

Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid PLTS dan Genset Sebagai Suplai Beban Untuk Daerah Terpencil

Herman Nauwir^{1*}, Muh.Yusuf Yunus², Novi Elvikasari³, Rahim.S⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia
*hermannauwir@poliupg.ac.id

Abstract: *One of the strategic policies that have been set by PT.PLN (Persero) is to increase the electrification ratio (RE) from 2015 to 2019, namely by increasing electrified villages. The current electricity distribution system, about 1000 villages that have not been able to enjoy electricity services, most of these villages are remote villages that are difficult to reach. The provision of electrical energy for these villages can be done by installing a grid from the grid to the village or developing alternative power plants by utilizing clean and environmentally friendly energy resources, namely new and renewable energy. The specific target of this applied research is to obtain a model of the result of the PLTS-Genset hybrid system design for application to home lighting in remote areas. To design, analyze and optimize the potential of a PLTS-Genset hybrid power plant on the supply of house loads for remote areas, starting with a field survey, the design of the tool is then tested so that the supply of electrical energy to the population can be fulfilled continuously. This system of combining two power plants or commonly called a hybrid is expected to overcome the problem of electrification ratios in remote areas and can minimize electricity costs and the efficiency of electric power used.*

Keywords: *remote villages, RE, hybrid, optimization.*

Abstrak: Salah satu kebijakan strategis yang ditetapkan PT.PLN (Persero) adalah meningkatkan rasio elektrifikasi (RE) pada tahun 2015 hingga 2019, yaitu dengan meningkatkan desa-desa berlistrik. Sistem distribusi listrik yang ada saat ini, sekitar 1000 desa belum dapat menikmati layanan listrik, sebagian besar desa tersebut merupakan desa terpencil yang sulit dijangkau. Penyediaan energi listrik untuk desa-desa tersebut dapat dilakukan dengan memasang jaringan listrik dari grid ke desa atau mengembangkan pembangkit listrik alternatif dengan memanfaatkan sumber energi yang bersih dan ramah lingkungan yaitu energi baru dan terbarukan. Sasaran khusus penelitian terapan ini adalah memperoleh model hasil perancangan sistem hybrid PLTS-Genset untuk diaplikasikan pada penerangan rumah di daerah terpencil. Untuk merancang, menganalisa dan mengoptimalkan potensi pembangkit listrik hybrid PLTS-Genset pada penyediaan beban rumah untuk daerah terpencil, diawali dengan survey lapangan, kemudian dilakukan uji coba perancangan alat sehingga pasokan energi listrik kepada penduduk dapat terpenuhi. dapat terpenuhi secara terus menerus. Sistem penggabungan dua pembangkit listrik atau biasa disebut hybrid ini diharapkan dapat mengatasi permasalahan rasio elektrifikasi di daerah terpencil serta dapat meminimalkan biaya listrik dan efisiensi daya listrik yang digunakan.

Kata kunci: desa terpencil, RE, hybrid, optimalisasi.

I. PENDAHULUAN

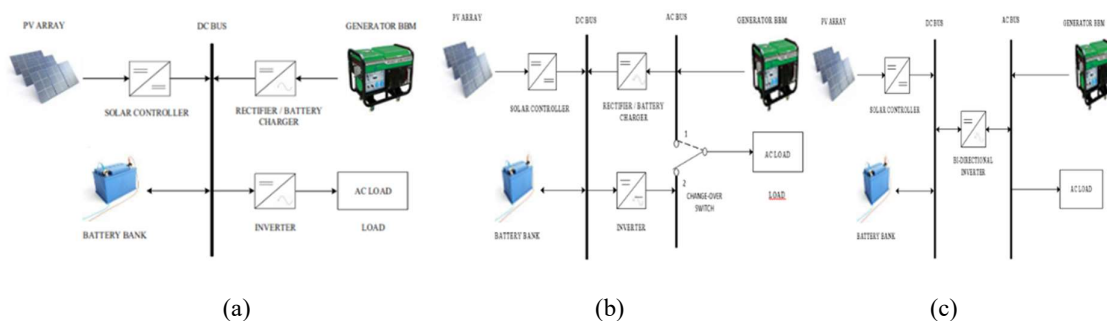
Pertumbuhan ekonomi dan kebutuhan akan energi listrik sangat seiring dengan perkembangan teknologi dan dengan kebutuhan masyarakat, contohnya pada peralatan rumah tangga yaitu lampu perangan rice cooker, dan pompa air sangat membutuhkan energi listrik sebagai energi penggerak. Hal ini dikarenakan sumber akses energi listrik yang sangat kurang, Penyediaan energi listrik untuk desa-desa tersebut dapat dilakukan dengan pemasangan jaringan dari grid ke desa atau mengembangkan pembangkit energi listrik alternatif dengan memanfaatkan sumber daya energi yang bersih dan berwawasan lingkungan yaitu energi baru dan terbarukan [1].

Solar cell (Sel Surya) merupakan suatu perangkat yang dapat mengubah sinar matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek photovoltaic. Menurut seorang ahli fisika berkebangsaan Prancis Bacquere tahun 1839, Apabila sebuah logam dikenai suatu cahaya dalam bentuk foton dengan frekuensi tertentu, maka energi kinetik dari foton akan menembak keatom-atom logam tersebut [2]. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sebenarnya tergantung pada efisiensi konversi

energi dan konsentrasi sinar matahari yang diterima sel tersebut [3]. Besarnya nilai koefisien temperature tegangan tergantung pada jenis panel surya, nilai koefisien ini adalah nol apabila pengaruh temperatur terhadap tegangan listrik panel surya diabaikan [4].

Ada beberapa jenis komponen untuk merancang suatu pembangkit *hybrid* dimana baterai merupakan alat menyimpan energi listrik melalui proses elektrokimia yang ada di dalam baterai terjadi perubahan kimia menjadi listrik dan listrik menjadi kimia dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda pada baterai yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan pada sel [5]. Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban dengan fungsi utama untuk mempertahankan baterai dari kondisi pengisian tertinggi, melindungi baterai saat menerima daya berlebih dari array, dengan membatasi pengisian energi saat baterai terisi penuh, dan melindungi baterai dari over-discharge yang disebabkan oleh beban, dengan melepaskan baterai dari beban saat baterai mencapai kondisi pengisian rendah [6]. Generator set atau Genset adalah sebuah perangkat yang berfungsi menghasilkan daya listrik. Disebut sebagai generator set dengan pengertian adalah satu set peralatan gabungan dari dua perangkat berbeda yaitu engine dan generator [7].

Sistem energi *hybrid* adalah sistem yang menggunakan sumber energi lebih dari 1 sumber. Sistem ini menggunakan kombinasi antara perangkat teknologi konversi energi terbarukan seperti Panel Surya, kincir angin (Pembangkit listrik Tenaga Angin) atau generator hidro (Pembangkit Listrik Tenaga Air), dengan generator pembakaran dan penyimpanan baterai untuk menghasilkan listrik di daerah pedesaan atau daerah terpencil secara kompetitif. Kombinasi teknologi energi terbarukan dan konvensional lebih baik dibandingkan kinerja teknis dan ekonomis dengan pasokan bahan bakar pedesaan berbasis bahan bakar fosil dan konvensional [8].



Gambar 1. Konfigurasi Sistem Pembangkit listrik Tenaga Hybrid (a) Sistem Hybrid seri (b) Sistem Hybrid Switched (c) Sistem hybrid paralel

Penelitian ini bertujuan Untuk meminimalisir biaya listrik ini dan menjamin keandalan sistem yang baik sesuai dengan permasalahan yang timbul, diimana dari kedua sumber pemabngki *hybrid* ini saling menutupi beban listrik yang akan disuplai untuk menjamin keandalan sistem secara kontinyu.

II. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian :

Pelaksanaan kegiatan diawali dengan perancangan alat, pembuatan, perakitan dengan memodifikasi alat dan pengujian system *hybrid* yang dilaksanakan di Desa Tebba Kec.Salomekko Kab. Bone.

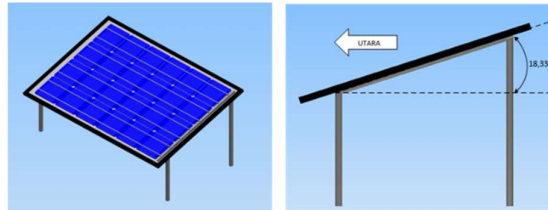
B. Alat yang digunakan:

Alat yang digunakan adalah Multimeter, panel surya 50Wp, charger controller,baterai VRLA 12 V/100 AH, inverter Generator, MCB dan Digital LCD panel meter.

C. Tahap Perancangan:

- 1) Perancangan Konstruksi

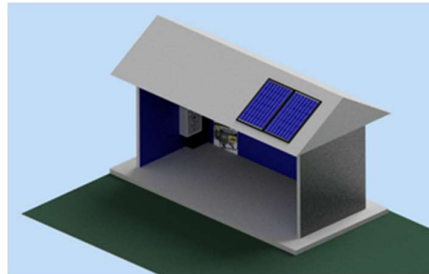
Pada proses perancangan konstruksi rangka panel surya diperlukan ketelitian dalam menentukan sudut kemiringan panel surya, hal ini diperlukan supaya panel surya mendapatkan pancaran sinar matahari yang optimal di lokasi penelitian dengan kemiringan.



Gambar 2. Rancangan Struktur Kemiringan Panel Surya

2) Perancangan pembangkit listrik tenaga *hybrid*

Pembangkit listrik tenaga *hybrid* ini dirancang, dimana untuk genset melayani beban AC Pada modul surya untuk menampung energi matahari, kemudian charger kontroller sebagai pengatur masuknya tegangan dan arus untuk mengisi battery setelah itu inveter mengubah tegangan dari arus DC menjadi arus AC untuk melayani beban di rumah daerah terpencil.



Gambar 3. Rancangan pembangkit listrik Tenaga *Hybrid* PLTS-GENSET

3) Pengumpulan Data

Adapun pengumpulan data setelah proses pengujian pembangkit *hybrid* PLTS-GENSET, maka selanjutnya ada beberapa parameter yang perlu dicatat yaitu radiasi matahari, tegangan dan arus.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Sistem Pembangkit *hybrid* PLTS-Genset

1) Data Beban dan jam operasi rumah daerah terpencil

Berdasarkan survei lokasi penelitian yang telah, diperoleh data beban pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Data kebutuhan energi listrik rumah daerah terpencil

No	Komponen	Tegangan (V)	Arus (A)	Waktu (h)	Daya (W)	Energi (Wh)
1.	Lampu Ruang Tamu	220	0,12	6	28	168
2.	Lampu Neon Dapur	220	0,09	6	20	120
3.	Lampu Neon Teras	220	0,02	9	5	45
4.	Lampu Neon Kamar	220	0,02	6	5	30
5.	Kipas	220	0,02	4	45	180
Total kebutuhan listrik rumah daerah terpencil sebesar 543 Wh/hari \approx 5,43 kWh/hari						

2) Jumlah komponen panel surya dan genset yang Di butuhkan

Berdasarkan total jumlah kebutuhan listrik yang ada di daerah terpencil, jumlah panel surya

dibutuhkan adalah 3 atau 4 buah dengan kapasitas 50 WP. Terkait dengan cuaca yang tidak dapat diprediksi, perhitungan jumlah modul dapat mengakomodasi cadangan energi untuk menambah keandalan sistem dengan menggabungkan Genset untuk suplai beban setelah kapasitas baterai low. Genset yang di gunakan yaitu Genset Sumura 1000 W.

B. Hasil Penelitian dan Pengujian

Pada pengujian di lapangan pembangkit Listrik Tenaga surya di siang hari di cas di charge dari pukul 9.30–16.00, kemudian di malam hari langsung dibebankan dengan komponen-komponen kelistrikan di rumah daerah terpencil yang beroperasi dari jam 18.15 untuk menyalakan lampu sebanyak empat buah dengan daya yang berbeda-beda yaitu 58 watt dan satu kipas daya 45 watt. Sehingga Rata-rata daya yang dibangkitkan oleh pembangkit *hybrid* PLTS yaitu 105 Watt. Kemampuan Pembangkit ini menyuplai beban 105 watt selama 6 jam. Pembangkit Listrik Genset ini digunakan ketika PLTS tidak mampu lagi untuk mensuplai beban karena low baterai, terdapat sebuah indikator yang akan bunyi yaitu buzzer jika baterai sudah lowbat. Pengujian Genset ini yang dipakai daya 1000 watt dapat mensuplai beban rumah daerah terpencil selama 2 jam dengan kapasitas bahan bakar yang digunakan adalah satu liter. Begitupun seterusnya secara berulang, Sehingga penggunaan 4 buah panel surya kapasitas 50 Wp dan Genset 1000 watt sudah mencukupi.

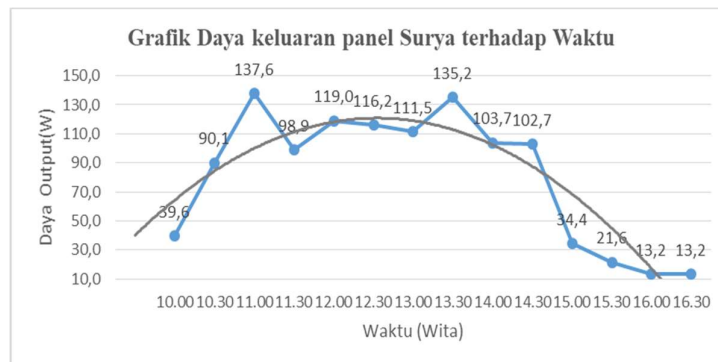


Gambar 4. Modul Instrument Pembangkit Listrik *Hybrid* Plts Genset.

Tabel 2 Hasil Analisis Data Pengujian Panel Surya (200 WP) Pada Ahad, 20 agustus 2021

No.	Waktu (WITA)	G (W/m ²)	Tegangan (V)	Arus (A)	Pin (W)	Pout (W)	Eff (%)	Luas Penampang (m ³)
1.	10.00	295,4	12	3,3	419,6	39,6	9,4	1,4204
2.	10.30	651,5	13,45	6,7	925,4	90,1	9,7	1,4204
3.	11.00	976,6	13,9	9,9	1387,2	137,6	9,9	1,4204
4.	11.30	749,4	13,36	7,4	1064,4	98,9	9,3	1,4204
5.	12.00	878,2	13,68	8,7	1247,4	119,0	9,5	1,4204
6.	12.30	860,5	13,51	8,6	1222,3	116,2	9,5	1,4204
7.	13.00	802,4	13,6	8,2	1139,7	111,5	9,8	1,4204
8.	13.30	967,6	13,8	9,8	1374,4	135,2	9,8	1,4204
9.	14.00	766,6	13,65	7,6	1088,9	103,7	9,5	1,4204
10.	14.30	754,6	13,51	7,6	1071,8	102,7	9,6	1,4204
11.	15.00	256,2	12,3	2,8	363,9	34,4	9,5	1,4204
12.	15.30	160,2	12,02	1,8	227,5	21,6	9,5	1,4204
13.	16.00	103	11,01	1,2	146,3	13,2	9,0	1,4204

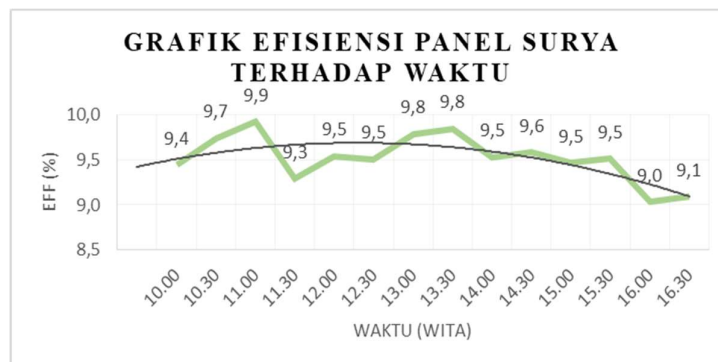
1) Pengujian Pout Panel Surya



Gambar. 5 Grafik Hubungan Daya keluaran Panel Surya Terhadap waktu

Berdasarkan grafik diatas dapat disimpulkan bahwa nilai tertinggi untuk daya output panel surya (Pout) berada pada pukul 11:00 WITA yaitu 137,6 W dan nilai terendah berada pada pukul 06:00 WITA yaitu 13.2 W. Hal ini dikarenakan daya output (Pout) berbanding lurus dengan Intensitas cahaya matahari (G). Semakin besar intensitas cahaya matahari maka semakin besar pula daya yang dihasilkan oleh panel surya. Dari trend grafik dapat dilihat bahwa daya output panel surya mengalami kenaikan yang cukup besar dari pukul 10:30-14:00 WITA. Kemudian pukul 14:30 WITA daya output panel surya mengalami penurunan karena kurangnya sinar matahari.

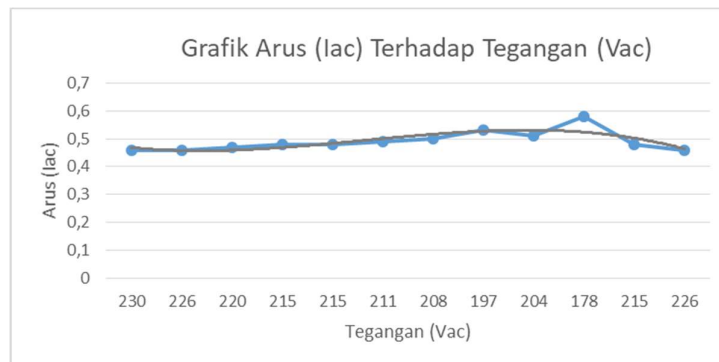
2) Grafik Pengujian Efisiensi Panel Surya



Gambar. 6 Grafik Hubungan Efisiensi Panel Surya Terhadap waktu

Berdasarkan grafik diatas dapat disimpulkan bahwa nilai tertinggi untuk efisiensi panel surya berada pada pukul 11.00 WITA yaitu 9,9 % dan nilai terendah berada pada pukul 14:30 WITA yaitu 9,0 %. Hal ini dikarenakan ketika cuaca cerah maka efisiensi sel surya naik dan ketika mendung maka efisiensi panel surya juga turun. Dari trend grafik dapat dilihat bahwa Efisiensi mengalami fluktuasi naik turun di sebabkan oleh cuaca yang cerah dan mendung.

3) Grafik Pengujian Pembebanan genset (105 Watt)



Gambar.7 Grafik Hubungan Arus generator terhadap tegangan Vac saat di bebani

Berdasarkan grafik diatas terlihat bahwa arus generator mengalami fluktuasi, hal ini dipengaruhi oleh tegangan berubah-ubah, semakin tinggi tegangan maka arus yang keluar semakin kecil. Arus generator tertinggi yaitu 0,58 A dengan tegangan 178 V. Sedangkan nilai terendah arus generator yaitu 0,46 A pada tegangan 230 V dan 226 V.

4) Hasil Analisis Perhitungan Biaya Ekonomis

a) Biaya Listrik

Berdasarkan perhitungan sebelumnya total konsumsi listrik Pada rumah daerah terpencil untuk beroperasi tiap harinya adalah 543 Wh atau 0,543 kWh maka dengan adanya pembangkit *hybrid* ini warga dapat menghemat pengeluarannya sebesar Rp 723.276,00 setiap tahunnya.

b) Biaya Investasi Awal

Tabel 3. Biaya Investasi Awal Pembangkit Tenaga *Hybrid*

No	Material	Volume	Harga Satuan (Rp)	Nilai (Rp)
1.	Panel Surya 50 Wp	4 unit	400.000,-	1.600.000,-
2.	Genset 850 watt	1 unit	1.718.000,-	1.700.000,-
3.	Solar Charge Controller	1 unit	650.000,-	650.000,-
4.	Battery 12V/100Ah	1 unit	2.500.000,-	2.900.000,-
5.	Inverter 800 Watt	1 unit	850.000,-	850.000,-
6.	Panel Box	1 unit	483.000,-	483.000,-
Sub Total (Rp)				8.183.000,-

c) Biaya Operasional dan Pemeliharaan

Jika diperkirakan usia panel surya mencapai 10 tahun, maka total biaya pemeliharaan dan operasional untuk 10 tahun adalah sebesar Rp 818.300. sedangkan total biaya investasi sebesar Rp 9.001.000.

d) Payback Period

Periode pengembalian modal atau payback period untuk Pembangkit *Hybrid* PLTS-Genset yang akan dikembangkan di rumah daerah terpencil adalah 12 tahun. Diperoleh dari total investasi pendapatan/permakaian pertahun.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari hasil pembuatan dan pengujian alat maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Untuk merakit suatu pembangkit listrik *hybrid* Plts-genset maka dilakukan beberapa tahapan seperti menyediakan alat dan bahan yang dibutuhkan, kemudian melakukan tahapan pertama yaitu perancangan konstruksi panel surya, kemudian tahapan kedua Perancangan pembangkit listrik tenaga *hybrid*, serta tahapan terakhir yaitu perancangan Sistem kelistrikan dan sistem kontrol pembangkit listrik tenaga *hybrid* plts-genset.
- 2) Berdasarkan kinerja dari sistem *hybrid* Plts-Genset yang dibuat dimana total kebutuhan listrik dirumah daerah terpencil yaitu 543Wh hari. Untuk memenuhi jumlah beban di rumah daerah terpencil tersebut maka di panel surya yang dibutuhkan sebanyak 4x50 Wp dan 1 buah baterai 100 Ah serta 1 buah inverter dengan daya 800 watt Sedangkan genset yang digunakan untuk mensuplai beban rumah daerah terpencil berkapasitas 1000 watt.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tim Komunikasi ESDM, (2017), Pemerintah Upayakan Terangi 12.659 Desa, <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/pemerintah-upayakan-terangi-126559-desa> (diakses 10 desember 2020)
- [2] Asmara, bambang Panji dan Salmawati tansa. (2018). *Pembuatan Pembangkit Energi Listrik Alternatif Dengan Model Sistem Hybrid Thermoelektrik Dengan Panel Sel Surya Mini Untuk Desa Mandiri Energi (Tinjauan Potensi)*. Seminar Nasional Teknik Elektro 2018. Batu-Malang:Jurusan TeknikElektro Universitas Negeri Gorontalo.
- [3] Riyadi. A, (2008), “*Clearinghouse Energi Terbarukan dan Konservasi Energi*”.
- [4] Suryana, Deny. (2016). "Pengaruh temperatur/suhu terhadap tegangan yang dihasilkan panel surya jenis monokristalin (studi kasus: Baristand Industri Surabaya)." Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri 1.2.
- [5] Safrizal. (2017). *Rancangan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Listrik pada Gedung Fakultas Sains dan Teknologi Unismu Jepara*. Fakultas Sains dan Teknologi UNISMU Jepara.
- [6] Dunlop, J. P., (1997). *Batteries in Stand-Alone Photovoltaic Systems Fundamentals and Application*, Florida Solar Energy Center,1997
- [7] Tumilaar, G. P., Lisi, F., & Pakiding, M. (2015). *Optimalisasi Penggunaan Bahan Bakar Pada Generator Set Dengan Menggunakan Proses Elektrolisis*. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, 77-88.
- [8] Wichert,B (1997), “*PV-diesel hybrid energy sistem for remote area power generation – A review of current practice and future developments*”, Elsevier, Volume 1, Issue 3, page 209-228.