

**Perancangan Sistem Suplai Energi Hibrid *Stand-Alone* Berkelanjutan untuk Wilayah Pulau-Pulau Kecil dan Terpencil di Indonesia
(Studi Kasus Desa Air Sena Kabupaten Kepulauan Anambas)**

Zul Kariman¹, Ahmad Agus Setiawan², Himawan Tri Bayu, M.P³

¹Minat Studi Teknologi untuk Pengembangan Berkelanjutan, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

³Department Teknik Fisika, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

²Department Teknik Kimia, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

Koresponden: zul.kariman@mail.ugm.ac.id

INTISARI

Desa Air Sena merupakan salah satu desa kecil dan terpencil, terletak di sebelah selatan Pulau Matak, Kabupaten Kepulauan Anambas, Provinsi Kepulauan Riau-Indonesia. Desa Air Sena memiliki tantangan besar dalam memenuhi kebutuhan permintaan energi listrik, dengan populasi 704 jiwa dan 202 rumah tangga. Sistem suplai kelistrikan di Desa Air Sena saat ini dipasok oleh Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) dengan bahan bakar solar kapasitas 2 x 140 kVA. Namun PLTD membebani masyarakat dengan biaya operasional yang tinggi, emisi gas rumah kaca, dan pencemaran lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk menyusun perancangan sistem suplai energi listrik yang berkelanjutan dengan mempertimbangkan kombinasi optimum dari beberapa teknologi pembangkit dan nilai sensitivitas. Perancangan dilakukan berdasarkan profil beban dan potensi energi lokal yang tersedia. Perangkat HOMER digunakan untuk merancang model dan simulasi, baik secara teknis, ekonomis dan lingkungan.

Berdasarkan hasil simulasi dan optimasi, dengan skenario harga bahan bakar USD 0,4 per liter, konfigurasi energi hibrid antara PLTD-PV-konverter-baterai merupakan pilihan yang paling layak dengan tingkat penetrasi energi terbarukan sebesar 24,7% dan nilai COE sebesar USD 0,1804/kWh. Sementara dengan skenario harga bahan bakar USD 0,7 per liter maka konfigurasi energi hibrid PLTD -PV-turbin angin-konverter-baterai merupakan pilihan yang paling optimum dengan tingkat penetrasi energi terbarukan sebesar 48% dan nilai COE sebesar USD 0,2259/kWh.

Kata kunci: hibrid, *stand-alone*, sistem energi berkelanjutan

Design of Sustainable Stand-Alone Hybrid Energy Supply System for Small and Remote Islands in Indonesia (The Case of Air Sena Village Kepulauan Anambas Regency)

Zul Kariman¹, Ahmad Agus Setiawan², Himawan Tri Bayu, M.P³

¹Department of Technology for Sustainable Development, Gadjah Mada University, Indonesia

³Department of Engineering Physics, Gadjah Mada University, Indonesia

²Department of Chemical Engineering, Gadjah Mada University, Indonesia

Correspondence: zul.kariman@mail.ugm.ac.id

ABSTRACT

Air Sena is a small and remote village located in southern of Matak Island, Kepulauan Anambas Regency, Riau Islands Province-Indonesia. The village is struggling to comply its electricity demand with 704 population and 202 households. Current energy demand in the village is supplied by diesel generator with capacity of 2 x 140 kVA. However, diesel generator burdens the society with high operational cost, green gas emission, and environmental quality degradation.

The study is aimed at designing a sustainable energy supply system in Air Sena by considering several optimal combinations of generation technologies and sensitivity values. The design was based on the load profile and the available local energy resources. The HOMER software was used to model and simulate the technical, economic and environmental aspects of the proposed system.

Based on the simulation and optimization results, with USD 0.4/L fuel price scenario, a hybrid PV-diesel generator-converter-battery is the most feasible option with 24.7% renewable energy penetration and COE at USD 0.1804/kWh. If the fuel price was USD 0.7/L, a PV-wind turbine-diesel generator-converter-battery would be an optimum option with 48% renewable energy penetration and COE at USD 0.2259/kWh.

Keywords: hybrid, stand-alone, sustainable energy system