



SISTEM KONVERSI ENERGI LISTRIK SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF UNTUK KEBUTUHAN RUMAH TANGGA

Dino Erivianto¹, Ahmad Dani², Haris Gunawan³

Teknik Elektro

Sekolah Tinggi Teknologi Sinar Husni

derivianto@gmail.com

ABSTRACT

The use of alternative energy based on the electricity energy conversion system is a solution in overcoming power outages from National Electricity Company (PLN). This system is designed with a continuous loop sequence system which consist of a 12V100AH tubular plate luminous accumulator, a 1000 watt luminous sine wave UPS inverter and a Battery Control Unit (BCU). The amount of power used can be read by using an AC display wattmeter. This study uses a load simulation system on several fans that are turned on gradually every one hour of the experiment until the load reaches about 200 watts with an experiment duration of 5 hours per day, however the battery still available for more than 5 hours. Based on the experiment, the average load and the load efficiency are 166 watts and 20.36 - 24.73 Kwh per month. The research was conducted by using the method of battery charging and without charging the battery when it was charged. The target of this study is an alternative energy that aims to meet household needs and reduce the cost of electricity bills so that it is more efficient and can give benefit rural communities or remote areas.

Keywords : accumulator, efficiency, energy conversion, inverter, load

PENDAHULUAN

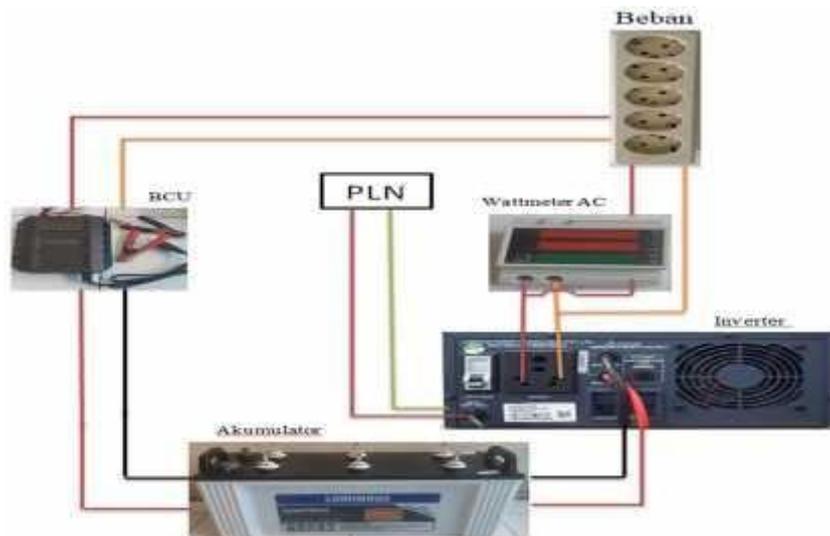
Penggunaan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari untuk kebutuhan rumah tangga dan lainnya telah disuplai dari pusat pembangkit listrik yang dikelola oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN). Namun penyuplaian energi tersebut terkadang ada kendala dilapangan yang tidak terduga dan mengakibatkan pemadaman listrik. Terjadinya pemadaman listrik akan berdampak dengan terganggunya aktifitas dan mengakibatkan kerugian pada masyarakat. Untuk mengatasi gangguan pemadaman listrik banyak masyarakat menggunakan genset sebagai energi listrik alternatif. Namun sayang penggunaan genset akan menimbulkan polusi udara dari asap dan kebisingan dari suara genset yang hidup. Sehingga perlu dicari solusi lain sebagai sumber energi listrik pengganti genset sebagai energi alternatif yang ramah lingkungan.

Berdasarkan salah satu sistem konversi energi, perubahan konversi energi dari sumber energi listrik menjadi energi listrik. Dimana salah satu sumber energi listrik yang dimaksud adalah energi yang dihasilkan dari sumber energi listrik DC yang dikonversikan menjadi energi listrik AC. Pemanfaatan arus DC dari akumulator (aki) dikonversikan dengan menggunakan inverter menjadi arus listrik AC digunakan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga.

Dalam penelitian ini, akan dirancang pembangkit listrik yang ramah lingkungan berbasis sistem konversi energi listrik sebagai energi alternatif untuk kebutuhan rumah tangga. Namun kedepannya dapat dirancang sistem konversi energi listrik ini terhubung sistem on grid pada rumah tangga. Sehingga dengan sistem ini diharapkan dapat mengurangi tagihan listrik rumah tangga dan menjadi nilai tambah bagi pemiliknya (efisiensi). Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan upaya peningkatan pemahaman efisiensi energi listrik pada masyarakat ditingkat rumah tangga yang dapat menunjang peningkatan kesejahteraan rumah tangga, serta teknologi pengembangan elektrifikasi pedesaan.

TINJAUAN PUSTAKA

Salah satu sistem konversi energi listrik adalah memanfaatkan arus DC dari akumulator (aki) dikonversikan dengan menggunakan inverter menjadi arus listrik AC agar bisa digunakan untuk kebutuhan rumah tangga. Energi listrik yang tersimpan pada aki dialirkan menuju inverter DC/AC. Pada inverter DC/AC, arus DC yang dihasilkan dari aki akan diubah menjadi arus AC sehingga dapat langsung digunakan untuk kebutuhan listrik pada rumah tangga. Agar arus aki tetap bertahan saat digunakan, aki harus dilakukan pengisian ulang dengan menggunakan sumber tegangan keluaran dari inverter atau saat kondisi listrik PLN padam, namun saat kondisi listrik PLN menyala, pengisian aki secara langsung menggunakan inverter tersebut. Adapun komponen utama sistem konversi yang digunakan terdiri atas akumulator (aki), *Battery Control Unit* (BCU) dan Inverter.



Gambar 1 Sistem Konversi Energi Listrik

a. Akumulator (aki)

Akumulator (aki) adalah sumber tegangan listrik DC yang bersifat *portable* yang mempunyai batas pemakaian dengan suatu proses kimia listrik, dimana pada saat pengisian (*charge*) energi listrik di ubah menjadi energi kimia dan saat pengeluaran (*discharge*) energi kimia diubah menjadi energi listrik. Setiap aki memiliki kapasitas dalam jumlah Ampere jam ($Ah = \text{kuat arus/Ampere} \times \text{waktu/hour}$), artinya aki dapat memberikan atau menyuplai sejumlah isinya secara rata-rata sebelum tiap selnya menyentuh tegangan turun (*drop voltage*) yaitu sebesar 1,75Volt. Tiap sel memiliki tegangan sebesar 2 Volt, jika dipakai maka tegangan akan terus turun dan kapasitas efektif dikatakan sudah terpakai semuanya bila tegangan sel telah menyentuh 1,75Volt, dalam kondisi ini baterai harus diisi ulang. (Latif, M, 2013). Pengeluaran lambat atau pengeluaran arus yang rendah dapat mengakibatkan waktu pengeluaran juga diperpanjang atau kapasitas lebih tinggi. Sebagai contoh sebuah baterai 12V75Ah bisa dipakai selama 20 jam jika kuat arus rata-rata yang digunakan dalam 1 jam adalah 3,75 Ampere ($75 \text{ Ah} / 20 \text{ h}$). (Togan P, 2015). Perhitungan Kapasitas Baterai (*Battery sizing*) Untuk menjamin kontinuitas suplai energi, diperlukan aki dengan kapasitas dan spesifikasi tertentu. Untuk menentukan berapa kapasitas aki yang akan digunakan, sebagai berikut. (Roal, M, 2015). :

$$\text{Ah yang diperlukan} = \text{EK} / (\text{V} \times \text{PF}) \quad (1)$$

dimana,

Ah = kapasitas baterai yang diperlukan (Ah)

Ek = energi yang dibutuhkan konsumen (Watt)

V = tegangan kerja baterai (Volt DC)

PF = power faktor



Gambar 2 Akumulator (aki)

b. Battery Control Unit (BCU)

BCU adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke aki dan diambil dari aki ke beban. BCU mengatur *over charging* (kelebihan pengisian karena aki sudah penuh), kelebihan tegangan dan pengisian akan mengurangi umur aki. BCU menerapkan teknologi *Pulse Width Modulation* (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari aki ke beban. (Roal, M, 2015).



Gambar 3 Battery Control Unit (BCU)

c. Inverter

Inverter merupakan perangkat elektronika yang dapat digunakan untuk mengubah arus DC (*Direct Current*) dari aki menjadi arus AC (*Alternating Current*). Output suatu inverter dapat berupa tegangan AC dengan bentuk gelombang sinus (*sine wave*), gelombang kotak (*square wave*) dan sinus modifikasi (*sine wave modified*). Sumber tegangan input inverter dapat menggunakan battery, tenaga surya, atau sumber tegangan DC yang lain. Inverter dalam proses konversi tegangan DC menjadi tegangan AC membutuhkan suatu penaik tegangan berupa step up transformer. Berdasarkan gelombang keluaran yang dihasilkan, inverter dapat dibagi menjadi 3 macam yaitu :

1. Square Wave Inverter

Square Wave Inverter adalah inverter yang paling sederhana. Walaupun inverter jenis ini dapat menghasilkan tegangan 220V AC, 50 Hz namun kualitasnya sangat buruk.

2. Modified Sine Wave

Modified Sine Wave disebut juga *Modified Square Wave* atau *Quasy Sine Wave* karena gelombang *modified sine wave* hampir sama dengan *square wave*, namun pada *modified sine wave* outputnya menyentuh titik 0 untuk beberapa saat sebelum pindah ke positif atau negatif.

3. Pure Sine Wave

Pure Sine Wave atau *true sine wave* merupakan gelombang inverter yang hampir menyerupai gelombang sinusoida sempurna, Dengan *Total Harmonic Distortion (THD)* < 3%. Sehingga cocok untuk semua alat elektronika. Oleh sebab itu inverter ini juga disebut *clean power supply*. Teknologi yang digunakan inverter jenis ini umumnya disebut *Pulse Width Modulation (PWM)* yang dapat mengubah tegangan DC menjadi AC dengan bentuk gelombang yang hampir sama dengan gelombang sinusoida. (Purwoto Bambang H, 2018).



Gambar 4 Inverter DC to AC

METODE PENELITIAN

Bahan-bahan dalam penelitian yang sudah dibeli kita rakit dan dipasang sesuai fungsinya masing-masing. Penyetingan pada inverter sine wave UPS luminous 1000 Watt/12VDC perlu dilakukan disesuaikan dengan jenis aki yang digunakan baik dari type aki, besaran ampere aki dan fungsi penggunaan dari inverter sine wave UPS luminous 1000 Watt/12VDC tersebut. Dimana inverter sine wave UPS luminous 1000 Watt/12VDC dapat difungsikan sebagai inverter pada saat listrik PLN padam dan sebagai UPS pada saat listrik PLN menyala sehingga bisa mengisi arus aki.

Adapun gambar dari bahan-bahan penelitian yang dipergunakan sebagai berikut :



Gambar 5 Akumulator Turbular Plate Luminous 12V100AH



Gambar 6 Inverter Sine Wave UPS Luminous 1000 watt/12VDC/220VAC



Gambar 7 Battery Control Unit (BCU) 12VDC/20A



Gambar 8 Wattmeter AC Display



Gambar 9 Stop Kontak



Gambar 10 Steker



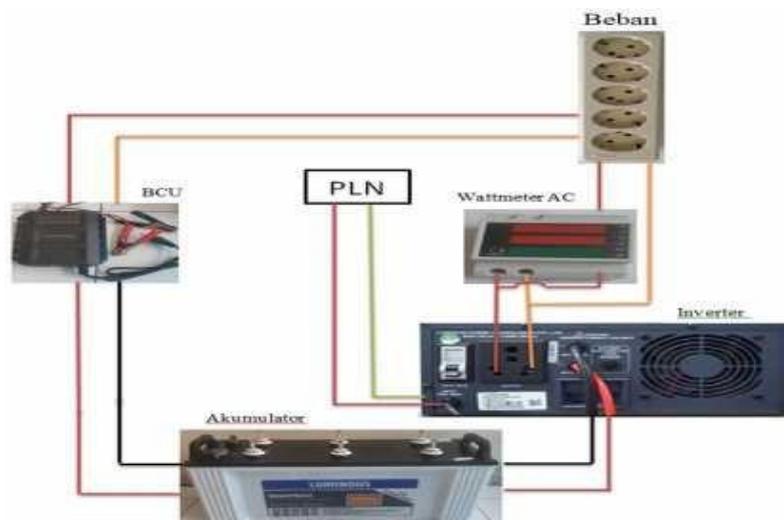
Gambar 11 Kabel Listrik

Teknik Pengukuran, Pengolahan Dan Analisa Data

Pengukuran dan pengolahan data yang dilakukan berdasarkan kapasitas inverter yang digunakan dan beban disesuaikan dengan kapasitas inverter dengan pemakaian alat setiap hari dengan beban dinaikkan bertahap hingga 200 watt selama 5 jam yang kemudian di analisa data pemakaian listrik selama 1 bulan. Selain itu akan melakukan perbandingan dan perhitungan lama waktu ketahanan alat digunakan tanpa melakukan pengecasan aki dan dengan melakukan pengecasan aki. Sehingga dapat diketahui ketahanan alat tersebut jika digunakan untuk sebagai energi alternatif bagi masyarakat.

PEMBAHASAN PENELITIAN

Skema rangkaian yang dipergunakan dalam penelitian sistem konversi energi listrik ini sebagai berikut :



Rancangan penelitian yang dilakukan berdasarkan rangkaian konversi energi listrik pada gambar 12, dengan mengambil data-data dengan 2 sistem sebagai berikut :

- i. Beban tetap dengan sistem pengecasan battery dari BCU
- ii. Beban tetap namun tanpa sistem pengecasan battery dari BCU

Data Hasil Penelitian

Pengujian inverter sine wave UPS luminous 1000 watt/12VDC/220VAC dengan menggunakan Akumulator turbular plate luminous 12V100AH yang diuji coba menggunakan beban tetap (*countinue*) secara bertahap antara 40-200 Watt setiap harinya. Dimana tanpa menggunakan sistem pengecasan aki (BCU) dengan hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1 dan dengan menggunakan sistem pengecasan aki (BCU) hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 1 Hasil Pengukuran Inverter Tanpa Cash Aki

JAM	Vin (Volt DC)	Vout (Volt AC)	I out (Ampere AC)	Beban (watt)	Cosφ (Cos phi)	Keterangan
0	13,5	219	0	0	0,69	Tanpa beban
1	12,9	218	0,18	40	0,81	1 kipas angin
2	12,6	212,9	0,65	98,3	0,81	2 kipas angin
3	12,3	212,2	0,80	141,3	0,87	3 kipas angin
4	11,9	211,4	1,03	193,2	0,88	4 kipas angin
5	11,3	211,4	1,03	193,2	0,88	4 kipas angin

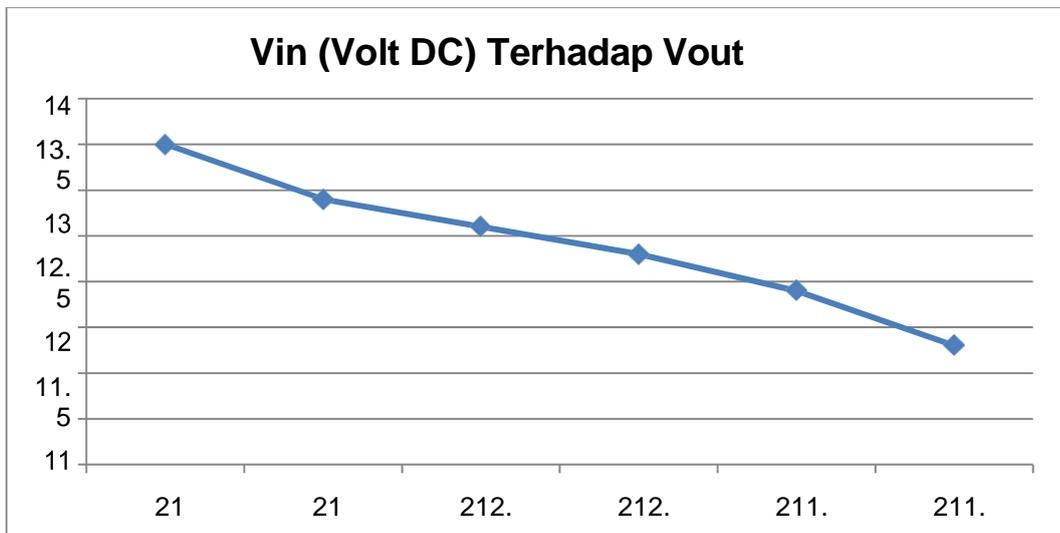
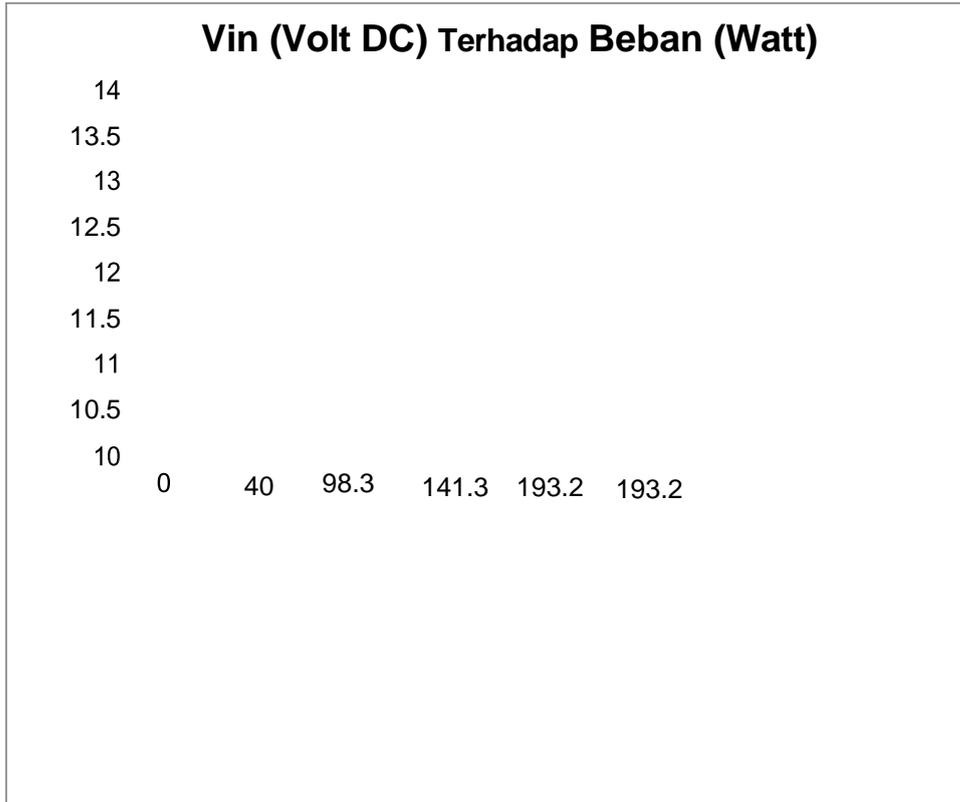


Berdasarkan tabel 1 diatas, dimana hasil pengujian yang dilakukan dengan beban dinaikkan secara bertahap setiap 1 jam dengan beban maksimum sebesar 193 watt yang dilakukan selama 5 jam sehingga didapatkan beban rata-rata sebesar 133,2 watt perjamnya. Dalam kondisi beban tersebut yang dilakukan ujicoba selama 5 jam aki belum menunjukkan kondisi low daya pada inverter UPS nya, dengan demikian kondisi aki masih layak untuk dibebankan lebih dari 5 jam.

Tabel 2 Hasil Pengukuran Inverter Per 5 Jam/Hari

TGL	Rata-rata Per jam					Total Beban (watt)
	Vin (Volt DC)	Vout (Volt AC)	I out (Ampere AC)	Beban (watt)	Cosφ (Cos phi)	
1	12,4	214	0,74	133	0,82	665
2	12,5	216	0,77	136	0,82	680
3	12,5	216	0,77	136	0,83	680
4	12,4	215	0,74	133	0,81	665
5	12,5	216	0,77	135	0,83	675
6	12,5	217	0,78	140	0,84	700
7	12,4	216	0,76	135	0,82	675
8	12,6	219	0,76	136	0,83	680
9	12,5	217	0,77	138	0,82	690
10	12,4	216	0,77	135	0,82	675
11	12,5	218	0,76	136	0,83	680
12	12,7	219	0,77	137	0,82	685
13	12,6	217	0,77	139	0,83	695
14	12,5	218	0,75	134	0,82	670
15	12,5	218	0,76	135	0,82	675
16	12,4	214	0,74	133	0,82	665
17	12,5	216	0,77	136	0,82	680
18	12,4	215	0,74	133	0,82	665
19	12,4	214	0,75	134	0,82	670
20	12,5	215	0,77	134	0,82	670
21	12,5	217	0,77	138	0,83	690
22	12,4	214	0,76	135	0,82	675
23	12,6	218	0,76	136	0,83	680
24	12,5	217	0,77	138	0,82	690
25	12,4	216	0,77	135	0,82	675
26	12,5	217	0,76	136	0,82	680
27	12,7	219	0,77	137	0,82	685
28	12,6	217	0,76	138	0,82	690
29	12,5	217	0,76	136	0,82	680
30	12,5	218	0,76	135	0,82	675
			Total	4.072	Total	20.360

Berdasarkan tabel 2 diatas, dimana hasil pengujian yang dilakukan dengan beban dinaikkan secara bertahap setiap 1 jam dengan beban maksimum sebesar 193 watt yang dilakukan selama 5 jam perharinya sehingga total beban selama 1 bulan sebesar 20.360 watt setara dengan 20,36 Kwh perbulan.



Gambar 14 Grafik Tegangan Aki Terhadap Tegangan Output



Tabel 3 Hasil Pengukuran Inverter Sistem Cash Aki

JAM	Vin (Volt DC)	Vout (Volt AC)	I out (Ampere AC)	Beban (watt)	Cosφ (Cos phi)	Keterangan
0	13,7	221	0	0	0,70	Tanpa beban
1	13,7	219	0,70	100	0,81	1 Cash Battery + 1 lampu 12w
2	13,3	216	0,85	142	0,81	1 kipas angin + 1 Cash Battery + 1 lampu 12w
3	12,8	213	1,03	194	0,88	2 kipas angin + 1 Cash Battery + 1 Lampu 12w
4	12,4	211,8	1,03	194	0,88	2 kipas angina + 1 Cash Battery + 1 Lampu 12w
5	11,9	211,3	1,03	194	0,88	2 kipas angina + 1 Cash Battery + 1 Lampu 12w

Berdasarkan tabel 3 diatas, dimana hasil pengujian yang dilakukan dengan beban dinaikkan secara bertahap setiap 1 jam hingga beban continue sebesar 194 watt yang dilakukan selama 3 jam sehingga didapatkan beban rata-rata sebesar 165 watt perjamnya. Dalam kondisi beban tersebut yang dilakukan ujicoba selama 5 jam aki belum menunjukkan kondisi low daya pada inverter UPS nya, dengan demikian kondisi aki masih layak untuk dibebankan lebih dari 5 jam.

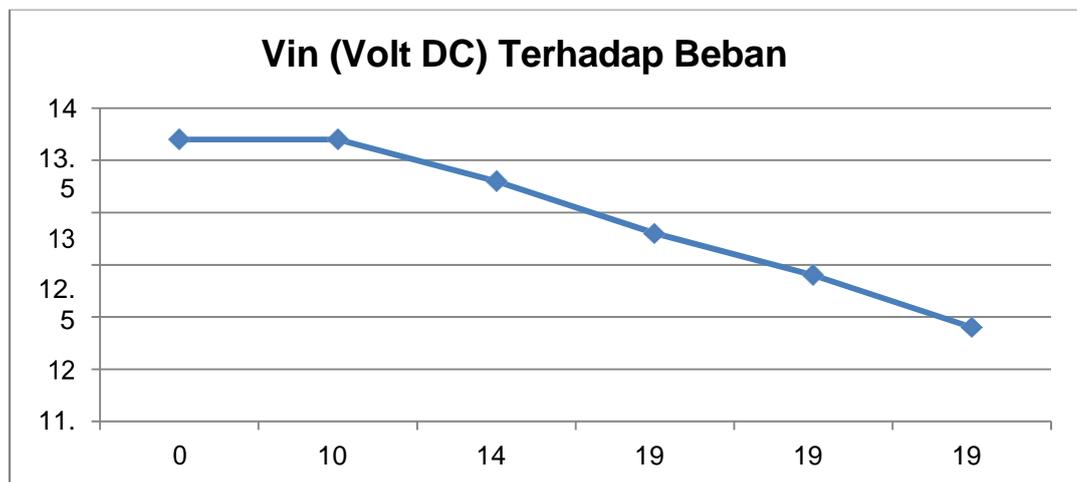
Tabel 4 Hasil Pengukuran Inverter Sistem Cash Aki Per 5 Jam/Hari

TGL	Rata – Rata Per Jam					Total Beban (watt)
	Vin (Volt DC)	Vout (Volt AC)	I out (Ampere AC)	Beban (watt)	Cosφ (Cos phi)	
1	12,9	215	0,93	165	0,82	824
2	12,9	215	0,93	165	0,82	824
3	12,8	214	0,93	165	0,82	824
4	12,7	214	0,93	165	0,82	824
5	12,7	214	0,93	165	0,82	824
6	12,7	214	0,93	165	0,82	824
7	12,5	213	0,92	166	0,83	823
8	12,6	213	0,92	166	0,83	823
9	12,5	213	0,92	166	0,83	823
10	12,5	213	0,92	166	0,82	823
11	12,6	212	0,93	166	0,83	824
12	12,7	214	0,93	165	0,83	825
13	12,7	214	0,93	166	0,83	825
14	12,8	215	0,93	165	0,82	825
15	12,8	215	0,93	165	0,82	825
16	12,7	214	0,92	166	0,82	824
17	12,7	215	0,93	165	0,82	824
18	12,6	213	0,92	166	0,82	824
19	12,6	213	0,92	166	0,82	825
20	12,8	215	0,93	165	0,82	825

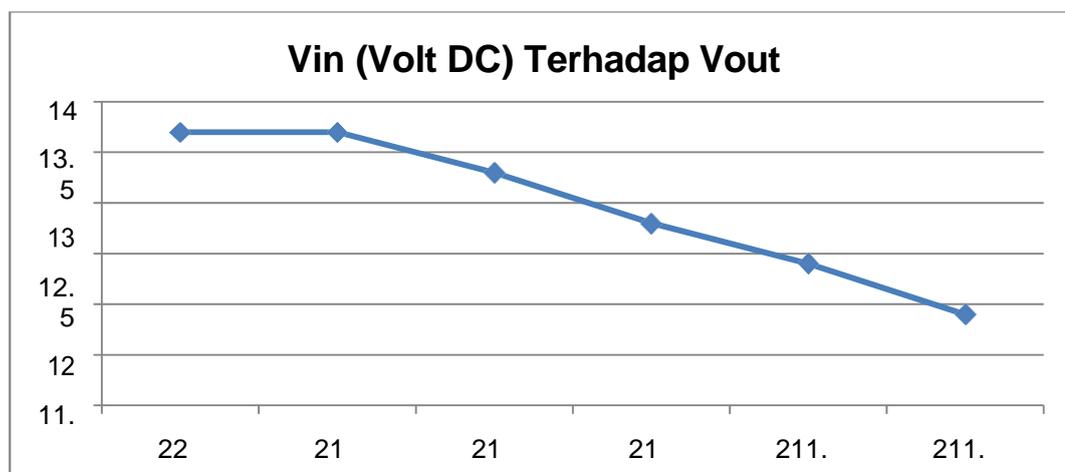


21	12,7	214	0,93	165	0,83	825
22	12,8	215	0,93	165	0,82	824
23	12,7	214	0,92	165	0,83	824
24	12,6	214	0,92	165	0,83	824
25	12,6	214	0,93	166	0,83	825
26	12,7	215	0,93	166	0,83	825
27	12,7	215	0,93	166	0,82	824
28	12,6	214	0,93	165	0,82	824
29	12,5	213	0,92	165	0,83	825
30	12,5	213	0,92	165	0,83	825
			Total	4.962	Total	24.727

Berdasarkan tabel 4 diatas, dimana hasil pengujian yang dilakukan dengan beban dinaikkan secara bertahap setiap 1 jam hingga beban continue sebesar 194 watt yang dilakukan selama 3 jam perharinya sehingga total beban selama 1 bulan sebesar 24.727 watt setara dengan 24,73 Kwh perbulan.



Gambar 15 Grafik Tegangan Aki Terhadap Beban (Menggunakan Cash Aki)



Gambar 16 Grafik Tegangan Aki Terhadap Tegangan Output (Menggunakan Cash Aki)
Analisa Hasil Pengujian

Berdasarkan beberapa data dan hasil yang diperoleh selama proses pengujian alat yang



dilakukan hingga menjadi acuan untuk menghitung ketahanan suatu aki dalam memback-up suplay energi listrik yang dibutuhkan. Untuk menghitung daya yang mampu dihasilkan aki bisa menggunakan rumus daya, dimana : $P = V.I$.

Sebagai asumsi aki yang digunakan 12 V 100 Ah, maka :

$$\begin{aligned} P &= V.I \\ &= 12 \text{ V} \times 100 \text{ Ah} \\ &= 1200 \text{ VA} \end{aligned}$$

Efisiensi daya aki yang bisa pergunakan dihitung sekitar 70% sehingga daya aki yang bisa digunakan sebesar $1200 \text{ VA} \times 70\% = 840 \text{ VA}$, artinya dalam 1 jam aki dapat mensuplay daya sebesar 840 VA. Apabila inverter diberi beban sebesar 840 W, maka aki hanya akan bertahan 1 jam saja. Jadi, apabila beban sebesar 166 W maka daya tahan aki untuk memback-up daya sebesar 840 W adalah :

$$\frac{840}{166} = 5.1 \text{ Jam}$$

Jika menggunakan rumus (1) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Ah yang diperlukan} &= EK / (V \times PF) \\ &= 166 / (12 \times 0,7) \\ &= 19,76 \text{ A} \end{aligned}$$

Dengan aki sebesar 100 Ah maka aki bisa melayani beban selama :

$$\frac{100}{19,76} = 5,1 \text{ jam}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dari ketahanan inverter yang menggunakan aki berkapasitas 12V 100Ah dengan beban yang dilayani sebesar 166 Watt adalah sebesar 5,1 jam lamanya back-up suplay energi listrik dari aki. Pada hasil pengujian ini didapatkan ketahanan dari catudaya cadangan dalam memback-up sumber energi listrik bisa mencapai lebih dari 5 jam lamanya. Hal ini dikarenakan dalam percobaan inverter belum menunjukkan alarm yang menyatakan aki low tegangan selama 5 jam percobaan. Dari hasil pengujian, selama 5 jam setiap hari, inverter masih dapat bertahan selama 5 jam dengan menggunakan aki 12V 100 Ah untuk beban daya maksimum sebesar 166 Watt. Dan selama pengujian didapatkan hasil bahwa selama 5 jam, penurunan tegangan inverter adalah sebesar 9,7 V sedangkan penurunan tegangan pada aki sebesar 2,2 V.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian untuk catu daya cadangan yang berupa simulasi beban, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Total daya listrik yang bisa di back-up aki selama 1 bulan sebesar 20,36 Kwh – 24,73 Kwh dengan pemakaian daya aki selama 5 jam perhari.
2. Tegangan inverter mengalami penurunan sebesar 9,7 V dan tegangan aki sebesar 2,2 V selama 5 jam dengan beban sebesar 166 W.
3. Kita dapat mengetahui nilai tegangan minimum aki pada inverter untuk menyalakan beban sebesar 10,8 V.
4. Inverter memiliki settingan pabrik untuk batas minimum suplay tegangan yang disalurkan dan isyarat alarm berbunyi sehingga terjadi pemutusan beban pada tegangan 198 V.
5. Kita juga dapat menghitung berapa lama aki dapat bertahan ketika sumber dari PLN padam, dengan daya sebesar 166 W.
6. Lama ketahanan aki ditentukan oleh besarnya arus aki atau nilai Ampere per hour (Ah)



pada aki, dan ditentukan juga oleh besarnya daya beban yang dilayani serta tergantung dari jenis aki yang dipergunakan.

7. Sebaiknya menggunakan aki berjenis deep cycle jenis VRLA AGM atau VRLA Gel.
8. Untuk penggunaan sebagai energi alternatif sangat layak jika terjadi pemadaman listrik PLN dibandingkan penggunaan genset yang terjadi polusi dan kebisingan.
9. Untuk teknologi pengembangan elektrifikasi pedesaan sangat layak digunakan sistem konversi energi alternatif ini dan menggunakan solar cell sebagai energi utamanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriani Yosi dan Taufik Barlian, 2018. "Inverter Berbasis Accumulator Sebagai Alternatif Penghemat Daya Listrik Rumah Tangga". Jurnal Surya Energy Vol. 3 No. 1, September 2018.
- Asmara Bambang P and Tansa Salmawati, 2018. "Pembuatan Pembangkit Energi Listrik Alternatif Dengan Model Sistem Hybrid Thermoelektrik Dengan Panel Sel Surya Mini Untuk Desa Mandiri Energi (Tinjauan Potensi)". ISBN 978-602- 8692-34-2, Seminar Nasional Teknik Elektro, Oktober 2018
- Hamdani, H., Tharo, Z., Anisah, S., & Lubis, S. A. (2020, September). Rancang Bangun Inverter Gelombang Sinus Termodifikasi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Rumah Tinggal. in *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU* (Vol. 3, No. 1, pp. 156-162).
<http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-9448-2205100061Paper.pdf>;
- Latif, M., Nazir, R., & Hamdi, R. (2013). "Analisa Proses Charging Akumulator Pada Prototipe Turbin Angin Sumbu Horizontal Di Pantai Purus Padang". Jurnal Nasional Teknik Elektro Vol 2 No 1, Maret 2013.
- Majid A, Eliza and Hardiansyah Redy. "Alat Automatic Transfer Switch (Ats) Sebagai Sistem Kelistrikan Hybrid Sel Surya Pada Rumah Tangga". ISSN : 2528-7400, Jurnal Surya Energy Vol. 2 No. 2, Maret 2018.
- Purwoto, Bambang H, Jatmiko, Muhammad alimul F, Fahmi Huda."Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif". ISSN 1411-8890, Jurnal Emitor Vol 18 No 01, maret 2018
- Roal, M, 2015. "Peningkatan Efisiensi Energi Menggunakan Baterai Dengan Kendali Otomatis Penerangan Ruang Kelas Berbasis PLTS". Jurnal Elkha Vol.7, No 2, Oktober 2015
- Suriansyah Bambang (2014). "Catu Daya Cadangan Berkapasitas 100 Ah / 12 V Untuk Laboratorium Otomasi Industri Poliban". Jurnal INTEKNA, Tahun XIV, No. 2, Nopember 2014 : 102 – 209.
- T. Paul, 2010. "Perencanaan Sistem Penyimpanan Energi Dengan Menggunakan Battery Pada Pembangkit Listrik Tenaga Air Laut (PLTAL) di Desa Ketapang, Kabupaten Lombok Timur, NTB". 05Februari2015.
- Tharo, Z., Syahputra, M. R., Hamdani, H., & Sugino, B. (2020). Analisis Sistem Proteksi Jaringan Tegangan Menengah Menggunakan Aplikasi Etap Di Bandar Udara Internasional Kualanamu. *JESCE (JOURNAL OF ELECTRICAL AND SYSTEM CONTROL ENGINEERING)*, 4(1), 33-42.