

INTISARI

Ketergantungan pada bahan bakar fosil yang tidak ramah lingkungan menjadi masalah utama dalam penyediaan energi di banyak wilayah Indonesia. Pemanfaatan biomassa lokal yang melimpah seperti cangkang kelapa sawit, sekam padi, dan tongkol jagung menawarkan solusi energi alternatif yang berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis biaya pembangkit listrik dengan tiga jenis sumber tenaga biomassa, serta membandingkan struktur biaya PLTBm tersebut dengan PLTD dan sistem hibrida PLTBm-PLTD untuk menemukan konfigurasi pembangkit yang paling optimal. Metodologi penelitian dilakukan melalui simulasi dengan perangkat lunak HOMER Pro untuk memodelkan dan mengevaluasi tiga skenario pembangkit, yaitu skenario pembangkit biomassa, diesel, dan sistem hibrida. Setiap skenario dimodelkan dan dianalisis berdasarkan data teknis dan ekonomi yang relevan serta dengan kapasitas yang sama, 500kW.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa skenario PLTD memiliki investasi awal yang paling rendah sebesar Rp 6,5 miliar, tetapi menghasilkan LCOE tertinggi sebesar Rp 4.656/kWh dengan struktur biaya didominasi oleh bahan bakar. Sementara itu, skenario PLTBm memiliki biaya investasi yang lebih besar dari PLTD, sebesar Rp 16,3 miliar, namun menghasilkan LCOE terendah sebesar Rp 960/kWh untuk bahan bakar cangkang kelapa sawit, Rp 1.007/kWh untuk sekam padi, dan Rp 983/kWh untuk tongkol jagung. Pada skenario sistem hibrida PLTBm-PLTD terbukti menjadi solusi jalan tengah yang sangat menarik, karena mampu menurunkan LCOE secara signifikan sebesar Rp 1.857/kWh untuk bahan bakar cangkang kelapa sawit.

Dari penelitian dilakukan dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan biomassa sebagai bahan bakar pembangkit listrik memiliki prospek yang lebih baik, dibandingkan PLTD, baik dari sisi ekonomi maupun keberlanjutan lingkungan. Selain itu, meskipun PLTBm paling unggul secara ekonomi dalam jangka panjang, sistem hibrida menawarkan keseimbangan terbaik dalam hal penghematan biaya, keandalan operasional, dan kelangkaan investasi awal. Implikasi penelitian ini dapat menjadi dasar bagi para pengembang kebijakan untuk merancang strategi transisi energi dari energi fosil ke energi biomassa yang lebih ekonomis dan berkelanjutan.

Kata kunci : Struktur Biaya Pembangkit, Biomassa, Homer Pro, PLTBm, PLTD, Sistem Hibrida

ABSTRACT

The dependence on environmentally unfriendly fossil fuels has become a major challenge in energy supply across many regions of Indonesia. The utilization of abundant local biomass resources, such as palm kernel shells, rice husks, and corn cobs, offers a sustainable alternative energy solution. This study aims to analyze the generation costs of power plants using three types of biomass resources, as well as to compare the cost structures of biomass power plants (PLTBm) with diesel power plants (PLTD) and hybrid PLTBm–PLTD systems in order to determine the most optimal configuration. The research methodology was carried out through simulations using HOMER Pro software to model and evaluate three generation scenarios: pure biomass, pure diesel, and hybrid systems. Each scenario was modeled and analyzed based on relevant technical and economic data with the same installed capacity of 500 kW.

The results of this study show that the pure PLTD scenario requires the lowest initial investment of Rp 6.5 billion but results in the highest LCOE of Rp 4,656/kWh, with its cost structure largely dominated by fuel expenses. In contrast, the pure PLTBm scenario requires a higher investment of Rp 16.3 billion compared to PLTD but achieves the lowest LCOE, namely Rp 960/kWh for palm kernel shells, Rp 1,007/kWh for rice husks, and Rp 983/kWh for corn cobs. The hybrid PLTBm–PLTD system emerges as an attractive middle-ground solution, significantly reducing the LCOE to Rp 1,857/kWh for palm kernel shells.

From this research, it can be concluded that utilizing biomass as a power generation fuel offers better prospects than PLTD, both economically and environmentally. Furthermore, while pure PLTBm provides the greatest long-term economic advantage, the hybrid system offers the best balance in terms of cost savings, operational reliability, and initial investment feasibility. The implications of this study can serve as a foundation for policymakers in designing energy transition strategies from fossil fuels to more economical and sustainable biomass-based energy.

Keywords : *Structure Cost Power Plant, Biomass, Homer Pro, PLTBm, PLTD, Hybrid System*