

Analisis Sistem PLTU Berbahan Bakar Biomassa di PT. Beurata Subur Persada Kabupaten Nagan Raya

Andi Mulkan^{1*} dan Misswar Abd²

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Iskandar Muda
Banda Aceh

^{1*}andeend40@gmail.com; ²misswar@unida-aceh.ac.id

ABSTRAK

PT. Beurata Subur Persada (BSP) merupakan pabrik kelapa sawit yang mengolah tandan buah segar (TBS) menjadi Crude Palm Oil (CPO) dan memanfaatkan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) berbasis boiler untuk memenuhi kebutuhan energi listrik secara mandiri, tanpa mengandalkan pasokan dari PLN. Sistem ini menjadi bagian vital dalam proses produksi karena seluruh peralatan mekanis dan listrik dalam pabrik bergantung pada kontinuitas pasokan daya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sistem kerja PLTU di PT. BSP, khususnya dalam aspek efisiensi pembangkitan dan pemanfaatan energi termal dari pembakaran biomassa. Metode yang digunakan mencakup observasi langsung terhadap komponen utama pembangkit seperti boiler, turbin, pompa, dan generator. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kapasitas olahan 40 ton TBS per jam, boiler mampu menghasilkan uap sebesar 33,75 ton per jam. Uap jenuh ini digunakan untuk memutar turbin uap yang mampu menghasilkan daya sebesar 992,6 kW, cukup untuk menyuplai beban operasional pabrik yang berkisar di angka 1000 kW. Saat proses produksi tidak berlangsung, kebutuhan listrik domestik sebesar 250 kW dipenuhi oleh genset berbahan bakar solar dengan kapasitas 800 kW. Penggunaan bahan bakar alternatif berupa limbah biomassa, seperti cangkang dan serabut, terbukti efektif dalam menekan biaya operasi dan meningkatkan efisiensi energi. Oleh karena itu, pengembangan PLTU biomassa mandiri patut mendapat dukungan dari pemerintah daerah sebagai bagian dari strategi energi berkelanjutan di sektor industri kelapa sawit.

Kata kunci: PLTU, Pabrik Kelapa Sawit, Boiler, Bahan Bakar Biomassa, Daya

ABSTRACT

PT. Beurata Subur Persada (BSP) is a palm oil mill that processes Fresh Fruit Bunches (FFB) into Crude Palm Oil (CPO) and utilizes a biomass-based Steam Power Plant (PLTU) system with a boiler to meet its electricity needs independently, without relying on the national power grid (PLN). This system plays a vital role in the production process, as all mechanical and electrical equipment in the plant depends on a continuous power supply. This study aims to analyze the operational system of the PLTU at PT. BSP, particularly regarding power generation efficiency and thermal energy utilization from biomass combustion. The method used includes direct observation of key power plant components such as the boiler, turbine, pump, and generator. The results show that with a processing capacity of 40 tons of FFB per hour, the boiler is capable of producing 33.75 tons of steam per hour. This saturated steam is used to drive a steam turbine that generates 992.6 kW of electricity, sufficient to supply the plant's operational load, which is approximately 1000 kW. When production is not in operation, domestic electricity needs of 250 kW are met by a diesel-powered generator with a capacity of 800 kW. The use of alternative fuels in the form of biomass waste, such as palm shells and fiber, has proven effective in reducing operating costs and improving energy efficiency. Therefore, the development of independent biomass-based PLTUs should be supported by local governments as part of a sustainable energy strategy in the palm oil industry sector..

Keywords: Steam power plant; palm oil mill; boiler; biomass fuel; rated power

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang semakin pesat saat ini tidak dapat dipisahkan dari kebutuhan energi, khususnya energi listrik [1], [2]. Listrik merupakan fondasi utama bagi kehidupan modern dan menjadi syarat mutlak dalam mendukung kegiatan industri, komunikasi, transportasi, serta kebutuhan rumah tangga. Dalam sistem pembangkitan tenaga, energi memiliki peran penting sebagai penggerak utama bagi peralatan-peralatan listrik agar seluruh proses kerja sistem dapat berjalan dengan optimal dan sesuai harapan [3]. Industri pengolahan, termasuk pabrik kelapa sawit, membutuhkan pasokan energi yang stabil dan berkelanjutan untuk mendukung operasional mesin-mesin produksi secara efisien [4], [5]. Namun, keterbatasan jaringan distribusi dan kapasitas pasokan dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) sering kali mendorong perusahaan untuk mengembangkan sistem pembangkit listrik mandiri.

PT. Beurata Subur Persada (BSP), yang berlokasi di Kecamatan Tadu Raya, Kabupaten Nagan Raya, merupakan salah satu perusahaan yang mengoperasikan sistem pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) berbasis boiler untuk memenuhi kebutuhannya. Sistem ini memanfaatkan panas dari pembakaran biomassa—seperti cangkang dan serabut kelapa sawit—untuk menghasilkan uap bertekanan tinggi yang digunakan untuk memutar turbin dan menghasilkan energi listrik. Penerapan sistem ini tidak hanya menjamin kontinuitas operasional pabrik tetapi juga memberikan keuntungan dari sisi efisiensi energi dan pemanfaatan limbah sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan [6]–[8].

Penulisan ini bertujuan untuk mengkaji secara teknis sistem kerja PLTU di PT. Beurata Subur Persada, mulai dari proses pembangkitan uap, pengoperasian turbin, hingga distribusi daya listrik untuk mendukung kegiatan produksi. Selain itu, kajian ini juga dimaksudkan untuk mengevaluasi sejauh mana pemanfaatan energi biomassa dapat meningkatkan efisiensi pembangkitan serta memberikan rekomendasi terhadap pengembangan sistem pembangkit mandiri yang lebih ekonomis dan berkelanjutan di masa depan.

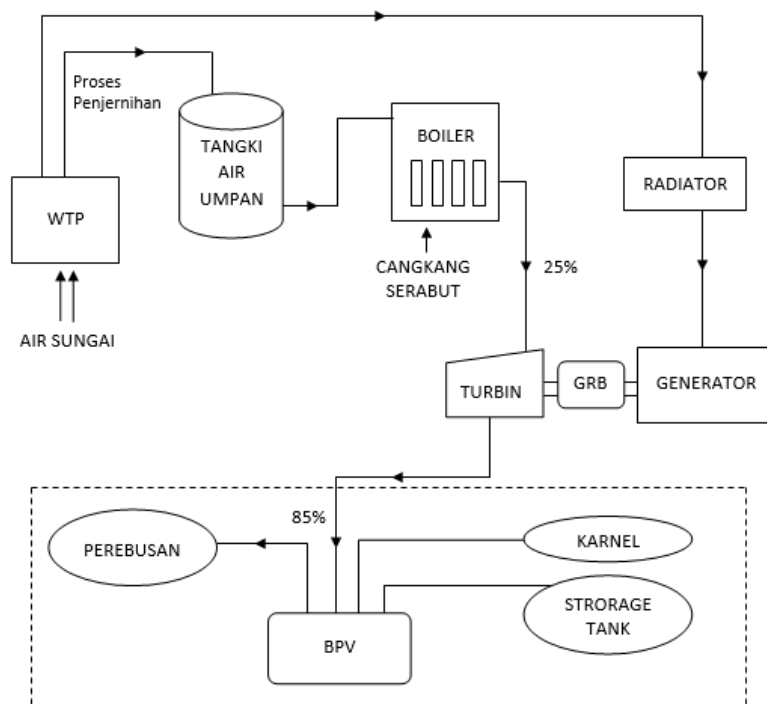
2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Beurata Subur Persada (BSP), yang terletak di Kecamatan Tadu Raya, Kabupaten Nagan Raya. Objek utama penelitian ini adalah sistem pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) yang digunakan dalam proses pengolahan kelapa sawit di pabrik tersebut. Sistem pembangkit terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu pompa dengan kecepatan putar 1450 rpm hingga 2900 rpm dan tekanan operasi mencapai 16 bar, turbin uap dengan putaran rata-rata 5400 rpm dan kapasitas daya sebesar 1000 kW, boiler yang menggunakan bahan bakar berupa cangkang dan serabut kelapa sawit dengan tekanan uap berkisar antara 13 hingga 16 bar, serta generator dengan keluaran daya sebesar 1000 kW. Penelitian ini dilakukan dengan mengamati langsung sistem pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) di PT. Beurata Subur Persada, yang terdiri dari komponen utama seperti turbin uap, boiler, generator, pompa, dan kondensor. Observasi dilakukan untuk melihat secara langsung cara kerja dan kondisi operasional setiap komponen mesin.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Berikut adalah skema pembangkit PLTU PT. BSP



Gambar 1. Skema pabrik PT. BSP

Kapasitas pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) = 40.000 kg/jam

Uap dari bahan bakar shell (kapasitas 25% dari TBS), maka:

Nilai kalor cangkang = 5.122 kcal/kg

Kandungan air = 9% = 0,09

Entalpi uap = 912 kcal/kg

Jumlah uap dapat dihitung:

$$= (40.000 \text{ kg} \times 0,25 \times 0,09 \times 5.122 \text{ kcal/kg}) / 912 \text{ kcal/kg}$$

$$= (460.980.000) / 912$$

$$= 5.054,6 \text{ kg/jam}$$

Selanjutnya, uap dari bahan bakar fibre (kapasitas 75% dari TBS)

Nilai kalor (NK fibre) = 4.586 kcal/kg

Kandungan air (KA) = 19% = 0,19

Maka, jumlah uap:

$$= (40.000 \text{ kg} \times 0,75 \times 0,19 \times 4.586 \text{ kcal/kg}) / 912 \text{ kcal/kg}$$

$$= (2.615.610.000) / 912$$

$$= 28.662 \text{ kg/jam}$$

Didapatkan total jumlah uap: 5,05 ton + 28,7 ton = 33,75 ton uap/jam

Selanjutnya, daya listrik yang dihasilkan:

Asumsi konsumsi uap turbin = 34 kg uap per 1 kW

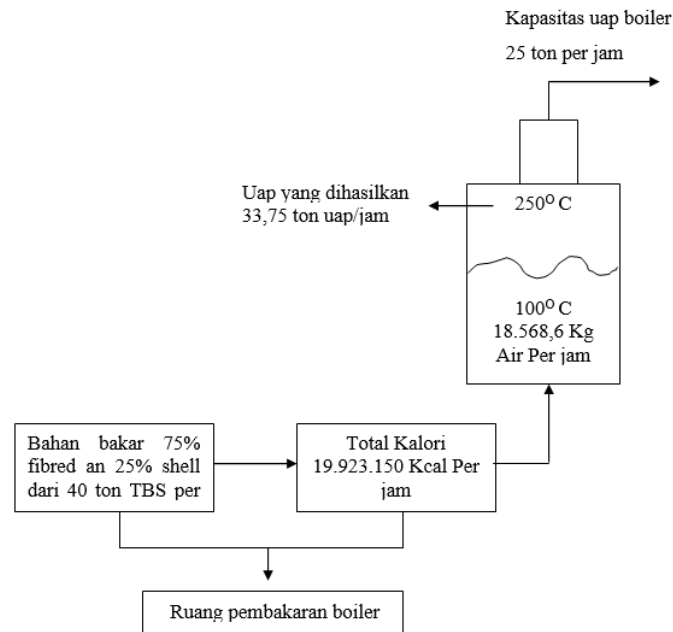
Total uap = 33.750 kg/jam

Dalam detik: 33.750 kg/jam / 3.600 detik = 9,375 kg/detik

Maka daya turbin didapat: 9,375 kg/s / 34 kg/kW \approx 992,6 kW

3.2 Pembahasan

Daya listrik yang dihasilkan oleh sistem PLTU sebesar 992,6 kW. Nilai ini merupakan hasil kerja terpadu antara boiler dan turbin uap, yang dipengaruhi oleh jumlah bahan bakar, nilai kalor, dan uap yang dihasilkan. Energi ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik selama proses pengolahan minyak kelapa sawit berlangsung



Gambar 2. Proses di boiler

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa dengan kapasitas pengolahan 40 ton TBS per jam, pabrik mampu menghasilkan uap sebesar 33,75 ton per jam. Jumlah uap ini digunakan untuk menggerakkan turbin uap dan menghasilkan daya listrik sebesar 992,6 kW. Dalam proses pengolahan minyak kelapa sawit, boiler berperan sebagai pembangkit listrik tenaga uap dan telah terbukti mampu mencukupi kebutuhan daya listrik selama proses berlangsung, dengan kapasitas pembangkitan listrik mencapai 1000 kW dari bahan bakar berupa cangkang dan serabut kelapa sawit. Sementara itu, untuk kebutuhan listrik domestik ketika proses pengolahan berhenti, sistem pembangkit dialihkan menggunakan genset dengan kapasitas 800 kW. Beban listrik domestik yang meliputi penerangan, pompa air, dan kebutuhan operasional lainnya hanya memerlukan sekitar 250 kW, dan sumber energinya berasal dari genset berbahan bakar minyak solar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada PT. Beurata Subur Persada, Universitas Iskandar Muda, khususnya Program Studi Teknik Mesin, atas dukungan dan fasilitas yang telah diberikan selama proses penelitian ini. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih dan apresiasi kepada Laboratorium Konversi Energi Program Studi Teknik Mesin atas bantuan teknis selama pelaksanaan pengujian di lapangan. Dukungan dari semua pihak sangat membantu dalam menyelesaikan penelitian ini secara optimal.

REFERENSI

- [1] A. Mulkan, N. W. M. Zulkifli, H. Husin, Ahmadi, and I. Dahlan, "Performance and emissions assessment under full load operation of an unmodified diesel engine running on biodiesel-based waste cooking oil synthesized using JPW solid catalyst," *Renew. Energy*, vol. 224, no. September 2023, p. 120145, 2024, doi: 10.1016/j.renene.2024.120145.

-
- [2] A. Mulkan, N. W. M. Zulkifli, H. Husin, Ahmadi, I. Dahlan, and S. Syafie, "Development of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) peel waste as a new solid catalyst : Biodiesel synthesis , optimization and characterization," *Process Saf. Environ. Prot.*, vol. 177, no. July, pp. 152–168, 2023, doi: 10.1016/j.psep.2023.07.021.
- [3] M. Arrazi, Z. Zamzami, and M. Maimun, "Analisis Efisiensi Turbin Uap Sebagai Penggerak Generator Pabrik Minyak Kelapa Sawit PT. Syaukath Sejahtera (Gandapura)," *J. Tektro*, vol. 7, no. 1, pp. 91–97, 2023.
- [4] I. A. Aditya, F. N. Haryadi, and I. Haryani, "Analisis pengujian co-firing biomassa cangkang kelapa sawit pada PLTU Circulating Fluidized Bed (CFB) sebagai upaya bauran energi terbarukan," *Rotasi*, vol. 24, no. 2, pp. 61–66, 2022.
- [5] A. R. Nurdin, "Analisis Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Bakar Pembangkit Listrik Tenaga Uap Dalam Memenuhi Kebutuhan Listrik Pengolahan Kelapa Sawit Di PKS Kawasan Kotawaringin Barat," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2023.
- [6] L. Parinduri, "Analisa Pemanfaatan Biomassa Pabrik Kelapa Sawit Untuk Sumber Pembangkit Listrik," *J. Electr. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 37–40, 2016.
- [7] A. D. Putra, "Studi Potensi Limbah Biomassa Kelapa Sawit Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) di PT. Pkerbunan Nusantara XIII PKS Parindu," *J. Electr. Eng. Energy, Inf. Technol.*, vol. 5, no. 3, 2017.
- [8] G. Wibisono, "Analisis Potensi Fiber dan Cangkang Kelapa Sawit sebagai Sumber Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) di PT. Pundi Lahan Khatulistiwa," *J. Electr. Eng. Energy, Inf. Technol.*, vol. 7, no. 1, 2019.