

Proyeksi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Dalam Mendukung Program *Ecogreen Airport* Di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali

I Wayan Sukadana^{1*}, Amin Anto², I Made Asna³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Nasional Denpasar, Indonesia

*Corresponding author, e-mail : sukadana@undiknas.ac.id

Abstrak

Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali adalah salah satu Bandar udara yang dikelola oleh PT. Angkasa Pura I (Persero). Bandara ini terletak di sebelah selatan Bali, tepatnya di Kelurahan Tuban, Kecamatan Kuta, Kabupaten Badung. PT Angkasa Pura I (Persero) semakin memantapkan diri dalam memasuki layanan berstandar kelas dunia. Untuk itu, Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai tak hanya dituntut untuk mengutamakan keamanan dan kenyamanan penumpang, namun juga didorong agar memiliki sistem pengelolaan lingkungan yang baik dan tidak membahayakan lingkungan sekitarnya (*eco friendly*). Sejalan dengan spirit itu, maka pemanfaatan energi listrik di bandar udara memiliki peranan penting dalam mewujudkan *ecogreen airport* yaitu pemanfaatan energi terbarukan sebagai sumber pembangkit energi listrik. Pembangkit listrik yang paling berpotensi untuk diterapkan di kawasan bandar udara yaitu pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Selain mendukung program *ecogreen airport*, pemanfaatan PLTS juga merupakan salah satu cara untuk mengurangi biaya operasional bandar udara. Karena beban maksimal dari pagi sampai sore sebesar 193.500 watt maka sistem PLTS yang dirancang adalah sistem *on grid* dengan 2 buah Inverter 3 phase sebesar 120 KW. Dengan menggunakan software PvSyst maka didapatkan hasil bahwa Untuk perencanaan PLTS di Bandara Ngurah Rai Bali menggunakan teknologi *monocrystaline* dengan nilai investasi sebesar Rp. 1.612.000.000 dengan daya nominal 240 kw dan daya yang dihasilkan sebesar 451 MWh/tahun.

Kata Kunci: PLTS, *Ecogreen*, Airport, Pv Syst, On Grid

Abstract

I Gusti Ngurah Rai International Airport Bali is one of the airports managed by PT. Angkasa Pura I (Persero). This Airport is located in the south of Bali, precisely in Tuban Village, Kuta District, Badung Regency. PT Angkasa Pura I (Persero) is increasingly establishing itself in entering world-class standard services. For this reason, I Gusti Ngurah Rai International Airport is not only required to prioritize the safety and comfort of passengers, but is also encouraged to have a good environmental management system that does not endanger the surrounding environment (eco friendly). In line with that spirit, the use of electrical energy at the airport has an important role in realizing an ecogreen airport, namely the use of renewable energy as a source of electrical energy generation. The power plant that has the most potential to be applied area is the solar power plant. In addition to supporting the ecogreen airport program, the use of solar power is also a way to reduce airport operational costs. Because the maximum load form morning to evening is 193,500 watts, the PLTS system designed is On Grid system with 2 inverter 3 phase of 120 KW. By using the PvSyst software, the result is that for planning PLTS at Ngurah Rai Airport Bali using monocrystaline technology with an investment value of 1,612,000,000 rupiah with a nominal power of 240 kw and a power output of 451 MWh/Years.

Keywords: PLTS, *Ecogreen*, Airport, Pv Syst, On Grid

PENDAHULUAN

Bandar udara adalah lapangan terbang yang digunakan untuk mendarat dan lepas landas pesawat udara, naik turun penumpang dan atau bongkar muat barang serta dilengkapi dengan fasilitas keselamatan penerbangan dan juga sebagai tempat perpindahan antar moda transportasi[1]. Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali adalah salah satu Bandar udara yang dikelola oleh PT. Angkasa Pura I (Persero).

Bandara ini terletak di sebelah selatan Bali, tepatnya di daerah Kelurahan Tuban, Kecamatan Kuta, Kabupaten Badung. Bandara ini terletak pada koordinat 08°44'53" S / 115°10'03" E, dan merupakan Bandara tersibuk kedua di Indonesia setelah Bandar Udara Internasional Soekarno Hatta, Tangerang, Jakarta.

Dalam upaya meningkatkan pelayanan dan untuk menunjang kegiatan operasinya, bandar udara harus mempunyai faktor kelancaran dan kehandalan operasional bandar udara. Salah satunya adalah sumber tenaga listrik untuk fasilitas - fasilitas pendukung operasional bandar udara. Sumber tenaga listrik utama (*Main Supply*) dipasok dari PT. PLN sebesar 22.3 MVA yang dibagi menjadi 4 sumber catu daya antara lain metering kios 1, metering kios 2, metering kios 3 dan wistisabha. Sedangkan catu daya cadangan (*back up*) yang tersedia adalah dari 14 buah generating set (*Stand by Genset*) yang memiliki 3 genset Yanmar berkapasitas 3 x 2000 KVA, genset Cummins 3 x 2000 KVA, dan Cummins 2 x 1250 KVA yang terletak di gedung Main Power House dan 4 buah Genset terletak diluar gedung Main Power House yang masing – masing mempunyai kapasitas 1000 KVA (MPH1), 300 KVA (SS.E), 800 KVA (Gedung Wistisabha) dan 500 KVA (SS.S1) yang berjumlah total dayanya 23.3 MVA.

PT Angkasa Pura I (Persero) semakin memantapkan diri dalam memasuki layanan berstandar kelas dunia. Untuk itu, Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai tak hanya dituntut untuk mengutamakan keamanan dan kenyamanan penumpang, namun juga didorong agar memiliki sistem pengelolaan lingkungan yang baik dan tidak membahayakan lingkungan sekitarnya (*eco friendly*) Pemanfaatan energi listrik di bandar udara memiliki peranan penting dalam mewujudkan *ecogreen airport* yaitu dengan memanfaatkan energi terbarukan sebagai sumber pembangkit energi listrik dan melaksanakan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional [2], serta mendukung program Bali Energi Bersih berdasarkan Peraturan Gubernur Bali Nomor 45 Tahun 2019 [3].

PLTS atau lebih dikenal dengan sel surya (*Photovoltaic*) akan lebih diminati karena dapat digunakan untuk berbagai keperluan yang relevan dan di berbagai tempat seperti perkantoran, pabrik, perumahan, dan lainnya. Sehingga hal ini dipandang perlu untuk dikaji lebih lanjut, agar diperoleh kajian yang komprehensif secara teknik.[4] Pembangkit listrik yang paling berpotensi untuk diterapkan di kawasan bandar udara yaitu pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), mengingat terdapat lahan yang cukup luas untuk dapat dimanfaatkan dan tentunya tidak mengganggu kegiatan operasional penerbangan. PLTS merupakan pembangkit listrik yang ramah lingkungan dan gas rumah kaca yang dihasilkan lebih sedikit, sehingga tidak terlalu berkontribusi terhadap perubahan iklim dan mengurangi emisi gas rumah kaca di kawasan bandar udara. Selain dalam rangka mendukung program *ecogreen airport*, pemanfaatan PLTS juga merupakan salah satu cara untuk mengurangi biaya operasional bandar udara dengan mengintegrasikan sistem Photovoltaik dengan sistem tenaga listrik PT PLN (Persero) dalam menunjang pelaksanaan energi baru terbarukan [5]. Dalam penerapan *Ecogreen airport* di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai, maka dilakukan kajian tentang pemanfaatan potensi energi surya (*solar energy*) sebagai salah satu strategi pemanfaatan *green energy* di lingkungan bandara.

METODE

Rancangan penelitian akan memberikan gambaran secara umum tentang langkah-langkah dalam perencanaan untuk menjawab rumusan masalah yang telah tersusun. Secara garis besar bahwa penelitian ini menggunakan dua buah metode yaitu analisa studi dan analisa teknis dengan menggunakan Software PV Syst. Analisa Studi dilakukan dengan mencari data perhitungan seperti menghitung beban listrik gedung parkir, menentukan ukuran sistem panel surya, menentukan ukuran inverter, dan menentukan ukuran kabel yang digunakan.

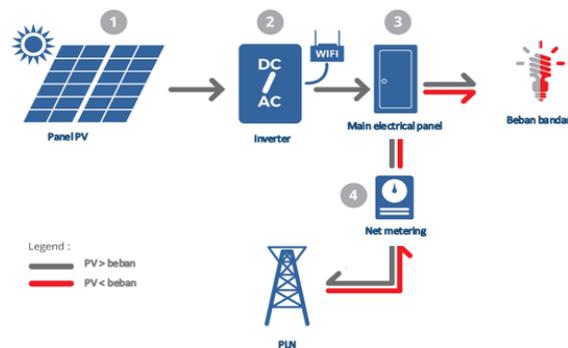
Analisa studi yang digunakan yaitu dengan referensi beberapa literatur tentang peralatan dan parameter yang menunjang penelitian seperti modul PV, Inverter, Energi matahari. Energi dalam Undang-Undang No. 30 Tahun 2007 tentang energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja atau memindahkan benda yang dapat berupa panas, cahaya, mekanika, kimia dan elektromagnetika.[6]. Modul PV adalah bagian dari PLTS yang mempunyai fungsi mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Proses yang terjadi di dalam sel PV didasarkan pada efek photolistrik. Berikut gambar dari sel, modul dan array PV.[7]. Inverter adalah suatu alat yang digunakan untuk mengubah tegangan masukan DC (*Direct Current*) atau arus searah

menjadi tegangan keluaran AC (*Alternating Current*) atau arus bolak-balik. Sumber tegangan masukan inverter dapat menggunakan baterai, listrik hasil dari sel PV atau sumber tegangan DC yang lain seperti gambar berikut.[8].

PVSyst merupakan paket software/perangkat lunak yang digunakan untuk proses pembelajaran, pengukuran, dan analisa data dari sistem PLTS secara lengkap. Software PvSyst terbagi ke dalam sistem interkoneksi jaringan (*gridconnected*), sistem berdiri sendiri (*standalone*) sistem pompa (*pumping*), dan jaringan arus searah untuk transportasi publik (*DC-grid*).[9].

Secara garis besar, sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dapat dibagi ke dalam dua jenis sistem, di mana tiap sistem memiliki acuan desain dan prosedur yaitu, [10] :

1. Sistem *Off grid*, yaitu sistem PV yang bekerja pada suatu beban yang tidak terhubung dengan sistem kelistrikan dari PLN. Seluruh pengaturan tegangan dan frekuensi pada sistem akan diatur oleh pembangkit utama secara keseluruhan.
2. Sistem *On Grid (Grid Connected)*, yaitu sistem *photovoltaic* yang terhubung ke jaringan utilitas yang disuplai oleh pembangkit sendiri ataupun dari grid PLN dan bekerja secara bersamaan. Pada studi ini akan dilaksanakan studi pemasangan PLTS *On-Grid* di bandara dengan sistem *on grid* karena terdapat salah satu mode operasi yaitu beban disuplai secara bersamaan antara PV *array* dan PLN.



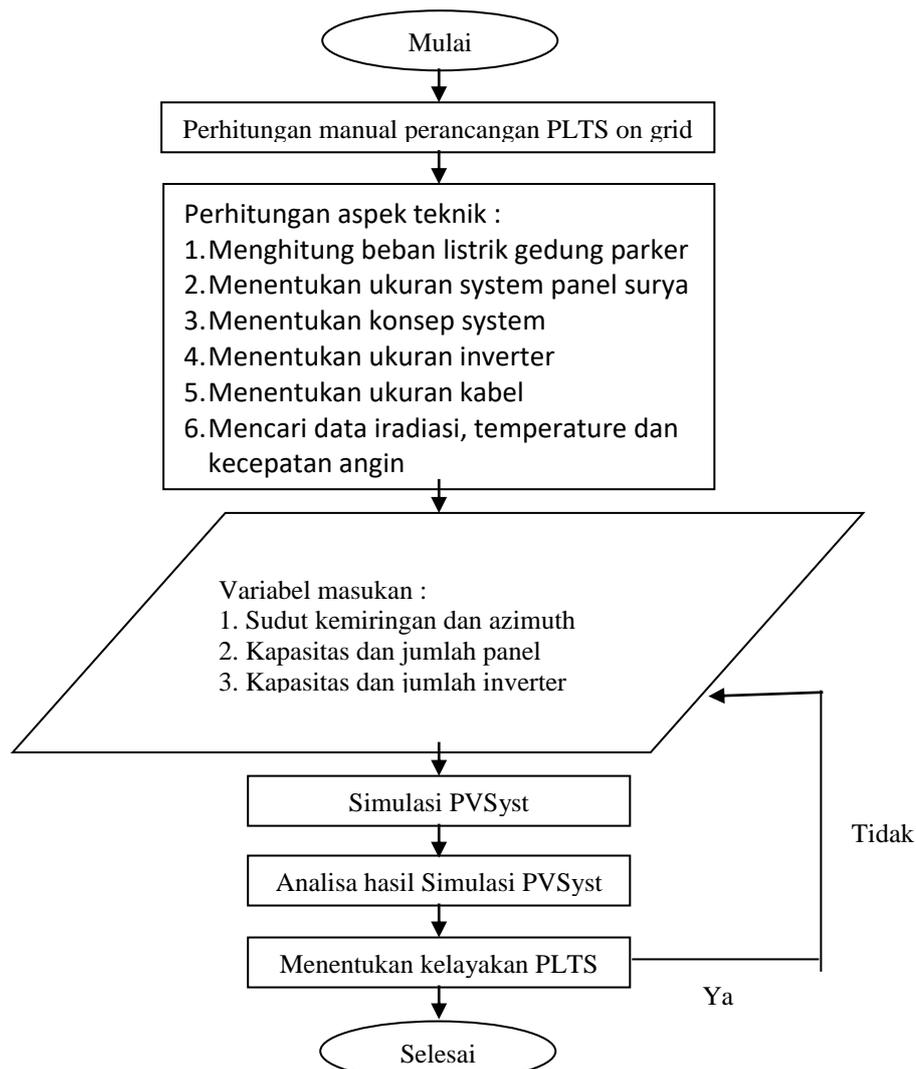
Gambar 1. Konfigurasi Sistem PLTS On Grid

Penelitian ini dilakukan di Gedung parkir Internasional di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai – Bali. Karena posisinya ada di duk beton lantai 5, maka jenis *mounting* modul PV yang cocok adalah *Roof Mounted*, dengan luas area 75 meter x lebar 50 meter atau 3.770 meter persegi.



Gambar 2. Lokasi Pemasangan Panel Surya

Perancangan sistem pembangkit listrik tenaga surya dilakukan dengan beberapa tahapan sesuai alur diagram penelitian berikut :



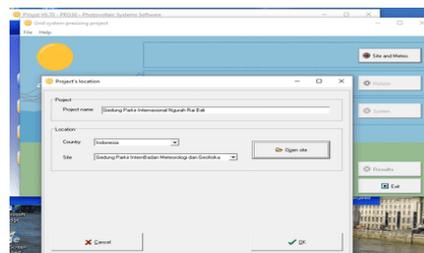
Gambar 3. Diagram Alir Perencanaan Sistem dan Simulasi PLTS

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menentukan jenis PLTS dalam rancangan penelitian ini yaitu dengan memasukkan parameter input yang dibutuhkan ke dalam Software PV Syst. Parameter input yang dimasukkan antara lain nama proyek, lokasi dan data meteorology seperti gambar berikut 4 dan gambar 5 berikut.

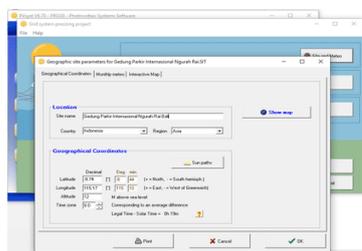


Gambar 4 Menentukan jenis PLTS

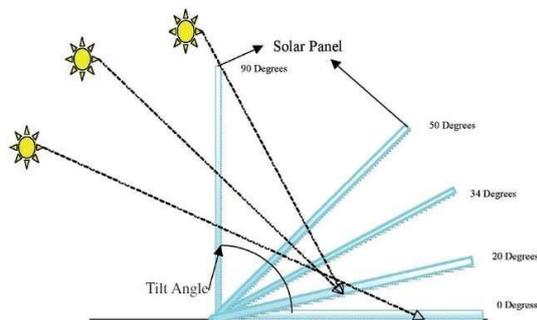


Gambar 5. Menentukan nama dan lokasi proyek

Setelah memasukan nama dan lokasi proyek, maka selanjutnya adalah menentukan titik koordinat dan arah sudut kemiringan PV, dimana untuk sudut putar jenis monocrystalline, polycrystalline dan thin film adalah sama yakni 14 derajat seperti gambar 6 dan gambar 7 berikut.

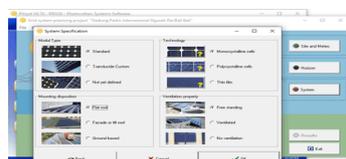


Gambar 6. Menentukan titik koordinat



Gambar 7. Menentukan Sudut kemiringan modul PV

Langkah selanjutnya adalah memilih jenis teknologi PV yang akan digunakan termasuk biaya investasi yang dibutuhkan dalam perencanaan sistem, seperti terlihat pada gambar 8 berikut.



Gambar 8. Pemilihan spesifikasi solar sell

Setelah semua parameter yang dibutuhkan dalam perencanaan sistem sudah terisi, maka sistem akan dijalankan dan akan menghasilkan keluaran seperti gambar 9 berikut.



Gambar 9. Tampilan hasil keluaran PV Syst

Hasil dari perhitungan ketiga teknologi dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil analisis modul solar sell menggunakan software Pv Syst

N0	Jenis Teknologi	Monocrystalline	Polycrystalline	Thin Film
1	Titik Lokasi Koordinat	15 ⁰ - 455 ⁰ LS dan 25 ⁰ – 65 ⁰ LS		
2	Ketinggian Lokasi	12 Meter diatas permukaan laut		
3	Luas Area M ²	1500	1500	1500
4	Sudut Putar	4 ⁰ - 15 ⁰	14 ⁰	14 ⁰
5	Sudut Kemiringan	4 ⁰ - 10 ⁰	2 ⁰ - 5 ⁰	1 ⁰ - 3 ⁰
6	Harga Modul Cost	Rp 6.700	Rp 7.800	Rp 5.600
	/watt peak	(0,48 dollar)	(0,56 dollar)	(0,4 dollar)

Dari ketiga jenis Teknologi diatas maka yang paling cocok digunakan di Bandara Ngurah Rai adalah teknologi Monocrystalline dengan nilai investasi sebesar Rp. 1.612.000.000 dengan daya beban (maksimal) pada pukul 07.00-17.00 Wita sebesar 193.500 Watt, sehingga akan dibutuhkan Inverter 3 Phase dengan daya 120.000 Watt sebanyak 2 buah Inverter dengan total daya yang dihasilkan sebesar 240.000 Watt dengan rata-rata pertahunnya menghasilkan daya sebesar 451 Mwh/Years Sedangkan jika menggunakan teknologi Pollycrystalline nilai investasinya sebesar Rp. 1.759.000.00 dengan daya 225.000 Watt dengan rata-rata

pertahunnya 423 Mwh/Years. Berikut adalah gambaran berapa jumlah solar panel, dimensi solar panel dan daya yang dihasilkan solar panel dari ketiga jenis teknologi yakni *Monocrystalline*, *Pollycrystalline* dan *Thin Film* seperti pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Dimensi ukuran dan daya yang dihasilkan solar panel

No	Jenis Teknologi	Panjang x Lebar (M)	Daya Per solar modul	Jumlah Panel Modul	Daya yang dihasilkan
1	Monocrystalline	2 x 1	380 WP	631 Buah	240.000 WP
2	Pollycrystalline	2.1 x 1	430 WP	523 Buah	225.000 WP
3	Thin Film	1.8 x 0.9	300 WP	500 Buah	150.000 WP

Dengan menggunakan teknologi Monocrystalline, pihak perusahaan PT. Angkasa Pura 1 bisa mendapatkan keuntungan dari nilai investasi yang sudah dikeluarkan pada saat bulan ke 15 jika terhitung nilai Investasi 1.6 Milliar jika penghematan perbulan adalah Rp 116.100.000 yakni Rp. 1.741.500.000. Berikut adalah keuntungan Angkasa Pura 1 Airport apabila menggunakan PLTS jenis teknologi Monocrystalline selama 20 tahun, mengingat 20 tahun adalah umur maksimal PLTS ini bekerja secara maksimal keuntungan perbulan adalah Rp 116.100.000 x 240 bulan (20 tahun) = Rp.27.864.000.000. Jumlah biaya perawatan selama 20 tahun ke depan sebesar Rp. 5.848.201.944. Jadi keuntungan dari penghematan pembayaran biaya listrik dari Angkasa Pura ke pihak PLN jika menggunakan PLTS jenis teknologi *Monocrystalline* selama 20 tahun pemakaian adalah sebesar Rp 20.403.798.100.

PENUTUP

Dari hasil analisis perencanaan potensi pembangkit listrik tenaga surya dengan menggunakan software *PV Syst* maka dapat disimpulkan, Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Bandara Ngurah Rai berupa data yang didapat dari BMKG yakni iradiasi global 181.5 kWh/m²/bulan, suhu temperatur 27,2°C dan kecepatan angin 3.29 m/s. Sistem PLTS ini dirancang hanya digunakan pada saat pagi sampai sore hari dikarenakan menggunakan sistem *on grid* yakni tanpa menggunakan baterai sebagai alat penyimpan daya listrik. Jika beban pada saat pagi sampai sore hari maksimal sebesar 193.500 Watt maka dari sistem PLTS yang direkomendasikan adalah panel surya dengan menggunakan Inverter 3 phase sebesar 120 KW sebanyak dua buah, menggunakan 2 Inverter dimaksudkan apabila terjadi gangguan pada salah satunya maka Inverter satunya masih bisa beroperasi. Untuk perencanaan PLTS di Bandara Ngurah Rai Bali dengan menggunakan software *PvSyst* didapatkan hasil bahwa teknologi yang digunakan adalah monocrystalline dengan nilai investasi sebesar Rp. 1.612.000.000 dengan daya Nominal Power 240 Kw dan daya yang dihasilkan sebesar 451 Mwh/Years.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Setiani, "Prinsip-Prinsip Manajemen Pengelolaan Bandar Udara," *J. Ilm. WIDYA*, vol. 3, no. 1, pp. 25–35, 2015.
- [2] Peraturan Presiden RI, "Perpres No. 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional." p. 6, 2017.
- [3] Gubernur Bali, "Bali Energi Bersih," *Peratur. Gubernur Bali Nomor 45*, 2019.
- [4] Ouda, "No Title עלון הנדסה מצב, ענף הקיטוי: תמונת מצב," vol. 66, no. 2, pp. 37–39, 2012.
- [5] P. Lahan and G. Berkelanjutan, "Prosiding Seminar Nasional," 2012.
- [6] E. Capra, P. Cremonesi, C. Francalanci, F. Merlo, and N. Parolini, "EnergIT," *Int. J. Green Comput.*, vol. 4, no. 1, pp. 83–111, 2013, doi: 10.4018/jgc.2013010106.
- [7] J. Kanchikere and K. Kalyankumar, "Proposal for 1KWp Roof-Top Solar PV Plant," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 4, no. 7, pp. 1823–1827, 2017, [Online]. Available: <https://irjet.net/archives/V4/i7/IRJET-V4I7387.pdf>.
- [8] R. Sianipar, "Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya," vol. 11, no. 2, pp. 61–78, 2014.
- [9] E. A. Karuniawan, "Analisis Perangkat Lunak PVSYSY, PVSOL dan HelioScope dalam Simulasi Fixed Tilt Photovoltaic," vol. 12, no. 3, pp. 100–105, 2021, doi: 10.22441/jte.2021.v12i3.001.
- [10] D. Gumintang, "Design and Control of PV Hybrid System in Practice," p. 122, 2020.