UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Manajemen Daya Baterai Lithium-ion dan Konsumsi Energi melalui Variasi Duty Cycle pada Sistem Pemantau Gas Metana Berbasis PLTS
Ferdy Alrahman Cahyatama, Dr. Fitri Puspasari, S.Si., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Sistem pemantauan gas metana merupakan instrumen keselamatan krusial untuk mencegah risiko ledakan dan keracunan di area terisolasi. Agar dapat beroperasi secara mandiri di wilayah tanpa jaringan listrik, sistem ini harus mengandalkan integrasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan baterai penyimpanan sebagai penyuplai daya utama. Dalam operasionalnya, keberlangsungan suplai energi menghadapi tantangan besar khususnya pada fase pengosongan baterai Lithium-ion selama 12 jam di malam hari. Untuk mengatasi keterbatasan energi tersebut, metode *duty cycle* diterapkan dengan mengatur periode aktif dan tidur pada mikrokontroler guna memangkas konsumsi daya tanpa menghilangkan fungsi monitoring. Hasil pengujian menunjukkan skenario 100% *continuous mode* dan 75% tidak layak karena mengonsumsi daya tinggi (2,383 Watt dan 2,289 Watt), sehingga memicu BMS *cut-off* dini akibat baterai terkuras total (DoD 10%) berturut-turut pada jam ke-6 dan jam ke-10. Sebaliknya, skenario 50% dan 25% berhasil mempertahankan kontinuitas daya hingga akhir pengujian (pukul 06:00 WIB). Melalui analisis kompromi, skenario 50% *duty cycle* ditetapkan sebagai konfigurasi paling optimal. Skenario ini menghasilkan efisiensi daya sebesar 20,3% (daya rata-rata 1,899 Watt dan arus 176,95 mA), serta terbukti andal menjaga kondisi baterai pada zona aman elektrokimia dengan DoD maksimum 55% (di bawah batas kritis 60%) sekaligus mempertahankan kerapatan sampling data yang responsif di lapangan.

Kata Kunci: *Duty cycle*, baterai lithium-Ion, manajemen daya, DoD (*Depth of Discharge*), efisiensi energi.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Manajemen Daya Baterai Lithium-ion dan Konsumsi Energi melalui Variasi Duty Cycle pada Sistem Pemantau Gas Metana Berbasis PLTS
Ferdy Alrahman Cahyatama, Dr. Fitri Puspasari, S.Si., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

A methane gas monitoring system is a crucial safety instrument to prevent the risks of explosion and poisoning in isolated areas. To operate autonomously in areas without a power grid, this system must rely on the integration of a Solar Power Plant (PLTS) and storage batteries as the primary power supply. In its operation, the sustainability of the energy supply faces a major challenge, particularly during the 12-hour Lithium-ion battery discharging phase at night. To overcome this energy limitation, a *duty cycle* method is applied by regulating the active and sleep periods of the microcontroller to reduce power consumption without compromising the monitoring function. The test results indicate that the 100% (*continuous mode*) and 75% scenarios are unfeasible due to high power consumption (2.383 Watts and 2.289 Watts), which triggers a premature BMS cut-off as the battery is fully depleted (DoD 100%) at the 6th and 10th hours, respectively. Conversely, the 50% and 25% scenarios successfully maintain power continuity until the end of the testing period (06:00 WIB). Through a trade-off analysis, the 50% duty cycle scenario is determined as the most optimal configuration. This scenario yields a power efficiency of 20,3% (average power of 1.899 Watts and current of 176.95 mA) and is proven reliable in keeping the battery conditions within the industrial electrochemical safe zone with a maximum DoD of 55% (below the critical limit of 60%), while simultaneously maintaining a responsive monitoring data sampling density in the field.

Keywords: *Duty cycle*, Lithium-ion battery, power management, DoD (*Depth of Discharge*), energy efficiency.