

ANALISA PRODUKSI ENERGI PHOTOVOLTAIC SEBAGAI INFRASTRUKTUR PENGISIAN DAYA MOBIL LISTRIK DI KANTOR DPRD MUARO JAMBI

Hendi Matalata^{1)*}, Leily Wusta Johar²⁾, Didik Yulianto³⁾,
Riki Sahputra⁴⁾, Rioni Rizki Aldiansyah⁵⁾

^{1), 2)}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari

³⁾Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Komputer, Universitas Adiwangsa

^{4), 5)}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari

*Corresponding Author E-mail : hendi.matalata@unbari.ac.id

Abstract

The automotive sector is very important to achieve net zero global emissions to limit global warming because 65% to 80% of the emissions produced come from exhaust and indirect emissions come from fuel. In 2050, the volume of oil production is expected to fall by 55% and gas by 70% and coal will no longer be produced. For this reason, regional governments, especially Jambi province, can be pioneers in preparing to use electric vehicles, starting with the use of official cars in every government agency. Muaro Jambi Regency (Sengeti) is 30.4 km from Jambi City, where the average government employee lives in Jambi City and uses fossil fuel official cars every day. This is of course a long-term global energy security problem. In this research, data analysis was carried out regarding solar radiation and energy production of Photovoltaic (PV) systems using the Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) web application located at the Muaro Jambi DPRD office where the data was used as charging infrastructure for 1 electric car in one trip. From the research results, there is potential for Photovoltaic (PV) system energy as infrastructure for charging electric cars and allows for 2 units of electric cars with the same specifications, because there is an average energy per day that is not captured at 5512.2 Wh.

Keywords: Electric Cars, Photovoltaic, Infrastructure, Environmentally Friendly

Abstrak

Sektor otomotif sangat penting untuk mencapai net zero emisi global guna membatasi pemanasan global karena 65% hingga 80% emisi yang dihasilkan berasal dari knalpot dan emisi tidak langsung berasal dari bahan bakar. Pada tahun 2050 volume produksi minyak bumi diperkirakan akan turun 55% dan gas turun 70% dan batubara tidak akan diproduksi lagi. Untuk itu pemerintahan daerah, khususnya provinsi Jambi dapat menjadi pelopor tentang kesiapan penggunaan kendaraan listrik yang dimulai dari pemakaian/penggunaan mobil-mobil dinas disetiap instansi pemerintah. Kabupaten Muaro Jambi (sengeti) berjarak 30,4 Km dari Kota Jambi, dimana rata-rata pegawai pemerintahannya berdomisili di Kota Jambi dan setiap hari menggunakan kendaraan mobil dinas berbahan bakar fosil. Hal ini tentunya menjadi permasalahan keamanan energi global untuk jangka panjang. Pada penelitian ini dilakukan analisis data tentang radiasi matahari dan produksi energi sistem Photovoltaic (PV) menggunakan aplikasi web Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) yang berlokasi di kantor DPRD muaro jambi dimana data digunakan sebagai infrastruktur pengisian daya untuk 1 unit mobil listrik dalam satu kali perjalanan. Dari hasil penelitian terdapat potensi energi sistem Photovoltaic (PV) sebagai infrastruktur pengisian daya mobil listrik dan memungkinkan untuk 2 unit mobil listrik dengan spesifikasi yang sama, dikarenakan terdapat energi rata-rata perhari tidak ditangkap sebesar 5512,2 Wh.

Kata kunci: Mobil Listrik, Photovoltaic, Infrastruktur, Ramah Lingkungan

1. PENDAHULUAN

Tantangan iklim pada dasarnya adalah tantangan energi. Dengan mengingat hal itu, para pembuat kebijakan di seluruh dunia berusaha untuk mempercepat penerapan teknologi energi bersih[1]. Dalam Global Energy Review mengatakan bahwa Emisi CO₂ global dari pembakaran energi yang terjadi pada tahun 2021 mencapai level tahunan tertinggi dengan peningkatan 6% dari tahun 2020 mencapai 36,3 gigaton (Gt) [2]. Sektor otomotif sangat penting untuk mencapai emisi global nol bersih menuju pembatasan pemanasan global 1,5 °C[3]. Perlombaan dunia menuju emisi nol bersih

akan mendefinisikan kembali keamanan energi global dan mengalihkan pasokan bahan bakar fosil ke pasokan energi terbarukan. Dalam hal ini tentunya kendaraan listrik menjadi alternatif transportasi darat masa depan yang menggunakan baterai sebagai bahan bakar dan memanfaatkan energi terbarukan untuk potensi mitigasi perubahan iklim[4].

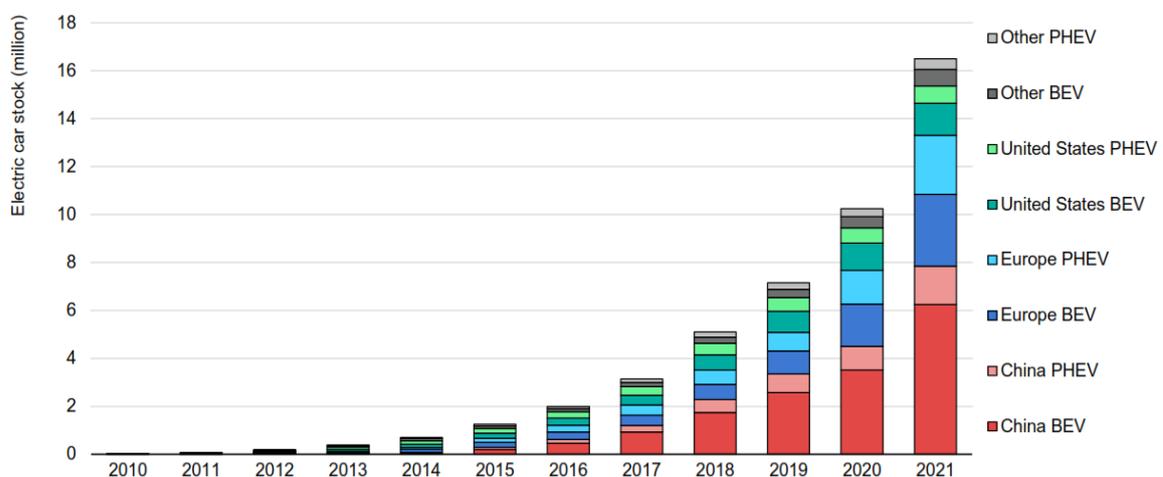
Distribusi geografis dan demografinya suatu wilayah merupakan faktor yang memengaruhi adopsi kendaraan listrik. Indonesia sebagai negara tropis dengan kondisi sinar matahari yang terus bersinar sepanjang tahun di berbagai wilayah, menjadikan Indonesia memiliki potensi besar bagi pengembangan energi terbarukan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Potensi PLTS Indonesia yaitu sebesar 207,8 GW yang tersebar per wilayah[5].

Beberapa faktor yang mempengaruhi adopsi kendaraan listrik yaitu faktor keuangan dan kurangnya infrastruktur pengisian daya[6]. Untuk itu pemerintahan daerah, khususnya provinsi Jambi dapat menjadi pelopor dalam menggerakkan kesadaran kepada masyarakat tentang kesiapan penggunaan kendaraan listrik yang dimulai dari pemakaian/penggunaan mobil-mobil dinas disetiap instansi pemerintah. Provinsi Jambi terdiri dari 11 kabupaten/ kota dan pusat pemerintahan provinsi Jambi berada di Kota Jambi, batas-batas wilayah Kota Jambi sebelah utara, selatan, timur dan barat berada di Kabupaten Muaro Jambi.

Kota Kabupaten Muaro Jambi (sengeti) berjarak 30,4 Km dari Kota Jambi, dimana rata-rata Pegawai Pemerintah Kabupaten Muaro Jambi berdomisili di Kota Jambi yang setiap hari menggunakan kendaraan berbahan bakar fosil (khususnya mobil dinas). Kondisi seperti ini tentunya menjadi permasalahan keamanan energi global untuk jangka panjang, oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan peninjauan tentang adopsi kendaraan listrik (mobil listrik) dan kesiapan infrastruktur pengisian daya menggunakan energi terbarukan (panel surya).

1.1 Battery Electric Vehicle (BEVs).

Sebuah kendaraan listrik baterai (BEV) berjalan sepenuhnya menggunakan baterai dan motor tanpa dukungan mesin pembakaran[7], dan penggunaan kapasitas baterai dapat diisi ulang ke eksternal sumber listrik. Pasar kendaraan listrik berkembang dengan cepat, penjualan mobil listrik (BEV) dari pasar mobil global menyumbang 9% pada tahun 2021 dan bertambah empat kali lipat dari tahun 2019. Kemudian Cina dan Eropa bersama-sama menyumbang lebih dari 85% penjualan mobil listrik (BEV) seperti diperlihatkan pada gambar 1. Permintaan kendaraan berbahan bakar fosil akan turun drastis digantikan oleh kendaraan listrik yang akan terus naik permintaannya sampai tahun 2050 [3].

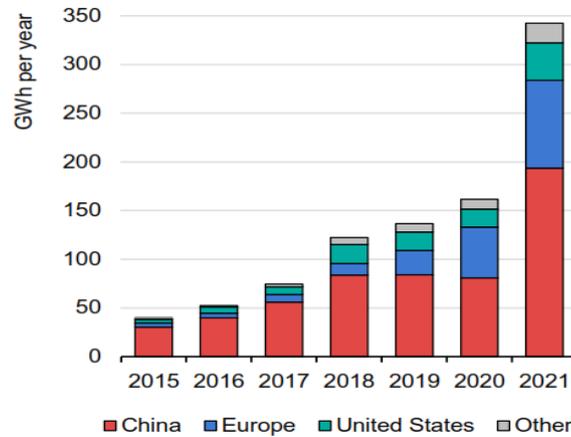


Gambar 1. Stok Mobil Listrik Global, 2010-2021[8]

1.2 Baterai

Permintaan baterai lithium-ion (Li-ion) untuk kendaraan listrik terus meningkat[9] sejalan permintaan kendaraan listrik baterai[10]. Peningkatan ini didorong oleh peningkatan mobil

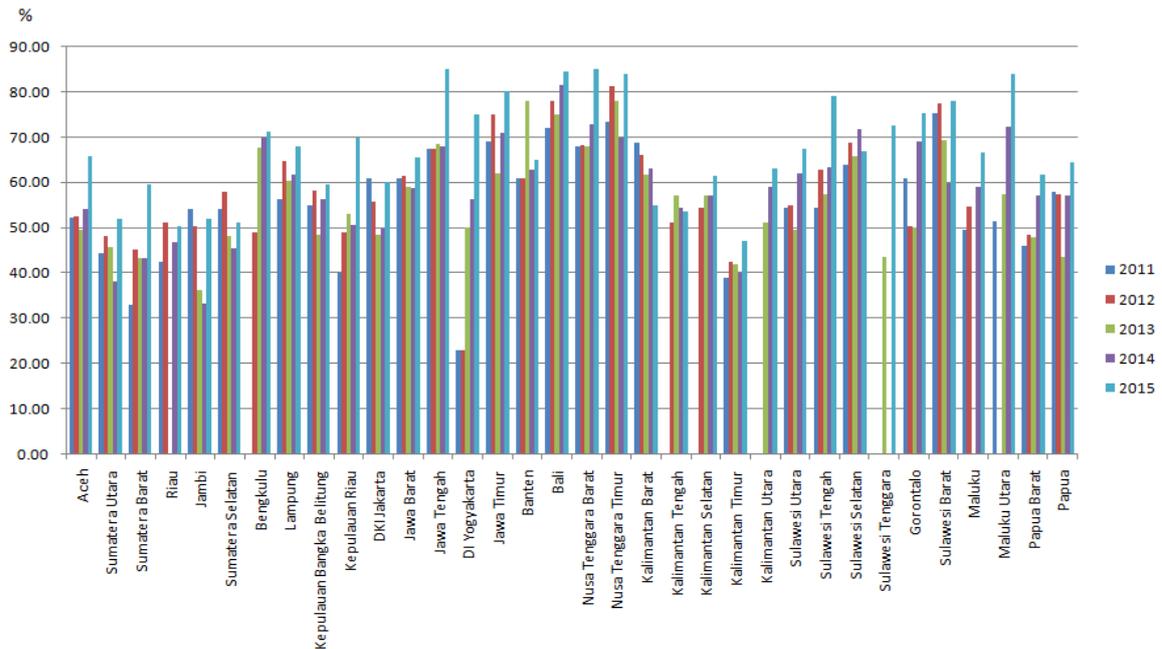
penumpang listrik[8] dan kapasitas baterai kendaraan listrik baterai (BEV) pada tahun 2020 dan permintaan kapasitas baterai 56 KWh pada tahun 2021. Kapasitas baterai rata-rata untuk kendaraan listrik BEV berubah secara regional, dengan peningkatan lebih dari 10% terjadi di Korea dan beberapa negara Eropa. Permintaan baterai global meningkat dua kali lipat pada tahun 2021[8], didorong oleh penjualan mobil listrik di China.



Gambar 2. Permintaan Baterai Pasar Global[8]

Permintaan yang diproyeksikan untuk logam baterai dalam Net Zero Emissions pada Skenario 2050 jauh lebih tinggi daripada permintaan saat ini. Permintaan dalam skenario pada tahun 2030 diproyeksikan meningkat sebesar 30% per tahun untuk litium, 11% untuk nikel, dan 9% untuk kobalt[11].

Potensi energi surya di daerah tropis yang di lewati garis khatulistiwa sekitar rata-rata 4,8 kWh/m²/hari[12]. Letak Indonesia yang berada di daerah khatulistiwa secara teoritis akan selalu disinari matahari selama 10 – 12 jam sehari dan hampir seluruh wilayah Indonesia mendapatkan intensitas penyinaran yang relatif merata. Data Statistik Penyinaran di stasiun pengamatan BMKG 2011-2015[13] ditunjukkan pada gambar 3 dibawah penyinaran rata-rata provinsi jambi dari tahun 2011 - tahun 2015 adalah 50%.

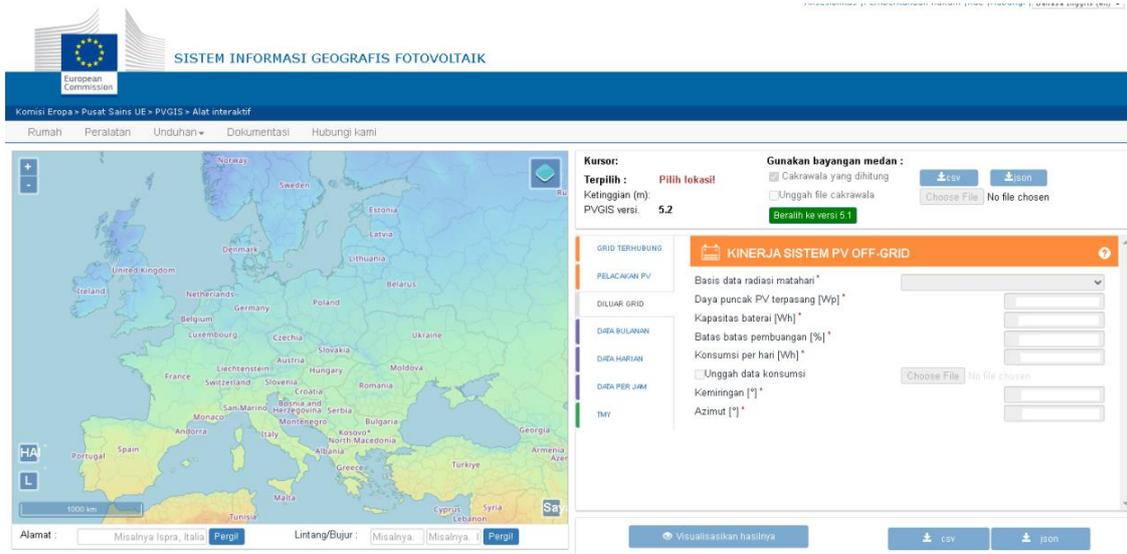


Gambar 3. Grafik Penyinaran Matahari Indonesia[13]

Penyinaran matahari yang tersedia selama hari musim panas (cerah) yang lebih panjang dari musim dingin (redup) maka jam puncak matahari yang tersedia pada musim panas memungkinkan modul PV beroperasi lebih lama untuk mendapatkan keluaran daya yang optimal serta posisi sudut panel surya terhadap matahari[14]. Selain itu, ukuran komponen PV menjadi penting untuk fungsionalitas dan keandalan sumber PV surya.

2. METODE

Metode pada penelitian ini adalah analisis data menggunakan aplikasi web Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) untuk mendapatkan data tentang radiasi matahari dan produksi energi sistem Photovoltaic (PV) di kabupaten muaro jambi.



Gambar 4. Tampilan Aplikasi Web PVGIS[15]

Parameter input dari PVGIS adalah:

- 1) Lintang (derajat desimal)
- 2) Bujur (derajat desimal)
- 3) Nama database radiasi matahari yang digunakan
- 4) Daya nominal sistem PV (W)
- 5) Kapasitas baterai (Wh)
- 6) Batas batas pembuangan (%)
- 7) Konsumsi energi per hari (Wh)
- 8) Kemiringan PV (derajat)
- 9) Azimuth/orientasi PV(derajat dari selatan)

PVGIS dapat menghitung kinerja sistem PV yang tidak terhubung ke jaringan listrik, perhitungan dilakukan dengan cakupan temporal penuh dari database radiasi matahari yang dipilih. Hasil perhitungan terdiri dari nilai rata-rata bulanan keluaran energi sistem PV untuk pengisian daya baterai saat mencapai keadaan penuh atau kosong.

Data Perhitungan PVGIS digunakan untuk menentukan kapasitas PV sebagai infrastruktur pengisian daya mobil listrik (stasiun pengisian daya) yang ditempatkan dikawasan perkantoran Kabupaten Muaro Jambi (kantor DPRD Muaro Jambi), adapun gambar 4 dibawah merupakan jarak tempuh adopsi mobil listrik. Pada penelitian ini di asumsikan 1 unit stasiun pengisian daya untuk 1 unit mobil listrik untuk satu kali perjalanan.



Gambar 5. Jarak Tempuh Mobil Listrik

2.1 Parameter Data

Parameter data pada penelitian ini adalah parameter stasiun pengisian daya dan adopsi mobil listrik dimana masing-masing data didapat dari spesifikasi produk yang terdapat di pasaran.

Tabel 1. Parameter Data

Stasiun Pengisian Daya		Adopsi Mobil Listrik	
Daya puncak PV terpasang (Wp)	3000	Kapasitas Baterai (kWh)	17,3
Kapasitas Baterai (Wh)	5760	Jarak Tempuh (Km)	311,4
Batas batas pembuangan (%)	20	Jarak tempuh per hari (Km)	70

$$\text{Konsumsi per hari (Wh)} = \frac{\text{Jarak tempuh per hari}}{\text{Jarak tempuh}} \times \text{Kapasitas Baterai} \quad (1)$$

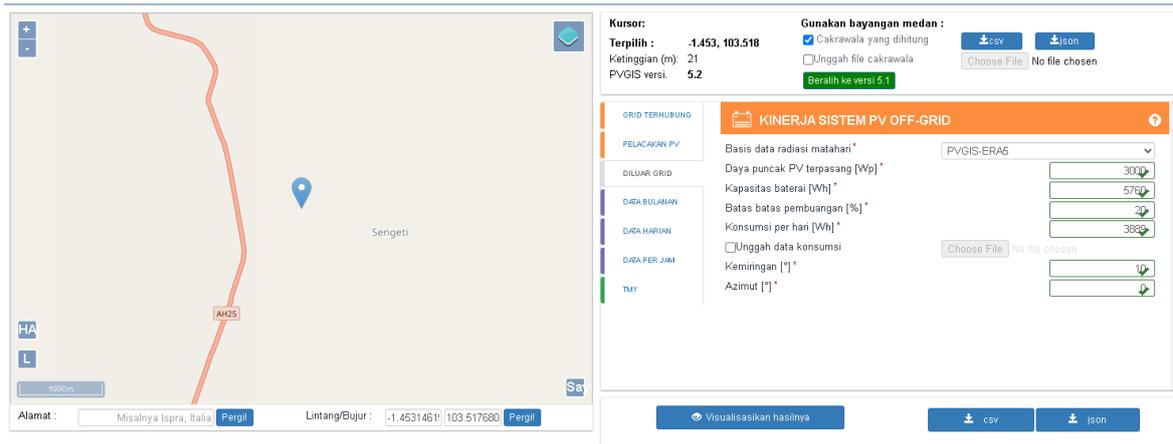
$$\text{Konsumsi per hari (Wh)} = \frac{70 \text{ Km}}{311,4 \text{ Km}} \times 17.300 \text{ Wh} = 3889 \quad (2)$$

Kemudian untuk mendapatkan produksi energi sistem PV yang optimal maka posisi diatur dengan kemiringan 10^0 dan azimuth 0^0 .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa pada penelitian ini Photovoltaic (PV) dipasang offgrid (tidak terhubung jaringan listrik PLN) yang bertujuan untuk mengoptimalkan pemanfaatan produksi energi sistem PV sebagai sumber energi pengisian daya mobil listrik. Untuk mengetahui potensi energi sistem PV (energi matahari) yang berlokasi di DPRD Muaro Jambi melalui aplikasi web PVGIS. maka koordinat lintang dan koordinat bujur di input (-1.453, 103.517).

Adapun data koordinat lintang dan koordinat bujur diakses melalui google Map. Gambar 6 dibawah memperlihatkan input data pada aplikasi web PVGIS, adapun nilai parameter telah dibahas sebelumnya.



Gambar 6. Input Data PVGIS

3.1 Hasil Perhitungan Aplikasi Web PVGIS

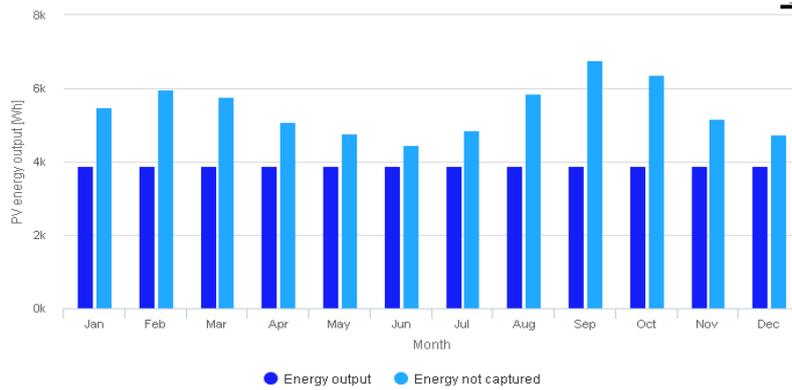
PVGIS menghitung produksi energi PV off-grid dengan memperhitungkan radiasi matahari setiap jam selama beberapa tahun. Keluaran PV off-grid terdiri dari nilai statistik tahunan dan grafik nilai kinerja sistem bulanan, yaitu rata-rata keluaran energi bulanan serta rata-rata harian energi tidak ditangkap karena baterai sudah penuh, Statistik bulanan tentang seberapa sering baterai penuh atau kosong sepanjang hari dan Histogram statistik pengisian daya baterai.

Masukan yang diberikan :	
Lokasi [Lintang/Bujur] :	-1.453.103.518
Cakrawala :	Dihitung
Basis data yang digunakan :	PVGIS-ERA5
PV terpasang [Wp]:	3000
Kapasitas baterai [Wh]:	5760
Batas batas pembuangan [%]:	20
Konsumsi per hari [Wh]:	3889
Sudut kemiringan [°]:	10
Sudut azimuth [°]:	0
Keluaran simulasi :	
Persentase hari dengan baterai penuh [%]:	98,65
Persentase hari dengan baterai kosong [%]:	0,15
Energi rata-rata tidak ditangkap [Wh]:	5512,2
Energi rata-rata yang hilang [Wh]:	252,64

Gambar 7. Hasil Perhitungan PVGIS

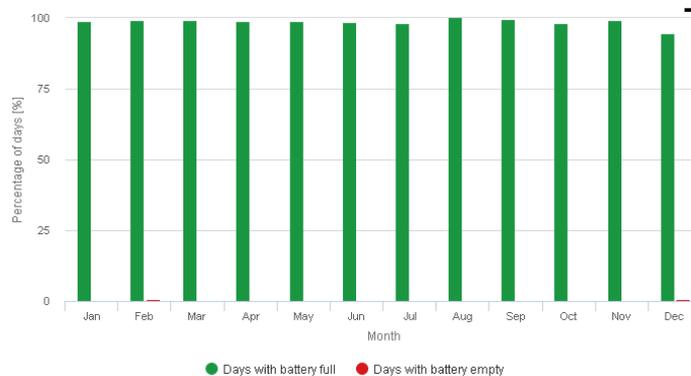
Hasil perhitungan PVGIS dari Gambar 7 di atas diperoleh persentasi baterai tersisi penuh per hari sebesar 98,65% dengan baterai kosong 0,15% kemudian energi rata-rata perhari tidak ditangkap sebesar 5512,2 Wh.

Energi rata-rata per hari yang hilang adalah 252,26 Wh, Jika ukuran baterai pada stasiun pengisian daya diperbesar dan sistem lainnya tetap sama, rata-rata energi yang hilang akan berkurang karena baterai dapat menyimpan lebih banyak energi yang dapat digunakan untuk beban (baterai mobil listrik).



Gambar 8. Perkiraan Produksi Listrik untuk Sistem PV off-grid

Energi Rata-rata yang tidak ditangkap per hari adalah energi yang dihasilkan sistem PV yang hilang karena beban (baterai kendaraan listrik) lebih kecil dari produksi PV. Energi ini tidak dapat disimpan dalam baterai, atau jika disimpan tidak dapat digunakan oleh beban karena sudah terlindung.



Gambar 9. Performa Baterai Sistem PV off-grid

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa stasiun pengisian daya yang berlokasi di DPRD Muaro Jambi mempunyai potensi sebagai infrastruktur pengisian daya mobil listrik dan memungkinkan untuk 2 unit mobil listrik spesifikasi yang sama, dikarenakan terdapat energi rata-rata perhari tidak ditangkap sebesar 5512,2 Wh. Semakin besar ukuran baterai pada infrastruktur stasiun pengisian daya mobil listrik, maka semakin banyak energi PV yang dapat disimpan dan digunakan untuk beban (baterai kendaraan listrik).

kendaraan listrik adalah transportasi masa depan ramah lingkungan, dari hasil penelitian ini diharapkan adanya dorongan dari pemerintahan daerah khususnya provinsi jambi untuk dapat mengadopsi kendaraan/mobil listrik

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. F. Tie and C. W. Tan, "A review of energy sources and energy management system in electric vehicles," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 20, pp. 82–102, 2013, doi: 10.1016/j.rser.2012.11.077.
- [2] IEA, "Global Energy Review : CO2 Emissions in 2021 Global emissions rebound sharply to highest ever level INTERNATIONAL ENERGY," 2021.
- [3] T. N. . e. al Eric Hannon, "The zero carbon car," *McKinsey Sustainability*, 2020. <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/the-zero-carbon-car-abating-material-emissions-is-next-on-the-agenda>

- [4] P. A. Owusu and S. Asumadu-Sarkodie, "A review of renewable energy sources, sustainability issues and climate change mitigation," *Cogent Eng.*, vol. 3, no. 1, 2016, doi: 10.1080/23311916.2016.1167990.
- [5] DEN, "Neraca Energi Nasional 2021," 2020.
- [6] A. Mohammad, R. Zamora, and T. T. Lie, "Integration of electric vehicles in the distribution network: A review of PV based electric vehicle modelling," *Energies*, vol. 13, no. 17, 2020, doi: 10.3390/en13174541.
- [7] E. Apostolaki-Iosifidou, P. Codani, and W. Kempton, "Measurement of power loss during electric vehicle charging and discharging," *Energy*, vol. 127, pp. 730–742, 2017, doi: 10.1016/j.energy.2017.03.015.
- [8] IEA, "Global Supply Chains of EV Batteries," 2022. [Online]. Available: www.iea.org/t&c/
- [9] A. Mahmoudzadeh Andwari, A. Pesiridis, S. Rajoo, R. Martinez-Botas, and V. Esfahanian, "A review of Battery Electric Vehicle technology and readiness levels," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 78, no. October 2015, pp. 414–430, 2017, doi: 10.1016/j.rser.2017.03.138.
- [10] W. Vermeer, G. R. C. Mouli, and P. Bauer, "Real-time building smart charging system based on PV forecast and Li-Ion battery degradation," *Energies*, vol. 13, no. 13, pp. 95–120, 2020, doi: 10.3390/en13133415.
- [11] et al Harald Bauer, "unlocking opportunities from industrial electrification," *McKinsey&Company*, 2022. <https://www.mckinsey.com/industries/advanced-electronics/our-insights/unlocking-opportunities-from-industrial-electrification>
- [12] S. Ghazali, R. Putra, and H. Putra, "Online monitoring of grid connected residential photovoltaic system using zigbee and web server," *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 7, no. 3, pp. 668–675, 2017, doi: 10.11591/ijeecs.v7.i3.pp668-675.
- [13] B. P. Statistik, "Tekanan Udara dan Penyinaran Matahari di Stasiun Pengamatan BMKG, 2011-2015," *BPS*, 2017. <https://www.bps.go.id/statictable/2017/02/09/1962/tekanan-udara-dan-penyinaran-matahari-di-stasiun-pengamatan-bmkg-2011-2015.html> (accessed Sep. 07, 2022).
- [14] A. M. ALzahrani and M. A. Zohdy, "Real-Time Performance Assessment of Operating Photovoltaic (PV) Systems," *Energy Power Eng.*, vol. 12, no. 06, pp. 339–347, 2020, doi: 10.4236/epe.2020.126020.
- [15] European Commission, "Photovoltaic Geographical Information System," *European Commission*, 2022. https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/ (accessed Feb. 14, 2023).