UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perencanaan Optimal Sistem <i>Microgrid<i> Hibrida berbasis PLTD, PLTS, dan BESS di Nusa Penida
Shofiya Rahma Kamila, Prof. Ir. Sarjiya, S.T., M.T., Ph.D., IPU. ; Ir. Roni Irnawan, , S.T., M.Sc., Ph.D., SMIEEE.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Sistem kelistrikan Nusa Penida saat ini masih didominasi oleh Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) yang menyebabkan tingginya biaya dan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan. Selain itu, Nusa Penida merupakan wilayah dengan sektor kependudukan dan pariwisata yang terus bertumbuh. Di sisi lain, Nusa Penida memiliki potensi energi surya yang tinggi dengan radiasi matahari rata-rata mencapai 5,51 kWh/m^2/hari pada tahun 2020-2024. Potensi energi tersebut sangat strategis untuk dimanfaatkan pada sistem microgrid hibrida. Dalam upaya mendukung target bauran EBT pada RUPTL 2025-2034, serta target *net zero emission* pada tahun 2060, penelitian ini melakukan simulasi sistem microgrid hibrida menggunakan perangkat lunak HOMER Pro. Sistem yang disimulasikan terdiri dari Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), serta *Battery Energy Storage System* (BESS) baik yang sudah tersedia di lapangan (*existing*) maupun tambahan komponen baru. Simulasi optimasi dilakukan berdasarkan parameter ekonomi dan teknis selama 25 tahun masa proyek dengan laju pertumbuhan beban sebesar 5,3%. Simulasi bertujuan untuk mencari konfigurasi sistem dengan nilai *net present cost* (NPC) terendah. Berdasarkan hasil simulasi, sistem microgrid hibrida optimal terdiri dari kombinasi PLTD baru dengan kapasitas 85.000 kW, PLTS baru dengan kapasitas 140.000 kW disertai dengan BESS berjumlah 155.000 sel baterai CATL 280 Ah. Konfigurasi tersebut menghasilkan nilai NPC sebesar Rp 9.846.000.000.000 dan nilai COE sebesar Rp 2.589/kWh. Sistem ini berhasil menekan emisi karbon hingga 69,43% terhadap sistem *base case* yang didominasi oleh PLTD. Kemudian dilakukan analisis sensitivitas pada tiga parameter yakni laju pertumbuhan beban listrik, degradasi panel surya, dan kenaikan harga bahan bakar diesel. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa meskipun dihadapkan pada parameter ketidakpastian, sistem microgrid hibrida tetap menunjukkan performa ekonomi dan lingkungan yang lebih baik dibandingkan dengan sistem *base case*.

Kata kunci : *Microgrid*, Nusa Penida, PLTS, PLTD, BESS, Analisis sensitivitas, HOMER Pro

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perencanaan Optimal Sistem <i>Microgrid<i> Hibrida berbasis PLTD, PLTS, dan BESS di Nusa Penida
Shofiya Rahma Kamila, Prof. Ir. Sarjiya, S.T., M.T., Ph.D., IPU. ; Ir. Roni Irnawan, , S.T., M.Sc., Ph.D., SMIEEE.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

The Nusa Penida electrical system is currently still dominated by Diesel Power Plants (PLTD), which results in high costs and emissions. In addition, Nusa Penida is an area with continuously growing population and tourism sectors. On the other hand, Nusa Penida has high solar energy potential with an average solar radiation reaching 5.51 kWh/m^2/day from 2020-2024. This energy potential is highly strategic to be integrated in a hybrid microgrid system. In an effort to support the renewable energy target in the RUPTL 2025-2034 document, as well as the net zero emission target by 2060, this study conducted a simulation of a hybrid microgrid system using HOMER Pro software. The simulated system consists of Diesel Power Plants (PLTD), Solar Power Plants (PLTS), and a Battery Energy Storage System (BESS), including both existing components and new additional components. The optimization simulation was carried out based on economic and technical parameters over a 25-year project lifetime with a load growth rate of 5.3%. The simulation aims to find the configuration with the lowest net present cost (NPC). Based on the simulation results, the optimal hybrid microgrid system consists of a combination of a new PLTD with a capacity of 85,000 kW, a new PLTS with a capacity of 140,000 kW, and a BESS with total of 155,000 cells of CATL 280 Ah batteries. This configuration yields an NPC of Rp 9,846,000,000,000 and a COE of Rp 2,589/kWh. This system successfully reduced carbon emissions by 69.43% compared to the PLTD-dominated base case. Furthermore, a sensitivity analysis was conducted on three parameters, which are electricity load growth rate, solar panel degradation, and the increase in diesel fuel prices. The analysis results indicate that despite facing uncertainty parameters, the hybrid microgrid system continues to demonstrate better economic and environmental performance compared to the base case.

Keywords : Microgrid, Nusa Penida, Diesel generator, Photovoltaic, BESS, Sensitivity analysis, HOMER Pro