

ANALISA TEKNIS HYBRID 200W 24H

Perhitungan Kapasitas Baterai Lithium dan Solar Panel untuk Sistem Operasi 24 Jam Non-Stop (Beban 200 Watt)

Tanggal: 25 Agustus 2026

Target Beban: 200 Watt (Operasional 24 Jam)

Jenis Baterai: Lithium (LiFePO4)

Lokasi Acuan: Indonesia (Rata-rata PSH 4.5 - 5 Jam)

1. Pendahuluan & Parameter Dasar

Analisa teknis ini disusun untuk menghitung kebutuhan kapasitas minimum baterai jenis Lithium (disarankan **LiFePO4 / Lithium Iron Phosphate** karena siklus hidup yang panjang, stabilitas termal yang tinggi, dan efisiensi tinggi) serta kebutuhan kapasitas panel surya (solar panel) agar peralatan elektronik dengan total konsumsi daya **200 Watt** dapat beroperasi secara penuh selama 24 jam sehari secara mandiri (off-grid).

Parameter Utama Beban:

- Daya Peralatan (P): 200 Watt
- Waktu Operasi: 24 Jam/hari
- Konsumsi Energi Harian (E_{load}): $200\text{ W} \times 24\text{ jam} = 4.800\text{ Wh/hari}$ (atau 4,8 kWh/hari)

2. Analisa Kebutuhan Kapasitas Baterai Lithium

Dalam perancangan sistem baterai, kita tidak boleh menggunakan 100% kapasitas total baterai (terutama untuk menjaga umur/lifespan baterai). Terdapat dua faktor penting yang harus diperhitungkan:

- Depth of Discharge (DoD):** Untuk baterai Lithium LiFePO4 yang berkualitas, DoD aman yang direkomendasikan adalah **80% (0,8)** hingga 90%. Kita gunakan 80% agar baterai awet hingga 4.000–6.000 siklus.
- Efisiensi Sistem Inverter & Kabel (η):** Efisiensi konversi daya rata-rata diasumsikan sekitar **85% - 90%** (menggunakan inverter DC-AC gelombang sinus murni atau langsung sistem DC jika peralatan mendukung). Kita gunakan efisiensi $\eta = 0,85$.

Rumus perhitungan kebutuhan kapasitas energi baterai total (E_{batt}):

$$E_{batt} = \frac{E_{load}}{DoD \times \eta_{system}} = \frac{4.800\text{ Wh}}{0,80 \times 0,85} = \frac{4.800}{0,68} \approx 7.058,82\text{ Wh}$$

Jika diasumsikan menggunakan standar tegangan sistem baterai **12V, 24V, atau 48V**:

- Dalam Ah (Ampere-hour) pada sistem 12V: $7.058,82\text{ Wh} / 12\text{ V} \approx \mathbf{588,2\text{ Ah}}$
- Dalam Ah pada sistem 24V: $7.058,82\text{ Wh} / 24\text{ V} \approx \mathbf{294,1\text{ Ah}}$

- Dalam Ah pada sistem 48V (Sangat Direkomendasikan untuk Efisiensi): $7.058,82 \text{ Wh} / 48 \text{ V}$
 $\text{pprox } \mathbf{147,1 \text{ Ah}}$

Rekomendasi Konfigurasi Baterai

Disarankan menggunakan sistem tegangan **48V** dengan kapasitas bank baterai Lithium (LiFePO4) minimal **150 Ah (48V)** atau setara dengan penyimpanan total $7,2 \text{ kWh}$. Konfigurasi 48V memperkecil arus kabel (amperage) sehingga mengurangi rugi-rugi panas (losses).

3. Analisa Kebutuhan Kapasitas Solar Panel (PLTS)

Solar panel harus mampu menyuplai energi harian untuk menghidupkan beban (200W selama 24 jam = 4.800 Wh) **sekaligus** mengisi ulang (charging) baterai yang terpakai di malam hari dengan memperhitungkan faktor rugi-rugi sistem (kabel, debu, temperatur, efisiensi MPPT charge controller, sekitar 75% - 80% atau faktor koreksi $1,25$).

Total Energi yang harus dibangkitkan oleh Solar Panel per hari (E_{solar}):

$$E_{\text{solar}} = \frac{E_{\text{load}}}{\eta_{\text{inverter}}} \text{ imes } \text{Faktor Koreksi} = \frac{4.800 \text{ Wh}}{0,85} \text{ imes } 1,25$$

$$\text{pprox } \mathbf{6.776,47 \text{ Wh/hari}}$$

Di wilayah Indonesia, rata-rata *Peak Sun Hours* (PSH) efektif adalah sekitar **4,5 jam hingga 5 jam per hari**.

$$\text{ext{Kapasitas Solar Panel (Wp)}} = \frac{E_{\text{solar}}}{\text{ext{PSH}}} = \frac{6.776,47 \text{ Wh}}{4,5 \text{ jam}} \text{ pprox } \mathbf{1.505,88 \text{ Wp}}$$

Dengan memperhitungkan kondisi cuaca mendung atau musim hujan (faktor cuaca buruk / *derating factor* sekitar 1,2 - 1,3), kapasitas panel surya minimal yang harus dipasang adalah:

$$\text{ext{Kapasitas Rekomendasi}} = 1.505,88 \text{ imes } 1,2 \text{ pprox } \mathbf{1.800 \text{ Wp hingga } 2.000 \text{ Wp}}$$

4. Ringkasan Rekomendasi Spesifikasi Sistem

Komponen Sistem	Spesifikasi Minimal / Optimal	Keterangan Teknis
Beban Total	200 Watt (24 Jam)	Total konsumsi energi = 4.800 Wh / hari.
Baterai Lithium (LiFePO4)	48V 150 Ah (Total ~7,2 kWh)	DoD 80%, Efisiensi 85%, aman untuk 24 jam operasi tanpa matahari.
Solar Panel (PV Array)	1.800 Wp – 2.000 Wp	Asumsi 4,5 PSH, mencakup kebutuhan beban harian + pengisian baterai.
Solar Charge Controller (SCC)	MPPT 60A - 80A (Voltase sistem 48V)	Tipe MPPT untuk efisiensi konversi daya optimal dari panel surya.
Inverter DC-AC (Jika diperlukan)	Pure Sine Wave 500W - 1000W (48V DC)	Kapasitas disesuaikan dengan lonjakan arus (surge) komponen elektronik.

5. Kesimpulan

Untuk menjalankan perangkat elektronik 200 Watt secara terus-menerus selama 24 jam (kebutuhan energi 4,8 kWh/hari), diperlukan **baterai Lithium LiFePO4 berkapasitas minimal 48V 150Ah (7,2 kWh)** agar memiliki cadangan energi yang aman dengan batas pengosongan (DoD) 80%. Serta dibutuhkan **array solar panel dengan kapasitas total 1.800 Wp - 2.000 Wp** yang dikombinasikan dengan MPPT Charge Controller berkualitas tinggi guna memastikan baterai terisi penuh kembali setiap hari dalam kondisi cuaca normal di Indonesia.