

ANALISIS KAPASITAS INVERTER TERHADAP PROTOTYPE SISTEM PELEPASAN BEBAN PADA SISTEM PENYIMPANAN ENERGI

Gusti Ngurah Ary Sarga Gunawan¹, I Gede Dyana Arjana², I Nyoman Budiastara³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

^{2,3}Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Email: surgagunawan18@gmail.com¹, dyanaarjana@unud.ac.id², budiastara@unud.ac.id³

Abstrak

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) yang bekerja menggunakan sistem offgrid tentunya akan memanfaatkan baterai dalam menyimpan hasil energi yang telah dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah prototipe yang mengimplementasikan sistem pelepasan beban pada penyimpanan energi berbasis mikrokontroler ATmega 328, ESP32 dengan pemilihan inverter untuk dilihat keefektifannya dari lama data waktu yang di dapat dan mengetahui hasil kinerja dari rancang bangun pelepasan beban pada penyimpanan energi ditinjau dari efektivitasnya. Perancangan prototipe sistem pelepasan beban pada penyimpanan energi berbasis mikrokontroler ATmega 328 dan sistem peringatan dini berbasis ESP32 menggunakan 4 klasifikasi beban, yaitu beban prioritas, beban kelas 1, beban kelas 2, dan beban kelas 3. Pada penelitian ini menemukan bahwa penerapan sistem pelepasan beban pada penyimpanan energi yang menggunakan mikrokontroler ATmega 328 mampi memperpanjang durasi penggunaan lampu beban prioritas dibandingkan dengan kelas beban lainnya, perbandingan inverter dengan daya 1000 Watt dan inverter dengan daya 1500 Watt mendapatkan hasil yang berbeda, terdapat selisih waktu sebesar 34 Menit. Inverter dengan daya 1500 Watt lebih cepat padam untuk beban prioritas sehingga dalam pengoperasian inverter ini maka diperlukan perhitungan yang tepat agar tidak mendapatkan hasil rugi – rugi daya yang besar. Pemilihan inverter 1000 watt dan 1500 watt dipilih berdasarkan dari beban yang digunakan pada prototipe yang dirancang, yaitu 4 buah lampu pijar sebesar 100 watt dengan total yaitu 400 watt, dengan memperhitungkan efisiensi perangkat inverter yang berada di kisaran angka 80%.

Kata Kunci: Pelepasan Beban, Penyimpanan Energi, Early Warning System, Inverter, Mikrokontroler Atmega 328

Abstract

Solar Power Plants and Wind Power Plants that work with an offgrid system will of course utilize batteries to store the energy that has been produced. The aim of this research This project seeks to create a prototype that applies a load shedding system for energy storage, utilizing the ATmega 328, ESP32 microcontroller with inverter selection to see its effectiveness from the time data obtained and to find out the performance results of the load shedding design for energy storage in terms of its effectiveness. The design of a prototype load shedding system for ATmega 328 microcontroller-based energy storage and an ESP32-based early warning system applies 4 load classifications, namely prioritas load, class 1 load, class 2 load, and class 3 load. This research found that the results of using a load shedding system The ATmega 328 microcontroller-based energy storage can extend the life time of prioritas load lamps compared to other load classes. A comparison of an inverter with a power of 1000 Watts and an inverter with a power of 1500 Watts produces different results, there is a time difference of 34 minutes. An inverter with 1500 Watt power goes out more quickly for prioritas loads so that when operating this inverter, precise calculations are needed to avoid large power losses. The choice of 1000 watt and 1500 watt inverters was chosen based on the load used in the designed prototype, namely 4 100 watt incandescent lamps with a total of 400 watts, taking into account the efficiency of the inverter device which is in the range of 80%.

Keywords: Load Release, Energy Storage, Early Warning System, Inverter, ATmega 328 Microcontroller

1. PENDAHULUAN

PLTS dan PLTB merupakan jenis pembangkit yang menggunakan sistem energi terbarukan. Hal ini pula yang digunakan dan dipasang pada gedung DH Prodi Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana. Pada gedung DH sistem yang digunakan masih *on grid* dimana sistem tersebut masih mengandalkan PLN sebagai pemasok kekurangan energi yang tentu memakan cukup banyak biaya menimbang dari keberlangsungan gedung DH sebagai tempat proses belajar mengajar mahasiswa dan dosen. Melihat realita dimana alat yang dimiliki oleh prodi elektro yang terpasang pada gedung DH sudah mumpuni untuk menjalankan sistem *off grid*, akan tetapi pada realitanya ada beberapa masalah sehingga sistem tersebut tidak berjalan dengan maksimal, seperti matinya salah satu dari dua array PLTS yang ada pada gedung DH.

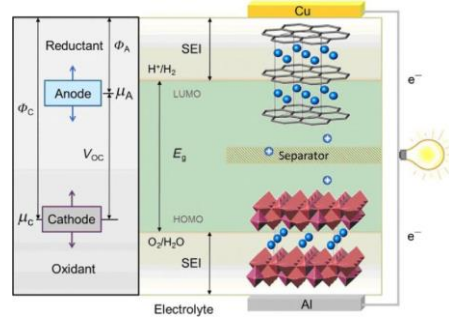
Pada rangkaian listrik inverter dipasang diantara sumber listrik yang berjenis arus listrik DC dan beban listrik yang berjenis listrik AC. Penggunaan inverter pada sistem energi listrik yang berbasis *battery storage* sangat penting karena jika tidak terdapat inverter maka energi listrik yang tersimpan pada baterai tidak dapat dimanfaatkan karena beban pada gedung DH membutuhkan arus listrik AC [1]. Penggunaan inverter juga harus mengetahui beban yang akan tersambung, jika pemasangan inverter tidak sesuai dengan beban yang tersambung maka inverter dapat mengalami kerusakan [2].

Melihat permasalahan dalam perhitungan penggunaan inverter maka perlu di teliti lebih jauh terkait efisiensi dan besar rugi – rugi daya terhadap waktu pada inverter dilihat pada lama waktu penggunaan energi listrik pada baterai.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Baterai

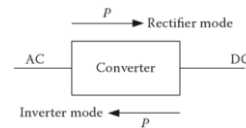
Baterai merupakan perangkat yang menyimpan dan mengubah energi kimia menjadi energi listrik melalui reaksi elektrokimia yang berisi satu atau lebih sel elektrokimia, baterai memiliki 3 komponen utama: anoda (elektroda negatif), katoda (elektroda positif), dan elektrolit yang memisahkan kedua elektroda tersebut [3].



Gambar 1 Diagram Skematik Potensial Rangkaian Terbuka Anoda dan Katoda Elektrolit Berair [3]

2.2 Inverter

Inverter berfungsi untuk mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC). Fungsi utama inverter adalah untuk memungkinkan perangkat yang beroperasi dengan AC dapat digunakan pada sumber daya DC, seperti baterai atau panel surya [4].



Gambar 2 AC-to-DC Converters [4]

2.3 Arduino ATmega-328

Arduino ATmega-328 adalah mikrokontroler 8-bit dari keluarga AVR yang digunakan dalam platform elektronik *open-source* Arduino, terutama pada papan seperti Arduino Uno. Mikrokontroler ini memiliki memori flash 32 KB, SRAM 2 KB, dan EEPROM 1 KB, dengan clock speed maksimal 20 MHz. Dilengkapi dengan 23 pin I/O digital, 6 input analog, serta berbagai periferil seperti UART, SPI, dan I2C, ATmega-328 mendukung berbagai aplikasi elektronik, termasuk sistem otomatisasi rumah, robotika, dan proyek IoT. Arduino IDE, dengan bahasa pemrograman berbasis C/C++, memudahkan pengembangan dan pemrograman proyek dengan menggunakan ATmega-328 [5].



Gambar 3 Arduino ATmega-328 Microcontroller

2.4 Sensor Tegangan

Modul ini digunakan untuk mendeteksi dan mengukur tegangan. Prinsip kerjanya didasarkan pada pembagi tegangan resistor, di mana tegangan input dibagi dengan faktor 5 pada output modul. Sebagai contoh, jika tegangan yang dideteksi adalah 30V DC, maka output modul akan menunjukkan $30/5 = 6V$ DC. Penting untuk dicatat bahwa jika menggunakan Arduino yang beroperasi pada 5V DC, tegangan maksimum yang dapat dideteksi adalah $5V \times 5 = 25V$ DC, untuk mencegah tegangan input melebihi 5V (tegangan kerja Arduino). Demikian pula, jika Arduino beroperasi pada 3.3V DC, maka tegangan input maksimum yang dapat dideteksi adalah $3.3V \times 5 = 16,5V$ DC [6].



Gambar 4 Sensor Tegangan [6]

3. METODE PENELITIAN

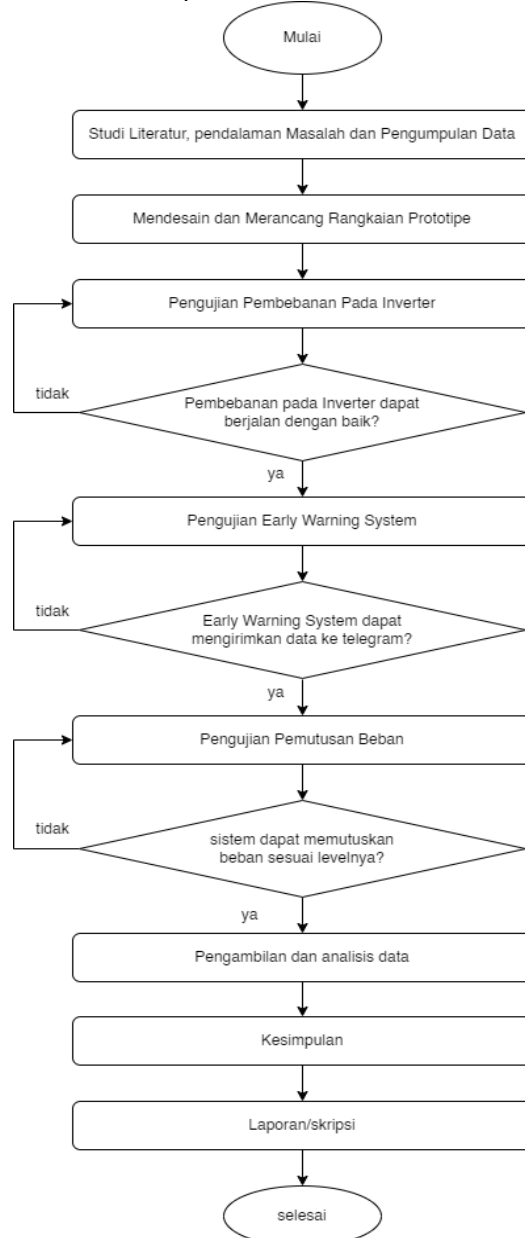
3.1 Tahapan Penelitian

Penelitian mengenai rancang bangun simulasi sistem kontrol manajemen beban pada penyimpanan energi berbasis mikrokontroler Atmega 328 dan ESP32, dilaksanakan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut.

1. Penelitian literatur dan analisis mendalam tentang alat yang akan dikembangkan memperluas pemahaman mengenai ruang lingkup topik yang akan dikerjakan.
2. Menganalisis efisiensi dan rugi – rugi daya terhadap waktu inverter 1000 watt dan 1500 watt pada pelepasan beban.
3. Mendesain rangkaian prototipe *Early Warning System* pada penyimpanan energi berbasis mikrokontroler ATmega 328.
4. Mendesain rangkaian prototipe sistem manajemen beban pada penyimpanan energi berbasis mikrokontroler ATmega 328.
5. Melakukan survei terhadap komponen-komponen yang digunakan untuk merancang simulasi manajemen beban penyimpanan energi pada gedung DH berbasis ATmega 328.
6. Perancangan dan pembuatan prototipe rancang bangun simulasi

manajemen beban penyimpanan energi pada gedung dh berbasis atmega 328.

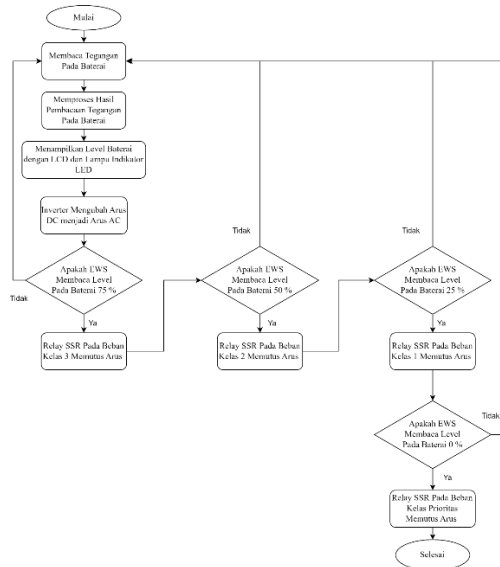
7. Pengujian prototipe sistem manajemen beban pada penyimpanan energi.
8. Melakukan analisis terhadap data hasil pengukuran guna memahami kinerja sistem manajemen beban pada penyimpanan energi.
9. Kesimpulan.



Gambar 5 Tahapan Penelitian Rancang Bangun Sistem Pelepasan beban Dalam Penyimpanan Daya Pada Studi Kasus Gedung DH Teknik Elektro Universitas Udayana Bahan Penelitian

Adapun pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini yakni pengujian pembebanan pada inverter 1000 watt dan 1500 watt dan menganalisis efisiensi dan rugi – rugi daya pada kedua inverter.

3.2 Rancangan Sistem Manajemen Beban pada Penyimpanan energi



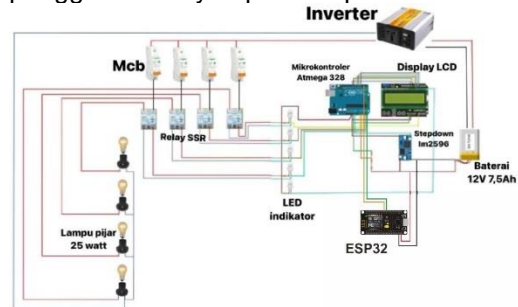
Gambar 6 Diagram alur Rancang Bangun Sistem Pelepasan beban Dalam Penyimpanan Daya Pada Studi Kasus Gedung DH Teknik Elektro Universitas Udayana

Sistem kontrol manajemen beban pada penyimpanan energi berbasis mikrokontroler ini dirancang agar pada sistem pembebanan sesuai tingkat vitalitas beban dapat dikendalikan secara otomatis oleh sistem sehingga tidak membutuhkan kontrol secara manual. Sistem ini dimulai dari membaca level baterai pada *energy storage* yang mana variabel ini yang akan berperan penting terhadap sistem manajemen beban pada penyimpanan energi. Mikrokontroler menerima *input* dari sensor baterai kemudian mengolah data input ini. Mikrokontroler akan memberikan dua buah *output*, yang mana *output* pertama akan menuju display LCD untuk menunjukkan level baterai, dan *output* yang kedua akan menuju relay SSR dengan indikator lampu led.

Output yang menuju relay SSR akan berfungsi sebagai pemutus dan penyambung jalur listrik. Pemutusan jalur listrik ini memiliki standar tingkat vitalitas beban, yang mana tingkat vitalitas beban ini

di atur sesuai dengan kebutuhan pengguna penyimpanan energi. Pada relay SSR ini akan bersifat *switching* pada jalur beban yang mendapatkan *input logic* dari *output* mikrokontroler. Relay SSR akan menyambungkan atau melepaskan beban berdasarkan *input logic* yang diterimanya. Dalam hal ini relay SSR yang digunakan bertipe relay SSR – 40 DA– H.

Selain memberikan output ke relay SSR, mikrokontroler Atmega 328 juga akan memberikan data status beban dan tegangan baterai ke mikrokontroler ESP32 apabila terjadi perubahan pada tiap level beban. Kemudian ESP32 akan mengirimkan data tersebut ke pengguna melalui Telegram Bot yang telah terkoneksi dengan mikrokontroler ESP32. Dengan begitu pengguna dapat mengetahui status beban pada sistem dan dapat mengetahui keadaan beban pada sistem dan menyesuaikan penggunaan daya apabila diperlukan.



Gambar 7 Rancangan Keseluruhan Sistem manajemen beban pada Penyimpanan energi Berbasis Mikrokontroler

Penjelasan secara rinci perancangan keseluruhan sistem pada Gambar 7 adalah sebagai berikut.

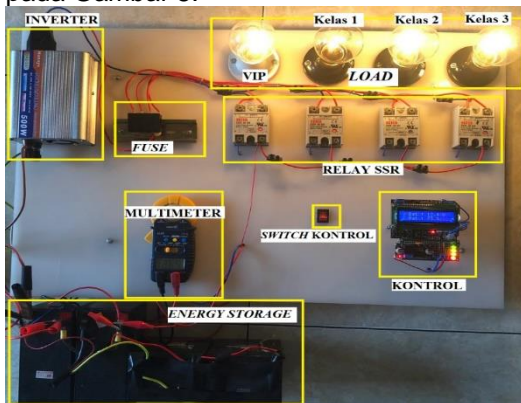
Nama Komponen	Spesifikasi Komponen	Kegunaan Komponen
Baterai	12V _{DC} 7,5Ah	Sumber daya utama dalam rangkaian. Baterai menyimpan energi listrik dalam bentuk arus DC yang kemudian diubah oleh inverter menjadi arus AC untuk mengoperasikan beban listrik.
Step Down	LM2596	Step-down modul konverter daya yang menurunkan tegangan DC yang lebih tinggi ke tegangan yang lebih rendah dengan efisiensi tinggi. LM2596 adalah IC step-down dalam rangkaian ini digunakan untuk menurunkan tegangan dari baterai 12V ke level yang sesuai untuk mengoperasikan mikrokontroler dan komponen lainnya
LED Indikator		LED indikator berfungsi untuk memberikan informasi visual mengenai status operasional sistem.
Mikrokontroler	ATmega 328	Mikrokontroler ATmega 328 memproses data input dan menampilkan informasi tegangan baterai pada display LCD. Output lain dari mikrokontroler diarahkan ke relay SSR, dengan lampu LED sebagai indikator aliran arus menuju relay SSR. Tegangan yang mengalir pada lampu LED berkisar antara 3-5 VDC.
Relay SSR	40-DA	Relay SSR dikendalikan oleh mikrokontroler untuk mengatur pensaklaran beban. Input tegangan DC yang diterima relay SSR adalah sebesar 3–5 VDC. Relay SSR akan memutuskan jalur listrik ketika tidak ada input tegangan DC dari mikrokontroler, dan akan menyambungkan jalur listrik ke beban saat menerima input logika.
Mikrokontroler	ESP 32	Mikrokontroler ESP32 akan menerima data dari mikrokontroler Atmega 328 dan meneruskan data tersebut ke pengguna melalui aplikasi Telegram Bot
Inverter	1000W dan 1500W	Perangkat elektronik yang mengubah arus searah (DC) dari baterai menjadi arus bolak-balik (AC) yang dapat digunakan untuk mengoperasikan peralatan listrik rumah tangga seperti lampu pijar. Inverter sangat penting dalam sistem berbasis baterai karena memungkinkan energi yang tersimpan dalam baterai digunakan untuk beban listrik AC.
MCB	4A	MCB adalah saklar otomatis yang dirancang untuk melindungi rangkaian listrik dari arus lebih atau korsleting. Dalam rangkaian ini, MCB melindungi komponen dan beban dari kerusakan yang disebabkan oleh lonjakan arus atau arus pendek yang tidak diinginkan.
Lampu Pijar	25Watt (4x)	Lampu ini digunakan sebagai contoh beban yang membutuhkan arus AC yang disuplai oleh inverter.
LCD Display	2x16 pin	Display LCD adalah komponen yang digunakan untuk menampilkan informasi penting seperti status sistem, tegangan, arus, dan kondisi beban. Dalam rangkaian ini, LCD digunakan untuk memberikan informasi secara visual kepada pengguna tentang kinerja sistem.

Output dari inverter langsung dialirkan ke panel MDP (*Main Distribution Panel*) dan kemudian menuju beban. Pada jalur listrik menuju beban, energi listrik akan terlebih dahulu diputus oleh relay SSR, di mana relay SSR memainkan peran penting dalam sistem manajemen beban pada penyimpanan energi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras Sistem Pelepasan beban pada Penyimpanan energi

Pembuatan perangkat keras pada prototipe sistem pelepasan beban pada penyimpanan energi berbasis mikrokontroler ATmega 328, terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu rangkaian penyimpanan energi, mikrokontroler ATmega 328, sensor tegangan, rangkaian relay, rangkaian inverter, rangkaian *fuse*, saklar untuk kontrol, serta rangkaian pada beban. Hasil rancangan sistem pelepasan beban pada penyimpanan energi berbasis mikrokontroler ATmega 328 dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Realisasi Hasil Rancang Perangkat Keras Sistem Manajemen Beban

Penjelasan bagian – bagian rancangan sistem pelepasan beban pada penyimpanan energi berbasis mikrokontroler ATmega 328 adalah sebagai berikut.

1. Rangkaian Penyimpanan energi
Rangkaian penyimpanan energi dengan besar tegangan 12 V 24 Ah berfungsi untuk mensuplai listrik pada beban dan sistem kontrol. Adapun pensuplaian energi listrik dibagi menjadi dua, yang pertama penyimpanan energi mensuplai beban lampu pijar dengan melalui inverter dengan besar kemampuan 1000 Watt. Yang kedua penyimpanan energi mensuplai aliran listrik DC untuk komponen – komponen pada rangkaian kontrol sistem pelepasan beban.
2. Mikrokontroler ATmega 328
Mikrokontroler ATmega 328 berfungsi sebagai pusat kontrol dari sistem pelepasan beban yang di aplikasikan pada penyimpanan energi.

3. Sensor Tegangan
Sensor tegangan yang dipakai pada rangkaian adalah sensor tegangan berjenis *voltage divider*. Sensor tegangan berfungsi untuk membaca besar tegangan pada baterai dan *output* pada sensor akan digunakan sebagai syarat dalam mengalirkan listrik pada rangkaian melewati proses pada mikrokontroler.
4. Rangkaian Relay SSR
Rangkaian relay SSR berfungsi sebagai *switch* pada rangkaian sistem kontrol pelepasan beban. Penggerakan *on/off* pada *switch* ini di tentukan oleh *ouput* dari mikrokontroler. Relay ini merupakan pemutus aliran listrik dari inverter ke beban.
5. Rangkaian Inverter
Rangkaian inverter pada sistem pelepasan beban ini berfungsi sebagai pengubah aliran listrik DC ke AC sehingga dapat di alirkan pada beban AC yang telah tersambung pada rangkaian. Hal ini dikarenakan beban yang digunakan menggunakan jenis listrik AC, sehingga dibutuhkan rangkaian inverter guna merubah energi listrik yang tersimpan di baterai agar dapat digunakan untuk menghidupkan beban yang terkoneksi.
6. Rangkaian *Fuse*
Rangkaian *fuse* pada sistem ini memiliki fungsi sebagai pengaman pada aliran arus AC, penggunaan *fuse* pada rangkaian merupakan lebih baik dibandingkan menggunakan MCB, hal ini dikarenakan inverter tidak memiliki referensi netral seperti pada rangkaian listrik di rumah tangga, sehingga MCB tidak dapat digunakan sebagaimana mestinya.
7. *Switch* Kontrol
Switch kontrol pada rangkaian ini menggunakan *switch* dengan batas arus yang mengalir adalah 3A, *switch* ini berfungsi sebagai pemutus arus suplai ke kontrol dari baterai. Sehingga ketika mengaplikasikan rangkaian sistem kontrol pelepasan beban daya pada baterai tidak langsung masuk ke kontrol. Hal ini bertujuan jika baterai terdapat kendala lebih mudah dalam pemeliharannya (*maintenance*).
8. Rangkaian Beban
Rangkaian beban pada rancang bangun sistem pelepasan beban pada

penyimpanan energi ini adalah sebagai objek penelitian. Pembebanan dalam prototipe ini dibagi menjadi empat kelas, adapun kelasnya yaitu Beban tingkat kelas prioritas, kelas satu, kelas dua dan terakhir adalah beban dengan tingkat kelas tiga.

4.2 Hasil Perancangan Perbandingan Inverter Pada Sistem Pelepasan beban Pada Gedung DH

Penggunaan inverter daya 1000 Watt dan 1500 Watt dengan rangkaian yang sama dan besar beban yang sama. Dalam penggunaan inverter dengan jenis daya berbeda ini memiliki tujuan agar dapat melihat seberapa penting dalam pemilihan inverter di bidang energi terbarukan. Perbandingan inverter ini akan dilihat keefektifannya dari lama data waktu yang didapat. Sehingga dapat ditarik sebuah hasil data inverter yang lebih efisien dalam rangkaian yang digunakan. Pemilihan daya inverter dengan total daya beban 4 lampu (400 Watt) dilakukan dengan perhitungan berikut:

$$Kapabilitas\ Inverter = \frac{Total\ Daya\ Beban}{Efisiensi\ Inverter}$$

$$Kapabilitas\ Inverter = \frac{400\ Watt}{80\%} = 500\ Watt$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan faktor keamanan sekitar 25%. Maka kapasitas inverter dengan faktor keamanan sebesar 625 Watt. Namun, dalam penelitian ini digunakan daya inverter sebesar 1000 Watt dan 1500 Watt dikarenakan lebih mudah mendapatkan kapasitas inverter dengan kapasitas tersebut.

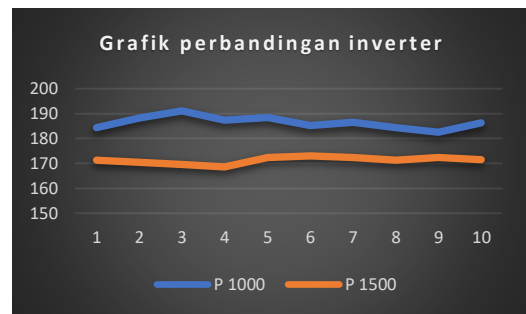
4.1.1 Hasil Pengukuran

Pengukuran daya inverter dilakukan pengujian sebanyak sepuluh kali untuk masing-masing inverter, pengujian inverter bertujuan untuk mendapatkan nilai perbandingan yang lebih akurat. Dari hasil data yang di dapatkan maka pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif. Adapun data yang di dapatkan memiliki perbandingan hasil pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Perbandingan Dua Inverter

NO	LAMA WAKTU HIDUP INVERTER		WAKTU PENGUJIAN INVERTER	
	P 1000 (menit)	P 1500 (menit)	P 1000 (waktu)	P 1500 (waktu)
1	184.37	171.25	10.00 - 13.04	14.00 - 16.51
2	188.19	170.41	09.00 - 12.08	13.00 - 15.50
3	191.11	169.54	20.30 - 23.41	09.00 - 11.49
4	187.45	168.59	17.00 - 20.07	10.30 - 13.18
5	188.34	172.45	12.30 - 15.38	18.00 - 20.52
6	185.25	173.01	09.30 - 12.36	21.10 - 00.03
7	186.48	172.41	09.30 - 12.34	16.00 - 18.52
8	184.35	171.26	10.00 - 13.02	16.40 - 19.31
9	182.53	172.35	14.45 - 17.47	19.20 - 22.12
10	186.22	171.56	11.20 - 14.26	17.00 - 19.51
RATA RATA WAKTU	186.43	171.28	3.06	2.51

Pada Tabel 1 dilakukan percobaan lama waktu hidup inverter sebanyak 10 kali dengan lama waktu pengujian yang bervariasi dari masing – masing inverter.



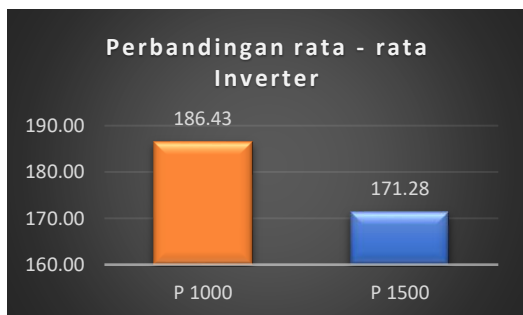
Gambar 9 Grafik Perbandingan Inverter

Pada Gambar 9 didapat dilihat hasil grafik perbandingan inverter pada saat beroperasi. Pada inverter dengan daya 1000 Watt ditunjukkan grafik berwarna biru sedangkan inverter dengan daya 1500 Watt ditunjukkan dengan grafik berwarna merah. Didapat bahwa data inverter dengan daya 1000 Watt mendapatkan hasil waktu hidup yang lebih lama dibandingkan dengan inverter dengan daya 1500 Watt. Hal ini dikarenakan oleh beberapa faktor berikut [7]:

1. Inverter cenderung paling efisien ketika beban yang dihubungkan mendekati kapasitas nominal inverter. Jika beban yang dihubungkan lebih dekat ke

kapasitas 1000 Watt daripada 1500 Watt, inverter 1000 Watt mungkin beroperasi dalam rentang efisiensi yang lebih tinggi. Inverter dengan kapasitas terlalu besar bisa kurang efisien saat bekerja dengan beban yang lebih kecil, karena sebagian besar daya mungkin terbuang dalam bentuk panas.

2. Inverter yang terlalu besar untuk beban yang ada mungkin mengalami peningkatan loss (kerugian) daya saat beroperasi pada beban rendah. Hal ini karena sebagian besar inverter memiliki efisiensi maksimum pada rentang beban tertentu (biasanya 50-80% dari kapasitas nominal). Pada beban yang lebih rendah, inverter 1500 Watt mungkin tidak beroperasi pada efisiensi optimalnya, sehingga lebih banyak energi terbuang.
3. Inverter dengan kapasitas lebih besar umumnya memiliki konsumsi daya siaga (standby power consumption) yang lebih tinggi. Ini berarti bahwa bahkan ketika beban rendah atau tidak ada beban, inverter 1500 Watt mungkin mengkonsumsi lebih banyak daya hanya untuk tetap menyala, yang mengurangi efisiensi keseluruhan.
4. Inverter dengan kapasitas lebih besar juga mungkin menghasilkan lebih banyak panas ketika beroperasi pada beban rendah, yang memerlukan tambahan energi untuk pendinginan (baik aktif atau pasif). Efek ini dapat menurunkan efisiensi keseluruhan.



Gambar 10 Hasil Perbandingan Rata – Rata Inverter

Pada Gambar 10 perbandingan rata – rata inverter dengan daya 1000 Watt dan inverter dengan daya 1500 Watt memiliki selisih sebesar 15.15 atau setara dengan 15 menit. Rata – rata ini di dapatkan dari 10 kali percobaan yang telah dilakukan. Dari data yang telah di dapatkan maka dibuatkan suatu grafik perbandingan rata – rata dari

masing – masing inverter yang digunakan. Ini menyebabkan grafik pada inverter dengan daya 1500 Watt dapat dilihat dengan jelas jika hasil rata – rata lama hidup lampu lebih rendah.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dari hasil penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa pengujian perbandingan inverter dengan daya 1000 Watt dan inverter dengan daya 1500 Watt mendapatkan hasil yang berbeda, yaitu pada percobaan ke 3 pada inverter 1000 Watt memiliki waktu pengoperasian yang lebih lama yaitu 3 jam 11 menit, sedangkan pada percobaan ke 9 memiliki waktu pengoperasian yang lebih cepat yaitu 3 jam 2 menit. Pada inverter 1500 memiliki waktu pengujian paling lama adalah 2 jam 53 menit dan pengujian yang paling cepat adalah 2 jam 48 menit, dari kedua pengujian inverter yang di dimana masing - masing dilakukan 10 pengujian pada setiap inverter dan terdapat selisih waktu kurang lebih 15 menit. Serta Inverter dengan daya 1500 Watt lebih cepat padam untuk beban prioritas sehingga dalam pengoperasian inverter ini maka diperlukan perhitungan yang tepat agar tidak mendapatkan hasil rugi – rugi daya yang besar. Serta untuk mendapatkan hasil waktu hidup inverter yang lebih lama.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Blaabjerg, F., Iov, F., Kerekes, T., Teodorescu, R. and Ma, K., 2011, February. Power electronics-key technology for renewable energy systems. In *2011 2nd Power Electronics, Drive Systems and Technologies Conference* (pp. 445-466). IEEE.
- [2] Rodriguez, J., Lai, J.S. and Peng, F.Z., 2002. Multilevel inverters: a survey of topologies, controls, and applications. *IEEE Transactions on industrial electronics*, 49(4), pp.724-738.
- [3] Menictas, C., Skyllas-Kazacos, M. and Lim, T.M. eds., 2014. *Advances in batteries for medium and large-scale energy storage: types and applications*. Elsevier.
- [4] Luo, F.L. and Ye, H., 2017. *Advanced DC/AC inverters: applications in renewable energy*. Crc Press.

- [5] Kumar, R.H., Roopa, A.U. and Sathiya, D.P., 2015. Arduino ATMEGA-328 microcontroller. *Int. J. Innov. Res. Electr. Electron. Instrum. Control Eng*, 3(4), pp.27-29.
- [6] Ichibot (n.d.). Sensor Tegangan DC 0-25V / Voltage Sensor. Available at: <https://store.ichibot.id/product/sensor-tegangan-dc-0-25v-voltage-sensor/> (Accessed: 31 May 2024)
- [7] Robinson, F.V.P., 1997. Power electronics converters, applications and design. *Microelectronics Journal*, 28(1), pp.105-106.