

ANALISIS KINERJA PLTS 25 KWP DI GEDUNG LABORATORIUM RISET TERPADU LAHAN KERING KEPULAUAN UNDANA TERHADAP VARIASI BEBAN

**Agusthinus S. Sampeallo¹, Wellem F. Galla²
Fredyrick Mbakurawang³**

*Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana
Jalan Adisucipto-Penfui Kupang-NTT, Telp. (0380) 881557, HP.081239898101
E-mail :agusthinus_sampealo@yahoo.com*

ABSTRAK

Sistem Pembangkit Energi Surya Laboratorium Riset Terpadu Lahan Kering Kepulauan UNDANA merupakan pembangkit Energi Surya dengan kapasitas 25 kWp yang dimanfaatkan oleh Laboratorium Lahan Kering untuk menyuplai energi listrik guna kegiatan praktikum mahasiswa dan kegiatan perkuliahan lapangan. Sistem pembangkit ini dilengkapi dengan sistem baterai yang akan bekerja apabila sel surya tidak mampu memenuhi kebutuhan beban. Sistem ini dilengkapi juga dengan tiga buah *inverter*. Namun, pada saat sistem beroperasi, hanya bekerja satu *inverter* saja, dikarenakan dua inverter lainnya mengalami kerusakan. Sejak sistem beroperasi sampai saat ini, belum pernah dilakukan analisis terhadap kinerja sistem sehingga belum diketahui apakah sistem pembangkit ini bekerja dengan baik dan efisien.

Untuk itu dalam penelitian ini dilakukan analisis terhadap kinerja sistem dengan melakukan pengukuran-pengukuran terhadap daya *output* PV (yang merupakan *Input* inverter), *output* arus , tegangan *inverter*, *output* daya *inverter*, serta efisiensi *inverter*. Pengukuran dilakukan untuk tiga kondisi selama tiga hari, dengan diberikan variasi beban. Berdasarkan hasil pengukuran selama tiga hari, diperoleh hasil untuk kemampuan PLTS dalam mengoperasikan beban maksimal adalah 3.401 Watt pada hari ketiga (D3), dengan rata-rata daya yang disuplai dari sistem PV adalah 4,1 kW dan daya output inverter yang diberikan ke beban rata-rata adalah 2,0 kW, efisiensi rata-rata *inverter* dalam mensuplai daya dari PV untuk beban adalah 58,59 %. Hal ini dikarenakan daya yang disuplai dari sistem PV disuplai tidak hanya pada beban lahan kering I dan II, tetapi juga akan disuplai pada sistem baterai. Sehingga daya dari sistem PV terbagi dua.

Kata Kunci : PLTS, Efisiensi Inverter, Variasi beban.

1. PENDAHULUAN

1.1 Energi Surya

Energi surya merupakan salah satu jenis energi terbarukan (*Renewable Energy*). Matahari (surya) adalah sumber energi yang dijumpai dalam sistem galaksi, yang menghasilkan energi sepanjang usia matahari. Dalam hal ini energi surya adalah energi yang dikumpulkan langsung dari cahaya matahari. Sumber energi surya atau tenaga matahari tidak hanya terdiri dari pancaran matahari langsung ke bumi, tetapi meliputi efek-efek matahari tidak langsung, seperti energi angin, tenaga air dan energi laut. Bahkan termasuk segala bentuk energi yang berasal dari biomassa, (Abdul kadir, 1995).

1.2 Radiasi Surya

Intensitas radiasi matahari akan berkurang akibat penyerapan dan pemantulan oleh atmosfer saat sebelum mencapai permukaan bumi. Ozon di

atmosfer menyerap radiasi dengan panjang gelombang pendek (*ultraviolet*) sedangkan karbondioksida (CO_2) dan uap air menyerap sebagian radiasi dengan panjang gelombang yang lebih panjang (*infrared*). Selain pengurangan radiasi langsung oleh penyerapan tersebut, masih ada radiasi yang dipancarkan oleh molekul-molekul gas, debu dan uap air dalam atmosfer. Radiasi surya mencapai permukaan bumi dengan beberapa cara (Boyle, 1997) yaitu :

- a) Radiasi langsung (*Direct beam radiation*) adalah radiasi surya yang diterima dari matahari tanpa disebarkan oleh atmosfer.
- b) Radiasi sebaran (*Diffuse radiation*) adalah radiasi surya yang diterima dari matahari sesudah arahnya berubah setelah terpancar oleh atmosfer.
- c) Radiasi total matahari (*Total solar radiation*) penjumlahan *Direct beam radiation* dan *Diffuse radiation* pada suatu permukaan.

1.3 Pancaran Energi Surya

Matahari adalah suatu bola gas yang sangat panas. Garis tengahnya $\pm 1,39$ juta km atau ± 109 kali besar dari diameter bumi. Jarak dari permukaan luarnya ke bumi ± 150 juta km, sehingga cahaya matahari mencapai bumi membutuhkan waktu sekitar 8 menit. Pada bagian dalam matahari selalu bergabung 4 inti hydrogen menjadi 1 inti Helium. Sebagaimana kecil dari gabungan ini berubah menjadi energi yang disebut dengan istilah Fusi. Temperatur pada bagian dalam matahari sangat tinggi (sampai jutaan derajat Celcius), sedangkan temperature permukaan luarnya mencapai $\pm 6000^{\circ}\text{C}$. Energi surya yang mencapai bumi kira-kira 0,5 miliar energi surya atau kira-kira $1,3 \times 10^7$ Watt.

1.4 Pembangkit Tenaga Listrik

Pembangkit tenaga listrik ialah suatu alat/peralatan yang berfungsi untuk membangkitkan tenaga listrik dengan cara mengubah energi potensial menjadi tenaga mekanik selanjutnya menjadi tenaga listrik. Istilah lain yang dipakai untuk menyebut pembangkit tenaga listrik ialah pusat tenaga listrik. Dalam mendefinisikan pengertian pembangkit tenaga listrik, akan muncul berbagai definisi dan pengertian, tergantung dari sudut disiplin ilmu apa kita melihat, mengasumsikan dan memahaminya.

Apabila ditinjau dari sudut ilmu kelistrikan dapat kiranya mendefinisikan pengertian pembangkit tenaga listrik sebagai berikut, (Nugroho,2004):

1. Suatu bagian awal dari sistem tenaga listrik yang membangkitkan tenaga listrik yang terdiri dari instalasi listrik, mekanik, bangunan-bangunan, fasilitas pelengkap, bangunan serta komponen bantu lainnya.

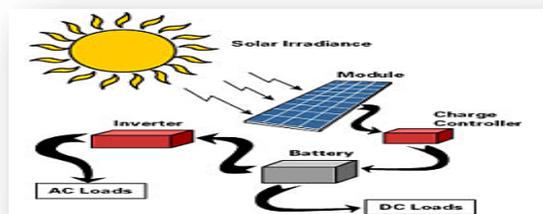
Salah satu bagian dari sistem tenaga listrik untuk membangkitkan energi listrik dengan cara mengubah potensi energi mekanik dari air, minyak, uap, panas bumi, nuklir, matahari, angin, kombinasi gas dan uap menjadi energi listrik. Mengingat tingkat kebutuhan energi listrik terus mengalami kenaikan setiap tahunnya, sehingga penyediaan energi listrik harus pula ditingkatkan agar terjadi keseimbangan antara kebutuhan dan penyediaan energi listrik. Tingkat kebutuhan ini menjadi salah satu pertimbangan utama dalam pembangunan pembangkit tenaga listrik yang baru.

1.5 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan suatu teknologi pembangkit yang

mengkonversikan energi foton dari surya menjadi energi listrik yang menggunakan sel *photovoltaic* (*photovoltaic cell*) atau yang sering dikenal dengan sebutan *PV*. *PV cell* biasanya dirancang dan dikemas dalam suatu unit yang di sebut Panel Surya/Modul (*solar cell panel*). Sel surya merupakan lapisan-lapisan tipis dari silicon (Si) murni dan bahan semikonduktor lainnya. Apabila bahan tersebut mendapat energi foton, akan mengeksitasi elektron dari ikatan atomnya menjadi elektron yang bergerak bebas dan akhirnya akan mengeluarkan tegangan listrik arus searah. Dengan hubungan seri-paralel, sel surya/sel fotovoltaik dapat digabungkan menjadi *PV* modul dengan jumlah sekitar 40 sel surya.

PLTS pada dasarnya adalah pecatu daya dan dapat dirancang untuk mencatu kebutuhan listrik yang kecil sampai dengan besar, baik secara mandiri, maupun *hybrid*. PLTS terdiri dari beberapa komponen yaitu: panel Surya (*module*), *Battery Control Regulator* (BCR), Baterai (*accu*), dan *inverter*. Panel surya sebagai komponen utama pembangkit listrik tenaga surya, akan menghasilkan energy listrik sepanjang adanya paparan sinar matahari. Dimana energy listrik yang dihasilkan akan tersimpan dalam baterai melalui suatu proses pengisian (*charging*), sehingga energy listrik dapat digunakan setiap saat (baik siang maupun malam). BCR digunakan untuk mengatur proses pengisian pada baterai. Energi listrik yang tersimpan di baterai dapat langsung digunakan untuk memenuhi kebutuhan beban DC (*Dirrect Current*). Untuk memnuhi kebutuhan beban AC (*Alternathing Current*), maka energi listrik DC yang tersimpan di baterai harus diubah menjadi energi listrik AC dengan menggunakan alat *inverter*. Proses pembangkit energi listrik pada PLTS dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini ;



Gambar 2.1 Proses Pembangkit Listrik Tenaga Surya

konfigurasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

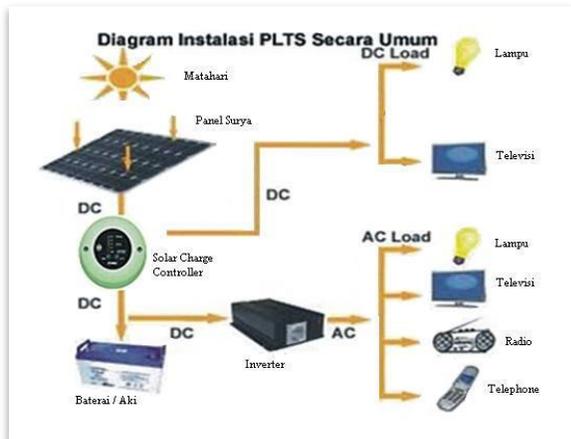
Secara umum, konfigurasi sistem pembangkit

listrik tenaga surya dibagi menjadi beberapa bagian yaitu :

1. Sistem PLTS terpusat (*stand-alone system*)
2. Sistem PLTS yang terkoneksi dengan jaringan listrik utama (*grid connected PV system*)
3. Sistem PLTS tersebar (*Solar Home System*)
Sistem Hybrid

1.6 Sistem PLTS Terpusat (Stand- Alone System)

Sistem PLTS terpusat merupakan sistem pembangkit energi listrik yang terpusat pada suatu lokasi dan hanya mengandalkan energy matahari sebagai satu-satunya sumber energy utama dengan menggunakan rangkaian panel surya untuk menghasilkan energi listrik sesuai dengan kebutuhan. Sistem PLTS terpusat diaplikasikan untuk memasok listrik pada daerah kecil dengan pola penyebaran rumah yang terkumpul atau kawasan dengan kepadatan rumah yang cukup banyak. Umumnya sistem ini mempunyai keluaran tegangan 220 Vac (sama dengan sistem tegangan pada PLN), karena itu peralatan inverter sangat diperlukan untuk dapat mengubah arus DC menjadi AC untuk di kirim pada beban. Dan sistem ini merupakan sistem yang bersifat *off grid*. Berikut merupakan diagram sistem PLTS terpusat seperti pada gambar berikut.



Gambar 2 Diagram Sistem PLTS

Sistem PLTS terpusat sendiri terdiri dari beberapa instalasi yaitu :

a. Sistem Kopel Langsung

Sistem ini merupakan sistem yang paling sederhana pada sistem PLTS terpusat. Hal ini dikarenakan *output* DC dan modul atau *array* dihubungkan secara langsung ke beban DC. Karena sistem ini tidak menggunakan baterai untuk

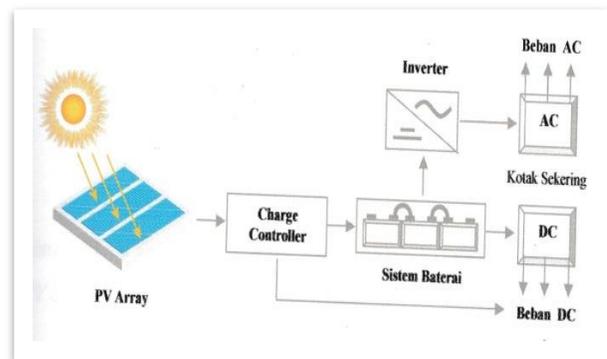
menyimpan energi, maka beban hanya dapat beroperasi pada saat matahari bersinar saja. Oleh karena itu desain dari sistem ini sangat cocok untuk dioperasikan pada pompa air,kipas-kipas ventilasi dan pompa sirkulasi pada sistem pemanas air yang memanfaatkan panas matahari.



Gambar 3 Diagram sistem kopel langsung

b. Sistem PLTS Terpusat Dengan Baterai

Pada tipe sistem ini baterai digunakan untuk menyimpan energi pada PLTS. Suplai beban DC dapat langsung diambil dari arus yang keluar dari *Charge controller* atau arus DC yang diambil dari baterai. Sistem ini juga digunakan pada PLTS dengan skala kecil atau yang dikenal dengan istilah SHS (*Solar Home System*). Berikut merupakan gambar yang menunjukkan sistem PLTS terpusat dengan baterai yang mensuplai beban DC dan AC.

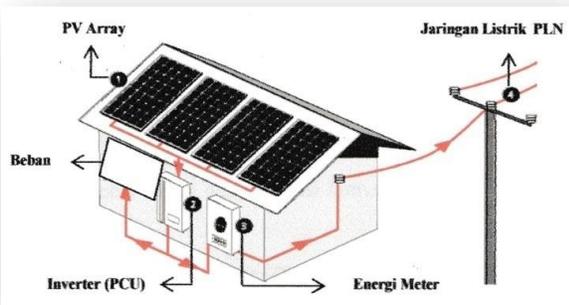


Gambar 4 Sistem PLTS Terpusat Dengan Baterai ,Robinson 2011

1.7 Sistem PLTS Yang Terhubung Dengan Jaringan Listrik PLN (Grid- Connected PV System)

Sistem jenis ini merupakan sistem yang dirancang untuk beroperasi secara parallel dan terinterkoneksi dengan jaringan listrik utama (PLN). Komponen terpentingnya adalah *inverter* yang juga disebut *Power Conditioning Unit* (PCU). PCU ini

akan mengubah daya DC yang dihasilkan oleh PV array menjadi daya AC yang kualitas dan tegangannya sesuai dengan jaringan listrik utama. PCU akan berhenti untuk menyuplai daya secara otomatis ke jaringan ketika jaringan listrik utama itu tidak beraliran. *Interface* dua-arah dipasang diantara *output* sistem PV dan jaringan listrik utama, biasanya pada panel distribusi. Hal ini memungkinkan sistem PV untuk menyuplai kebutuhan sendiri dan sekaligus menyuplai kembali ke jaringan utama jika *output* sistem mengalami surplus. Di malam hari dan selama periode-periode tertentu ketika kebutuhan beban listrik lebih besar dari pada yang diperoleh dari sistem PV maka daya yang dibutuhkan tersebut didapatkan dari jaringan listrik PLN. Sistem PV yang dihubungkan ke jaringan listrik PLN membutuhkan alat pengaman guna menjamin bahwa sistem PV tidak akan terus bekerja dan mengirim daya listrik kembali ke jaringan PLN jika jaringan itu sedang dipadamkan untuk keperluan perbaikan atau pemeliharaan. Sistem *grid* PLTS-PLN secara skematis.



Gambar 5. Diagram Sistem grid PLTS

1.8 Bagian- Bagian Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

A. Panel Surya (Modul Photovoltaic)

Panel surya (*modul photovoltaic*) adalah alat yang berfungsi mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Besarnya energi listrik yang dihasilkan panel surya berbanding lurus dengan intensitas cahaya matahari yang mengenai permukaan plat photovoltaic pada panel tersebut. Ketika intensitas cahaya matahari berkurang (pada kondisi berawan, hujan, mendung) arus listrik yang dihasilkan juga akan berkurang. Arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya akan digunakan untuk mengisi baterai.

Panel surya terdiri dari susunan sel surya (*solar cell*) yang dihubungkan secara seri, parallel, maupun seri-paralel. Rangkaian sel surya pada panel surya dilindungi dengan lapisan yang tahan cuaca dan radiasi matahari, terutama terhadap radiasi ultraviolet.

B. Baterai

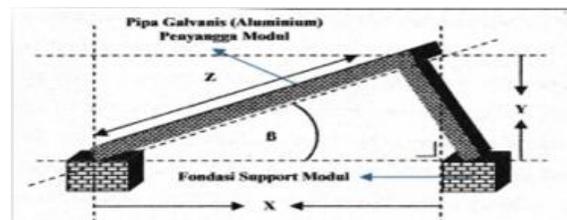
Baterai adalah alat yang digunakan untuk menyimpan energi listrik. Pada Sistem PLTS, baterai merupakan salah satu komponen yang penting yang berfungsi untuk menyimpan energi listrik yang dibangkitkan oleh panel surya pada saat matahari bersinar, dan akan mengeluarkan kembali energi listrik pada saat panel surya tidak dapat memenuhi permintaan energi listrik pada beban. Pada kondisi normal, baterai dipergunakan untuk kondisi malam hari atau cuaca berawan, akan tetapi jika terjadi kondisi beban yang berlebih pada siang hari, baterai dapat dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik pada sisi beban.

1.3.1 Panel Kontrol

Panel kontrol merupakan suatu unit peralatan kontrol yang digunakan untuk memberikan proteksi terhadap baterai agar baterai dapat bertahan lama. Panel kontrol juga berfungsi untuk merubah tegangan DC yang berasal dari baterai menjadi tegangan AC yang dapat dipakai oleh alat-alat listrik pada umumnya.

C. Penyangga Modul (Support Module)

Penyangga modul (*support module*) adalah salah satu peralatan pada PLTS yang berfungsi sebagai penopang panel surya (*modul photovoltaic*). Penyangga modul biasanya terbuat dari pipa galvanis atau pipa aluminium. Secara teknis, besarnya sudut kemiringan panel surya ditentukan oleh desain kemiringan penyangga modul (*support module*). Salah satu contoh struktur *support module* yang biasa digunakan sebagai penopang panel surya pada sistem PLTS dapat dilihat seperti pada Gambar berikut (Silvester, 2011)



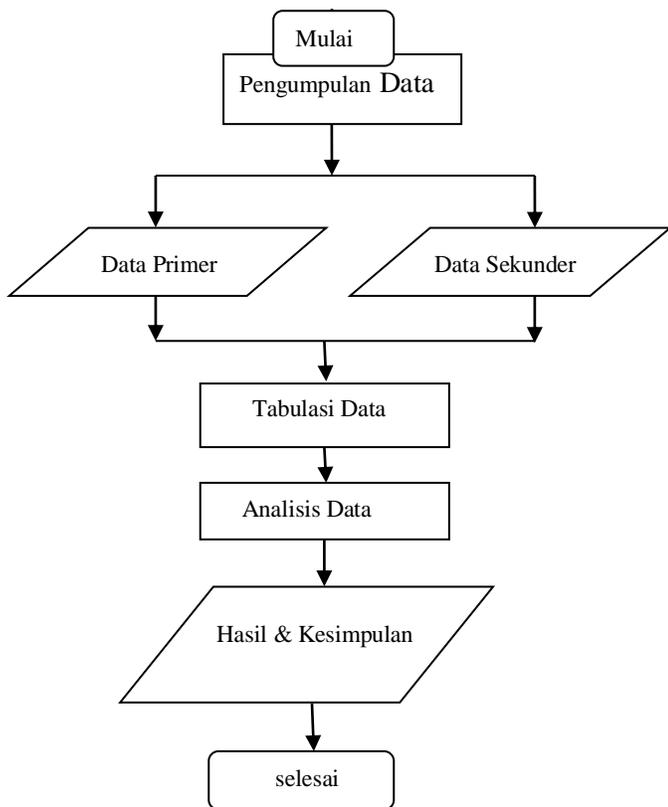
Gambar 6. Penyangga Modul

D. Inverter

Inverter adalah alat elektronik yang berfungsi mengubah tegangan output DC dari panel surya ataupun baterai menjadi tegangan AC, umumnya 120 Volt atau 220 dengan frekuensi 50 Hz dan 60 Hz. Jenis inverter pada umumnya ditentukan oleh bentuk gelombang *output* yang dihasilkan oleh *inverter*, yaitu gelombang kotak (*square wave*) dan gelombang sinus (*sine wave*) dan modifikasi gelombang kotak (*modified square wave*).

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi Literatur dan Observasi. Data primer diperoleh pada penelitian ini adalah dengan melakukan pengukuran berdasarkan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, sedangkan data sekunder didapatkan dengan mengambil data dari data-data hasil pengukuran dan penelitian sebelumnya. Diagram alur penelitian dapat dilihat pada gambar 7.

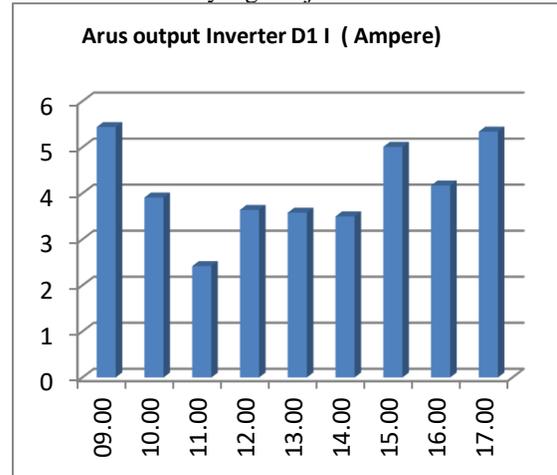


Gambar 7. Digram Alur Penelitian

3. HASIL PENELITIAN

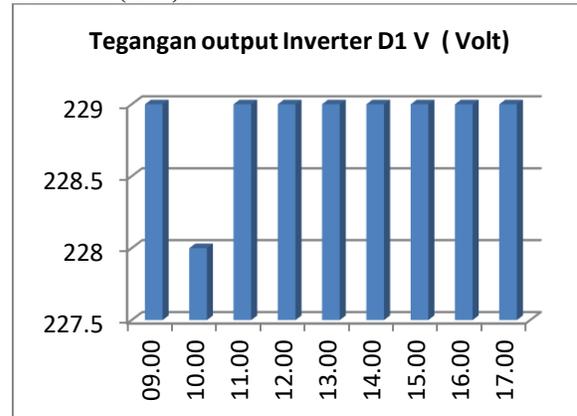
Arus Keluaran (output) Inverter Hari Pertama (D1)

Pengukuran yang dilakukan di hari pertama (D1), seperti pada tabel 1 dibawah, merupakan arus keluaran inverter yang di ujikan.



Berdasarkan Gambar diatas, terlihat *output* arus yang dihasilkan oleh inverter tidak terlalu stabil. Dimana Arus maksimum sebesar 5,44 Ampere terjadi pada pukul 09.00 WIB dan mengalami penurunan secara drastis pada pukul 11.00 WIB yaitu 2,42 Ampere.

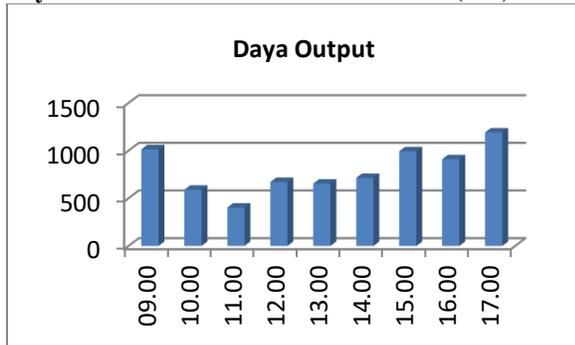
Tegangan Keluaran (output) Inverter Hari Pertama (D1).



Gambar 10. Diagram Vout (D1)

Gambar 10 merupakan tegangan keluaran pada hari pertama (D1). Penurunan Tegangan terjadi pada pukul 10.00 WIB.

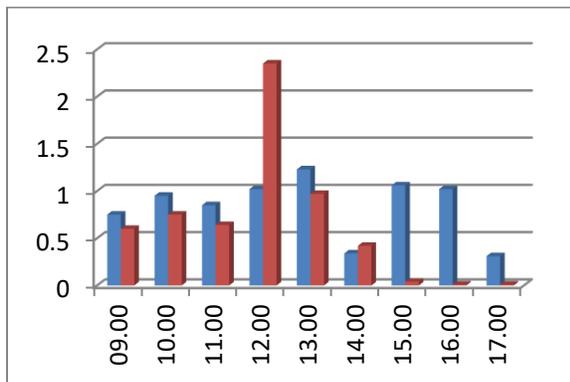
Daya Keluaran Inverter Hari Pertama (D1)



Gambar 11. Diagram Daya *Output* inverter Hari Pertama (D1)

Berdasarkan Gambar 11 diatas, merupakan daya keluaran inverter merupakan daya beban yang terpakai pada lahan I dan lahan II dengan kapasitas beban terpasang yang diuji adalah 2.321 Watt. Dimana keluaran daya maksimum terjadi pada pukul 17.00 WIB. Pada saat itu, kondisi baterai PLTS sedang berada pada posisi pengisian baterai (*charging*) sehingga baterai dianggap juga sebagai beban.

Daya Input Inverter PLTS 25 kW UNDANA Hari Pertama (D1).



Gambar 12 Diagram Perbandingan Daya *Input* inverter dari PV1 dan PV 2 Hari Pertama (D1)

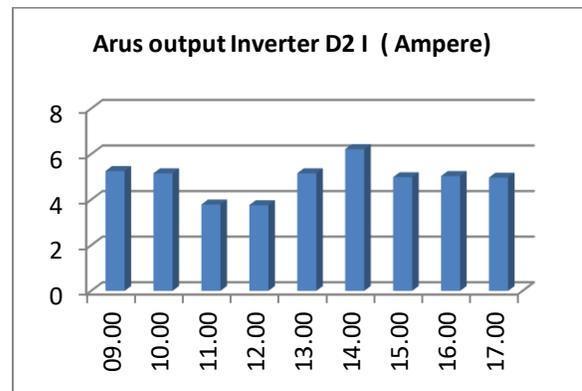
Gambar 12 diatas, terlihat Daya *input* inverter yang diterima dari PV1 (*Photovoltaic 1*) tertinggi PLTS 25 kW UNDANA tanggal 28 Agustus 2017 terjadi pada Pukul 13.00 WIB yaitu sebesar 1.23 kW dan terendah terjadi pada pukul 17.00 WIB yaitu 0.31 kW atau 30 Watt. Sedangkan pada PV2 (*Photovoltaic 2*) daya yang dihasilkan tertinggi terjadi pada pukul 12.00 yaitu 2.35 kW atau 2.350 Watt dan terendah

terjadi pada pukul 16.00 WIB yaitu 0,01 kW dan pukul 17.00 WIB yaitu 0,01 kW.

Efisiensi Inverter Pada Pengukuran Hari Pertama (D1) PLTS 25 kW UNDANA

Efisiensi tertinggi terjadi pada pukul 14.00 WIB yaitu 93 %. Hal ini menunjukkan hampir 93 % inverter bekerja secara maksimal untuk memenuhi kebutuhan beban. Terlihat pada pukul 14.00 besarnya daya *input* PV adalah 0,76 kW untuk mensuplai kebutuhan beban (keluaran inverter) sebesar 0,71 kW.

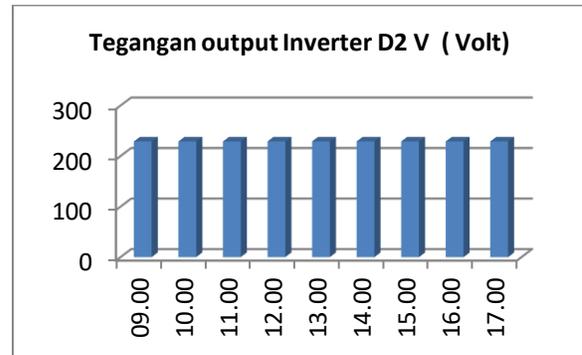
Arus Keluaran (*output*) Inverter Hari Kedua (D2)



Gambar 13. Arus output (D2)

Berdasarkan Gambar 13 diatas, terlihat *output* arus yang dihasilkan oleh inverter tidak terlalu stabil. Dimana Arus maksimum sebesar 6,22 Ampere terjadi pada pukul 14.00 WIB dan mengalami penurunan secara drastis pada pukul 12.00 WIB yaitu 3,76 Ampere.

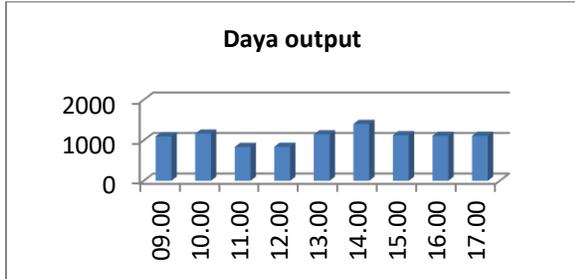
Tegangan Keluaran (*output*) Inverter hari Kedua (D2)



Gambar 14. Tegangan Keluaran (D2)

Berdasarkan Gambar 4.9 diatas, terlihat tegangan yang dihasilkan oleh inverter terlihat stabil. Kondisi ideal pada tegangan terjadi pada pengukuran hari kedua (D2). Terhitung dari pukul 09.00 – 17.00 WIB besaran tegangan sama yaitu 229 Volt.

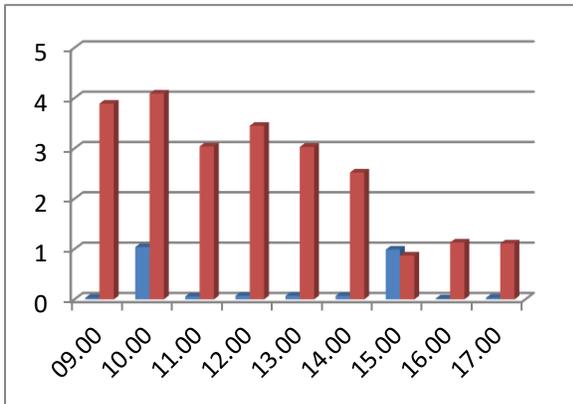
Daya Keluaran (output) Inverter (D2)



Gambar 15. Diagram Daya Output inverter Hari Kedua (D2)

Berdasarkan Gambar 4.10 diatas, daya keluaran inverter merupakan daya beban yang terpakai pada lahan I dan lahan II , dengan kapasitas beban terpasang yang diuji adalah 2.681 Watt.

Daya Input Inverter PLTS 25 kW (D2)



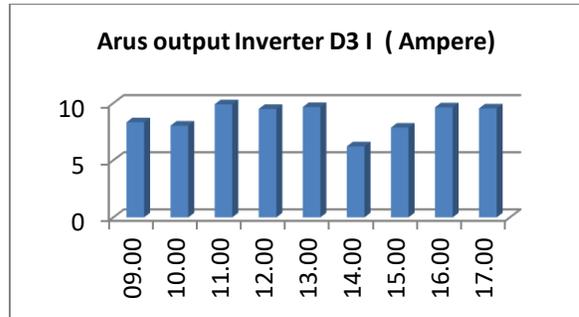
Gambar 16 Kurva Perbandingan Daya Input inverter dari PV1 dan PV 2

Gambar 16 diatas, terlihat Daya input inverter yang diterima dari PV1 (Photovoltaic 1) tertinggi PLTS 25 kW Undana tanggal 2 September 2017 terjadi pada Pukul 10.00 WIB yaitu sebesar 1,04 kW dan terendah terjadi pada pukul 16.00 WIB yaitu 0,02 kW. Sedangkan pada PV2 (Photovoltaic 2) daya yang dihasilkan tertinggi terjadi pada pukul 09.00 yaitu 3,89 kW dan terendah terjadi pada pukul 15.00 WIB yaitu 0,87 kW.

Efisiensi Inverter Pada Pengukuran Hari Kedua (D2) PLTS 25 kW UNDANA.

Efisiensi tertinggi terjadi pada pukul 17.00 WIB yaitu 97 %. Hal ini menunjukkan hampir 100 % inverter bekerja secara maksimal untuk memenuhi kebutuhan beban. Terlihat pada pukul 16.00 besarnya daya input PV adalah 1,15 kW untuk menyuplai kebutuhan beban (keluaran inverter). Artinya seluruh daya keluaran PV yang di suplai melalui inverter hamper 100 % dipakai untuk memenuhi kebutuhan beban. Sedangkan efisiensi terendah terjadi pada pukul 10.00 WIB yaitu 23 %. Dimana daya yang disuplai oleh PV sebesar 3,52 kW, dan hanya digunakan 0,83 kW untuk kebutuhan beban.

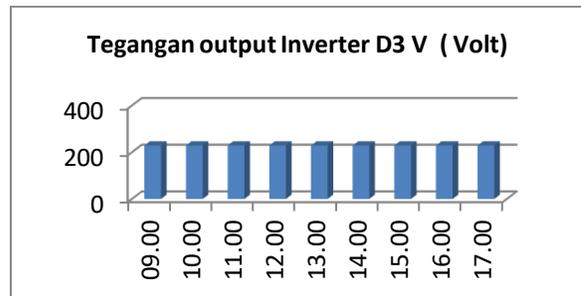
Arus Keluaran Inverter Hari Ketiga (D3)



Gambar 17 Diagram Arus output inverter PLTS 25 kW.

Berdasarkan Gambar 4.13 diatas, terlihat arus yang dihasilkan oleh inverter tidak terlalu stabil. kurva diatas menunjukkan Arus maksimum sebesar 10,52 Ampere terjadi pada pukul 15.00 WIB dan pada pukul 14.00 WIB arus mengalami penurunan secara drastis, yaitu 6,22 Ampere.

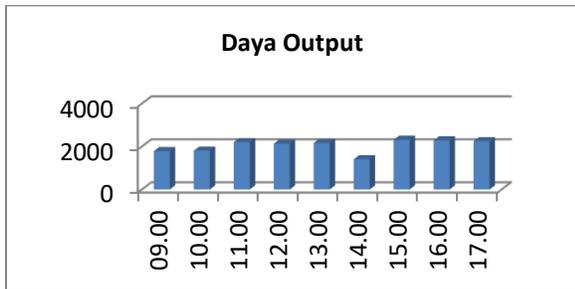
Tegangan Keluaran Inverter



Gambar 18. Diagram tegangan output inverter PLTS 25 kW.

Berdasarkan Gambar 4.14 diatas, terlihat tegangan yang dihasilkan oleh inverter terlihat stabil. Kondisi ideal tegangan terjadi pada pengukuran Hari ketiga (D3) dan hari kedua (D2) yang memiliki kesamaan . Terhitung dari pukul 09.00 – 17.00 WIB dengan besaran tegangan yaitu 229 Volt.

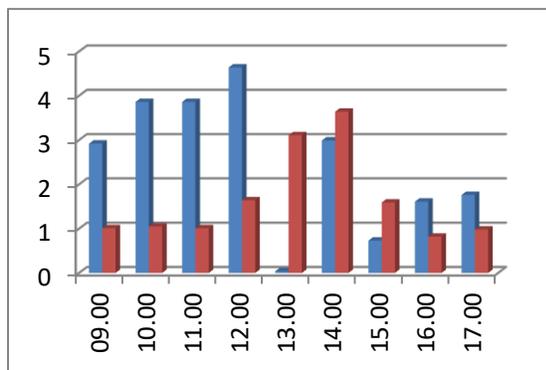
Daya Keluaran Inverter Pada Hari Ketiga (D3)



Gambar 19. Diagram Daya *Output* inverter (D3)

Pada Gambar 4.15 diatas, terlihat bahwa daya *output* inverter tertinggi PLTS 25 kW UNDANA tanggal 9 September 2017 terjadi pada pukul 15.00 WIB dengan arus 7.86 Ampere dan tegangan 229 Volt. Daya *output* rata- rata yang dihasilkan adalah 2038.851111 Watt dengan beban yang digunakan (Diuji) adalah 3.401 watt.

Daya Input Inverter PLTS 25 kW UNDANA Pada Hari Ketiga (D3)



Gambar 20. Diagram Perbandingan Daya Input inverter dari PV1 dan PV 2.

Gambar 20 diatas, terlihat Daya input inverter yang diterima dari PV1 (*Photovoltaic 1*) tertinggi PLTS 25 kW UNDANA tanggal 9 September 2017 terjadi pada Pukul 12.00 WIB yaitu sebesar 4,64 kW dan terendah terjadi pada pukul 13.00 WIB yaitu 0,04

kW. Sedangkan pada PV2 (*Photovoltaic 2*) daya yang dihasilkan tertinggi terjadi pada pukul 14.00 yaitu 3,64 kW dan terendah terjadi pada pukul 16.00 WIB yaitu 0,82 kW.

Efisiensi Inverter Pada Pengukuran Hari Ketiga (D3) Di PLTS 25 kW UNDANA.

Efisiensi tertinggi terjadi pada pukul 15.00 WIB yaitu 99 %. Hal ini menunjukkan hampir 100 % inverter bekerja secara maksimal untuk memenuhi kebutuhan beban. Terlihat pada pukul 15.00 besarnya daya *input* inverter dari PV adalah 2,32 kW untuk mensuplai kebutuhan beban (keluaran inverter) sebesar 2,31 kW.

4. KESIMPULAN

1. Pada sistem PLTS yang terdapat pada Laboratorium Riset Terpadu Lahan Kering Kepulauan UNDANA, dilengkapi dengan sistem baterai. Namun beterei yang terpasang bersifat kondisional. Artinya baterai bisa menjadi sumber suplai, tetapi juga bisa menjadi beban. Sehingga apabila baterai dalam kondisi mengisi (*Charging*), maka daya yang disuplai dari PV tidak akan sepenuhnya di suplai sepenuhnya kelahan kering I dan II,tetapi akan di suplai juga ke baterai. Shingga daya dari sistem PV akan terbagi menjadi dua, yaitu untuk melakukan pengisian baterai dan juga memenuhi kebutuhan beban pada Lahan I dan II.
2. Beban Maksimal yang dapat dilayani berdasarkan pengujian variasi beban selama tiga hari adalah 3,401 Watt (Pada Hari ke 3). Dengan Efisiensi inverter tertinggi terjadi pada pukul 15.00 WIB yaitu 99 % dengan posisi baterai *discharging*. Kapasitas baterai yaitu 47,1 Volt dengan arus *discharging* 95 Ampere. Beban maksimal 3,401 Watt merupakan total beban yang hanya dapat dilayani oleh satu inverter pada lahan I dan II. Sedangkan kemampuan maksimal inverter adalah 10 kW. Hal ini menunjukkan bahwa inverter masih dapat melayani suplai daya beban pada lahan I dan II hingga 10 kW. Namun, daya yang disuplai dari sistim PV terbagi dua, dimana hampir sebagian besar daya dari PV disuplai untuk mengisi baterai (*charging*).
3. Perlu adanya evaluasi terhadap sistim PLTS yang digunakan saat ini, dimana sistim PLTS saat ini kurang efisien. Sehingga dibutuhkan perancangan sistim PLTS yang baru yang lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A Solikin, *Pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Posisi Plat Photovoltaic Horizontal*, 2008.
- [2] Lubis, Abubakar dan Adjad Sudrajad. *"Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik"*, BPPT Press, Jakarta, 2006
- [3] Marsudi Djiteng, *Pembangkit Energi Listrik*, Penerbit Erlangga, Jakarta. 2005
- [4] Kadir, Abdul, *ENERGI, Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik dan Potensi Ekonomi*, Edisi II. Jakarta : UI-Press. 1987.
- [5] Sigalingging, Karmon, *Pembangkit Listrik Tenaga Surya*, Bandung: Tarsito. 1994.
- [6] Manek, L.Y. Eka Kelana, *Bahan Ajar Pembangkit Energi Alternatif*, Kupang. 2005,
- [7] PT Surya Energi, *Solar Power System*, Gordon B. Davis, Margrethe H. Olson, *Management Information Systems Conceptual Foundation, Structure and Development*, McGraw Hill, Newyork. 1984.
- [8] Strong Steve J and William G Scheller. *"The Solar electric House"* Chelsea Green ISBN 0-9637383-2-1, 1993.
- [9] Rehman, Shfiqur, Ibrahim EL-Amin. *Performance evaluation of an off-grid photovoltaic system in Saudi Arabia*. Center for Engineering Research Institute, King Fahd University Of Petroleum and Minerals, KFUPM Box 767, dahran 31261, Saudi Arabia. Departement of Electrical Engineering, King Fahd university of Petroleum and Minerals, Dhahran 31261, Saudi Arabia