

Alat Praktek Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Aplikasi Atap Datar Dengan Sistem *Adjustment Angle*

Solar Power Plant Practice Tool for Flat Roof Applications with Adjustment Angle System

**Johan F. Makal¹, Stieven N. Rumokoy*², Mauren Langie³, Arnold R. Rondonuwu⁴,
Stanley B. Dodie⁵, Christopel H. Simanjuntak⁶**

^{1,2,3,4,5}Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Manado,
Jl. Raya Politeknik, Kel. Buha, Manado, Sulawesi Utara, Indonesia

⁶Program Studi Sarjana Terapan Teknik Informatika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Manado,
Jl. Raya Politeknik, Kel. Buha, Manado, Sulawesi Utara, Indonesia

rumokoy@polimdo.ac.id

ABSTRAK

Abstrak. Kebutuhan akan pengembangan alat praktek untuk menunjang pencapaian kompetensi pada peserta didik terus meningkat. Salah satu kebutuhan alat praktek yang perlu dikembangkan adalah kemampuan penginstalan alat praktek Pembangkit listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan sistem instalasi *off-Grid* sederhana. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan suatu konsep rancangan alat praktek pada aplikasi atap datar dengan pengaturan sudut tertentu. Penelitian ini menggunakan metode ekperimental dengan pengaturan sudut penginstalannya dengan komponen utamanya yaitu panel surya, *Solar Charge Controler (SCC)*, *Battery* dan *Inverter*. Pengujian kerja alat menunjukan pola yang sesuai dengan fungsi alat. Pada pengujian *tilt angle 30°*, intensitas cahaya matahari maksimum terjadi pada tengah hari yaitu 144540 lux, dengan *Isc* sebesar 7,32 A dan *Voc* 27,05 V, sehingga *output* daya pada PV adalah 198,01 W. Pada pengujian dengan beban, tegangan keluaran inverter sebesar 223V dan arus sebesar 0,46A.

Kata kunci: Alat Praktek, PLTS, Atap datar.

ABSTRACT

Abstract. *The need for the development of practical tools to support the achievement of competence in students continues to increase. One of the needs of practical tools that need to be developed is the ability to install practical tools for Solar Power Plant (PLTS) with a simple off-Grid installation system. The purpose of this research is to obtain a concept design of practical tools on flat roof applications with certain angle settings. This research uses an experimental method by setting the installation angle with the main components, namely solar panels, Solar Charge Controler (SCC), Battery and Inverter. Testing the work of the tool shows a pattern that is in accordance with the function of the tool. In the 30-degree tilt angle test, the maximum sunlight intensity occurs at midday, namely 144540 lux, with *Isc* of 7.32 A and *Voc* 27.05 V, so the power output on the PV is 198.01 W. In testing with a load, the inverter output voltage is 223V and the current is 0.46A.*

Keywords: *Practical tool, Solar Power Plant, Adjustment Angle.*

1. PENDAHULUAN

Perancangan atap datar pada bangunan memiliki daya Tarik tersendiri. Atap datar pada bangunan telah diaplikasikan pada berbagai macam bangunan[1][2]. Berhubungan dengan atap datar untuk aplikasi pemasangan Panel Surya untuk sistem PLTS, diperlukan teknik instalasi yang berbeda dibanding dengan aplikasi dengan atap yang memiliki kemiringan tertentu[3][4][5][6]. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) telah menjadi salah satu teknologi yang semakin populer dalam upaya menghadapi tantangan energi yang dihadapi dunia saat ini. PLTS menggunakan energi matahari sebagai sumber daya terbarukan yang dapat menghasilkan listrik dengan efisien dan ramah lingkungan[7][8]. Dalam rangka memaksimalkan pemanfaatan energi surya, perancangan alat praktik yang efektif dan inovatif sangat penting.

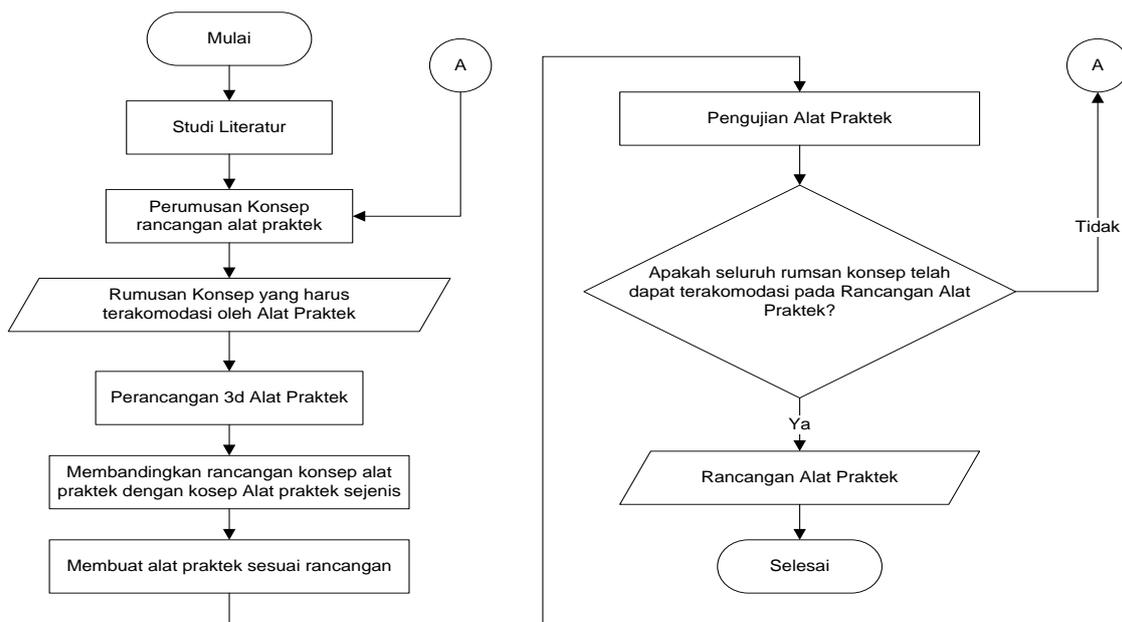
Salah satu faktor yang berkontribusi pada efisiensi dan efektivitas pembangkit listrik tenaga surya adalah orientasi dan kemiringan panel surya terhadap sinar matahari. Panel surya yang dipasang pada atap datar cenderung memiliki keterbatasan dalam menangkap sinar matahari secara optimal karena kurangnya penyesuaian sudut yang dapat dilakukan secara otomatis. Dalam beberapa penelitian sebelumnya, telah dikembangkan konsep penggunaan sistem penyesuaian sudut pada panel surya untuk meningkatkan efisiensi pembangkitan listrik tenaga surya[9][10]. Sistem penyesuaian sudut ini memungkinkan panel surya untuk selalu menghadap matahari secara langsung sepanjang hari, meningkatkan jumlah energi yang dapat dikumpulkan.

Memahami teknik instalasi yang tepat adalah langkah awal yang krusial dalam merencanakan dan melaksanakan instalasi PLTS yang efisien. Dengan pengetahuan yang baik tentang teknik instalasi, maka dapat memaksimalkan potensi energi surya yang tersedia, meningkatkan kinerja sistem, dan meminimalkan risiko kegagalan atau masalah teknis. Dalam beberapa penelitian sebelumnya, telah dikembangkan alat praktek untuk menunjang proses pembelajaran [11][12]. Konsep rancangan alat praktek lainnya membahas tentang aplikasi pada ukuran skala rumah tangga [13][14] dan telah dilakukan perancangan konsep alat praktek skala besar [15][16]. Oleh karena itu, penting untuk mempelajari teknik instalasi PLTS pada atap datar karena konfigurasi atap datar memiliki tantangan yang unik. Dalam instalasi diatap datar, perencanaan yang cermat harus dilakukan untuk memastikan paparan sinar matahari yang optimal dan menghindari bayangan yang tidak diinginkan. Pengetahuan tentang teknik pemilihan dan penempatan panel surya yang tepat, orientasi yang optimal, dan pengaturan yang efisien akan sangat mempengaruhi hasil dan kinerja sistem secara keseluruhan. Dengan memahami dan menerapkan teknik instalasi yang tepat, kita dapat memastikan penggunaan energi surya yang optimal dan memaksimalkan efisiensi PLTS pada atap datar. Kebutuhan akan alat praktek untuk menunjang kompetensi dalam bidang instalasi PLTS masih perlu dikembangkan. Pengembangan alat praktek perlu spesifik dikembangkan dengan ciri khas instalasi peralatannya. Tujuan Penelitian ini adalah untuk mendapatkan suatu konsep rancangan alat praktek Pembangkit listrik Tenaga Surya pada aplikasi atap datar dengan pengaturan sudut tertentu. Rancangan konsep alat ini merupakan rancangan alat pembelajaran yang dapat membantu praktikan mendapatkan kompetensi mengenai penginstalan sistem pembangkit Listrik Tenaga Surya.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dimulai dengan studi literatur. Studi literatur dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan referensi tertulis yang dapat dipertanggungjawabkan yang berhubungan dengan topik penelitian yang akan diteliti. Selanjutnya dilakukan Penelitian Komparatif, bagian ini dilakukan dengan membandingkan konsep rancangan alat untuk melihat keunggulan rancangan yang baru. Pada bagian perbandingan dengan alat yang telah ada, informasi utama yang dibandingkan adalah ciri khas penggunaan alat untuk pemahaman spesifik instalasi PLTS. Alat yang dirancang secara khas dibuat untuk instalasi Panel Surya pada atap yang datar. Selain itu, rancangan alat praktek akan memperhatikan aspek elektrik dan mekanis pada rancangan alat yang dibuat. Dengan metode ini, konsep alat akan berupa rancangan alat pembelajaran yang dapat membantu praktikan mendapatkan kompetensi mengenai penginstalan sistem pembangkit Listrik Tenaga Surya. Metode selanjutnya adalah metode penelitian *Research and Development* oleh Borg and Gall. Dengan metode ini, Rancangan alat akan dibuat sesuai dengan desain. Lebih lengkapnya tahapan penelitian ini dapat dilihat pada *flowchart* tahapan penelitian seperti pada Gambar 1.

Alat Praktek Pembangkit Listrik Tenaga Surya ...

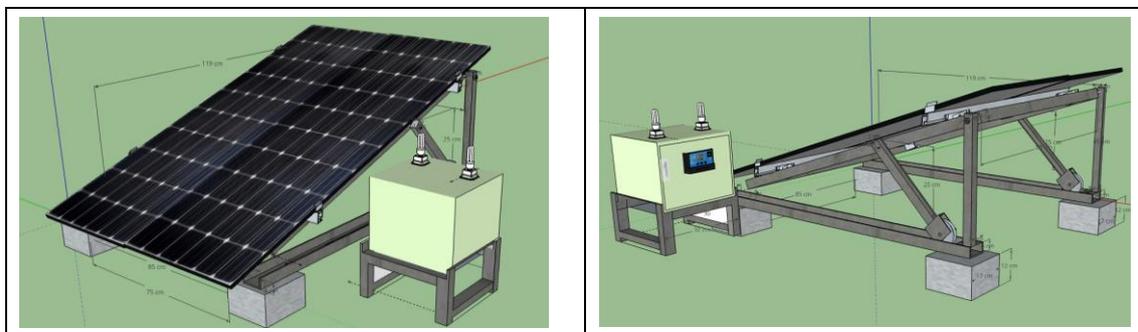


Gambar 1. Flowchart Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rancangan Alat Praktek

Atap datar adalah pilihan umum untuk berbagai jenis bangunan komersial, pabrik, dan fasilitas industri. Namun, panel surya yang ditempatkan pada atap datar seringkali tidak dapat mengikuti pergerakan matahari dengan baik, yang mengakibatkan efisiensi energi yang berkurang. Sistem penyesuaian sudut pada alat ini memungkinkan panel surya untuk secara dinamis menyesuaikan posisinya untuk selalu menghadap matahari dengan sudut yang optimal, sehingga meningkatkan pengumpulan energi matahari sepanjang hari.



Gambar 2. Gambar Rancangan Alat Praktek



Gambar 3. Hasil Rancangan Alat Praktek

Alat Praktek Pembangkit Listrik Tenaga Surya ...

Kebutuhan alat praktek yang menggambarkan kondisi serupa dengan yang ada dilapangan terus berkembang. Rancangan alat praktek yang dibuat pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2 dan 3 telah didesain sesuai dengan kondisi dan kebutuhan yang ada. Alat Praktek ini telah mempertimbangkan faktor Mekanis dan elektris. Rancangan alat praktek yang dibuat dapat dilihat seperti pada gambar dibawah ini. Pada dasarnya rancangan alat menganut sistem instalasi *off-Grid* sederhana. Komponen Utamanya yaitu panel surya, *Solar Charge Controler (SCC)*, *Battery* dan *Inverter*.

B. Kegunaan Alat Praktek

Dari hasil rancangan yang dibuat, kegunaan alat praktek ini dapat berupa:

- 1) Alat dirancang menggunakan dasar balok beton dengan tujuan agar praktikan dapat melatih pemasangan baut anchor selayaknya pada atap datar yang pada umumnya adalah beton. Balok beton ini dapat digunakan berulang kali oleh praktikan.
- 2) Pengaturan sudut Instalasi Panel Surya (*Tilt Angle*), bagian ini dirancang secara khusus untuk pembuktian terhadap jumlah energi yang dikumpulkan akan berbeda jika tilt angle yang diatur juga berbeda.
- 3) Sistem PLTS sederhana terdiri dari Panel Surya, *Solar Charge Controler*, *battery*, *Inverter* dan Beban. Pada bagian beban, beban yang digunakan adalah lampu dan terdapat socket dengan keluaran 220V.
- 4) Panel Surya yang digunakan berjumlah 2 buah dengan tujuan untuk mendapatkan perbandingan instalasi Sistem Seri dan Paralel pada perakitan Panel surya ke *Solar charge Controler*.

C. Pengujian Alat Praktek

Dari Tabel 1, hasil pengujian maka diperoleh hasil pengukuran:

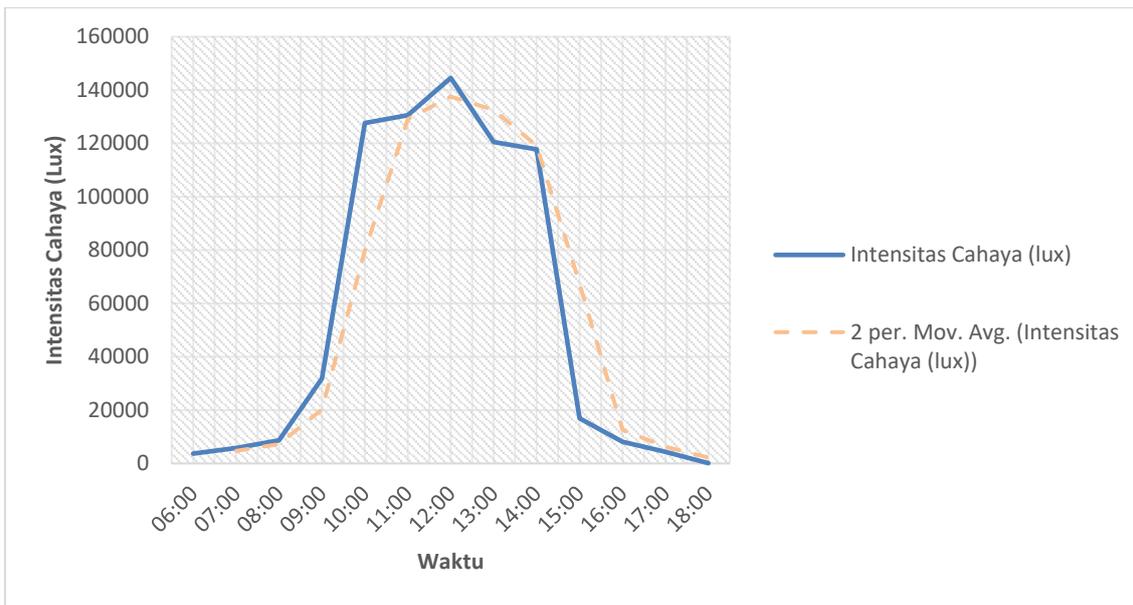
Tabel 1. Hasil Pengukuran pengujian Alat Praktek (*Tilt angel* 30°)

Waktu Pengujian	Intensitas Cahaya (lux)	Output PV			Output SCC			Output Inverter		
		Isc(A)	Voc(V)	P(W)	I(A)	V(V)	P(W)	I(A)	V(V)	P(W)
06:00	3700	1,10	17,73	19,50	0,30	17,72	5,32	0,46	223	102,58
07:00	5790	4,00	24,42	97,68	1,20	24,32	29,18	0,46	223	102,58
08:00	8685	4,13	24,45	100,98	2,96	24,33	72,02	0,46	223	102,58
09:00	31843	4,17	24,67	102,87	2,96	24,61	72,85	0,46	223	102,58
10:00	127620	6,83	25,39	173,41	3,40	25,40	86,36	0,46	223	102,58
11:00	130531	6,90	26,93	185,82	3,40	26,84	91,26	0,46	223	102,58
12:00	144540	7,32	27,05	198,01	3,50	26,93	94,26	0,46	223	102,58
13:00	120531	6,23	24,40	152,01	3,50	24,70	86,45	0,46	223	102,58
14:00	117780	6,16	24,36	150,06	3,50	24,53	85,86	0,46	223	102,58
15:00	16920	4,15	24,30	100,85	2,90	24,40	70,76	0,46	223	102,58
16:00	8153	4,09	24,27	99,26	2,70	24,24	65,45	0,46	223	102,58
17:00	4351	3,42	23,40	80,03	2,10	23,80	49,98	0,46	223	102,58
18:00	110	0,40	6,13	2,45	0,00	5,86	0,00	0,46	223	102,58

Pada tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran pengujian alat praktek yang dilakukan pada satu sample hari yang diambil setiap 1 jam dari pukul 06:00 (jam 6 pagi) sampai pada pukul 18:00 (jam 6 sore). Pengambilan sample ini merupakan perwakilan data untuk membuktikan kerja system PLTS pada alat praktek pada sisi elektris telah bekerja sesuai dengan karakteristik PLTS. Data yang ditampilkan adalah data pengukuran pada *tilt angle* 30° merupakan perwakilan sejumlah data yang telah diambil dengan perbedaan sudut pada alat praktek. Data ini telah mewakili perubahan pola data terhadap perbandingan intensitas Cahaya matahari yang terpapar pada panel surya dan energi listrik yang diperoleh dari hasil konversi energi. Data pengukuran energi listrik diambil pada tiga titik berbeda, data tersebut diambil pada *output PV* sebagai informasi jumlah energi listrik yang terkonversi dari energi surya oleh panel surya. Panel surya yang digunakan adalah 2 buah dengan kapasitas masing-masing adalah 100Wp. Data pengukuran kedua diambil pada *output SCC*, bagian ini diperoleh sebagai informasi besar daya listrik yang mengalir ke *battery*. Bagian ketiga adalah *output Inverter*, data ini merupakan data pengujian untuk pembuktian kerja Inverter yang mengonversi arus listrik searah ke arus listrik bolak. Berdasarkan pola data yang diperoleh,

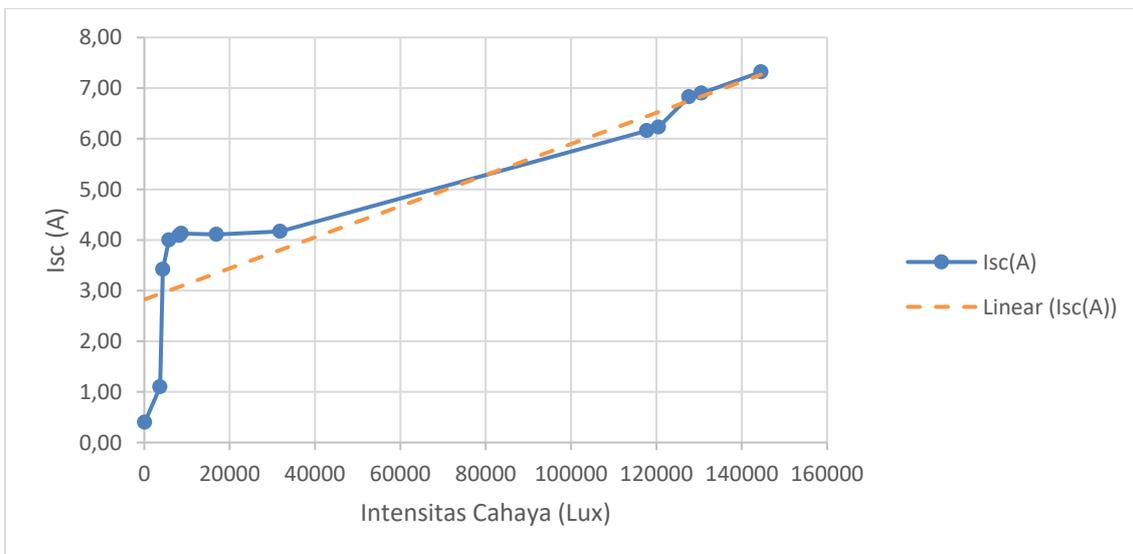
Alat Praktek Pembangkit Listrik Tenaga Surya ...

data menunjukkan, semakin besar intensitas cahaya matahari yang terpapar pada panel surya, maka semakin besar juga energi listrik yang diperoleh.



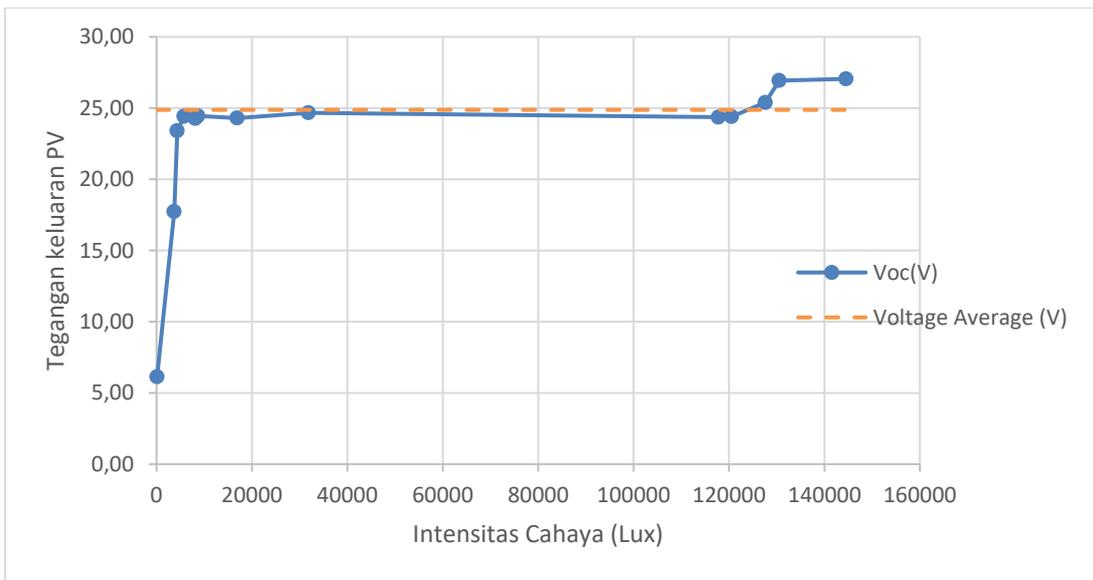
Gambar 4. Grafik Waktu terhadap Intensitas Cahaya.

Pada gambar 4, grafik menunjukkan puncak intensitas cahaya matahari menunjukkan pada saat tengah hari pada pukul 12:00, hal ini membuktikan bahwa ketika matahari telah tegak lurus dengan posisi instalasi panel surya maka penangkapan energi terbesarnya ada pada waktu ini.



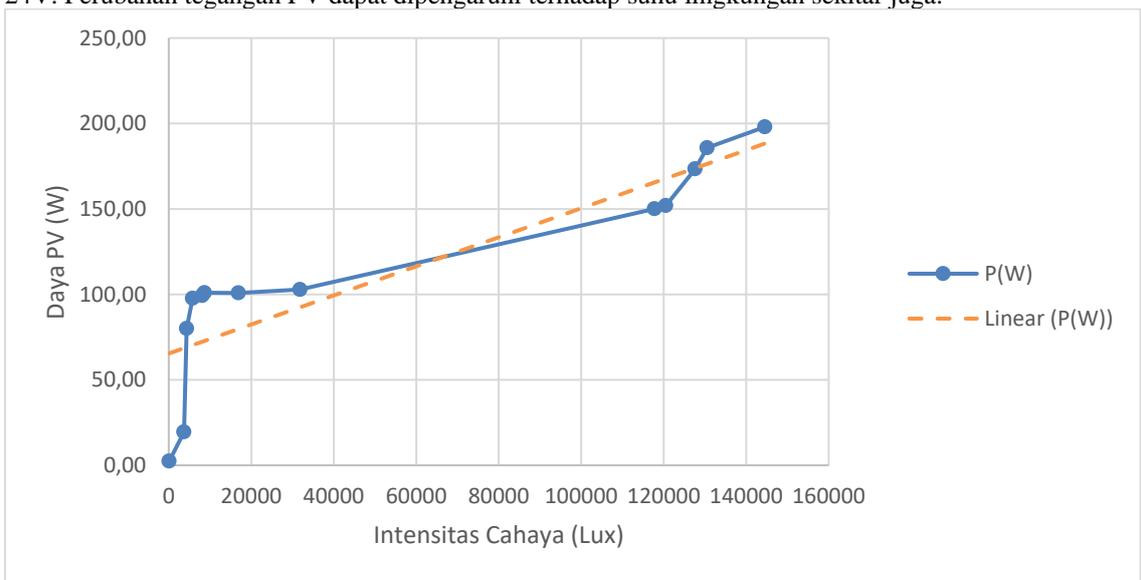
Gambar 5. Grafik Intensitas Cahaya terhadap output Arus Listrik PV

Pada gambar 5. dapat dilihat bahwa semakin besar intensitas cahaya, maka semakin besar juga arus listrik yang mengalir. Hal ini membuktikan bahwa besarnya arus yang akan mengalir bergantung pada besarnya intensitas cahaya yang terpapar pada panel surya.



Gambar 6. Grafik Intensitas Cahaya terhadap *output* Tegangan PV

Pada gambar 6 dapat dilihat bahwa *output* tegangan PV cenderung stabil sesuai dengan spesifikasi keluaran tegangan PV Berdasarkan data yang diperoleh, Tegangan keluaran *Open Circuit* ada berkisar pada 24V. Perubahan tegangan PV dapat dipengaruhi terhadap suhu lingkungan sekitar juga.



Gambar 7. Grafik Intensitas Cahaya terhadap daya listrik yang diperoleh pada keluaran PV.

Pada gambar 7 dapat dilihat bahwa daya listrik pada *output* PV akan sebanding dengan jumlah intensitas Cahaya yang ada. Hal ini membuktikan bahwa besar energi listrik yang diperoleh akan bergantung pada Intensitas Cahaya matahari yang ada.

4. SIMPULAN

Berdasarkan Penelitian yang dilakukan, hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah suatu konsep rancangan alat praktek PLTS yang diaplikasikan pada atap datar yang dapat diatur sudut penginstalannya. Pada pengujian tilt angle 30°, Intensitas Cahaya matahari pada Tengah hari yaitu 144540 lux, dengan Isc sebesar 7,32 A dan Voc 27,05 V, sehingga *output* daya pada PV adalah 198,01 W. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar intensitas cahaya matahari yang terpapar pada panel surya, maka semakin besar juga

energi listrik yang diperoleh. Pada pengujian dengan beban, *output* inverter stabil dengan tegangan sebesar 223V dan arus sebesar 0,46A.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Harun, "Desain Rumah Tinggal Atap Datar Beton Bertulang Yang Berorientasi Pada Pemanfaatan Atap Datar," *J. Mitsu*, vol. 5, no. 1, pp. 1–6, 2014.
- [2] D. Desharyanto, "Rencana Anggaran Biaya Rumah Tinggal Atap Datar Beton Bertulang Yang Berorientasi Pada Pemanfaatan Atap Datar," *J. Mitsu*, vol. 2, no. 2, pp. 1–6, 2014, doi: 10.24929/ft.v2i2.86.
- [3] N. M. MUCHAROMAH, M. C. FATAH, and Z. A. AKBAR, "Analisis Desain PLTS Atap Tipe Gable Roof menggunakan Metode Weight Score," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 11, no. 2, p. 408, 2023, doi: 10.26760/elkomika.v11i2.408.
- [4] J. S. Kristensen, B. Jacobs, and G. Jomaas, "Experimental Study of the Fire Dynamics in a Semi-enclosure Formed by Photovoltaic (PV) Installations on Flat Roof Constructions," *Fire Technol.*, vol. 58, no. 4, pp. 2017–2054, 2022, doi: 10.1007/s10694-022-01228-z.
- [5] W. Muehleisen et al., "Energy yield measurement of an elevated PV system on a white flat roof and a performance comparison of monofacial and bifacial modules," *Renew. Energy*, vol. 170, pp. 613–619, 2021, doi: 10.1016/j.renene.2021.02.015.
- [6] T. Yambe, Y. Uematsu, and K. Sato, "Wind loads on roofing system and photovoltaic system installed parallel to flat roof," *Proceedings International Structure Engineering Construction*, vol. 7, no. 1, 2020, doi: 10.14455/ISEC.res.2020.7(1).STR-39.
- [7] K. A. Santoso, "Perancangan dan Simulasi Sistem Offgrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk Tower BTS 1500 Watt," *J. Energi Kelistrikan*, vol. 8, no. 1, pp. 15–19, 2016.
- [8] S. B. Dodie et al., "Konsep Sistem Kontrol Untuk Backup Energi Listrik Pada Aplikasi Sistem Keamanan Gedung Terintegrasi PLTS, Perspektif: Bangunan Pendidikan," *J. Elektrik.*, vol. 02, no. 01, 2023.
- [9] M. Ridho, B. Winardi, and B. Setiyono, "Desain Dan Simulasi Sistem Plts Dengan Maximum Power Point Tracking Metode Perturb and Observe Di Sma Negeri 4 Semarang Menggunakan Matlab Simulink," *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 4, pp. 511–517, 2020, doi: 10.14710/transient.v9i4.511-517.
- [10] I. P. A. Wiranata, I. N. S. Kumara, and I. W. Sukerayasa, "Simulasi Unjuk Kerja Plts 1 Mw Kayubihhi Jika Menggunakan Sun Tracking System," *J. SPEKTRUM*, vol. 6, no. 4, p. 7, 2019, doi: 10.24843/spektrum.2019.v06.i04.p2.
- [11] M. Syahwil and N. Kadir, "Rancang Bangun Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem Off-grid Sebagai Alat Penunjang Praktikum Di Laboratorium," *J. Pengelolaan Lab. Pendidik.*, vol. 3, no. 1, pp. 26–35, 2021.
- [12] I. Bagus, K. Sugirianta, I. G. Ngurah, and A. Dwijaya, "Modul Praktek PLTS On-Grid Berbasis Micro Inverter," *J. MATRIX*, vol. 9, no. 1, pp. 19–26, 2019.
- [13] S. N. Rumokoy and C. H. Simanjuntak, "Perancangan Konsep Modul Praktek Instalasi PLTS Skala Rumah Tangga Berbasis Kompetensi Berorientasi Produksi," *J. Fokus ELEKTRODA*, vol. 04, no. 04, pp. 6–12, 2019, doi: <http://dx.doi.org/10.33772/jfe.v4i4.8897>.
- [14] S. N. Rumokoy, C. H. Simanjuntak, I. G. P. Atmaja, and J. L. Mappadang, "Perancangan Konsep Alat Praktek PLTS Skala Rumah Tangga Berbasis PV Roof Top Installation," *J. Ilm. Setrum*, vol. 9, no. 1, pp. 68–74, 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.36055/setrum.v9i1.7751>.
- [15] C. A. O. Kaseger, S. N. Rumokoy, A. A. S. Ramschie, and S. B. Dodie, "Design of Teaching Factory Practice Tools Concept , Perspective : Operation System on Solar Power Plant," *CCIT*, vol. 15, no. 2, pp. 260–271, 2022.
- [16] S. N. Rumokoy, I. G. P. Atmaja, M. Langie, and J. Sundah, "Development of the Concept Design of Rooftop Solar Power Plant Practice Tool," *CCIT*, vol. 15, no. 2, pp. 191–197, 2022.