

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *HYBRID* PLTS DAN GENSET SEBAGAI SUPLAI BEBAN UNTUK DAERAH TERPENCIL

Herman Nauwir¹⁾, Muh. Yusuf Yunus¹⁾, Novi Elvikasari²⁾, Rahim.S²⁾

¹⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

²⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

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.*

1. 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. (Kementrian ESDM, 2017)[1].

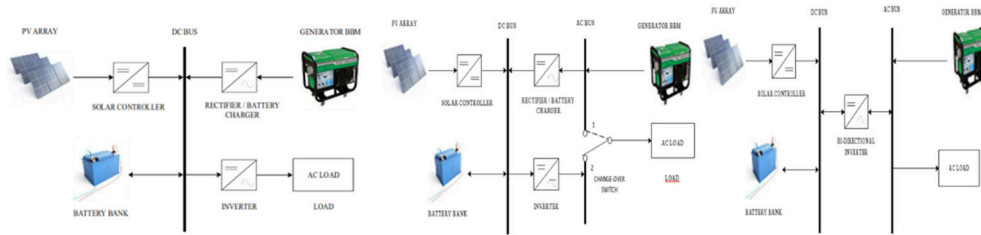
Solar cell (Sel Surya) merupakan suatu perangkat yang dapat mengubah sinar matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek photovoltaic. Menurut seorang ahli fisika berkebangsaan Prancis Bacquere tahun 1839, Apabila sebuah logam dikenai suatu cahaya dalam bentuk foton dengan frekuensi tertentu, maka energi kinetik dari foton akan menembak ke atom-atom logam tersebut (Asmara dan Salmawati, 2018)[2]. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sebenarnya tergantung pada efisiensi konversi energi dan konsentrasi sinar matahari yang diterima sel tersebut (Awang Riyadi, 2008)[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. (Deny Suyana, 2016)[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 (proses pengosongan) dan listrik menjadi kimia dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda pada baterai yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan pada sel (Safrizal, 2017)[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 (James P Dunlop, 1997)[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 atau alternator (Paul Tumilaar Gabriel dkk, 2015) [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

¹ Korespondensi penulis: Muh. Yusuf Yunus, Telp 082346999002, yunus_it@yahoo.com

kinerja teknis dan ekonomis dengan pasokan bahan bakar pedesaan berbasis bahan bakar fosil dan konvensional (Wichert, et al, 1999)[8].



Gambar 1. Konfigurasi Sistem Pembangkit listrik Tenaga Hybrid

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

2. METODE PENELITIAN

2.1 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.

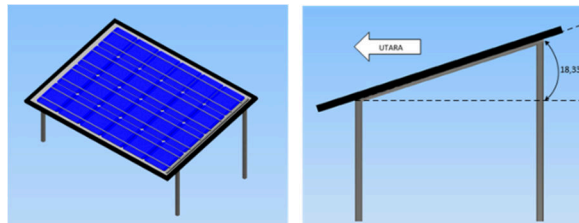
2.2 Alat yang digunakan:

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

2.3 Tahap Perancangan:

1) Perancangan Konstruksi

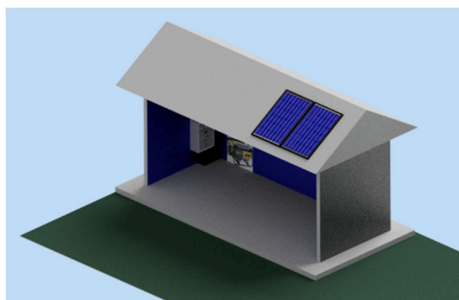
Pada proses perancangan konstruksi rangka panel surya diperlukan ketelitian dalam menentukan sudut kemiringan panel surya, hal ini diperlukan supaya panel surya mendapatkan pancaran sinar matahari yang optimal di lokasi penelitian.



Gambar.2 Rancangan Struktur Kemiringan Panel Surya

2) Perancangan 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 controller 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.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Sistem Pembangkit hybrid PLTS-Genset

a) 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						

b) 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 menambah atau menggabungkan Genset untuk suplai beban setelah kapasitas baterai low. Genset yang di gunakan yaitu Genset Sumura 1000 W.

3.2 Pengujian

Pengujian dilakukan dengan tiga jenis pengujian dimana masing-masing pembangkit diuji sendiri-sendiri (PLTS dan Genset) selama satu hari yaitu dipagi hari sampai sore dilakukan pengisian baterai, kemudian dibebani langsung dengan komponen-komponen listrik di malam hari. Terakhir Genset di bebani langsung setelah baterai aki telah Low baterai dengan adanya indikator pengingat yaitu buzzer yang akan bunyi. Sebelum memulai pengujian, output keluaran masing-masing pembangkit disambungkan pada modul instrumen untuk memudahkan pembacaan parameter-parameter yang diukur. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui daya keluaran yang dihasilkan oleh kedua pembangkit listrik.

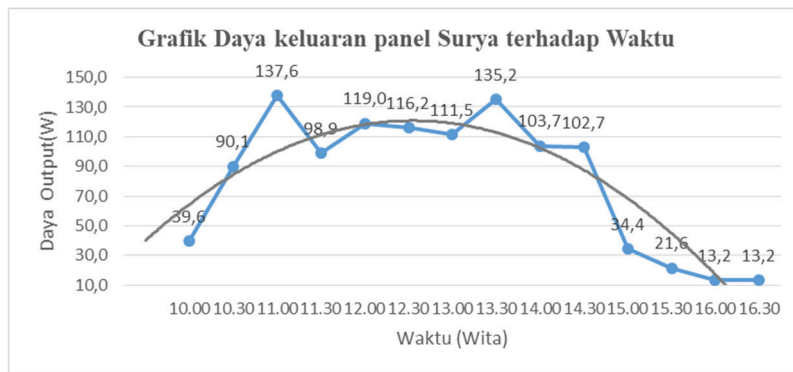


Gambar 4. Modul Instrument Pembangkit Listrik Hybrid Plts Genset.

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

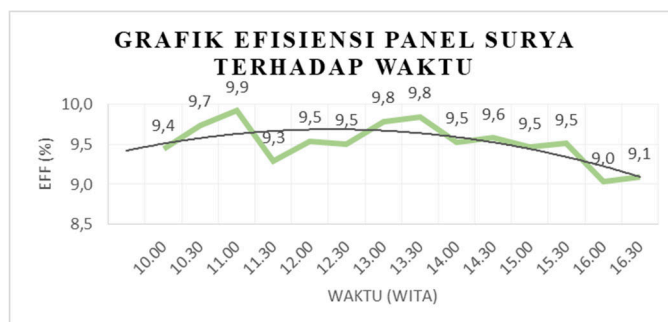
1) Pengujian Pout Panel Surya



Gambar. 5 Grafik Hubungan Daya keluaran Panel Surya Terhadap waktu

Berdasarkan grafik diatas dapat disimpulkan bahawa 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.

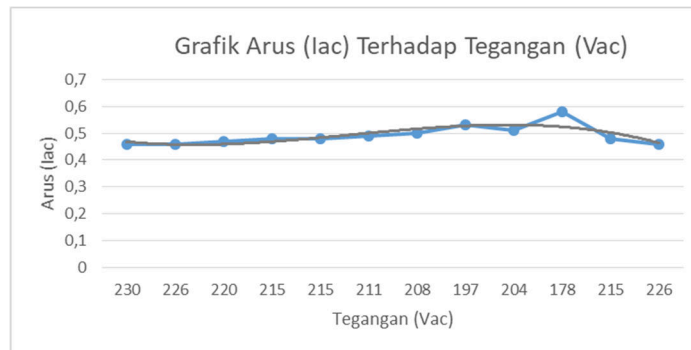
2) Grafik Pengujian Efisiensi Panel Surya



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.

3.3 Hasil Penelitian

Pada pengujian di lapangan pembangkit Listrik Tenaga surya di siang hari di cas/atau 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 dengan 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 Tenaga Diesel Atau Genset ini digunakan ketika PLTS tidak mampu lagi untuk mensuplai beban karena low baterai dimana 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 dimana di pagi hari sampai sore hari dilakukan pengecasan dan di malam hari di lakukan pembebanan terhadap rumah daerah terpencil. Sehingga konfigurasi atau penggunaan 4 buah panel surya kapasitas 50 Wp dan Genset 1000 watt sudah mencukupi.

.4 Hasil Analisis Perhitungan Biaya Ekonomis

1) 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.

2) 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,-

3) 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.

4) 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/permakaaian pertahun.

4. 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 melakukan 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 4 x 50 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.

5. 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 Thermolektrik Dengan Panel Sel Surya Mini Untuk Desa Mandiri Energi (Tinjauan Potensi). Seminar Nasional Teknik Elektro 2018*. Batu-Malang: Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Gorontalo.
- [3] Riyadi.A,(2008), "*Clearinghouse Energi Terbarukan dan Konservasi Energi*".
- [4] Suryana, Deny. "*Pengaruh temperatur/suhu terhadap tegangan yang dihasilkan panel surya jenis monokristalin (studi kasus: Baristand Industri Surabaya)*." *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri* 1.2 (2016).
- [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
- [9] Julisman, Andi, dkk. 2017. *Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Atap Stadion Bola*. Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis dengan tulus mengucapkan terima kasih kepada Tim pelaksana mengucapkan terimakasih kepada UP3M, yang telah memberikan bantuan dana pengabdian kepada masyarakat skim Program Kemitraan Masyarakat (PKM) yang bersumber dari dana DIPA Rutin Politeknik Negeri Ujung Pandang. Terimakasih juga disampaikan kepada Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang, Ketua Jurusan Teknik Mesin serta Kepala Bengkel Mekanik yang telah mengizinkan penggunaan fasilitas yang sangat mendukung kegiatan pengabdian masyarakat ini.