

PERANCANGAN *ENERGY MANAGEMENT SYSTEM* PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ATAP *ON GRID*

Sobri Khausan Al Muis¹, Deria Pravitasari², Hery Teguh Setiawan³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro FT UNTIDAR

Jl. Kapten S. Parman No. 39 Magelang 56116 INDONESIA

sobri.khausan.al.muis@students.untidar.ac.id¹, deria.pravitasari@untidar.ac.id², heryteguhsetiawan@untidar.ac.id³

Intisari— *Energy management system* (EMS) menjadi semakin populer di sektor industri dan komersial sebagai perangkat untuk mengukur dan memantau konsumsi energi, serta memberikan umpan balik bagi penggunaan energi yang lebih efisien. Merancang *energy management system* pada PLTS *on grid* yang dapat mengoptimalkan penggunaan energi surya dan penjadwalan *energy management system* yang disesuaikan dengan letak geografis dan cuaca di Kota Magelang yang disandingkan dengan *generator set*. Metode penelitian yang digunakan dalam proses perancangan *energy management system* yaitu observasi lokasi, mencari nilai potensi pembangkitan 12 bulan, menentukan skenario daya, fungsi biaya, melakukan perhitungan optimasi nilai optimal pembangkitan, menentukan nilai *incremental cost*, menentukan *economic operation point* dan skenario yang merupakan *energy management system*. Skenario pemakaian daya dalam kilowatt berada pada kisaran angka 200 sampai 220 dengan penjadwalan pembangkit yaitu *generator set* dan PLTS. Dengan perhitungan *economic dispatch* diperoleh nilai penjadwalan pembangkitan *microgrid* dengan nilai tertinggi PLTS berada pada bulan Februari yaitu 0,19 kW dan terendah pada bulan Agustus, September dan Oktober yaitu 0,13 kW. Nilai optimal pembangkitan tiap bulannya berbeda-beda sesuai dengan inputan parameter PLTS dan daya yang dibutuhkan.

Keywords— *energy management system, solar panel, generator set*

I. PENDAHULUAN

Energy management system (EMS) telah menjadi semakin populer di sektor industri dan komersial sebagai alat untuk mengukur dan memantau konsumsi energi, serta memberikan umpan balik bagi penggunaan energi yang lebih efisien. *Energy management system* (EMS) memungkinkan perusahaan untuk mengoptimalkan penggunaan energi dan mengurangi biaya operasional sambil meminimalkan dampak lingkungan. Banyak perusahaan telah mengadopsi *Energy management system* (EMS) sebagai bagian dari strategi bisnis mereka, dan beberapa negara seperti Amerika Serikat, Jepang, dan Inggris telah memberikan insentif dan program dukungan untuk mendorong penggunaannya.

Penelitian mengenai *energy management system* didapatkan bahwa manajemen energi yang optimal untuk daya hibrida fotovoltaik - baterai yang terhubung ke jaringan sistem[1].

Penelitian *energy management system* dapat secara efektif mengoordinasikan pembagian energi di antara semua sumber daya energi yang tersedia, dan memasok beban secara ekonomis dalam semua kondisi untuk pengoperasian sistem tenaga yang andal, aman, dan efisien[2].

Penelitian di Swedia membuat program optimasi menemukan strategi optimal yang sama di semua skenario untuk langkah prediksi pertama pada setiap waktu sampel, yang, jika ada, menghasilkan strategi optimal yang sebenarnya dengan keyakinan yang lebih besar[3].

Penelitian mengenai *energy management system* didapatkan bahwa smart home renewable energy management (SHREM) telah diusulkan, dan sistem ini memberikan efisiensi tinggi dan panel surya berkualitas tinggi untuk pembangkit listrik[4].

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu, peneliti beranggapan bahwa instalasi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) mengalami peningkatan yang signifikan, namun hanya sedikit penelitian yang membahas mengenai *energy management system* pada pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) di Indonesia khususnya di Kota Magelang. Sepengetahuan peneliti belum ada penelitian tentang *solar panel energy management system* pada pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) di daerah sekitar tempat penelitian. Merancang *energy management system* pada PLTS *on grid* yang dapat mengoptimalkan penggunaan energi surya dan penjadwalan *energy management system* energi dipakai yang disesuaikan dengan letak geografis dan cuaca di Kota Magelang yang disandingkan dengan *generator set*. Data perancangan akan berguna untuk penelitian selanjutnya berupa meningkatkan performa dan efisiensi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS).

II. METODE

1. Alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu laptop, *software helioscope*, hasil EMS PLTS *on grid*, dan data harga komponen.

2. Prosedur

Metode penelitian yang digunakan dalam proses perancangan *energy management system* yaitu observasi lokasi, mencari nilai potensi pembangkitan 12 bulan, menentukan skenario daya, fungsi biaya, melakukan perhitungan optimasi nilai optimal pembangkitan, menentukan nilai *incremental cost*, menentukan *economic operation point* dan skenario yang merupakan *energy management system*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

1. Skenario kebutuhan daya

Skenario daya yang dibutuhkan selama 12 bulan berkisar antara 200 kW sampai 220 kW. Hal ini merupakan skenario daya yang digunakan dalam beban perhitungan untuk nilai optimasi pembangkitan. Nilai beban daya dibuat dalam satuan kilowatt yang berguna untuk beban per bulan dalam perhitungan lamda. Skenario daya ditunjukkan dalam table 1

.Tabel 1. Skenario daya

Bulan	Daya (kW)
Januari	200
Februari	210
Maret	212
April	214
Mei	216
Juni	220
Juli	200
Agustus	205
September	210
Oktober	215
November	218
Desember	220

2. Sampel data sekunder generator set

Dalam sistem tenaga listrik yang praktis, kita dapat dengan mudah mendapatkan data statistik bahan bakar dan data statistik daya keluaran. Melalui analisis dan penghitungan beberapa set data (Fk, Pk), kita dapat menentukan bentuk

karakteristik masukan-keluaran dan parameter-parameter yang sesuai. Misalnya, jika kurva kuadratik adalah yang paling cocok berdasarkan data statistik, kita dapat menggunakan metode kuadrat terkecil untuk menghitung parameter-parameter tersebut. Misalkan (Fk, Pk) diperoleh dari data statistik, di mana $k = 1, 2, \dots, n$, dan kurva bahan bakar adalah fungsi kuadrat. Sampel data unit generator ditunjukkan dalam table 2.

Tabel 2 empat sampel data unit generator

Sample data	$k = 1$	$k = 2$	$k = 3$	$k = 4$
Unit consume fuel (gal/kW.h)	0,1625	0,2057	0,25	0,2542
Power output (kW)	184	192	200	212
Consume fuel (gal/h)	29,9	39,5	50,0	53,9

3. Sampel data sekunder panel surya 450 Wp

Panel surya yang digunakan yaitu merk Ica Solar dengan kapasitas 450 Wp jenis *monocrystalline* dengan datasheet ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3 sampel data panel surya

Parameter	Efisiensi (η)	Panjang (p)	Lebar (l)	Luas panel (S)
Nilai	20,37 %	2,108 m	1,048 m	2,209184 m ²

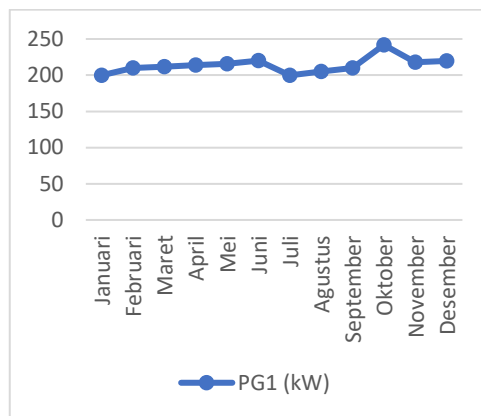
4. Skenario generator set dan PLTS

Skenario suplai daya yang diperoleh dari perhitungan *incremental cost* untuk PG1 yaitu generator set dan PG2 yaitu PLTS, berikut skenarionya dalam tabel 4

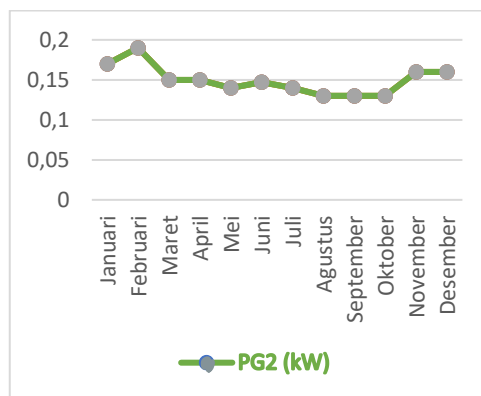
Tabel 4 skenario generator set dan PLTS

Bulan	$\lambda_1 = dF_1/dP_{G1}$	$\lambda_2 = aP_{G2}$
Januari	$0,00034P_{G1} + 0,12079$	$1,16P_{G2}$
Februari	$0,00034P_{G1} + 0,12079$	$1,05P_{G2}$
Maret	$0,00034P_{G1} + 0,12079$	$1,24P_{G2}$
April	$0,00034P_{G1} + 0,12079$	$1,26P_{G2}$
Mei	$0,00034P_{G1} + 0,12079$	$1,4P_{G2}$
Juni	$0,00034P_{G1} + 0,12079$	$1,34P_{G2}$
Juli	$0,00034P_{G1} + 0,12079$	$1,34P_{G2}$
Agustus	$0,00034P_{G1} + 0,12079$	$1,45P_{G2}$
September	$0,00034P_{G1} + 0,12079$	$1,47P_{G2}$
Oktober	$0,00034P_{G1} + 0,12079$	$1,46P_{G2}$
November	$0,00034P_{G1} + 0,12079$	$1,15P_{G2}$
Desember	$0,00034P_{G1} + 0,12079$	$1,20P_{G2}$

Incremental cost (lamda) satu sama dengan lamda dua, sehingga nilai lamda untuk generator sama dengan nilai lamda untuk PLTS. Nilai *economic operation point* daya generator ditambah daya PLTS sama dengan beban daya, sehingga menggunakan aturan *cramer* untuk bulan Januari sampai Desember diperoleh nilai *economic operation point* daya generator dan PLTS yang digunakan untuk mensuplai beban, penjadwalan pembangkitan ditunjukkan pada grafik 1 dan 2.



Grafik 1. Penjadwalan pembangkit generator set



Grafik 2. Penjadwalan pembangkit PLTS

2. Pembahasan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Arfa dkk., (2023) mensimulasikan *energy management system* di Matlab Simulink, hasil yang diperoleh mengkonfirmasi studi terapan dan efektivitas manajemen energi yang digunakan untuk lebih mengoptimalkan penggunaan energi terbarukan tanpa kehilangan aspek kenyamanan yang diinginkan. Sesuai dengan hasil perhitungan yang dibuat diperoleh yaitu bahwa dengan adanya *energy management system* menjadi lebih stabil dan dapat dikontrol sumber daya, baik itu dari panel surya maupun *generator set* dan diperoleh penjadwalan pembangkitan untuk 12 bulan dengan bauran PLTS tertinggi pada bulan Februari dan terendah pada bulan Agustus. Hal ini juga sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Ankaiah dkk., (2022) didapatkan hasil bahwa EMS yang dilakukan dengan model matematis dan simulasi Matlab Simulink membantu memonitor sistem daya, mengontrol operasi jaringan listrik dan membangun operasi yang lancar bahkan dengan generasi terbarukan. EMS memungkinkan visibilitas yang lebih jelas tindakan penghematan energi, dan pemahaman yang baik tentang pasokan dan permintaan energi yang dapat diprediksi. Hasil simulasi juga menunjukkan bahwa dengan EMS baik itu daya keluaran, tegangan, dan arus bisa dimonitoring.

IV. PENUTUP

Simulasi *microgrid* berupa pembangkit listrik yang bersumber dari generator set dan PLTS untuk mensuplai daya tiap bulan dengan *generator set* 250 kVA dan PLTS 0,9 kWp diperoleh penjadwalan pembangkitan yang optimal untuk mensuplai daya dalam 12 bulan dengan daya terbesar pada bulan Juni dan Desember sebesar 220 kW dan terkecil pada bulan Januari dan Juli sebesar 200 kW. Dengan perhitungan *economic dispatch* diperoleh nilai penjadwalan pembangkitan *microgrid* dengan nilai tertinggi PLTS berada pada bulan Februari yaitu 0,19 kW dan terendah pada bulan Agustus, September dan Oktober yaitu 0,13 kW. Nilai optimal pembangkitan tiap bulannya berbeda-beda sesuai dengan inputan parameter PLTS dan daya yang dibutuhkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing dan pihak yang telah membantu peneliti di Universitas Tidar.

REFERENSI

- [1] Ankaiah, B., Charan Vishnu, C., Oommen, S., Ananda, M. H., Kumar, M., & Rajini, H. (2022). Modelling Of Smart Energy Management System For Solar Microgrid Using MATLAB/SIMULINK. 2022 IEEE 3rd Global Conference for Advancement in Technology, GCAT 2022. <https://doi.org/10.1109/GCAT55367.2022.9971965>
- [2] Arfa, S., Ammar, M. ben, Zdiri, M. A., & Abdallah, H. H. (2023). Off-Grid House Energy Management System Powered by Photovoltaic Energy. 482–486. <https://doi.org/10.1109/sta56120.2022.10019243>
- [3] Milosavljević, D. D., Pavlović, T. M., & Piršl, D. S. (2015). Performance analysis of A grid-connected solar PV plant in Niš, republic of Serbia. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 44, pp. 423–435). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.12.031>
- [4] Palacios R., L. Guasch, J. Sanz, and L. Rouco, "Energy management system for a grid-connected microgrid based on PV generation and storage," *Renewable Energy*, vol. 111, pp. 575-585, 2017.
- [5] Phonphan, N., & Khamphakdi, P. (2020). Home Energy management system Based on the Photovoltaic-Battery Hybrid Power System. *Proceedings of the 2020 International Conference on Power, Energy and Innovations, ICPEI 2020*, 213–216. <https://doi.org/10.1109/ICPEI49860.2020.9431560>
- [6] Rathor, S. K., & Saxena, D. (2020). Energy management system for smart grid: An overview and key issues. In *International Journal of Energy Research* (Vol. 44, Issue 6, pp. 4067–4109). John Wiley and Sons Ltd. <https://doi.org/10.1002/er.4883>
- [7] van der Meer, D., Wang, G. C., & Munkhammar, J. (2021). An alternative optimal strategy for stochastic model predictive control of a residential battery energy management system with solar photovoltaic. *Applied Energy*, 283. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.116289>
- [8] Zhen, Y., Maragatham, T., & Mahapatra, R. P. (2021). Design and implementation of smart home energy management systems using green energy. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(18). <https://doi.org/10.1007/s12517-021-08206-9>