

ABSTRAK

Limbah cair kelapa sawit (*Palm Oil Mill Effluent*/POME) mengandung bahan organik tinggi yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan melalui produksi biogas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis dampak variasi kapasitas pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) terhadap jumlah POME, estimasi produksi biogas, kapasitas energi listrik yang dihasilkan, serta kelayakan ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg) di Kecamatan Rantau, Kabupaten Aceh Tamiang. Pendekatan kuantitatif berbasis data operasional pabrik kelapa sawit diterapkan dalam studi ini, yang disertai pemodelan dan optimasi sistem Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg) menggunakan perangkat lunak HOMER Pro. Analisis ini mencakup empat skenario kapasitas, yaitu 15, 30, 45 dan 60 ton TBS/jam. Dari sudut pandang teknis, analisis ini berfokus pada kalkulasi jumlah POME, produksi biogas, dan konservasi energi listrik. Sementara itu, kelayakan aspek ekonomi diukur menggunakan *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR) dan *Payback Period* (PP). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas pengolahan PKS tidak selalu menghasilkan peningkatan energi listrik secara linier. Kapasitas 45 ton TBS/jam menghasilkan energi listrik tertinggi sebesar 2-3 MW atau kurang lebih sekitar 26,9 juta kWh/tahun, sedangkan kapasitas 60 ton TBS/jam, hanya menghasilkan daya listrik netto sekitar 1,9-2,0 MW akibat tingginya rugi-rugi sistem serta penurunan efisiensi konservasi energi. Analisis ekonomi menunjukkan bahwa kapasitas 30 ton TBS/jam menghasilkan NPV sebesar +3,33 juta USD dan IRR 15,8%, sedangkan kapasitas 45 ton TBS/jam memiliki *Payback Period* paling singkat, yaitu sekitar 3-4 tahun. Berdasarkan hasil *techno-economic assessment*, dapat disimpulkan bahwa pengoperasian PLTBg yang berbasis POME layak untuk dikembangkan, dengan rentang kapasitas optimal berada pada kisaran 30-45 ton TBS/jam. Selain itu, pemanfaatan POME sebagai sumber energi listrik juga berkontribusi positif pada lingkungan melalui reduksi emisi gas rumah kaca dan peningkatan pemanfaatan energi terbarukan.

Kata Kunci: POME, Biogas, PLTBg, Techno-Economic Assessment, HOMER Pro

ABSTRACT

Palm Oil Mill Effluent (POME) contains high levels of organic matter, offering potential as a renewable energy source through biogas production. This study aims to analyze how varying Fresh Fruit Bunch (FFB) processing capacities affect POME volume, estimated biogas production, generated electrical energy capacity, and the economic feasibility of a Biogas Power Plant (PLTBg) in Rantau District, Aceh Tamiang Regency. A quantitative approach based on palm oil mill operational data was employed, incorporating system modeling and optimization using HOMER Pro software. The analysis evaluated four capacity scenarios: 15, 30, 45, and 60 tons of FFB per hour. From a technical perspective, the study focused on calculating POME volume, biogas production, and electrical energy generation. Economic feasibility was assessed using Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), and Payback Period (PP). The results indicate that increasing the mill's processing capacity does not always result in a linear increase in electrical energy output. A capacity of 45 tons of FFB/hour yielded the highest electrical energy—approximately 2–3 MW (or roughly 26.9 million kWh/year)—whereas the 60 tons of FFB/hour capacity generated a net power output of only about 1.9–2.0 MW due to high system losses and reduced energy conversion efficiency. Economic analysis revealed that the 30 tons of FFB/hour capacity yielded an NPV of +USD 3.33 million and an IRR of 15.8%, while the 45 tons of FFB/hour capacity offered the shortest payback period of approximately 3–4 years. Based on the techno-economic assessment, it is concluded that developing a POME-based biogas power plant is feasible, with an optimal processing capacity range of 30–45 tons of FFB/hour. Furthermore, the utilization of POME as a source of electrical energy also contributes positively to the environment by reducing greenhouse gas emissions and increasing the use of renewable energy.

Keywords: POME, Biogas, Biogas Power Plant, Techno-Economic Assessment, HOMER Pro