SEMINAR NASIONAL HASIL PENELITIAN DAN PENGABDIAN 2026 UNIVERSITAS LAMPUNG

Ubaidah, Lukmanul Hakim, Fahrur Riza Priyana, Nanda Hanyfa Maulida, Zulmiftah Huda, Agita Rahmawati, Muhammad Alif Raihan, Aries Bay Harkat, Wisnu David Prasetyo
Fakultas Teknik, Universitas Lampung
Email: Ubaidah@eng.unila.ac.id

01 PENDAHULUAN

Latar Belakang



Bencana dapat mengganggu pasokan listrik.

Fasilitas darurat tetap membutuhkan energi untuk layanan kritis.

Compact Hybrid Mobile Microgrid (Hybrid-MMG)



Penelitian ini mengembangkan Hybrid-MMG yang mengintegrasikan PV, baterai $LiFePO_4$, inverter, dan genset dalam satu sistem bergerak.

Fokus Validasi Utama



- Pos Kesehatan (Tier 1)
- Kebutuhan energi 2.020 Wh/hari
- Daya puncak 480 W

Sebagai beban kritis yang menjadi dasar optimasi dan simulasi 72 jam.

Masalah

1. Bagaimana menentukan konfigurasi **PV–baterai–inverter–genset** yang sesuai untuk beban kritis Pos Kesehatan?
2. Apakah konfigurasi tersebut mampu memenuhi kebutuhan energi selama **72 jam?**
3. Bagaimana kinerja sistem ditinjau dari **energi tak terlayani, SOC, kontribusi PV, operasi genset**, dan **konsumsi BBM**?

Tujuan

1. Menentukan kebutuhan energi beban kritis Pos Kesehatan sebesar **2.020 Wh/hari.**
2. Menentukan konfigurasi utama Hybrid-MMG menggunakan **PSO.**
3. Menguji konfigurasi melalui **simulasi 72 jam.**
4. Mengevaluasi **LPSP, SOC minimum, energi PV, energi genset**, dan **konsumsi BBM.**

02 METODOLOGI

1. **Inventarisasi Fasilitas dan Beban** — Mengumpulkan data peralatan, daya, durasi, dan frekuensi penggunaan.
2. **Penyusunan Load Schedule** — Menyusun profil beban secara hourly selama 24 jam.
3. **Perhitungan Kebutuhan Energi** — Menghitung energi harian, energi desain, dan daya puncak.
4. **Katalog Komponen (Berdasarkan Datasheet)** — Menyusun katalog komponen dan menentukan kandidat serta batas teknis.
5. **Optimasi Konfigurasi (PSO)** — Mengoptimasi konfigurasi Hybrid-MMG menggunakan Particle Swarm Optimization (PSO).
6. **Simulasi Neraca Energi 72 Jam** — Mensimulasikan neraca energi secara hourly selama 72 jam.
7. **Evaluasi Kinerja Sistem** — Mengevaluasi kinerja sistem berdasarkan LPSP, SOC minimum, renewable fraction (RF), energi genset, dan konsumsi BBM.

03 HASIL

Kebutuhan Energi dan Daya Puncak

6.139 Wh/hari — Total beban empat fasilitas

±1.792 W — Daya puncak konservatif (empat fasilitas)

Fasilitas	Energi/hari (Wh)	Daya puncak (W)	Fungsi
Pos Kesehatan	**2.020**	**480**	Tier 1; beban simulasi satu modul
Posko Komando	1.354	390	Inventaris / multi-unit
Dapur Umum	965	670	Inventaris / multi-unit
Tenda Pengungsi	1.800	252	Inventaris / multi-unit
Total	**6.139**	**±1.792**	Seluruh fasilitas

Rincian Beban Pos Kesehatan (Tier 1)

Peralatan	Energi/hari (Wh)
Penerangan umum	480
Lampu pemeriksaan	180
Kulkas vaksin	480
Oxygen concentrator	600
Nebulizer/suction	100
Charging medis/HT	180
Total	**2.020 Wh/hari**

Margin Sizing

$E_design = 2.020 \times 1{,}20 = \mathbf{2.424\ Wh/hari}$

Nilai 2.424 Wh/hari adalah allowance sizing. Simulasi final menggunakan demand aktual 2.020 Wh/hari.

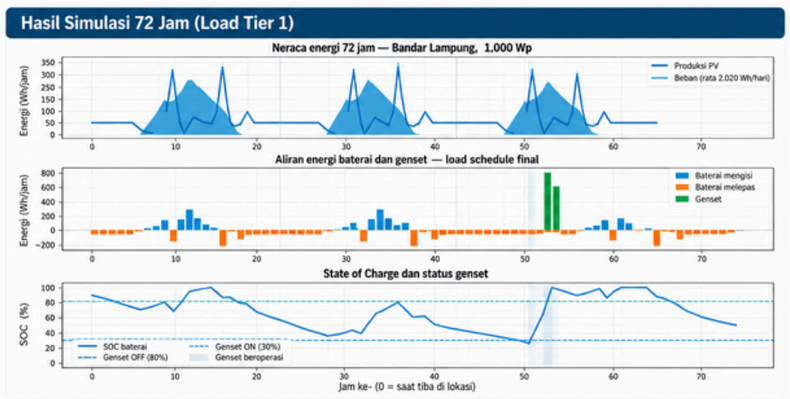
Spesifikasi Konfigurasi Sistem Target

Komponen	Spesifikasi
PV	1.000 Wp
Baterai	LiFePO4 8S1P 25,6 V, 1,8432 kWh
Inverter	24/800 VA (~650 W)
Genset	0,9 kVA

Spesifikasi Single-Box (Rancangan)

Parameter	Nilai
Dimensi (P × L × T)	61,3 × 47,2 × 57,0 cm
Berat	~85,5 kg
Volume	~164,9 L
Efisiensi pengisian ruang	~65,1%

Hasil Simulasi 72 Jam (Load Tier 1)



Ringkasan Hasil Simulasi dan Optimasi

Energi beban 72 jam	6,06 kWh
Produksi PV (72 jam)	~5,31 kWh
Energi genset (72 jam)	~1,56 kWh
Unmet energy	0 kWh
SOC minimum	31,4%
Operasi genset	2 jam
Konsumsi BBM	~0,86 L
PSO Objective	~0,961 → ~0,530 stabil sekitar iterasi ke-17
Benchmark optimasi	PSO/GA/GWO (best): 0,530440 Random Search: 0,573051

04 PEMBAHASAN

- Hasil optimasi menunjukkan bahwa konfigurasi utama dapat diterjemahkan menjadi satu modul fisik. Pada skenario simulasi Tier 1, tidak terdapat energi tak terlayani dan SOC minimum tetap 31,4%, sehingga konfigurasi mampu mempertahankan beban kritis selama horizon 72 jam yang dimodelkan.
- Baterai 1,8432 kWh tidak diposisikan sebagai sumber tunggal selama satu hari penuh, melainkan sebagai buffer dalam sistem hybrid. PV menjadi sumber utama dan genset berfungsi sebagai cadangan ketika kondisi energi tidak mencukupi.
- Cakupan seluruh fasilitas tidak boleh disimpulkan sebagai telah tervalidasi oleh satu modul. Total kebutuhan 6.139 Wh/hari dan daya puncak sekitar 1.792 W menunjukkan kebutuhan arsitektur multi-unit. Simulasi multi-unit hourly masih diperlukan untuk validasi keseluruhan camp.
- Benchmark menunjukkan PSO, GA, dan GWO mencapai nilai terbaik yang sama dalam data yang tersedia. Karena perbedaan antarmetaheuristik tersebut tidak signifikan secara statistik, PSO dipertahankan sebagai algoritma utama atas dasar kinerja yang setara dan konsistensi, bukan klaim superioritas statistik.

05 KESIMPULAN

- Penelitian menghasilkan rancangan konfigurasi utama satu Compact Hybrid Mobile Microgrid untuk layanan kritis Tier 1. Konfigurasi terdiri atas PV 1.000 Wp, baterai LiFePO4 1,8432 kWh, inverter sekitar 650 W, dan genset 0,9 kVA.
- Audit simulasi 72 jam menggunakan beban Pos Kesehatan 2.020 Wh/hari menghasilkan 0 kWh energi tak terlayani, SOC minimum 31,4%, energi PV sekitar 5,31 kWh, energi genset sekitar 1,56 kWh, dan konsumsi BBM sekitar 0,86 L. Hasil ini adalah hasil simulasi, bukan pengukuran prototipe.
- Desain single-box berukuran sekitar 61,3 × 47,2 × 57,0 cm dengan massa sekitar 85,5 kg. Untuk cakupan fasilitas yang lebih luas, penelitian mengarah pada arsitektur multi-unit dan memerlukan simulasi serta validasi lanjutan.

06 REFERENSI

- Ali, M., Vasquez, J. C., Guerrero, J. M., Guan, Y., & Bazmohammadi, N. (2024). Microgrid an Energy Solution for Remote Islanded Communities in Indonesia. 2024 IEEE 10th International Power Electronics and Motion Control Conference (IPEMC2024-ECCE Asia), 3799–3804. https://doi.org/10.1109/IPEMC-ECCEAsia60879.2024.10567531
- Che, L., Zhang, J., Farhoumandi, M., & Shahidehpour, M. (2025). Mobile Microgrids for Enhancing the Electricity Grid Resilience in Constrained Operations of Electricity and Transportation Networks. In J. Wang (Ed.), Power Grid Resilience: Theory and Applications (pp. 261–365). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-73978-1_7
- Ding, T., Mu, C., Ding, Y., Wang, S., Song, R., & Shahidehpour, M. (2026). Mobile Microgrids: Concepts, Key Technologies, Business Models, Applications and Prospects. In IET Smart Grid (Vol. 9, Number 1). John Wiley and Sons Inc. https://doi.org/10.1049/stg2.70069
- Ubaidah, Khairudin, & Gusmedi, H. (2017). Load Frequency Control (LFC) pada Mikrogrid Menggunakan Bulk Storage Battery. Teknosia, 3(2), 11–15.

08 UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Lampung yang telah mendanai penelitian ini serta pihak yang mendukung pelaksanaan penelitian.