

# PERANCANGAN PLTS ON-GRID BERBASIS MICRO INVERTER 500 WATT

Partaonan Harahap<sup>1)</sup>, Rimbawati<sup>2)</sup>, Chandra A Siregar<sup>3)</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

<sup>3</sup> Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

email: partaonanharahap@umsu.ac.id, rimbawati@umsu.ac.id, chandra@umsu.ac.id

Abstrak- Sistem on-grid ialah rangkaian fotovoltaik yang cuma menciptakan energi kala jaringan energi utilitas (PLN) ada Sistem ini wajib tersambung ke grid supaya berperan Sistem ini bisa mengirim kelebihan energi yang dihasilkan kembali ke jaringan kala sel surya memproduksi energi berlebih sehingga terdapat surplus buat digunakan nanti. PLTS On-Grid ini senantiasa tersambung dengan Jaringan Listrik Universal serta memaksimalkan tenaga dari panel surya buat menciptakan tenaga listrik secara optimal Tenaga yang dihasilkan dari matahari secara langsung disalurkan ke beban yang tersambung ke jaringan, sehingga bisa dikatakan sistem On-Grid ini sanggup memaksimalkan pemakaian tenaga matahari, dengan tujuan kurangi tagihan listrik. Hasil pengukuran, perhitungan serta analisa informasi yang sudah dicoba kalau model PLTS on grid berbasis micro inverter ini sudah berperan dengan baik, sanggup membangkitkan energi listrik, sanggup menyalurkan listrik ke beban serta pula sanggup menyalurkan energi listrik ke jaringan PLN, sehingga model ini siap buat dipakai selaku materi praktek serta pula selaku perlengkapan promosi PLTS on-grid kepada warga Dari hari ke 5 pengukuran yang dicoba hingga energi rata-rata keseluruhan dengan energi beban sebesar 104.5 Watt, di posisi PLTS sebsar 53.8 Watt serta pada posisi posisi PLN sebesar 72.4 Watt.

Kata Kunci: PLTS On-Grid, Micro Inverter, Arus, Tegangan serta Total Energi

*Abstract- An on-grid system is a photovoltaic circuit that only produces energy when the energy utility network (PLN) is located. This system must be connected to the electrical grid to function. This system can send the excess energy produced back to the electricity grid when the solar cells produce excess energy so that there is a surplus for later use. This On-Grid PLTS is always connected to the Universal Power Grid and maximizes the power from the solar panels to produce optimal electricity. The energy produced from sunlight is directly distributed to loads connected to the network, so it can be said that this On-Grid system can maximize power consumption. solar power, with the aim of reducing electricity bills. The results of measurements, calculations and data analysis that have been carried out show that this micro-inverter-based on-grid PLTS model functions well, is able to produce electricity, is able to distribute electricity to loads and meet electricity needs. It is also capable of channeling electrical energy to the PLN network so this model is ready for use. as practical material and also as a means of promoting on-grid PLTS to residents. Starting on day 5, measurements were taken so that the average overall energy with load energy was 104.5 Watts, at the PLTS position it was 53.8 Watts and at the PLN position it was 72.4 Watts.*

*Keywords: On-Grid PLTS, Micro Inverter, Current, Voltage and Total Energy*

## I. PENDAHULUAN

Tenaga surya ialah sumber tenaga terbarukan yang ada secara brlimpah di Indonesia. Salah satu metode menggunakan tenaga surya merupakan dengan mengubahnya jadi tenaga listrik memakai materi fotovoltaik ataupun materi surya yang diucap Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Sistem PLTS ialah sesuatu sistem pembangkit listrik listrik yang menggunakan teknologi surya photovoltaik buat mengganti tenaga matahari jadi tenaga listrik. Tenaga listrik diperoleh dengan mencampurkan ataupun merangkaikan sebagian materi surya photovoltaik jadi satu array, dimana tenaga yang dihasilkan hendak dialirkan ke beban berjenis arus bolak balik (Alternating Current)[1][2].

PLTS yang kerap ditemukan merupakan PLTS On-grid ataupun dapat diucap pula dengan Harvest Fashion PLTS On-Grid ialah sistem fotovoltaik yang cuma menciptakan energi kala terhubung dengan Jaringan Listrik Universal bisa mengirim kelebihan energi yang dihasilkan ke Jaringan Listrik Universal kala sel surya memproduksi energi berlebih sehingga terdapat surplus buat digunakan nanti. Sistem On-Grid tidak membutuhkan baterai, serta listrik yang dihasilkan bisa langsung digunakan buat bermacam keperluan. PLTS On-Grid ialah sistem sangat simpel serta sangat hemat bayaran buat pemasangannya.

Tetapi Sistem On-Grid ini tidak membagikan energi cadangan bila terdapat pemadaman pada Jaringan

Listrik Universal. Dengan ketersediaan sumber energi serta pertumbuhan teknologi yang terus menjadi efektif akses pada produk photovoltaik yang terus menjadi gampang serta turunnya harga pembangkitan listrik tenaga surya dengan photovoltaik, sudah mendesak pemakaian photovoltaik yang dipasang di atas atap (rooftop solar) ataupun di atas tanah (ground mounted) terus menjadi bertambah secara global, tercantum di Indonesia. Penciptaan serta pemanfaatan listrik tenaga surya yang dihasilkan dari instalasi rooftop solar di Indonesia masih sangat terbatas. Walaupun sudah jadi tren global, rooftop solar belum banyak diketahui oleh warga Indonesia. Saat sebelum melaksanakan instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), butuh dimengerti terlebih dulu perbandingan sistem panel surya On-grid serta Off Grid dan faktor-faktor pertimbangan yang butuh dicermati dalam memilih sistem tenaga surya[3].

Energi matahari ialah salah satu alternatif tenaga yang bisa digunakan buat membangkitkan listrik dengan memakai sel-sel surya. Tenaga ini tidak hendak habis habisnya selama sejauh waktu sehingga butuh kembangkan serta digunakan sebesar besarnya buat penuhi kebutuhan hendak tenaga listrik. Tenaga matahari tersebut cuma terdapat pada siang hari sehingga kita cuma dapat memakainya pada siang hari saja.

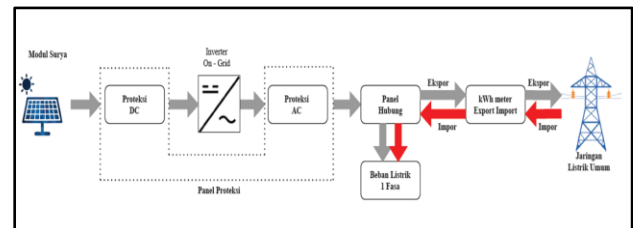
Sebagian aplikasi yang telah diterapkan dalam warga saat ini ini merupakan dengan menaruh tenaga matahari itu dalam media penyimpanan baterai. Kelemahan dari media penyimpanan dengan baterai merupakan besarnya bayaran baterai, usia yang relatif pendek (rata-rata 2 tahun), dan kerugian energi akibat perlengkapan konversi dari dc ke dc serta dari ac ke ac yang memanglah wajib diperlukan dalam sistem ini. Sistem on-grid ataupun sistem hibrid ataupun sistem grid-tie, dalam proses ini tidak memakai media penyimpan baterai yang mahal, dan cuma memakai satu perlengkapan converter[4][5][6].

Dengan sistem on-grid nantinya diharapkan warga turut menolong pemerintah dalam kasus tenaga listrik, dimana pada siang hari warga yg memakai sistem grid-tie ini dapat mengenakan langsung tenaga tersebut serta mengekspor ke sistim kelebihan tenaga listriknya, sebaliknya pada malam hari dapat mengimport dari jala-jala listrik utama. Sistem on-grid dimana cuma memerlukan satu perlengkapan converter grid-tie inverter saja.

## II. STUDI PUSTAKA

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan perlengkapan pembangkit listrik yang mengganti energi matahari jadi listrik. PLTS kerap pula disebut Solar Cell, ataupun Solar Photovoltaik, ataupun Solar Energi. PLTS menggunakan sinar matahari buat menciptakan listrik. DC (direct current), yang bisa

diganti jadi listrik AC (alternating current) apabila dibutuhkan Oleh sebab itu walaupun mendung, sepanjang masih ada sinar hingga PLTS bisa menciptakan listrik. Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada dasarnya merupakan percaturan energi perlengkapan yang sediakan energi serta bisa dirancang buat mencatu kebutuhan listrik yang kecil hingga dengan besar, baik secara mandiri, ataupun dengan Hybrid (dikombinasikan dengan sumber tenaga lain, semacam PLTS-Genset[7].



Gambar 1. Blok Diagram PLTS On-Grid[8]

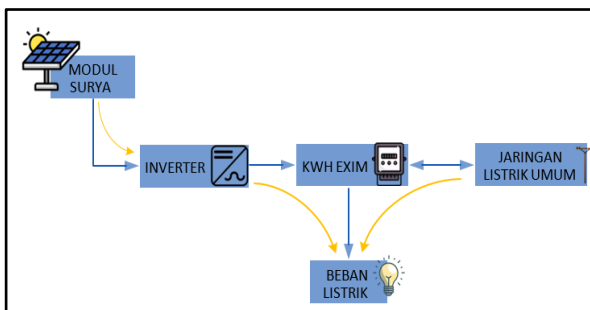
Pada gambar 1 di diatas, bisa dipaparkan terpaut sistem PLTS ON-Grid. Materi Surya yang meresap cahaya matahari hendak mengalirkan arus listrik searah ataupun arus DC, setelah itu Arus hendak dikirim ke Inverter melewati Panel Perlindungan DC. Inverter hendak mengganti arus DC jadi arus AC (Arus bolak-balik) serta dikirimkan ke beban lewat perlindungan AC serta panel hubung. Kala Materi Surya menciptakan tenaga listrik yang berlebih dari kebutuhan setiap hari kelebihan listrik tersebut hendak dikirim otomatis ke Jaringan Listrik Universal lewat KWH Expor Impor. Tetapi kala mengkonsumsi beban listrik lebih besar dari listrik yang dihasilkan materi surya. Hingga kekurangan listrik hendak disuplay oleh Jaringan Listrik Universal Serta apabila Malam hari, secara otomatis listrik hendak di suplay oleh Jaringan Listrik Universal sebab materi surya tidak menciptakan listrik dikala malam hari[9][10].

Pembangkit listrik tenaga surya konsepnya simpel ialah mengganti sinar matahari jadi tenaga listrik. Sinar matahari ialah salah satu wujud tenaga dari sumber energi alam. Sumber daya alam matahari ini telah banyak digunakan buat memasok energi listrik disatelit komunikasi lewat sel surya. Sel surya ini bisa menciptakan energy listrik dalam jumlah yang tidak terbatas langsung diambil dari matahari, tanpa terdapat bagian yang berbalik serta tidak membutuhkan bahan bakar. Sehingga sistem sel surya kerap dikatakan bersih serta ramah area. Bandingkan dengan suatu generator listrik, terdapat bagian yang berbalik serta memerlukan bahan bakar buat bisa menciptakan listrik. Suaranya bising, selain itu gas yang dihasilkan bisa memunculkan dampak gas rumah cermin (greenhouse gas) yang pengaruhnya bisa mengganggu ekosistem planet bumi kita.

PLTS On-Grid ataupun Harvest Fashion merupakan sistem tenaga surya yang memakai rangkaian materi

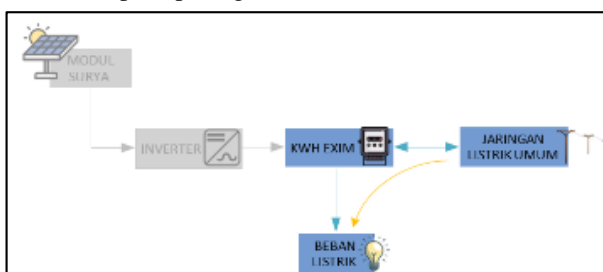
surya buat menciptakan listrik dari matahari. PLTS On-Grid ini senantiasa tersambung dengan Jaringan Listrik Universal serta memaksimalkan tenaga dari panel surya buat menciptakan tenaga listrik secara optimal[11]. Tenaga yang dihasilkan dari matahari secara langsung disalurkan ke beban yang tersambung ke jaringan, sehingga bisa dikatakan sistem On-Grid ini sanggup memaksimalkan pemakaian tenaga matahari, dengan tujuan kurangi tagihan listrik.

Bisa dilihat pada gambar 2. Pada Pagi hari hingga Siang hari dikala matahari masih terpancar sinarnya, Sistem On-Grid bisa langsung menyalurkan tenaga ke beban. Apabila pemakaian tenaga sedikit Hingga panel surya hendak menciptakan tenaga listrik yang berlebih dari kebutuhan setiap hari sehingga kelebihan listrik tersebut hendak dikirim otomatis ke Jaringan Listrik Universal Oleh karena itu, PLTS On-Grid memerlukan KWH M Ekspor-Impor (EXIM) buat dapat mengekspor kelebihan listrik yang dihasilkan ke Jaringan Listrik Universal Kelebihan listrik tersebut nantinya bisa jadi tabungan buat kurangi tagihan listrik[12].



Gambar 2. Sistem PLTS On Grid

Pada Saat malam hari ketika kebutuhan beban tinggi dan panel surya tidak bekerja optimal (karena tidak ada matahari), Secara otomatis listrik yang berasal dari Jaringan Listrik Umum akan didistribusikan ke beban. Seperti pada gambar 3. dibawah ini.



Gambar 3. Sistem PLTS On Grid ketika Matahari Bersinar

Pada pembangunan PLTS bukan cuma dalam skala besar namun banyak pula dibentuk dalam skala kecil ialah dibentuk di rumah tinggal warga baik di perkotaan ataupun di pedesaan. Pemasangan PLTS on-grid pada rumah tinggal warga khususnya warga yang tinggal di perkotaan merupakan salah satu

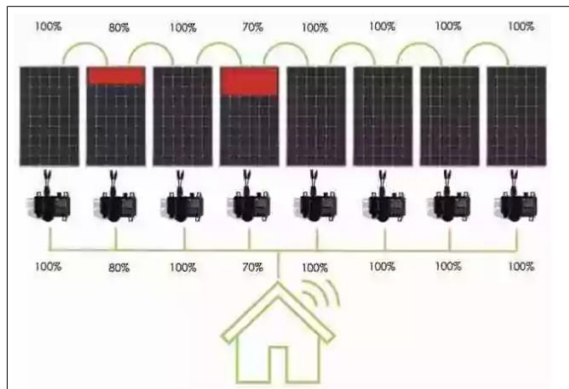
metode yang memiliki pengaruh sangat besar dalam menolong pencapaian sasaran bauran tenaga nasional. Konsumsi listrik warga perkotaan sebagian besar cuma pada malam hari sebab di siang hari mereka padat jadwal bekerja di luar rumah, hingga pemanfaatan tenaga surya yang sangat melimpah di siang hari sehingga pemakaian sistem PLTS On-grid di skala rumah tinggal ialah keniscayaan[13].

Pada aplikasi pemasangan PLTS, dibutuhkan ketersediaan sumber energi manusia (SDM) yang memiliki pengetahuan di bidang PLTS. Buat mendukung ketersediaan SDM ini, hingga dibutuhkan terdapatnya materi pendidikan di bidang PLTS yang dapat digunakan selaku fasilitas praktikum buat tingkatkan pengetahuan mahasiswa. Tidak hanya itu, model PLTS On-grid ini pula dapat digunakan selaku perlengkapan promosi kepada warga dalam perihal pemanfaatan tenaga surya yang bisa diandalkan. PLTS On-Grid Tanpa Baterai[14].

Sistem ini tidak memakai baterai serta ialah sistem yang sangat simpel Pada sistem ini, cuma dibutuhkan materi PV (photovoltaic) selaku pembangkit tenaga serta inverter yang mengganti tegangan DC jadi AC yang tersambung ke jaringan[15]. PLTS On-Grid Dengan Baterai (Battery-based gridtie systems). Sistem ini mirip dengan stand-alone systems yang mempunyai baterai, tetapi sistem ini pula tersambung ke jaringan/utility grid. Kelebihan tenaga yang dihasilkan bisa dijual ke PLN[16][17].

Micro Inverter merupakan komponen berarti dari sistem tenaga surya. Inverter bertanggung jawab buat mengganti arus searah (DC) yang dihasilkan panel surya jadi listrik arus bolak-balik (AC) yang bisa digunakan buat perlengkapan di rumah. Salah satu tipe teknologi inverter yang lebih terkenal ialah solar microinverter yang pula diketahui selaku microinverter PLTS, micro inverter tenaga surya, mikro inverter, ataupun inverter mikro. Secara universal sesuatu sistem PLTS hendak mempunyai satu ataupun lebih panel surya (PV panels), inverter serta fitur elektronik bonus Buat dikala ini, panel surya sudah merambah generasi ketiga yang mana bahan solar cell terbuat dengan teknologi thin-film yang salah satunya memakai mono crystalline cell yang mempunyai efisiensi yang besar tetapi lebih mahal dari bahan yang lain Inverter yang digunakan bisa dipecah jadi 3, ialah string inverter, central inverter serta micro inverter[18].

Energi mikroinverter berkisar dari 300W sampai 2000W, serta dilengkapi dengan tegangan output berbeda 220V/230V/127V[19].



Gambar 4. Microinverter Solar Panel

Kebanyakan sistem PLTS yang memasang komponen microinverter menggunakan satu solar microinverter untuk setiap panel surya. Berikut ini cara kerja microinverter panel surya. Setiap panel surya menerima sinar matahari lalu menghasilkan listrik searah (DC)

1. Listrik arus DC dari setiap panel surya dialirkan ke microinverter melalui kabel
2. Microinverter mengubah arus DC menjadi listrik bolak-balik (AC)
3. Arus AC dari solar microinverter kemudian dikirimkan ke peralatan elektronik di rumah atau sebagian daya disimpan ke dalam baterai tenaga surya

Mendukung beberapa metode komunikasi WIFI/PLC/Zigbee. Berkat MECD, gateway komunikasi, microinverter dapat dimatikan dari jarak jauh dan segera. Dibandingkan dengan string inverter, microinverter dapat memanen daya maksimum setiap panel untuk desain MPPT independen. Juga, ini memberi Anda pemantauan tingkat modul, membuat O&M lebih mudah. Solusi dan layanan oleh Deye - Produsen Microinverter ternama[20][19]. Ada dua klasifikasi umum pengoptimal daya: analog dan digital. Biasanya, pengoptimal analog menggunakan kontrol diskrit untuk menyesuaikan output dari sumbernya. Dalam arti tertentu, ini mirip dengan microinverter yang dibahas di atas. Namun, tidak seperti microinverter, ia tidak menggunakan logika semikonduktor apa pun untuk menyelesaikan tugasnya, melainkan hanya mengandalkan sinyal listrik yang dideteksi dari tegangan input. Dalam hal ini, berbeda dengan pengatur beban, yang memantau dan mengontrol jumlah maksimum energi yang ditarik oleh peralatan[16][2].

Metode Pada penelitian ini, penulis mencoba merancang PLTS *On-grid* sebagai alat media penerangan skala rumah tangga yang mempunyai nilai ekonomi, sesuai dengan tahap-tahap penelitian diantaranya :

1. Merancang model PLTS *On-Grid* dengan Inverter 500 Watt
2. Mengambil data-data hasil pengukuran energi yang dibangkitkan
3. Mengambil data-data hasil pengukuran energi yang disalurkan
4. Menghitung besarnya daya yang masuk ke beban, daya yang dibangkitkan PLTS dan daya yang disuplai atau daya yang mengalir ke jaringan PLN dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

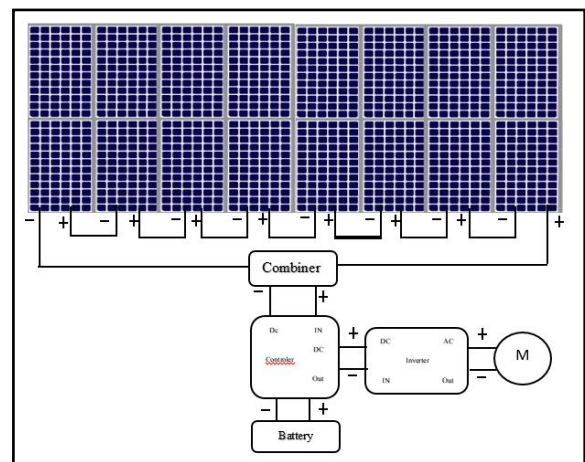
$$P_3 (\text{beban}) = P_1(\text{PLN}) + P_2(\text{PLTS}) \quad (1)$$

$$V \cdot I_3 \cdot \cos\phi_3 = V \cdot I_1 \cdot \cos\phi_1 + V \cdot I_2 \cdot \cos\phi_2$$

$$\cos\phi_1 = (I_3 \cdot \cos\phi_3 - I_2 \cdot \cos\phi_2) / I_1$$

Nilai minus menunjukkan bahwa ada aliran arus yang arahnya terbalik yaitu aliran arus dari PLTS ke jaringan PLN, jadi pada kondisi ini model PLTS yang dibuat telah berhasil menyalurkan daya listrik ke PLN.

$$P = V \cdot I \cos \phi \quad (2)$$



Gambar 5. Blok diagram PLTS On-grid berbasis micro inverter.

Sesuai dengan blok diagram pada gambar 5. PLTS *On-grid* dibangun terdiri dari solar cell, micro inverter, meter ukur, beban AC dan PLN. Solar Cell sebagai pengubah energi surya menjadi energi listrik DC dalam sistem ini menggunakan panel surya yang langsung menyalurkan energi listrik ke micro inverter yang dipasang langsung dibawah panel surya. Micro inverter ini mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC, output inverter ini selanjutnya dihubungkan dengan power meter untuk mengukur arus, tegangan dan juga  $\cos \phi$  dari panel surya. Arus yang dibangkitkan oleh panel surya ini dapat digunakan untuk melayani beban dan juga bisa disalurkan ke jaringan PLN.

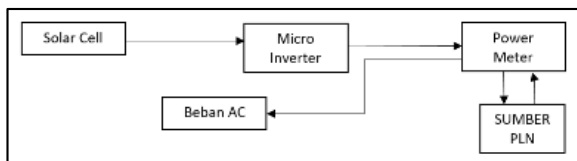
#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan PLTS *On-Grid* ini menggunakan jenis inverter yang berbeda dari yang umumnya, Inverter on grid dirancang khusus untuk sistem PLTS yang terhubung jaringan listrik dimana tidak memerlukan baterai. Inverter jenis ini mengubah listrik searah (DC) yang dihasilkan panel surya menjadi listrik arus bolak-balik (AC). Listrik AC inilah yang umumnya dipakai untuk menyalakan perangkat elektronik di rumah. Apabila kebutuhan listrik di rumah lebih sedikit dari daya yang dihasilkan panel surya, inverter akan mengirim atau menjual kelebihan daya tersebut ke jaringan PLN.

Inverter on grid dirancang khusus untuk penggunaan yang terhubung jaringan listrik PLN dan tidak memerlukan baterai, berikut ini rangkaian cara kerja inverter on grid:

1. Panel surya menghasilkan listrik dan dialirkan ke inverter on grid
2. Inverter on grid mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC)
3. Arus listrik AC kemudian dialirkan ke perangkat elektronik
4. Arus listrik AC sebagian dialirkan ke meteran listrik sebelum dikirim ke jaringan PLN

Sampai listrik dikirim ke meteran, tugas inverter on grid sudah selesai. Memang benar inverter on grid mengubah daya DC menjadi daya AC untuk dialirkan ke jaringan PLN, karena meteran yang terpasang itu sudah termasuk jaringan PLN.



Gambar 6. Blok diagram PLTS on-grid berbasis Micro Inverter

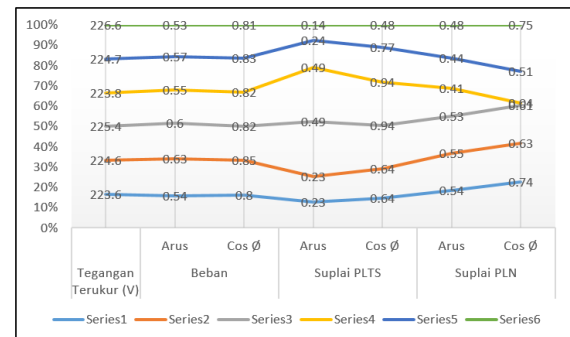
Hasil pengukuran PLTS *On-grid* berbasis micro inverter, hasil perhitungan daya listrik seperti yang ditunjukkan bahwa arus yang dihasilkan pada pada Tabel 1 di bawah. output micro inverter tergantung kepada tingkat pancaran radiasi sinar matahari yang menuju ke modul surya. Semakin besar radiasi sinar matahari yang mengenai modul surya, maka semakin besar energi yang dibangkitkan oleh panel surya. Sistem kelistrikan DC yang dibangkitkan oleh panel surya selanjutnya dikonversikan ke sistem AC oleh micro inverter.

Keluaran dari micro inverter dihubungkan ke beban dan juga bisa langsung dihubungkan ke jaringan listrik PLN tanpa harus mengkalibrasi tegangan dan sudut fasenya, karena micro inverter ini

sudah dapat bekerja secara otomatis untuk mengkalibrasi keluarannya. Tabel 1. menunjukkan rata-rata hasil pengukuran arus listrik,  $\cos \phi$  dan tegangan. Parameter ini diukur pada tiga titik yang berbeda, yaitu di posisi beban, di posisi PLTS dan posisi PLN. Pada setiap pengukuran per hari, dilakukan pengambilan data sebanyak 3 kali yaitu pada pukul 08.00, 10.00, 12.00, 14.00, 16.00 dan 18.00. Hasil pengukuran harian dihitung rata-ratanya dan selama 5 hari dapat dilihat dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil rata-rata pengukuran pada Hari Pertama

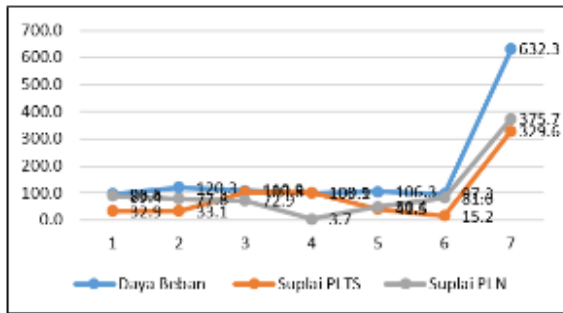
Hari 1/ Waktu	Tegangan Terukur (V)	Beban		Suplai PLTS		Suplai PLN	
		Arus	Cos $\phi$	Arus	Cos $\phi$	Arus	Cos $\phi$
08.00 Wib	223.6	0.54	0.8	0.23	0.64	0.54	0.74
10.00 Wib	224.6	0.63	0.85	0.23	0.64	0.55	0.63
12.00 Wib	225.4	0.6	0.82	0.49	0.94	0.53	0.61
14.00 Wib	223.8	0.55	0.82	0.49	0.94	0.41	0.04
16.00 Wib	224.7	0.57	0.83	0.24	0.77	0.44	0.51
17.00 Wib	226.6	0.53	0.81	0.14	0.48	0.48	0.75



Gambar 7. Hasil rata-rata pengukuran pada Hari Pertama

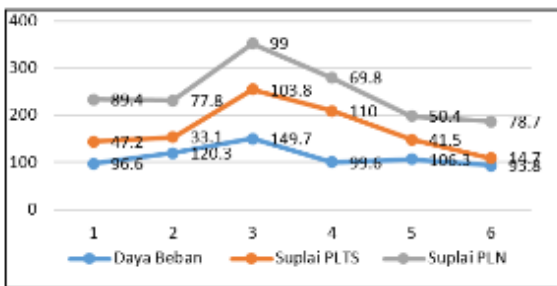
Dari hasil pengukuran arus, baik yang masuk ke beban, arus yang disuplai oleh PLTS dan juga arus yang mengalir dari dan ke jaringan PLN, maka dapat dihitung besarnya daya yang masuk ke beban, daya yang dibangkitkan PLTS dan daya yang disuplai atau daya yang mengalir ke jaringan PLN dengan menggunakan Persamaan (2) diatas.

Berdasarkan parameter ini diukur pada tiga titik yang berbeda, yaitu di posisi beban, di posisi PLTS dan posisi PLN. Hal yang menjadi fokus dalam pembahasan yang menampilkan nilai rata-rata hasil pengukuran daya PLTS pada setiap pukul selama 5 hari. Maka rata-rata daya yang dihasilkan pada hari pertama dengan daya beban sebesar 105,4 Watt, di posisi PLTS sebesar 54,9 Watt dan pada posisi posisi PLN sebesar 62,6 Watt.



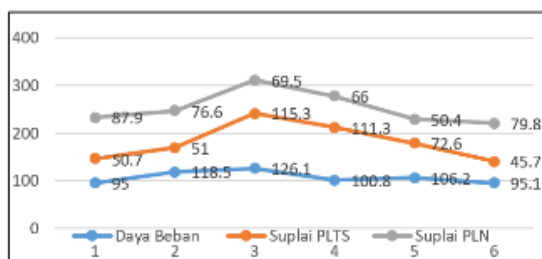
Gambar 8. Grafik rata-rata daya pada hasil pengukuran tiga titik yang berbeda pada hari pertama

Berdasarkan parameter ini diukur pada tiga titik yang berbeda, yaitu di posisi beban, di posisi PLTS dan posisi PLN. Hal yang menjadi fokus dalam pembahasan yang menampilkan nilai rata-rata hasil pengukuran daya PLTS pada setiap pukul selama 5 hari. Maka rata-rata daya yang dihasilkan pada hari kedua dengan daya beban sebesar 111,1 Watt, di posisi PLTS sebesar 58,4 Watt dan pada posisi posisi PLN sebesar 77,5 Watt.



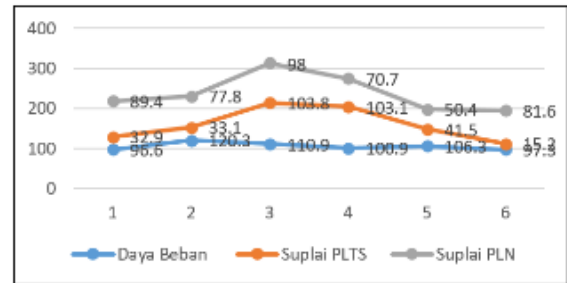
Gambar 9. Grafik rata-rata daya pada hasil pengukuran tiga titik yang berbeda pada hari kedua

Berdasarkan parameter ini diukur pada tiga titik yang berbeda, yaitu di posisi beban, di posisi PLTS dan posisi PLN. Hal yang menjadi fokus dalam pembahasan yang menampilkan nilai rata-rata hasil pengukuran daya PLTS pada setiap pukul selama 5 hari. Maka rata-rata daya yang dihasilkan pada hari ketiga dengan daya beban sebesar 107 Watt, di posisi PLTS sebesar 74.5 Watt dan pada posisi posisi PLN sebesar 71.7 Watt.



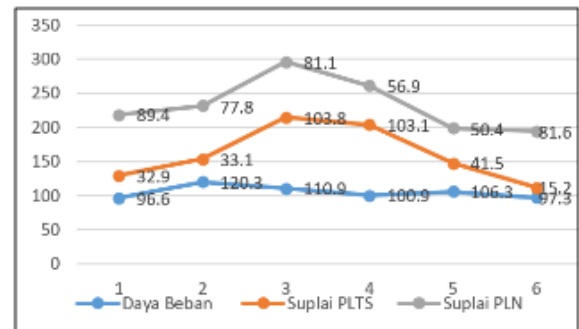
Gambar 10. Grafik rata-rata daya pada hasil pengukuran tiga titik yang berbeda pada hari ketiga

Berdasarkan parameter ini diukur pada tiga titik yang berbeda, yaitu di posisi beban, di posisi PLTS dan posisi PLN. Hal yang menjadi fokus dalam pembahasan yang menampilkan nilai rata-rata hasil pengukuran daya PLTS pada setiap pukul selama 5 hari. Maka rata-rata daya yang dihasilkan pada hari keempat dengan daya beban sebesar 105.4 Watt, di posisi PLTS sebesar 54.9 Watt dan pada posisi posisi PLN sebesar 78 Watt.



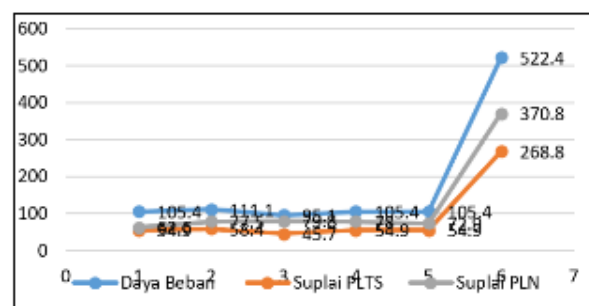
Gambar 11. Grafik rata-rata daya pada hasil pengukuran tiga titik yang berbeda pada hari keempat

Berdasarkan parameter ini diukur pada tiga titik yang berbeda, yaitu di posisi beban, di posisi PLTS dan posisi PLN. Hal yang menjadi fokus dalam pembahasan yang menampilkan nilai rata-rata hasil pengukuran daya PLTS pada setiap pukul selama 5 hari. Maka rata-rata daya yang dihasilkan pada hari kelima dengan daya beban sebesar 105.4 Watt, di posisi PLTS sebesar 54.9 Watt dan pada posisi posisi PLN sebesar 72.9 Watt.



Gambar 12. Grafik rata-rata daya pada hasil pengukuran tiga titik yang berbeda pada hari kelima

Berdasarkan parameter ini diukur pada tiga titik yang berbeda, yaitu di posisi beban, di posisi PLTS dan posisi PLN. Hal ini menunjukkan bahwa ada aliran daya listrik dari PLTS ke PLN. Hasil pengukuran rata-rata daya keseluruhan.



Gambar 13. Grafik rata-rata daya keseluruhan

Gambar 13 adalah grafik pembangkitan daya listrik selama 5 hari dari model PLTS yang dibangun. Grafik ini menunjukkan bahwa model PLTS yang dirancang telah dapat membangkitkan energi listrik. Rancangan PLTS On-grid berbasis micro inverter 500 Watt ini telah berhasil membangkitkan daya listrik, menyalurkan daya ke beban dan juga menyalurkan daya ke PLN, tanpa memerlukan baterai dan charge controller yang harganya mahal. Hal inilah yang menjadi nilai ekonomi dari sistem PLTS on-grid sehingga layak untuk dipromosikan kepada masyarakat. Sistem yang mengalirkan daya listrik dari PLTS yang dibangun masyarakat ke PLN merupakan tawaran sistem baru dari pemerintah kepada masyarakat sehingga masyarakat yang memiliki PLTS dapat menjual kelebihan daya listrik yang dibangkitkannya kepada PLN, sesuai regulasi feed in tarif yang telah ditetapkan oleh Kementerian ESDM RI.

#### V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan adalah :

1. Hasil pengukuran, perhitungan dan analisa data yang telah dilakukan bahwa model PLTS on grid berbasis micro inverter ini telah berfungsi dengan baik, mampu membangkitkan daya listrik, mampu menyalurkan listrik ke beban dan juga mampu menyalurkan daya listrik ke jaringan PLN, sehingga model ini siap untuk dipakai sebagai modul praktek dan juga sebagai alat promosi PLTS on-grid kepada masyarakat.
2. Dari hari ke lima pengukuran yang dilakukan, maka daya rata-rata keseluruhan dengan daya beban sebesar 104.5 Watt, di posisi PLTS sebesar 53.8 Watt dan pada posisi posisi PLN sebesar 72.4 Watt.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Evalina, F. Irsan, and A. Azis, "The Use of Solar Power in Liquid Spraying Robots," vol. 1, no. 2, pp. 131–135, 2023.
- [2] N. Budiastra, A. I. Weking, T. Elektro, F. Teknik, U. Udayana, and B. Jimbaran, "Sistem On Grid Pembangkit Listrik Tenaga Matahari," pp. 1–9.
- [3] F. I. Pasaribu and M. Reza, "Design and Build an Arduino-Based Charging Station Using 50 WP Solar Cells," *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 2, pp. 46–55, 2021.
- [4] A. P. Saffar and B. D. Barani, "Thermal effects investigation on electrical properties of silicon solar cells treated by laser irradiation," *Int. J. Renew. Energy Dev.*, vol. 3, no. 3, pp. 184–187, 2014, doi: 10.14710/ijred.3.3.184-187.
- [5] ESDM, "Peraturan Menteri ESDM Nomor 49 Thn 2018 Tentang Penggunaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap oleh Konsumen PT. PLN (Persero)," p. 18, 2018.
- [6] A. D. Santoso and M. A. Salim, "Penghematan Listrik Rumah Tangga dalam Menunjang Kestabilan Energi Nasional dan Kelestarian Lingkungan," *J. Teknol. Lingkung.*, vol. 20, no. 2, p. 263, 2019, doi: 10.29122/jtl.v20i2.3242.
- [7] P. Harahap, "Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Dari Berbagai Jenis Sel Surya," *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 73–80, 2020, doi: 10.30596/rele.v2i2.4420.
- [8] M. Kestabilan, E. Nasional, D. Tengah, and P. Harahap, "Analisis Penghematan Energi Pada Pelanggan Listrik 1300 Watt Dalam," vol. 2, no. 1, 2021.
- [9] P. Harahap, I. Nofri, and S. Lubis, "PLTS 200 Wp to Meet Energy Needs at the Taqwa Muhammadiyah Mosque, Sei Litu Village, Sawit Sebrang Langkat District," *J. Innov. Community Engagem.*, vol. 1, no. 1, pp. 60–71, 2021, doi: 10.28932/jice.v1i1.3380.
- [10] R. Rimbawati, P. Harahap, and K. U. Putra, "Analisis Pengaruh Perubahan Arus Eksitasi Terhadap Karakteristik Generator (Aplikasi Laboratorium Mesin-Mesin Listrik Fakultas Teknik-Umsu)," *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 37–44, 2019, doi: 10.30596/rele.v2i1.3647.
- [11] J. T. Mesin, F. T. Industri, and U. Trisakti, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Atap Gedung Harry Hartanto Universitas Trisakti," pp. 1–11, 2016.
- [12] I. Purwanto, "Solar Cell(Photovoltaic/Pv)Solusi Menuju Pulau Mandiri Listrik," *J. Penelit. Dan Karya Ilm. Lemb. Penelit. Univ. Trisakti*, vol. 5, no. 2, p. 117, 2020, doi: 10.25105/pdk.v5i2.7410.
- [13] R. Hariyati, M. N. Qosim, and A. W. Hasanah, "Energi dan Kelistrikan : Jurnal Ilmiah Konsep Fotovoltaik Terintegrasi On Grid dengan Gedung STT-PLN Energi dan Kelistrikan : Jurnal Ilmiah," *Energi dan Kelistrikan J. Ilm.*, vol. 11, no. 1, pp. 17–26, 2019.
- [14] M. D. Cookson and P. M. R. Stirk, "SIMULASI PENGENDALIAN TEGANGAN ALTERNATOR PADA SISTEM PENGISIAN BATERAI

- MENGGUNAKAN METODE FUZZY SLIDING MODE CONTROL (FSMC),” pp. 1–10, 2019.
- [15] “Dioda Bypass PV Junction Box Untuk Perlindungan Panel Surya Sel Surya Terhubung Seri,” pp. 1–8, 2021.
- [16] E. Firmansyah, “Micro inverter satu fase terhubung ke jaringan listrik tegangan rendah secara paralel dengan teknik master slave,” pp. 1–4, 2017.
- [17] N. Evalina and A. Azis, “The Use of MQ6 and Microcontroller of ATmega 2360 as a Leaks Detection Device of Liquid Petroleum Gas (LPG),” pp. 389–393, 2020.
- [18] C. Kerja, “Apa Itu Microinverter Solar Panel? Pengertian , Manufacturer - Solar Hybrid,” pp. 1–10, 2022.
- [19] S. Roy and A. Debnath, “MICRO INVERTER WITH MPPT : CONCEPT AND DESIGN IN PHOTO VOLTAIC RESIDENTIAL SYSTEM AIMING TOWARDS LOCALIZED MICRO GRID ICMERE2011-PI-000 MICRO INVERTER WITH MPPT : CONCEPT AND DESIGN IN PHOTO VOLTAIC RESIDENTIAL SYSTEM AIMING TOWARDS LOCALIZED MICRO GRID,” no. December, 2011.
- [20] M. M.- Mi-, “MICROINVERTER User Manual.”