

PERBANDINGAN SUPLAI ENERGI PANEL SURYA POLYCRYSTALLINE PADA PLTS ON-GRID

I Nyoman sugiarta¹⁾, I Nengah Suparta²⁾, dan I Wayan Teresna³⁾

^{1,2,3}Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali, Jimbaran, Bali, 80361, Indonesia,
E-mail: sugiartaelektro@pnb.ac.id

Abstract

On-grid PLTS is one of the alternative generating systems that is properly applied to areas that are already covered by large or small power generation systems. This on-grid PLTS utilizes renewable energy in the form of solar power combined with existing electricity networks such as diesel or other existing energy sources. From the results of the comparison of Polycrystalline Solar Panel Energy Supply in on-Grid PLTS using smart grid inverter, the average electrical energy produced by 4 100 Wp solar panels arranged in 2 series-parallel-2 series in the on grid tie system in various weather 0.79 kWh / day while for solar panels arranged by 2 parallel-parallel-2 parallel is 0.87 kWh / day. The graph of electrical energy produced by solar panels in series 2 series-parallel-2 series is balanced compared to solar panels arranged by 2 parallel-parallel-2 parallel, but series 2 parallel-parallel-2 parallel tend to be more stable. It should also be remembered that the installation of solar panels on this circuit allowable voltage limits do not exceed the smart grid inverter voltage limits that are used.

Keywords: *PLTS on-Grid, Series Circuits, Parallel Circuits, Smart-Grid Inverters*

Abstrak

PLTS on-grid merupakan salahsatu alternatif sistem pembangkit yang tepat diaplikasikan pada daerah-daerah yang sudah terjangkau oleh sistem pembangkit skala besar maupun skala kecil. PLTS on-grid ini memanfaatkan energi terbarukan berupa tenaga surya yang dikombinasikan dengan jaringan tenaga listrik yang sudah ada seperti diesel atau sumber energi yang sudah ada lainnya. Dari hasil penelitian Perbandingan Suplai Energi Panel Surya Polycrystalline pada PLTS on-Grid menggunakan smart grid inverter didapatkan Rata-rata energi listrik yang dihasilkan 4 panel surya 100 Wp yang dirangkai 2 seri-diparalel- 2 seri pada system on grid tie dalam berbagai cuaca 0.79 kWh/hari sedangkan untuk panel surya yang dirangkai 2 paralel-diseri-2 paralel adalah sebesar 0.87 kWh/hari. Grafik energi listrik yang dihasilkan panel surya pada rangkaian 2 seri-diparalel- 2 seri seimbang dibandingkan panel surya yang dirangkai 2 paralel-diseri-2 paralel, namun rangkaian 2 paralel-diseri-2 paralel cenderung lebih stabil. Perlu juga diingat pemasangan panel surya pada rangkaian ini batas tegangan yang diijinkan tidak melebihi batas tegangan smart grid inverter yang dipakai.

Kata Kunci: *PLTS on-Grid, Rangkaian Seri, Rangkaian parallel, Smart-Grid Inverter*

PENDAHULUAN

Sumber energi baru dan yang terbarukan di masa mendatang akan semakin mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi. Hal ini disebabkan oleh penggunaan bahan bakar fosil untuk pembangkit-pembangkit listrik konvensional dalam jangka waktu yang panjang akan menguras sumber minyak bumi,

gas dan batu bara yang cadangannya semakin lama semakin menipis. Selain itu, penggunaan bahan bakar fosil terbukti telah menimbulkan masalah yang sangat serius bagi lingkungan yakni pencemaran udara yang berdampak buruk terhadap kualitas kesehatan manusia serta penyebab terjadinya pemanasan global (global warming).

Salah satu sumber energi yang ketersediaannya sangat melimpah dan ramah lingkungan namun belum digarap secara optimal khususnya di Indonesia adalah energi matahari. Potensi energi matahari di Seluruh Wilayah Indonesia yang berada di sepanjang garis katulistiwa sangat besar, di mana intensitas radiasi harian matahari rata-rata mencapai 4,8 kWh/m².

Potensi energi matahari yang sangat besar ini ini dapat dimanfaatkan menjadi energi listrik dengan bantuan teknologi fotovoltaik, yakni teknologi yang mampu mengubah sinar matahari secara langsung menjadi energi listrik.

Penggunaan teknologi fotovoltaik sebagai pembangkit tenaga listrik di Indonesia dikenal sebagai PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya). PLTS adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan sepenuhnya sinar matahari sebagai sumber energi. Jenis sel surya itu antara lain monocrystalline dan polycrystalline. Tipe polycrystalline mempunyai efisiensi yang lebih rendah dan dimensi yang lebih besar jika dibandingkan dengan tipe monocrystalline. Akan tetapi tipe ini dapat menghasilkan energi listrik dalam keadaan cuaca berawan dan mempunyai harga yang lebih murah sehingga banyak dipakai di pasaran.[1]

PLTS on-grid merupakan salahsatu alternatif sistem pembangkit yang tepat diaplikasikan pada daerah-daerah yang sudah terjangkau oleh sistem pembangkit skala besar maupun skala kecil. PLTS on-grid ini memanfaatkan renewable energy berupa tenaga surya yang dikombinasikan dengan jaringan tenaga listrik PLN. Panel Surya dapat merubah energi matahari menjadi energi listrik melalui smart inverter yang langsung disalurkan ke beban lampu dan peralatan elektronik rumah tangga, kantor dan sekolah, sehingga menjadi suatu sistem yang lebih efisien dan handal untuk dapat menyuplai kebutuhan energi listrik pada siang hari. Salah satu kebutuhan yang paling mendasar dalam proses pendidikan di kampus-kampus , sekolah-sekolah , baik swasta dan pemerintah terutama pada siang hari adalah penggunaan LCD, Alat-alat praktek, computer/laptop dan AC. Untuk mendukung program pemerintah yang mencanangkan “green energy” dan penghematan energy atau efisiensi energy maka penulis

merencanakan penelitian Analisis Suply Energi Panel Surya Poly Crystalline pada Rangkaian Seri dan Paralel untuk PLTS on Grid. Penelitian ini akan mengukur energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya pada rangkaian seri dan paralel yang dihubungkan dengan smart inverter dan langsung digunakan pada beban lampu dan elektronik rumah tangga.

METODE PENELITIAN

Isolasi rata-rata bulanan pada permukaan horizontal pada waktu GMT yang ditunjukkan ($\text{kW} / \text{m}^2 / \text{hari}$) data untuk Denpasar, Bali [2] seperti tabel 1.

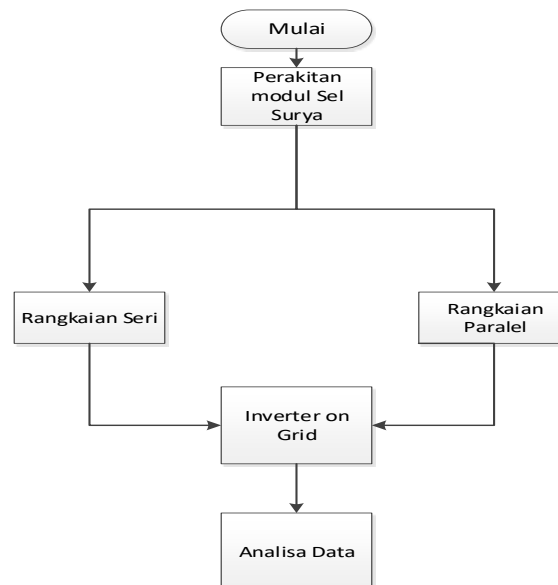
Tabel 1.

Isolasi rata-rata bulanan untuk Denpasar, Bali

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
22-year average	4.93	5.04	5.43	5.39	5.19	4.84	4.79	5.33	5.95	6.19	5.67	5.28

Isolasi terendah terjadi pada bulan juli sebesar $4,79 (\text{kW} / \text{m}^2 / \text{hari})$ dan tertinggi pada bulan oktober sebesar $6,19 (\text{kW} / \text{m}^2 / \text{hari})$. Rata-rata Isolasi terukur sebesar $5,335833 (\text{kW} / \text{m}^2 / \text{hari})$.

Data pada tabel di atas dijadikan dasar untuk membuat diagram alir penelitian seperti Gambar 1 di bawah ini:



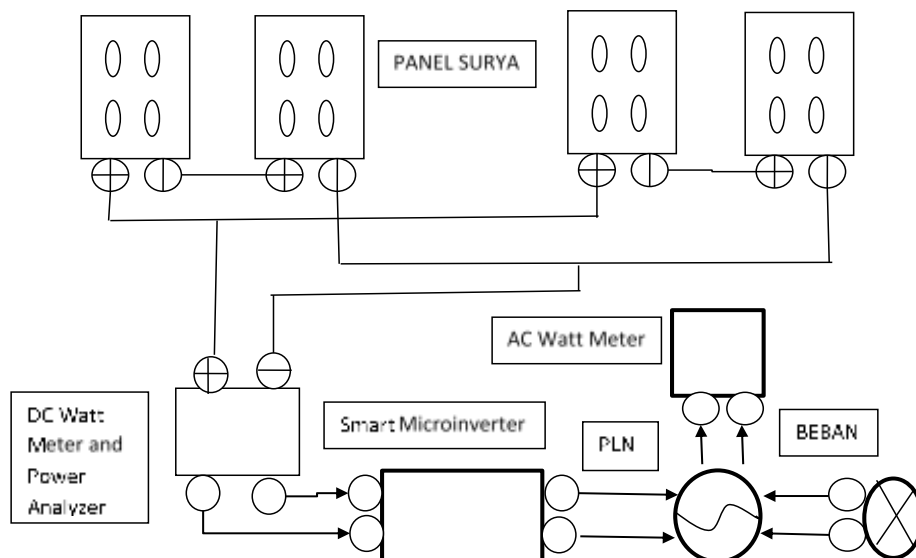
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

Alat dan bahan yang digunakan:

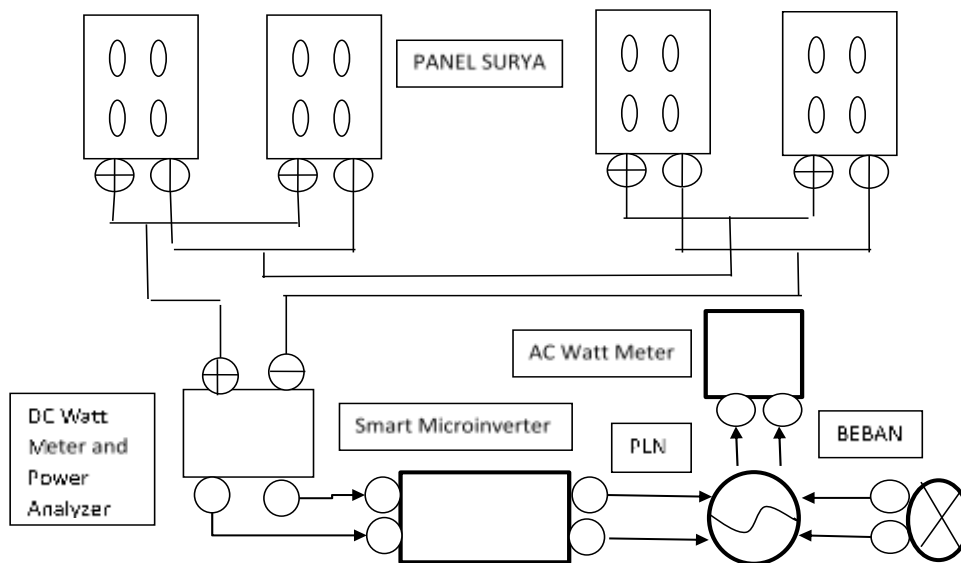
1. Solar panel Polly Crystalline 100 Wp.
2. Solar Smart Microinverter SG 600 (Model SG600 MD).
3. DataBox – Data Collector (Model DataBox24G).
4. High-precision watt meter and power analyzer 150 A.
5. AC Wattmeter digital 0-3680 W.
6. MC4 Panel Surya PV Konektor Kabel
7. 20m Solar Cell Green Power kabel.
8. 20m kabel 3x2.5 mm PLN.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di Kodya Denpasar, Bali menggunakan panel surya polycrystalline 100 WP yang dirangkai seri dan paralel. Kodya Denpasar terletak pada koordinat 8.67 lintang selatan dan 115.21 bujur timur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan energi listrik yang dihasilkan panel surya yang dirangkai seri dan paralel pada sistem PLTS on grid.



Gambar 2. Rangkaian 2 Seri di paralel PLTS on Grid



Gambar 3. Rangkaian Paralel 2 paralel di seri PLTS on Grid

Tabel 2.

Spesifikasi Panel Surya 100 Wp

Item	Value
Model	SP100-18P
Rated Maximum Power	100W
Cell Efficiency	16.93%
Open Circuit Voltage (Voc)	21.8 V
Short Circuit Current (Isc)	6.05 A
Item	Value
Voltage at Maximum Power (Vmp)	17.8 V
Current at Maximum Power (Imp)	5.62 A
Power Tolerance	±3%
Max System Voltage	1000 V
Series fuse rating(A)	12
Number of bypass diode	2
Operating temperature	-4 °C to 85 °C
Cell Technology	Poly-Si
Dimension (mm)	1000x670x30mm

Daya output yang dihasilkan dari panel surya tersebut dapat dihitung berdasarkan spesifikasi panel surya yang digunakan, dan juga dengan menggunakan persamaan : [3]
 Rata-rata Isolasi terukur di Kodya Denpasar sebesar 5,335833 (kW/m²/hari)
 Luas Panel surya yang dipakai penelitian 0,67 m² (100 Wp) dan 1,3 m² (200Wp)
 Efisiensi panel surya $\eta = 0,1693$
 Maka daya output panel surya 100 Wp dihitung dengan rumus:

$$P \text{ (watt peak)} = \text{Area} \times \text{PSI} \times \eta$$

$$P \text{ (watt peak)} = 0,67 \text{ [m}^2\text{]} \times 4 \text{ panel} \times 5,34 \text{ [kWh/m}^2\text{/hari]} \times 0,1693 P_G = 2,432 \text{ [kWh/hari]}$$

$$P \text{ (watt peak)} = 72,96 \text{ [kWh/bulan]}; P_G = 875,52 \text{ [kWh/tahun]}$$

Keterangan:

Area = Luas panel surya

PSI (*Peak Solar Insulation*) = Rata-rata isolasi matahari

η = Efisiensi panel surya

Pengukuran energi listrik (KWh) yang dihasilkan panel surya menggunakan smart inverter yang datanya ditransfer melalui data box dan ditampilkan menggunakan laptop. Energi listrik yang dihasilkan dari 4 panel surya 100 Wp yang dirangkai 2 seri-diparalel-2 seri dan 2 paralel-diseri-2 paralel dalam waktu yang berbeda seperti tabel 3, 4 dan gambar 4 dibawah:

Tabel 3.

Energi listrik yang dihasilkan 2 seri-diparalel- 2 seri

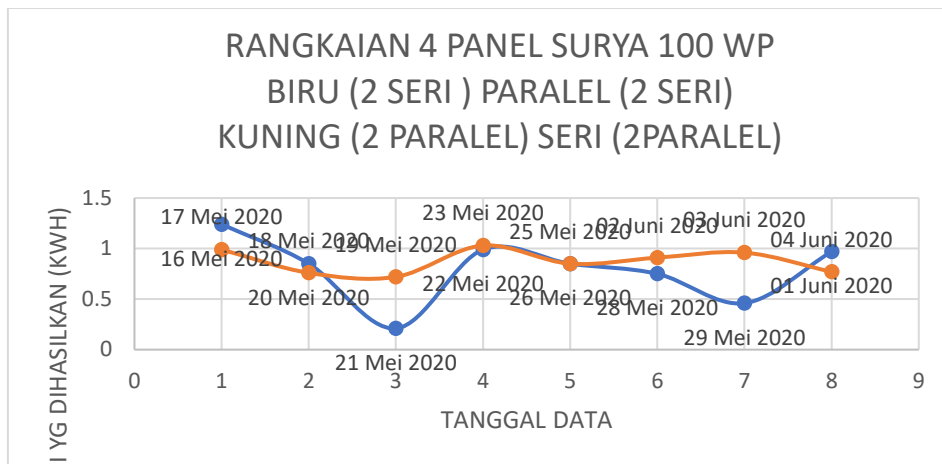
WAKTU	TANGGAL	CUACA	4 PANEL SURYA 100 WP 2 SERI-DIPARALEL- 2 SERI (KWH)
08.00-16.00	16 Mei 2020	Cerah Berawan	1.24
08.00-16.00	20 Mei 2020	Mendung Berawan	0.85
08.00-16.00	21 Mei 2020	Gerimis Berawan	0.21
08.00-16.00	22 Mei 2020	Cerah Berawan	0.99
09.00-16.00	26 Mei 2020	Mendung Berawan	0.85
09.00-16.00	28 Mei 2020	Mendung Berawan	0.75
09.00-16.00	29 Mei 2020	Gerimis Berawan	0.46
09.00-16.00	01 Juni 2020	Cerah Berawan	0.97

Tabel 4.

Energi listrik yang dihasilkan 2 paralel-diseri-2 paralel

WAKTU	TANGGAL	CUACA	4 PANEL SURYA 100 WP 2 PARALEL- DISERI- 2 PARALEL (KWH)
08.00-16.00	17 Mei 2020	Cerah Berawan	0.99
08.00-16.00	18 Mei 2020	Mendung Berawan	0.76
08.00-16.00	19 Mei 2020	Mendung Berawan	0.72
08.00-16.00	23 Mei 2020	Cerah Berawan	1.03
09.00-16.00	25 Mei 2020	Cerah Berawan	0.85
09.00-16.00	02 Juni 2020	Cerah Berawan	0.91

09.00-16.00	03 Juni 2020	Cerah Berawan	0.96
09.00-16.00	04 Juni 2020	Cerah Berawan	0.77



Gambar 4. Grafik Energi listrik yang dihasilkan 2 seri-diparalel- 2 seri dan 2 paralel-diseri-2 paralel

Rata-rata energi listrik yang dihasilkan 4 panel surya 100 Wp yang dirangkai 2 seri-diparalel- 2 seri pada system on grid tie dalam berbagai cuaca 0.79 kWh perhari sedangkan untuk panel surya yang dirangkai 2 paralel-diseri-2 paralel adalah sebesar 0.87 kWh. Pada gambar 4 dapat dilihat grafik energi listrik yang dihasilkan panel surya pada rangkaian 2 seri-diparalel- 2 seri seimbang dibandingkan panel surya yang dirangkai 2 paralel-diseri-2 paralel, namun rangkaian 2 paralel-diseri-2 paralel cenderung lebih stabil. Perlu juga diingat pemasangan panel surya pada rangkaian ini batas tegangan yang diijinkan tidak melebihi batas tegangan *smart grid inverter* yang dipakai.

SIMPULAN

Rata-rata energi listrik yang dihasilkan 4 panel surya 100 Wp yang dirangkai 2 seri-diparalel- 2 seri pada system on grid tie dalam berbagai cuaca 0.79 kWh perhari sedangkan untuk panel surya yang dirangkai 2 paralel-diseri-2 paralel adalah sebesar 0.87 kWh. Grafik energi listrik yang dihasilkan panel surya pada rangkaian 2 seri-diparalel- 2 seri seimbang dibandingkan panel surya yang dirangkai 2 paralel-diseri-2 paralel, namun rangkaian 2 paralel-diseri-2 paralel cenderung lebih stabil. Dapat disimpulkan rangkaian seri mampu mendapatkan energi listrik yang maksimal pada system on grid tie dengan menggunakan smart inverter. Perlu juga diingat pemasangan panel surya pada rangkaian ini batas tegangan yang diijinkan tidak melebihi batas

tegangan smart grid inverter yang dipakai. Perhitungan energi secara teoritis terhadap 4 panel surya 100 Wp menghasilkan 2,432 [kWh/hari]. Untuk penelitian lanjutan, perlu dikelompokkan antara beban yang pemakaian dayanya besar dan ringan, sehingga hybrid off-grid dan on-grid bisa direncanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muhammad Fahmi Hakim. (2017). Perancangan Rooftop off Grid Solar Panel pada Rumah Tinggal Sebagai Alternatif Sumber Energi Listrik, 2017 Jurnal Dinamika DotCom | ISSN 2086-2652 | Vol. 8 No. 1 Januari 2017
- [2] Narottama AA N M, Amerta Yasa K, Suwardana I W, Saptaka AA N G and Priambodo P S. (2017). Analysis of AC and DC Lighting Systems with 150-Watt Peak Solar Panel in Denpasar Based on NASA Data, The 2nd International Joint Conference on Science and Technology (IJCSST 2017)
- [3] Eka Meilia Suryanti, Rosmaliati, Ida Bagus Fery Citarsa. (2014). Analisis Unjuk Kerja Sistem Fotovoltaik On-Grid Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Gili Trawangan, Dielektrika, ISSN 2086-9487 Vol. 1, No. 2: 82 - 95, Agustus 2014
- [4] Saptaka AA N G, Narottama AA N M, Sugiarta I Nym, Ta I Kt, Priambodo P S and Djaya Putra N S. (2018). Water Cooling on 30 Watt-peak Solar Panel, IEEE, 2018 International Conference on Applied Science and Technology (iCAST)
- [5] Saptaka AA Ng G, Narottama AA Ng M, Sugiarta I Nym, Priambodo P S and Djaya Putra N S. (2018). A Study of Heat Pipe as Thermal Management on 30 Wp Solar Panel, Atlantis Highlights in Engineering (AHE), volume 1, International Conference on Science and Technology (ICST 2018)
- [6] Yuliananda S, Sarya G and Retno Hastijanti RA. (2015). Effects of Changes in Solar Intensity on Solar Panel Output Power, Untag LPPM Service Journal Surabaya, Vol. 01, No. 02, pp. 193 - 202
- [7] Kurniati S and Sudirman. (2013). Solar Cell Power Efficiency Analysis Based on Slope Angles, Electrical Media Journal, Vol. 1, No. 3, ISSN 9772252- 669007
- [8] Sugiyanto M A and Niyartama T F. (2017). Utilization of Solar Cells as Alternative Energy Sources and Practical Learning Media for Students in Islamic Boarding Schools "Nurul Iman" Sorogenen Timbulharjo, Sewon, Bantul, Yogyakarta Towards Pondok Mandiri Energy, Bakti Saintek Journal Volume 1 number 1 pp. 17–26 Issn 2548-9593
- [9] Ramadhan A I, Diniardi E and Hari Mukti S. (2016). Analysis of Design of 50 WP Solar Power Generation Systems ISSN 0852-1697, e-ISSN: 2460-9919