acuan penting dalam pengembangan sistem inverter portabel hemat energi. Tinjauan ini akan menjadi dasar teoritis dalam merancang, menguji dan menganalisis kerja inverter yang akan dibahas lebih lanjut.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan melakukan pengujian langsung pada inverter portabel berbasis baterai 12 V yang dirancang menggunakan konfigurasi MOSFET paralel. Metode ini bertujuan untuk memperoleh data kinerja inverter secara nyata melalui pengukuran dan pengujian rangkaian elektronik.

Tahapan penelitian disusun secara sistematis, dimulai dari studi literatur, perancangan sistem dan rangkaian, pembuatan perangkat, hingga pengujian dan analisis hasil. Alur metode penelitian ditunjukkan dalam bentuk diagram alir (flowchart) pada gambar 1.

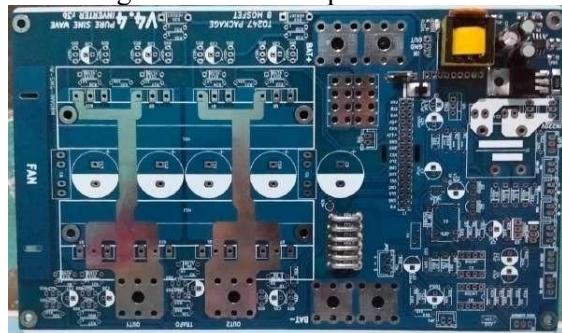


Gambar 1 Flowchart Penelitian

Flowchart metode penelitian pada gambar 1 menunjukkan tahapan penelitian yang dilaksanakan secara sistematis. Penelitian diawali dengan studi literatur untuk memperoleh landasan teori dan referensi yang relevan dengan perancangan inverter portabel. Selanjutnya dilakukan perancangan sistem yang mencakup penentuan skema rangkaian,

pemilihan komponen, serta perhitungan kebutuhan daya.

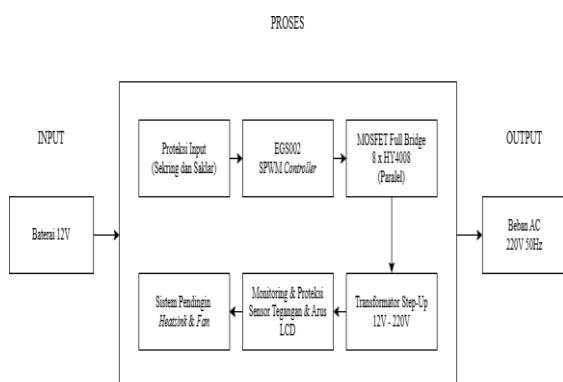
Rangkaian inverter direalisasikan menggunakan PCB yang telah disusun dengan MOSFET paralel, berikut gambar 2 Perancangan Jalur Inverter pada PCB.



Gambar 1 Perancangan Jalur Inverter pada PCB

Layout PCB yang digunakan terdiri dari beberapa bagian utama, adanya area MOSFET *Full-Bridge* paralel yang terdiri dari delapan slot MOSFET HY 4008, terminal BAT+ dan BAT- sebagai input dari baterai 12V, area *driver* EGS002, konektor trafo *Out1* dan *Out2* untuk menyambungkan ke trafo *step-up*, area pendinginan seperti kipas (FAN) untuk menjaga suhu komponen daya.

Diagram ini disusun untuk mempermudah pemahaman terhadap struktur sistem dan alur kerja inverter portabel yang dirancang. Diagram tersebut menggambarkan hubungan antarbagian utama serta aliran Energi dan sinyal kontrol dalam sistem inverter secara keseluruhan. Adapun fungsi utama dari setiap subsistem yang bekerja secara terintegrasi ditunjukkan pada gambar 3.

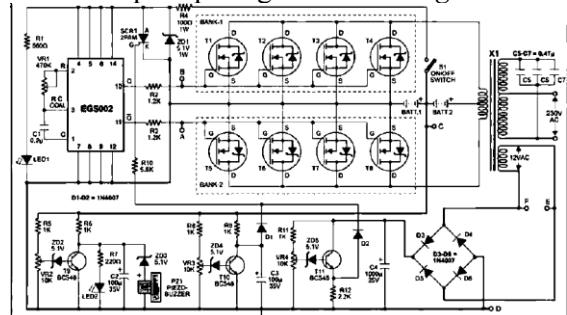


Gambar 3 Diagram Alur Kerja Inverter

Gambar 3 menunjukkan alur kerja keseluruhan inverter portabel yang dirancang. Sumber daya berasal dari baterai 12 V yang

terlebih dahulu melewati rangkaian proteksi input berupa sekring dan saklar. Selanjutnya, sinyal kontrol SPWM dihasilkan oleh modul EGS002 untuk mengendalikan rangkaian MOSFET konfigurasi *Full-Bridge* yang terdiri dari 8 MOSFET HY4008 dengan susunan paralel pada setiap posisi. Proses pensaklaran tegangan DC kemudian diteruskan ke Transformator step-up untuk menaikkan tegangan menjadi 220 VAC sebelum disalurkan ke beban. Sistem monitoring berfungsi membaca tegangan, arus, dan suhu kerja komponen daya, yang ditampilkan melalui LCD guna menjaga kestabilan dan keamanan sistem.

Untuk merealisasikan sistem inverter portabel sesuai dengan perancangan yang telah dijelaskan sebelumnya, dilakukan proses perakitan rangkaian berdasarkan skema wiring inverter seperti pada gambar 4 *wiring* inverter.



Gambar 4 Wiring Skema Sistem Inverter

Gambar 4 memperlihatkan skema rangkaian inverter portabel berbasis modul EGS002 sebagai pembangkit sinyal kontrol sinusoidal Pulse Width Modulation (SPWM). Sumber tegangan DC berasal dari baterai 12 V yang disalurkan melalui saklar utama (ON/OFF) sebagai pengaman dan pengendali sistem. Modul EGS002 berfungsi sebagai pengendali utama yang menghasilkan sinyal SPWM untuk mengatur proses pensaklaran MOSFET. Sinyal tersebut diteruskan ke rangkaian gate melalui resistor pembatas guna mengendalikan delapan MOSFET yang disusun dalam konfigurasi full-bridge dengan dua MOSFET paralel pada setiap sisi. Proses pensaklaran ini menghasilkan tegangan AC termodulasi yang selanjutnya diteruskan ke Transformator step-up untuk menaikkan tegangan dari 12 V menjadi sekitar 220 VAC.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

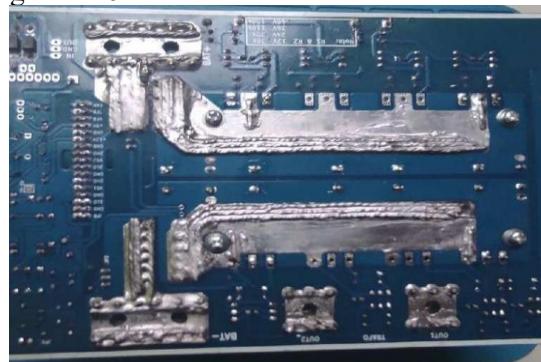
Pada gambar 5 Hasil Perancangan Sistem menunjukkan hasil akhir perancangan sistem inverter yang terdiri dari dua bagian utama yaitu *power stage* dan *control module*.



Gambar 5 Hasil Perakitan dan Perancangan Sistem Inverter

Gambar 5 menunjukkan hasil perakitan dan perancangan inverter portabel yang terdiri dari beberapa komponen utama. Transformator toroidal 10 A 220 V berfungsi sebagai penaik tegangan dari 12 V DC menjadi 220 V AC. PCB inverter yang terletak pada bagian tengah atas memuat rangkaian kendali switching serta proteksi daya. Selain itu, MOSFET dilengkapi dengan heatsink aluminium berukuran besar untuk mengurangi panas berlebih akibat proses pensaklaran berkecepatan tinggi.

Sistem monitoring berbasis IoT diperkuat oleh dua modul Sensor arus dan tegangan yang terhubung ke layar LCD digital di bagian bawah gambar. Komponen ini berfungsi untuk membaca nilai tegangan *output*, arus beban, daya, frekuensi, serta *power factor* secara langsung saat inverter digunakan. Layout bagian bawah PCB inverter dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6 Layout Bagian Bawah PCB Inverter

Gambar 6 menunjukkan layout bagian bawah PCB inverter yang berfungsi sebagai jalur distribusi arus utama dari sumber baterai ke rangkaian daya. Jalur tembaga dirancang

dengan lebar yang memadai dan dilapisi timah solder untuk menurunkan resistansi serta meminimalkan rugi daya konduksi pada arus tinggi. Penataan jalur daya dan ground dibuat sependek dan selurus mungkin guna mengurangi penurunan tegangan dan gangguan elektromagnetik. Desain layout ini berperan penting dalam meningkatkan keandalan sistem serta mendukung kestabilan tegangan keluaran inverter pada kondisi berbeban.

Pengujian tanpa beban dilakukan selama empat jam dalam satu hari dengan delapan kali pengambilan data pada interval 30 menit. Pengukuran dilakukan menggunakan multimeter digital dan ditampilkan melalui alat monitoring daya AC. Hasil pengujian tanpa beban selama empat jam disajikan pada gambar tabel 7.

Jenis beban	Waktu (Menit)	DC Input			AC Output			Konsumsi Daya (Wh)
		V	A (mA)	W	V	A (mA)	W	
Tanpa beban	08.00	12,76	1,8	22,97	222,6	0	0	3,33
	08.30	12,72	1,7	21,62	222,5	0	0	3,33
	09.00	12,71	1,7	21,61	222,5	0	0	3,33
	09.30	12,69	1,7	21,57	221,6	0	0	3,32
	10.00	12,68	1,7	21,55	221,4	0	0	3,32
	10.30	12,67	1,7	21,54	221,3	0	0	3,32
	11.00	12,66	1,7	21,52	221,2	0	0	3,33
	11.30	12,65	1,7	21,50	221,1	0	0	3,33

Gambar 7 Tabel Data Tanpa Beban

Pada gambar 7 menampilkan hasil tabel data pengujian inverter pada kondisi tanpa beban yang dilakukan secara berkala mulai pukul 08.00 hingga 11.30, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui konsumsi daya inverter dan kestabilan tegangan keluaran.

Pada sisi masuk, tegangan baterai berada dalam rentang rata-rata 12,65V hingga 12,76V. Hal ini menunjukkan bahwa baterai dalam kondisi stabil selama pengujian, dengan penurunan tegangan yang sangat kecil seiring waktu. Arus yang mengalir rata-rata sekitar 1,8 hingga 1,7A, sehingga daya masuk inverter pada saat tidak ada beban berada dalam rentang 21,50W hingga 22,97W. Daya ini hanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan internal inverter seperti rangkaian kontrol, proses switching MOSFET, kehilangan energi pada transformator, serta sistem pendingin.

Pada sisi keluaran AC, tegangan inverter stabil dalam rentang 222,6V hingga 221,1V. Nilai ini masih dalam toleransi tegangan nominal $220V \pm 5\%$, yang menunjukkan bahwa

inverter mampu menghasilkan tegangan keluaran yang stabil meskipun tidak ada beban.

Arus dan daya keluaran menunjukkan nilai nol, sesuai dengan kondisi pengujian tanpa beban, sehingga tidak ada energi yang dialirkan ke sisi keluaran. Seluruh energi dari baterai hanya digunakan untuk kebutuhan internal inverter.

Nilai konsumsi energi yang tercatat tetap stabil sekitar 3,33 hingga 3,32Wh pada setiap interval pengukuran.

Angka ini menunjukkan jumlah energi listrik yang dikonsumsi oleh inverter selama periode tertentu, meskipun tidak terhubung dengan beban.

Pengujian dilakukan dengan menghubungkan inverter ke berbagai jenis beban elektronik, antara lain kipas, *charger handphone* dan *charger laptop*. Pengukuran dimulai dari jam 08.00 sampai 10.30 dengan pengambilan data selama tiga puluh menit sekali.

Jenis Beban	Waktu (Menit)	DC Input			AC Output			Konsu msi Daya (Wh)	Efisi ensi (%)
		V	A (mA)	W	V	A (mA)	W		
<i>Charger handphone, charger laptop, kipas angin</i>	08.00	12,40	8,8	109,12	222,0	352	78,14	520	71,61
	08.30	12,35	8,4	103,74	222,5	350	77,87	551	75,06
	09.00	12,32	4,4	54,21	222,2	191	42,40	579	78,21
	09.30	12,30	4,4	54,12	221,8	201	44,58	592	82,24
	10.00	12,28	4,0	49,12	221,4	180	39,92	623	81,27
	10.30	12,25	4,0	49,00	222,0	175	38,85	656	79,28

Gambar 8 Tabel Data Dengan Beban

Berdasarkan hasil pengujian, tegangan masukan baterai berada dalam rentang rata-rata 12,25 hingga 12,40 volt, dan semakin menurun secara perlahan seiring waktu pemakaian, yang merupakan hal wajar pada baterai. Arus masuk bervariasi tergantung jenis beban yang digunakan, di mana pada kondisi beban campuran, arus tercatat antara 8,4 sampai 8,8 ampere dengan daya masuk berkisar 103,74 hingga 109,12 watt. Sementara itu, saat beban berupa kipas angin, arus masuk berada dalam kisaran 4,0 hingga 4,4 ampere dan daya masuk sekitar 49,00 hingga 54,21 watt.

Dari hasil uji inverter tanpa beban pada tabel 4.1, inverter tetap menggunakan daya meskipun tidak terhubung dengan beban.

Daya yang dikonsumsi berasal dari komponen

internal, seperti rangkaian kontrol, modul EGS002, driver MOSFET, sistem monitoring, serta kerugian pada transformator dan komponen switching.

Pada kondisi tanpa beban, tegangan keluaran inverter berkisar antara 221 hingga 223 volt AC dengan frekuensi tetap 50 Hz, menunjukkan bahwa inverter bekerja normal dan stabil. Daya keluaran pada sisi AC hampir mendekati nol, sedangkan pada sisi DC inverter masih menarik arus dari baterai dengan daya sekitar 21 hingga 23 watt, yang secara keseluruhan merupakan kerugian daya.

Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun inverter tidak menyuplai beban, energi baterai tetap berkurang.

Dengan demikian, mengoperasikan inverter dalam kondisi standby tanpa beban dalam waktu yang lama dapat memengaruhi daya tahan baterai, terutama jika inverter dibiarkan menyala terus-menerus.

Uji beban dilakukan menggunakan tiga jenis beban elektronik rumah tangga, yaitu charger handphone, charger laptop, dan kipas angin. Hasil pengujian menunjukkan bahwa saat inverter menyuplai daya ke beban, daya masuk dari baterai meningkat seiring peningkatan daya keluaran AC.

Pada kondisi berbeban, inverter menghasilkan daya keluaran rata-rata sebesar $\pm 53,8$ watt dengan daya masuk DC rata-rata ± 72 watt. Perbedaan antara daya masuk dan daya keluar merupakan kerugian inverter yang disebabkan oleh kerugian konduksi dan switching pada komponen MOSFET, kerugian inti dan tembaga pada transformator, serta kerugian panas pada jalur PCB dan sistem pendingin. Kerugian daya dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Ploos} = \text{Pin} - \text{Pout}$$

Berdasarkan perhitungan, diperoleh kerugian daya inverter sebesar $\pm 18,2$ watt. Nilai ini masih masuk dalam batas normal untuk inverter portabel berdaya rendah hingga menengah, dan menunjukkan bahwa sebagian besar energi dari baterai masih dapat digunakan secara efektif oleh beban.

Waktu pemakaian baterai dihitung berdasarkan kapasitas baterai 12 volt dengan kapasitas 60 ampere jam. Energi total baterai sebesar 720 watt jam. Dengan mempertimbangkan efisiensi inverter sebesar $\pm 74,7\%$ dan daya beban rata-rata $\pm 53,8$ watt,

waktu pemakaian baterai dapat diestimasi dengan menggunakan rumus waktu pemakaian baterai.

Berdasarkan hasil perhitungan dan data pengujian, inverter memiliki waktu penggunaan rata-rata sekitar 6 jam ketika beban diberikan. Hasil ini menunjukkan bahwa inverter cukup efisien dan cocok digunakan sebagai sumber listrik portabel untuk peralatan elektronik rumah tangga dengan daya rendah hingga menengah.

Perbedaan durasi penggunaan baterai antara kondisi tanpa beban dan berbeban menunjukkan bahwa penggunaan daya paling besar terjadi ketika inverter sedang mengalirkan daya ke beban.

Meski begitu, konsumsi daya dalam kondisi tanpa beban juga tetap perlu diperhatikan, karena bisa menyebabkan baterai habis jika inverter dibiarkan menyala dalam keadaan standby.

Kerusakan daya inverter dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, yaitu karakteristik MOSFET HY4008, kualitas jalur PCB, sistem pendinginan, serta efisiensi transformator.

Penggunaan MOSFET dengan nilai RDS(on) rendah dan penerapan heatsink serta kipas pendingin dapat mengurangi kerusakan daya akibat panas berlebih selama proses switching.

Dengan efisiensi sistem mencapai sekitar 74,7%, inverter yang dirancang sudah memenuhi standar inverter portabel hemat energi sesuai dengan tujuan penelitian.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, inverter portabel hemat Energi yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Inverter portabel berhasil dirancang dan dibangun dengan menggunakan sumber daya baterai 12V dan mampu menghasilkan tegangan AC sebesar 220 – 222 VAC, sesuai standar kebutuhan peralatan elektronik rumah tangga. Sistem bekerja stabil baik pada kondisi tanpa beban maupun saat diberikan beban.
2. Desain inverter yang dibuat telah memenuhi tujuan penelitian, yaitu menghasilkan rangkaian yang

- efisien, portabel, serta dilengkapi sistem pendinginan. Penggunaan MOSFET paralel, penebalan jalur PCB, serta pemasangan heatsink dan kipas terbukti membantu mengurangi panas berlebih sehingga inverter dapat beroperasi dengan aman.
3. Pengujian beban menunjukkan inverter mampu mensuplai daya pada charger handphone, charger laptop dan kipas angin tanpa penurunan tegangan yang signifikan. Tegangan tetap berada pada kisaran 220 VAC – 223 VAC dan frekuensi stabil di 50 Hz.
 4. Efisiensi inverter yang berada pada kisaran yang cukup baik, yaitu sekitar 74 – 75%, sesuai dengan karakteristik inverter low frequency. Dengan runtime baterai dengan kapasitas 12V – 60Ah menunjukkan kemampuan menyediakan daya selama sekitar 5 – 6 jam untuk beban gabungan sekitar 53 – 54 Watt.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdussamad, S. (2020). Rancang Bangun Inverter Mini 1.5 VDC to 220 VAC Untuk Lampu Darurat. *JURNAL TEKNIK*, 2715-7660.
- [2] Arjiansyah, H. I., & Umar. (2021). Penggunaan Suplai Daya Rel ketiga dan Rugi-rugi Propulsii pada Light Rail Trainsit (LRT). *Symposium Nasional RAPI XX*. Bagastira, R., Harahap, P., Oktriaaldi, B., & Balisrannislam. (2022). Comparison Analysis of Input and Output Power on Inverters of Different Types With Pararized Loads. *International Journal of Social Science, Educational, Economics, Agriculture Research, and Technology (IJSET)*.
- [3] Fadihilah, L., Mulyono, N., Suyanto, & Septiyanto, D. (2022). Rancang Bangun Inverter Fasa Tunggal Variabel Frekuensi Berbasis Bipolar Sinusoidal Pulse Width Modulation. *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar*.
- [4] Fauzi, Ariansyah, Wahyuni, & Mubarok. (2024). Pembuatan Portabel Energi Berbasis Panel Surya Sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif Saat Darurat Bencana Untuk Penanggulangan Bencana Daerah Yogyakarta (BPBD DIY). *JATTEC- Journal of Appropriate Technology for Commy Services*.
- [5] Gunawan, Syahputra, R., Darmein, Supardin, & Ruhana. (2024). Perakitan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Bagi Pemuda Desa Alue Lim. *Jurnal Vokasi, Volume 8 Nomor 1*, p-ISSN : 2548-9410 (Cetak) | e-ISSN : 2548-4117 (Online).
- [6] Juliansyah, D. (2024). Analisis Rangkaian Inverter 12v Dc-220v Ac Dengan Sumber Panel Surya Pada Beban Motor Listrik Satu Fasa. *Jurnal Ilmiah Kajian Multidisipliner*, 2118-7302.
- [7] Lastry, & dkk. (2023). Kajian Inverter Pure Sine Wave Terhadap Beban Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 100 WP. *JURNAL ILMIAH TEKNIK MESIN*, 70-78.
- [8] Luqman, M., Komarudin, A., & Nurcahyo, S. (2022). Pembangkit Sinusoida Pulse Width Modulation Berbasis Arduino Untuk Inverter. *Jurnal Teknik Ilmu dan Aplikasi*, ISSN: 2460-5549 | E-ISSN: 2797-0272.
- [9] Mubarok, K., Nawawi , I., & Setyowati, I. (2021). Implementasi Teknik Direct Digital Synthesis (DDS) untuk Inverter Satu Fasa Sinus Murni 0.5 kVA. *THETA OMEGA: Journal of Electrical Engineering, Computer, and Information Technology*.
- [10] Muharni, R., Dwiharzandis, A., & Kesuma, D. S. (2024). Analisis Efisisensi pada Generator Inverter Hemat Energi Listrik untuk Daerah Terpencil. *R.E.M (Rekayasa Energi Manufaktu) Jurnal*.
- [11] Nugraha, & Krismadinata. (2020). Rancang Bangun Inverter Satu Fasa Dengan Modulasi Lebar Pulsa Pwm Menggunakan Antarmuka Komputer. *JURNAL TEKNIK ELEKTRO DAN VOKASIONAL*, 2302-3309.
- [12] Pohan , A. H., & Ragil, M. (2021). Pengaturan Frekuensi Inverter Satu Phasa DC/AC pada Generator Mini Portable Satu Phasa 2500VA dengan System Line. *JT: Jurnal Teknik*.
- [13] Ray, Khwee, & Ayong. (2020). Rancang Bangun Inverter Dengan Menggunakan Sumber Baterai DC 12V.
- [14] Reza, T., Al Furqon, Fadilla, Aziz, A., & Liliana. (2024). Tinjauan Metode Pembangkitan Tegangan Tinggi AC: Pendekatan Pembangkitan yang Portabel dan Ekonomis. *IJEERE: Indonesian Journal of Electrical Engineering and Renewable Energy*.
- [15] Rosli, M. L., Ponniran, A., & Yatim, M. H. (2022). Perancangan Topologi Inverter

Multilevel H-Bridge Bertingkat untuk Aplkasi Paket Daya Portabel Terintegrasi. UTHM (Universiti Tun Hussein Onn Malaysia).

- [16] Salam, L. A., Widarto, H., & Soebiantoro, R. (2024). Rancang Bangun Catu Daya Tenaga Surya Portable untuk Penerangan Perahu Nelayan Tradisional Kapasitas 1000Watt Hour. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran.*
- [17] Soedjarwanto, Noer., F. X. Setiyawan, Arinto., Adiwinata, Farhan. (2023). Rancang Bangun Diode Clamped Multilevel Inverter 7 Tinigkat Untuk Kontrol Dan Monitoring Motor Induksi Satu Fasa Berbasis IoT. *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan).*