

SIMULATOR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID (PV, PLTMH, GENSET)

Felix Andreas Gurning^{1*},²Bambang Widodo,³Susilo

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Jakarta

*e-mail Korespondensi : andreasgurning29@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia memiliki kekayaan alami yang cukup cocok untuk menghasilkan listrik. Saat ini, negara ini sangat bergantung pada sumber energi hingga seperti diesel, gas, dan batubara untuk menjalankan fasilitas tenaga panas bumi. Namun demikian, karena posisi khatulistiwa yang menguntungkan, Indonesia menerima masuknya sinar matahari sepanjang tahun yang konsisten, memposisikannya lebih baik untuk memanfaatkan energi matahari. Selain itu, pola angin yang menguntungkan dan curah hujan yang teratur di negara ini memberikan peluang lebih lanjut untuk pembangunan pembangkit listrik tenaga surya, angin, dan air (PLTS, PLTB, dan PLTPH). Mengingat kebutuhan masyarakat akan energi listrik semakin meningkat serta penyaluran listrik belum merata ke seluruh daerah maka pembangkit listrik sistem hybrid ini akan sangat membantu masyarakat bila sistem hybrid ini dapat diterapkan secara langsung. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan simulasi pembangkit listrik hibrida, menawarkan solusi energi alternatif melalui integrasi tiga jenis generator yang berbeda: fotovoltaik (PV), daya mikro-hidro (MHP), dan generator konvensional. Pengaturan hibrida ini menggunakan serangkaian sistem terkoordinasi yang dilibatkan untuk meningkatkan efisiensi produksi dan distribusi daya. Pada penelitian ini didapatkan hasil tegangan sebesar 134,01 V dan arus 0.029 A untuk beban 8 Watt, untuk beban 18 Watt sebesar 132,58 V dengan arus 0,056 A dan untuk beban 23 Watt sebesar 131,49 Watt dengan arus 0.0781 A.

Kata kunci : Pembangkit listrik tenaga Hybrid, Panel Surya, PLTMH, Genset

ABSTRACT

Indonesia has a natural wealth that is quite suitable for producing electricity. At present, this country is very dependent on energy sources to diesel, gas and coal to run geothermal power facilities. However, because of the favorable equatorial position, Indonesia accepts the entry of consistent sunlight throughout the year, positioning it is better to utilize solar energy. In addition, a profitable wind pattern and regular rainfall in this country provide further opportunities for the construction of solar, wind and water power plants (PLTS, PLTB, and PLTPH). Considering the community's need for electrical energy is increasing and the distribution of electricity has not been evenly distributed to all regions, this hybrid system power plant will greatly help the community if this hybrid system can be applied directly. This study aims to develop hybrid power generation simulations, offering alternative energy solutions through the integration of three different types of generators: Photovoltaic (PV), Micro-hydro power (MHP), and conventional generators. This hybrid regulation uses a series of coordinated systems involved to improve the efficiency of production and power distribution. In this study the voltage results were 134.01 V and a current of 0.029 A for an 8 watt load, for a load of 18 watts of 132.58 V with a current of 0.056 A and for a load of 23 watt of 131.49 watts with a current of 0.0781 A.

Keywords: Hybrid power plant, Solar Panel, PLTMH, Genset

1. PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai wilayah berbentuk ribuan pulau yang sangat luas, menghadapi kesulitan untuk mencapai pemerataan akses listrik di seluruh wilayahnya. Situasi ini menyebabkan pulau-pulau terpencil mengandalkan sumber daya alam untuk kebutuhan energinya. Ketersediaan sinar matahari yang substansial di Indonesia menghadirkan peluang signifikan untuk memanfaatkan energi terbarukan, terutama tenaga surya, selain energi matahari mikrohidro berbasis aliran sungai sebagai pilihan energi terbarukan yang menarik. Menggunakan energi terbarukan memberikan solusi alternatif dan menjanjikan untuk menghasilkan listrik di daerah terpencil, di mana sistem pembangkit listrik hybrid dapat diterapkan secara efektif.^[1]

Dalam salah satu penelitian yang dilakukan oleh Benedict Boranpil Juen, Ir. I Wayan Suriana S.T.M.T.IPM., ASEAN Eng., Ir. I Wayan Sukadana, S.T.M.T.IM., ASEAN Eng, dan Ir. I Wayan Sugara Yasa S.T., M.T. Penelitian mereka berjudul **“PERANCANGAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID ANTARA PLN DAN PLTS”**, diterbitkan di Digit Journal pada tahun 2020. Dijelaskan bahwa penelitian tersebut menggunakan PLN dan PLTS (Pembangkit Listrik tenaga Surya) sebagai sumber energinya. Kesuksesan pengembangan sistem Hybrid dimungkinkan oleh perakitan lengkap komponennya di dalam gedung^[2]. Namun penelitian ini masih memiliki kekurangan yaitu jika pada saat musim penghujan PLTS tidak dapat bekerja dengan

maksimal dan juga masih menggunakan PLN sebagai salah satu sumbernya

Pada penelitian yang ditulis oleh I Ketut Parti, I Noman Mudiana, Ni wayan Rasmini tahun 2020 dengan judul **“SISTEM HYBRID PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DENGAN TENAGA ANGIN”** Dalam penelitian ini, fasilitas tenaga surya dan tenaga angin digunakan untuk menghasilkan energi, ditambah dengan implementasi pelacakan titik daya maksimum (MPPT) sebagai pengontrol untuk mengoptimalkan pengisian baterai. Dalam sistem hybrid ini, penting bagi kedua generator untuk berkolaborasi secara harmonis dan juga memiliki kemampuan untuk berfungsi secara independen, memastikan pemanfaatan energi yang dihasilkan secara optimal. Pada siang hari, pembangkit energi surya dan pembangkit energi angin (PLTB) beroperasi secara bersamaan, secara efektif memanfaatkan energi dari kedua sumber tersebut^[3]. Namun penelitian ini masih memiliki kekurangan yaitu pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin, mengingat potensi angin yang berbeda pada setiap daerah di Indonesia dan hal ini dapat menyebabkan pembangkit ini hanya dapat diaplikasikan pada daerah tertentu saja yang memiliki potensi angin yang besar

Pada penelitian yang ditulis A.M. Shiddiq Yunus, Syamsuryani Abbas, dan Fadil Amrullah tahun 2021 dengan judul **“RANCANG BANGUN SISTEM HYBRID PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR HUJAN”** Penelitian ini menguraikan penggabungan sistem hybrid yang mengintegrasikan pembangkit listrik tenaga surya dengan pembangkit listrik tenaga air yang memanfaatkan air hujan sebagai sumber

energi. Prosesnya melibatkan menangkap air hujan melalui turbin tipe Pelton yang dipasang di dalam rumah tangga atau membangun selokan, yang kemudian diarahkan untuk mengisi baterai^[4]. Namun penelitian ini masih punya kekurangan yaitu pada Pembangkit Listrik Tenaga Air Hujan mengingat pembangkit ini tidak dapat berfungsi dengan maksimal pada musim panas/kemarau.

. Pada penelitian yang ditulis oleh Sugeng, Taufiqur Rokhman, Paridawati, Agus Sofwan yang dipublikasikan di E-Komtek (Elektro-Komputer-Teknik) Vol 2 No 1 tahun 2018 dengan judul **“RANCANG BANGUN PROTOTIPE GARDU PEMBANGKIT LISTRIK HYBRID MIKRO HIDRO DAN SEL SURYA SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PRAKTIKUM TEKNIK ELEKTRO”** Penelitian ini menguraikan sistem hibrida yang memanfaatkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro sebagai sumber-sumber energi. Studi ini membandingkan penggunaan panel surya mono-crystalline dan Model Turbin Pelton dengan Jet pump untuk pembangkit listrik. Panel surya mono-crystalline dikenal dengan efisiensinya yang tinggi, menghasilkan daya listrik per satuan luas tertinggi, mencapai hingga 15%^[5]. Namun, ia memiliki kelemahan; kinerjanya buruk di area dengan sinar matahari atau naungan terbatas, mengalami penurunan efisiensi yang signifikan selama cuaca mendung.

Berdasarkan keterbatasan yang diidentifikasi dalam penelitian yang ada, Simulator Sistem Tenaga Hibrida baru akan dikembangkan dan diteliti. Simulator ini akan mengintegrasikan sumber energi Solar, Mikrohidro, dan Genset. Fokus utama dari penelitian ini adalah

menciptakan pembangkit listrik hibrida yang beroperasi secara otonom, terisolasi dari Jaringan Listrik Nasional (PLN), dan tahan terhadap fluktuasi kondisi musiman. Dengan mencapai tujuan ini, para peneliti bertujuan untuk menciptakan sistem pembangkit listrik yang andal dan berkelanjutan yang dapat beradaptasi dengan perubahan kondisi lingkungan dan memberikan keluaran energi yang konsisten sepanjang tahun.

2. KERANGKA TEORI

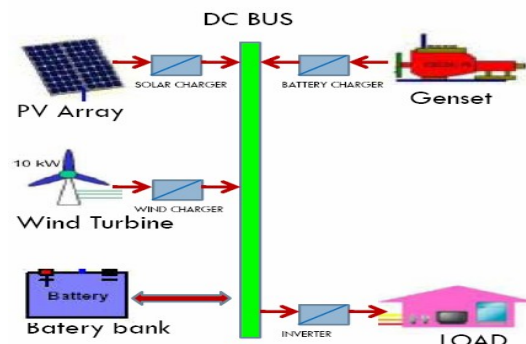
2.1. PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRID

Secara mendasar, istilah "hibrid" mengacu pada pemanfaatan dua atau lebih jenis pembangkit energi listrik yang berbedaa^[1]. Fokus utama sistem hibrid ini adalah untuk mengintegrasikan sumber energi yang beragam ini atau sistem pembangkit untuk saling mengimbangi keterbatasan masing-masing dan memenuhi tuntutan beban yang diinginkan secara efektif.

Pembangkit energi listrik hibrida dalam sistem ini didasarkan pada pemanfaatan tiga model yang berbeda^[5]:

a) Sistem Hibrid Seri

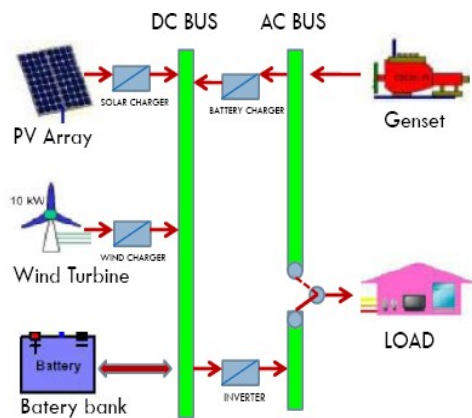
Dalam konfigurasi Sistem Hibrid Seri, daya DC disalurkan ke baterai. Untuk memastikan kinerja Anda, setiap komponen dilengkapi dengan pengontrol pengisi sendiri, dan generator serta inverter dalam sistem ini dirancang untuk melayani beban puncak.



Gambar 1 PLTH Sistem Serial

b) Sistem Hibrid Paralel

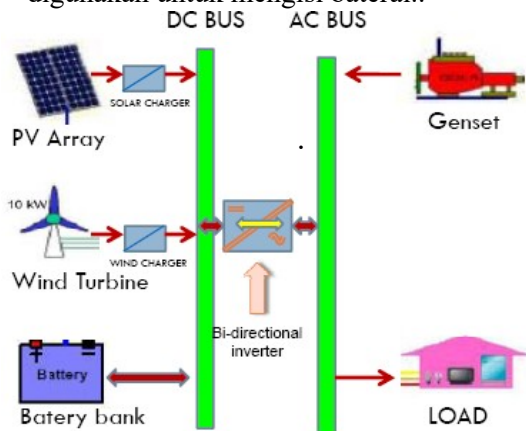
Dalam konfigurasi Hibrid Paralel, generator dan baterai bank menyuplai beban secara bersamaan. Sistem hibrid paralel ini menggunakan inverter dua arah (BDI) yang dapat mengubah arus listrik DC menjadi AC dan sebaliknya (penyearah), serta dapat berfungsi sebagai pengisi daya.



Gambar 2 PLTH Sistem Tersaklar (Switched)

c) Sistem Hibrid Paralel

Dalam Sistem Hibrid Terputus-nyala, genset dan inverter dapat berfungsi sebagai sumber AC, dan genset serta sumber energi terbarukan dapat digunakan untuk mengisi baterai. Dalam sistem ini, beban dapat langsung dihubungkan oleh genset, meningkatkan efisiensi secara keseluruhan, dan kelebihan daya dari genset dapat digunakan untuk mengisi baterai..



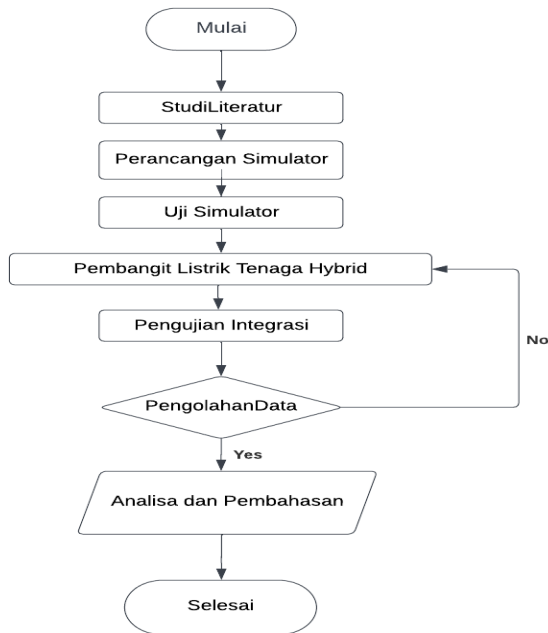
Gambar 1. Sistem PLTH tersaklar

Pada penelitian ini menggunakan sistem tersaklar, berikut ini diagram pembangkit hybrid tersaklar yang menggunakan pembangkit listrik tenaga PV, PTMH dan Genset

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengadopsi pendekatan eksperimental dan kualitatif dalam pengujian, melibatkan metode observasi seperti analisis literatur dan pengamatan langsung sebagai cara untuk mengumpulkan data. Data yang berhasil dikumpulkan kemudian diolah dan dianalisis guna mencapai kesimpulan.

Terdapat beberapa tahapan penelitian yaitu merumuskan masalah, menentukan topik penelitian dan melakukan studi literatur, menyediakan alat dan bahan, dan menyusun kerangka, membuat program serta melakukan eksperimen. Dari pengujian alat yang dilakukan akan diperoleh data-data yang akan dilakukan analisis untuk mendapatkan kesimpulan dengan alur penelitian pada gambar



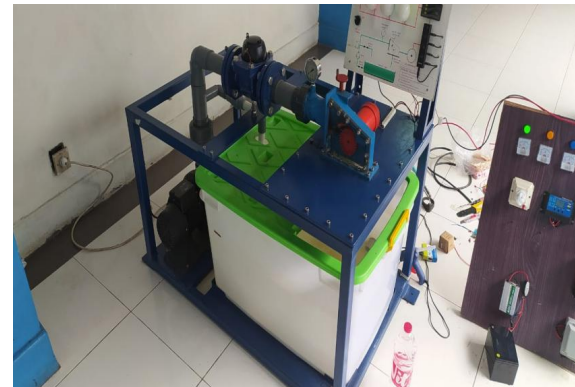
Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

Perencanaan Sistem PLTH Desain PLTS

Desain sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) diilustrasikan pada gambar di bawah ini. Rangka PLTS dibangun menggunakan besi hollow berukuran 4x4mm, dan PLTS ini sendiri memiliki dimensi panjang 50x70cm. Alas atau dudukan solar panel berukuran panjang 80x80cm dan memiliki tinggi 140cm.



Gambar 3
PLTS
Adapun
komponen
yang
terpasang
pada PLTS
diatas adalah
sebagai berikut
:



1. Panel surya/fotovoltaik, digunakan untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik.
2. Sakelar, berfungsi sebagai pemutus sirkuit dan untuk menghubungkan/memutuskan sirkuit sistem.
3. Voltmeter dan ammeter, digunakan untuk mengukur tegangan dan arus dalam penelitian.
4. Buck converter, berfungsi sebagai pengatur tegangan.
5. Blok terminal, digunakan sebagai penghubung untuk komponen penelitian.
6. Solar charger controller, berperan sebagai pengatur tegangan dan arus listrik keluaran dari solar cell ke baterai.

7. Power inverter, bertanggung jawab untuk mengubah tegangan searah menjadi tegangan bolak-balik.
8. Cable duct atau jalur kabel, berfungsi sebagai jalur untuk menghubungkan setiap komponen.
9. Soket, digunakan sebagai penghubung untuk beban uji.
10. Baterai, digunakan sebagai media penyimpanan energi listrik.

4. PLTMH

PLTMH ini menggunakan rangka Panjang 1.4m x lebar 0.75m x tinggi 1.1m dengan berat kurang lebih 200kg. Seluruh perlengkapan mekanikal dipasangkan pada rangka. PLTMH ini menggunakan mesin pompa air sebagai penggerak turbin

Gambar 4 PLTMH Panel Simulator

Panel Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid

Di bawah ini terdapat visualisasi dari Simulator Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid yang menggabungkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Mikrohidro, dan Genset seperti yang ditunjukkan dalam gambar berikut:



Gambar 4 Panel Simulator Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid

Konsep yang digunakan pada penelitian pembangkit ini adalah menggunakan sistem Tersaklar yang dipadukan dengan sistem penggabungan tegangan DC. PV dan PLTMH menghasilkan keluaran tegangan DC, Genset menghasilkan tegangan keluaran AC yang kemudian dikonversikan atau diubah menjadi tegangan DC. Setelah tegangan keluaran Genset diubah menjadi tegangan DC lalu digabungkan dengan tegangan DC dari PLTMH dan PV dan dipasangkan dioda pada rangkaian. Tujuan pemasangan dioda sebagai pengaman agar tidak terjadi tegangan balik akibat perbedaan tegangan yang dibangkitkan pada pembangkit^[6]. Untuk besar keluaran dari PLTMH yaitu 7,08 VDC yang kemudian tegangan ini ditingkatkan menggunakan buck-bosst ke 14,1 VDC dengan tujuan untuk menyamai keluaran rata-rata dari PV^[7], keluaran dari PLTMH ini bersifat konstan karena pada penelitian ini menggunakan modul simulasi PLTMH yang kelurannya sudah diatur konstan. Tegangan AC yang dihasilkan oleh genset diubah juga menjadi tegangan DC 14,1 V dengan tujuan yang sama seperti PLTMH untuk menyamai keluaran rata-rata dari PV.

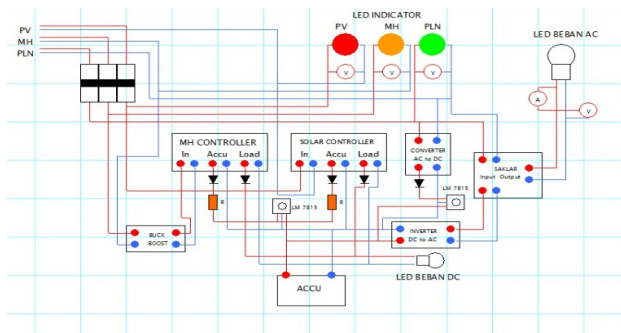
Dan untuk cara kerja dari Simulator Pembangkit Listrik Hybrid, hasil keluaran dari sistem Energi Surya Fotovoltaik (PLTS) atau Surya Fotovoltaik (PV) terhubung ke terminal masukan Solar Charge Controller (SCC). SCC adalah suatu perangkat elektronik yang bertujuan untuk mengatur arus searah, baik ketika sedang mengisi baterai dari panel surya maupun saat memindahkan daya dari baterai ke perangkat yang memerlukan energi.

Tujuan utama solar charge controller adalah mencegah pengisian baterai yang berlebihan saat mencapai kapasitas penuh dan untuk mengelola tegangan berlebih dari panel/sel surya. Pengisian daya yang berlebihan dan voltase yang berlebihan dapat menyebabkan penurunan masa pakai baterai. SCC menggunakan teknologi Pulse Width Modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian dan pengosongan baterai secara

efisien. Sebelum mendistribusikan energi listrik yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Hybrid, digunakan konverter buck-boost sebagai pengatur tegangan. Perannya adalah untuk memastikan kestabilan voltase pada dua baterai yang terlibat dalam sistem.

Rangkaian Penelitian

Adapun rangkaian pada penelitian ini menggunakan SCC, Inverter, buck-boost konverter dan Baterai. Pada rangkaian ini digunakan diode sebagai pengaman arus balik apabila salah satu dari pembangkit drop atau tidak berfungsi. Keluaran dari PLTMH dihubungkan dengan buck boost guna menyamakan tegangan dengan PLTS atau PV dan untuk menstabilkan tegangan



Gambar 5 Rangkaian Simulator Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Data Secara Umum

Pada bab ini menunjukkan besaran Tegangan Arus pada beban beserta daya. Pengukuran diambil dari jam 09.00 -15.00, tujuan pengambilan data dilakukan pada jam tersebut untuk mendapatkan hasil maksimal dari PLTS.

Hasil Data Pengujian

Pengukuran PV

Jam	Intensitas Cahaya	Tegangan Panel Surya (V)	Arus Panel Surya (A)
9	36134	15,09	0,48
10	42996	15,61	0,61
11	60702	18,9	1,89
12	65612	20,02	2,26
13	63724	19,83	2,06
14	55132	18,17	1,46
15	47258	16,35	0,95
Rata-rata	45860	17,71	1,387,142,857

Pengukuran digunakan pada beban 8 Watt 18 Watt 19 Watt 23 Watt Berdasarkan pengukuran PV mulai hari ke 1 sampai 5 didapatkan rata-rata tegangan dan arus tertinggi di jam 12,00 sebesar 20,00 V dan 2,25 A dan untuk didapatkan rata-rata tegangan dan arus terendah di jam 09.00 sebesar 15,09 V dan 0,48 A.

Tabel Rata-rata hasil dari pengukuran PV

Pengukuran PLTMH dan Genset

PLTMH		Genset	
Tegangan	Arus	Tegangan	Arus
14,1	0,14	12	0,18

Tabel hasil dari pengukuran PLTMH dan Genset

Untuk nilai tegangan PLTMH dan genset diatur konstan besar keluarannya. Dan untuk tegangan genset sudah diubah menjadi DC.

Pengukuran Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid

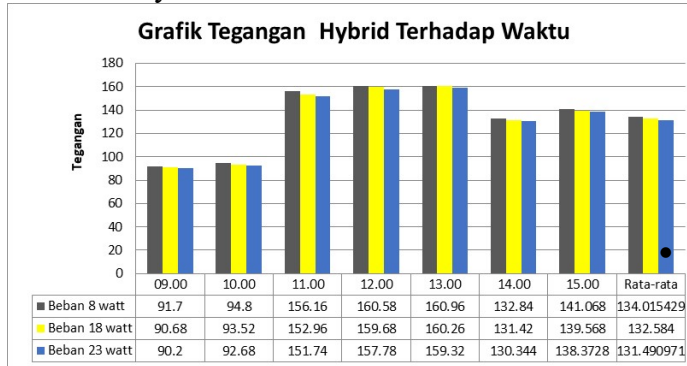
Waktu	Beban 8 watt		Beban 18 watt		Beban 23 watt	
	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)
09.00	91,7	0,022	90,68	0,034	90,2	0,06
10.00	94,8	0,022	93,52	0,036	92,68	0,062
11.00	156,16	0,034	152,96	0,054	151,74	0,09
12.00	160,58	0,036	159,68	0,058	157,78	0,088
13.00	160,96	0,034	160,26	0,066	159,32	0,088
14.00	132,84	0,0296	131,42	0,0496	130,344	0,0776
15.00	141,068	0,03112	139,568	0,05272	138,3728	0,08112
Rata-rata	134,015429	0,029817	132,584	0,050046	131,490971	0,078103

Tabel Rata-rata hasil dari pengukuran Hybrid

Berdasarkan pengukuran arus dan tegangan pada Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid didapatkan tegangan dan arus rata-rata

pada beban 8 W sebesar 134,015 V dan 0,029 A. Pada beban 18 W sebesar 132,42 V dan 0,0496 A. Dan untuk beban 18 W sebesar 131,490 V dan 0,077 A

Untuk Grafik Rata-Rata Dari Tegangan dan Arus Hybrid



Grafik 1 Grafik Tegangan Hybrid Terhadap Waktu

Daya (P) = 134,015429 x 0,029817 W

Daya (P) = 4 W

- Untuk lampu 18 watt
Tegangan (V) = 132,584 V
Arus (A) = 0,050046 A
 $P = V \cdot I$

P = Daya

V = Tegangan

I = Arus

Daya (P) = 132,584 x 0,050046 W

Daya (P) = 6,64 W

• Untuk lampu 23 watt
Tegangan (V) = 131,490971 V

Arus (A) = 0,078103 A

$P = V \cdot I$

P = Daya

V = Tegangan

I = Arus

Daya (P) = 131,490971 x 0,078103 W

Daya (P) = 10,27 W

Analisa Pengukuran Berdasarkan pengujian yang dilakukan selama 5 hari didapat bahwa daya keluaran pada lampu 8 W sebesar 4 watt, lampu 18 W sebesar 6,64 watt, dan lampu 23 W sebesar 10,27 W. Beban dengan kapasitas yang lebih besar akan menghasilkan tegangan yang lebih rendah pada beban tersebut dan arus yang lebih besar. Dengan kata lain, kapasitas beban memiliki hubungan terbalik dengan tegangan yang dihasilkan dan hubungan sejajar dengan arus yang dihasilkan, serta memiliki hubungan sejajar dengan daya keluaran yang dihasilkan.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan evaluasi yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga hybrid untuk beban 8 Watt

Grafik 2 Grafik Arus Hybrid Terhadap Waktu

Daya rata-rata pada masing-masing beban :

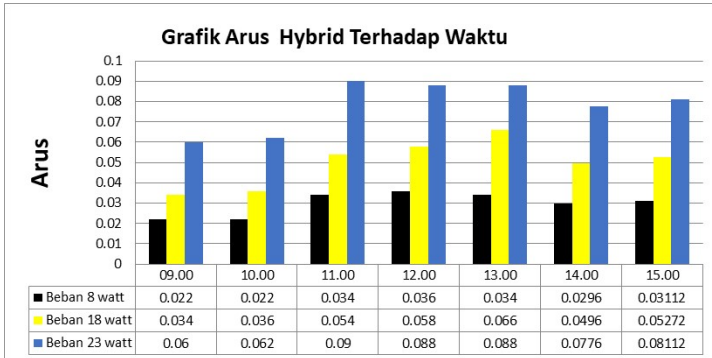
- Untuk Beban 8 watt
Tegangan (V) = 134,015429V
Arus (A) = 0,029817 A

$P = V \cdot I$

P = Daya

V = Tegangan

I = Arus



- sebesar 134,015429 V, untuk beban 18 Watt sebesar 132,584 dan untuk 23 Watt sebesar 131,490971 V.
2. Arus yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga hybrid untuk beban 8 Watt sebesar 0,029817 A, untuk beban 18 Watt sebesar 0,050046 A dan untuk 23 Watt sebesar 0,078103 A.
 3. Daya keluaran yang dihasilkan pada beban 18 W sebesar 6,64 watt lebih besar dibandingkan dengan beban 8 W yang hanya sebesar 4 W tetapi lebih kecil dibandingkan daya pada beban 18 W sebesar 10,27 watt.

6.2 Saran

Berdasarkan pengujian dan analisa data maka penulis memberikan saran :

1. Penulis menyarankan untuk mencoba pembangkit listrik hybrid dengan sumber pembangkit yang lain.
2. Menggunakan inverter dengan kualitas yang lebih bagus dan dengan daya yang lebih baik.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Tenaga Angin. (2020): 57-64.

- [4] Tangko, Jumadi, et al. "RANCANG BANGUN SISTEM HYBRID PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR HUJAN." *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)*. Vol. 6. No. 1. 2021.
- [5] Saodah, Siti, and Nasrun Hariyanto. "Perancangan sistem pembangkit listrik hybrid dengan kapasitas 3 kva." *PROCEEDINGS OF NATIONAL COLLOQUIUM RESEARCH AND COMMUNITY SERVICE*. Vol. 3. 2019.
- [6] Gunadhi, Albert, and Julius Mulyono. "Prototipe Penyatuan Sumber Tegangan DC pada Sistem Hybrid PLN dengan Energi Terbarukan." *Jurnal Elektro Unika Atma Jaya* 10.1 (2017): 45-50.
- [7] ACHMAD, IRGI. RANCANG BANGUN BUCK-BOOST CONVERTER PADA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK HYBRID TURBIN ANGIN VERTIKAL SAVONIUS DAN PANEL SURYA. *Diss. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya*, 2022.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kurniawan, Arief. "Desain Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Photovoltaic–Mikrohidro) Menuju Desa Mandiri Energi." *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik [JIMT]* 2.1 (2022).
- [2] Juen, Benediktus Boranpil, et al. "Perancangan sistem pembangkit listrik tenaga hybrid antara PLN dan PLTS." *Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil dan Teknik Informasi* 3.2 (2020): 41-51.
- [3] Parti, I. Ketut, I. Nyoman Mudiana, and Ni Wayan Rasmini. "Sistem Hybrid