

ANALISIS KONSUMSI BAHAN BAKAR TERHADAP PRODUKSI UAP

Joan Sebastian Paris Sitompul
Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar

Azarya N J Siahaan
Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar
e-mail: bastianjoan29@gmail.com

ABSTRAK

Pabrik Kelapa Sawit (PKS) mengandalkan boiler sebagai penyedia uap (steam) untuk kebutuhan proses dan pembangkit listrik. Bahan bakar utama yang digunakan adalah biomassa berupa serabut (fiber) dan cangkang (shell). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi konsumsi kedua jenis bahan bakar tersebut terhadap volume uap yang dihasilkan berdasarkan prinsip manajemen energi yang tercantum dalam standar operasional pabrik.

Metode penelitian dilakukan melalui observasi data operasional dan perhitungan menggunakan nilai kalor dari masing-masing bahan bakar. Analisis difokuskan pada penentuan laju konsumsi spesifik (Specific Fuel Consumption) guna mengevaluasi sejauh mana penggunaan biomassa telah mencapai titik optimal. Hasil penelitian diharapkan dapat mengidentifikasi efisiensi termal boiler dan memberikan rekomendasi rasio campuran bahan bakar yang paling efektif. Dengan manajemen energi yang tepat, pabrik dapat memastikan stabilitas tekanan uap sekaligus memaksimalkan potensi kelebihan cangkang. Penelitian ini menyimpulkan bahwa akurasi manajemen energi sangat menentukan energi dan efisiensi produksi di pabrik kelapa sawit..

Kata Kunci : Biomassa, Boiler, Uap.

ABSTRACT

Palm Oil Mills (POM) rely on boilers as a provider of steam for processing needs and power generation. The main fuels used are biomass in the form of fiber and shell. This study aims to analyze the consumption efficiency of these two types of fuel against the volume of steam produced based on energy management principles stated in the factory's standard operating procedures.

The research method was conducted through observation of operational data and calculations using the heating value of each fuel. The analysis focused on determining the Specific Fuel Consumption (SFC) to evaluate the extent to which biomass utilization has reached an optimal point.

The results of the study are expected to identify the boiler's thermal efficiency and provide recommendations for the most effective fuel mixture ratio. With proper energy management, the mill can ensure steam pressure stability while maximizing the potential for shell surplus. This study concludes that the accuracy of energy management significantly determines the energy and production efficiency in palm oil mills.

Key Word : Biomass, Boiler, Steam.

PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) berasal dari daerah tropis di Afrika Barat dan

mulai diperkenalkan di Indonesia pada tahun 1848 melalui Kebun Raya Bogor. Sebagai salah satu komoditas perkebunan utama, industri kelapa sawit

memiliki peran krusial dalam perekonomian nasional Indonesia sebagai penghasil devisa melalui ekspor minyak sawit mentah. Dalam operasionalnya, Pabrik Kelapa Sawit (PKS) melakukan serangkaian proses mulai dari stasiun *loading ramp*, *sterilizer*, *thresher*, *digester*, *press*, hingga pemurnian. Namun, kelancaran seluruh proses pengolahan ini sangat bergantung pada keberadaan stasiun boiler atau ketel uap sebagai penyedia energi utama bagi pabrik (Siregar, 2021).

Boiler merupakan jantung dari pabrik kelapa sawit yang berfungsi mengonversi energi kimia dari bahan bakar menjadi energi panas dalam bentuk uap. PKS memiliki keunggulan dalam efisiensi biaya energi karena menggunakan biomassa hasil samping pengolahan berupa serabut (*fiber*) dan cangkang (*shell*) sebagai bahan bakar utama (Azmi, 2022). Uap bertekanan yang dihasilkan oleh boiler digunakan untuk menggerakkan turbin uap guna membangkitkan listrik serta sebagai media pemanas untuk proses pengolahan. Efisiensi operasional boiler sangat dipengaruhi oleh jumlah dan kualitas konsumsi bahan bakar yang masuk ke ruang bakar, di mana nilai kalor dari serabut dan cangkang akan menentukan besarnya energi panas yang dapat diserap oleh air umpan (Pratama, 2020).

Kestabilan produksi uap pada boiler memegang peranan sangat penting karena berkaitan langsung dengan kelancaran seluruh stasiun pengolahan. Tekanan uap yang stabil akan memastikan turbin berputar pada frekuensi yang tepat dan proses pemanasan di stasiun lain berjalan optimal. Namun dalam praktiknya, manajemen konsumsi bahan bakar sering

menghadapi kendala seperti fluktuasi kualitas biomassa dan kadar air yang tinggi. Ketidaksesuaian antara konsumsi bahan bakar dengan uap yang dihasilkan dapat berdampak pada penurunan efisiensi termal dan pemborosan cadangan cangkang (Wibowo dkk., 2023). Oleh karena itu, analisis mengenai konsumsi bahan bakar terhadap produksi uap menjadi aspek penting yang perlu diperhatikan secara serius untuk menjamin efisiensi energi di PTPN IV Regional II Dolok Sinumbah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini saya lakukan di PTPN IV Regional II Dolok Sinumbah, dengan waktu pengambilan data yang dimulai dari tanggal 06 Agustus sampai 30 September 2025. Fokus utama saya dalam penelitian ini adalah untuk melihat bagaimana pengaruh konsumsi bahan bakar terhadap uap yang dihasilkan oleh mesin boiler. Dugaan awal atau hipotesis saya dalam penelitian ini adalah bahwa rasio campuran serta nilai panas (kalori) dari serabut (*fiber*) dan cangkang (*shell*) punya pengaruh yang sangat nyata dalam menjaga efisiensi mesin boiler dan kestabilan tekanan uap yang dibutuhkan oleh pabrik. Bahan utama yang saya teliti mencakup biomassa padat (serabut dan cangkang) serta air umpan (*feed water*) yang masuk ke sistem boiler. Untuk alat-alat yang digunakan, saya memakai instrumen kontrol yang ada di unit boiler seperti alat ukur tekanan (*pressure gauge*), termometer digital, dan pengukur aliran uap (*steam flow meter*), serta didukung oleh peralatan laboratorium kantor untuk mengecek kualitas air dan bahan bakar tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Karakteristik Bahan Bakar Biomassa Bahan bakar merupakan komponen paling krusial dalam operasional boiler di PTPN IV Regional II Dolok Sinumbah. Kualitas panas yang dihasilkan sangat bergantung pada karakteristik fisik biomassa, terutama serabut (*fiber*) dan cangkang (*shell*). Dalam pengamatan di lapangan, kedua bahan bakar ini memiliki peran yang

berbeda namun saling melengkapi dalam proses pembakaran di dalam dapur boiler.

Serabut (*fiber*) berfungsi sebagai bahan bakar awal yang mudah terbakar untuk mencapai suhu tertentu, sedangkan cangkang (*shell*) berfungsi untuk meningkatkan nilai kalor dan menjaga stabilitas panas karena sifatnya yang lebih padat. Berikut adalah dokumentasi fisik dari kedua jenis bahan bakar biomassa tersebut:



(Gambar 1 : *fiber*)



(Gambar 2 : *Cangkang*)

Kualitas cangkang dan fiber di atas sangat dipengaruhi oleh performa stasiun pengolahan biji. Berdasarkan data laboratorium yang diambil pada pukul

13.50 WIB, efisiensi mesin pemisah (*ripple mill*) menunjukkan angka yang sangat signifikan, yaitu mencapai 96,48%. Angka ini menunjukkan bahwa

cangkang yang dikirim ke unit boiler memiliki kadar kotoran yang sangat rendah, sehingga mampu menghasilkan energi panas secara optimal tanpa :

terhambat oleh material pengotor. Data teknis hasil analisa pendukung lainnya dirangkum dalam tabel berikut

No	Parameter Operasional	Satuan	Nilai Standar/Hasil Hitung
1	Kapasitas Olah Pabrik	Ton TBS/Jam	30
2	Norma Kebutuhan Uap (<i>Steam</i>)	kg/Ton TBS	600
3	Total Produksi Uap yang Dibutuhkan	kg/Jam	18.000
4	Estimasi Produksi Serabut (<i>Fiber</i>) (13% TBS)	kg/Jam	3.900
5	Estimasi Produksi Cangkang (<i>Shell</i>) (6% TBS)	kg/Jam	1.800
6	Efisiensi Pemisahan <i>Ripple Mill</i>	%	96,48
7	Konsumsi Cangkang Aktual untuk Uap	kg/Jam	1.350 - 1.500
8	Potensi Surplus Cangkang	kg/Jam	300 - 450

(Tabel 1, Standar yang di gunakan oleh pabrik)

Kinerja Unit Boiler dan Produksi Uap Seluruh bahan bakar tersebut kemudian disuplai menuju unit boiler untuk dikonversi menjadi energi panas. Boiler di PTPN IV Regional II Dolok :

Sinumbah menjadi jantung penggerak utama bagi seluruh stasiun pengolahan lainnya. Kondisi unit boiler yang saya amati selama penelitian dapat dilihat pada gambar di bawah ini



(Gambar 3 : Boiler)

Untuk mengevaluasi sejauh mana efisiensi konsumsi bahan bakar tersebut terhadap produksi uap, dilakukan simulasi perhitungan dengan basis kapasitas olah pabrik sebesar 30 Ton TBS/Jam. Perhitungan ini menggunakan rumus manajemen energi sesuai standar operasional perusahaan sebagai berikut:

1. Penentuan Kebutuhan Uap Total (Steam Demand) Setiap 1 ton TBS yang diolah membutuhkan uap sebesar 600 kg. Maka untuk kapasitas 30 ton:

- Rumus: Kapasitas x Norma Uap
- Hasil: 30 Ton/jam x 600 kg/ton = 18.000 kg Uap/jam

2. Penentuan Ketersediaan Bahan Bakar (Fuel Supply) Berdasarkan standar produksi biomassa (Serabut 13% dan Canggang 6% dari TBS):

- Produksi Serabut: $13\% \times 30.000 \text{ kg TBS/jam} = 3.900 \text{ kg/jam}$

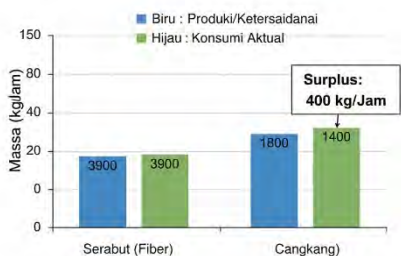
- Produksi Canggang: $6\% \times 30.000 \text{ kg TBS/jam} = 1.800 \text{ kg/jam}$

3. Penentuan Konsumsi Aktual dan Surplus Dalam operasionalnya, boiler memprioritaskan penggunaan serabut secara maksimal. Kekurangan panas kemudian ditutupi oleh penggunaan canggang sebesar 4,5% dari TBS.

- Konsumsi Canggang Aktual: $4,5\% \times 30.000 \text{ kg/jam} = 1.350 \text{ kg/jam}$

- Sisa/Surplus Canggang: $1.800 \text{ kg/jam} - 1.350 \text{ kg/jam} = 450 \text{ kg/jam}$

Hubungan antara ketersediaan bahan bakar yang dihasilkan dengan jumlah yang sebenarnya dikonsumsi oleh boiler digambarkan dalam grafik berikut:



(Grafik 1 : Grafik Analisis Efisiensi Penggunaan Fiber dan Canggang)

Pembahasan Efisiensi Energi Melalui Grafik pada Gambar, terlihat adanya celah (*gap*) yang cukup lebar pada bagian cangkang, sementara pada bagian serabut garis konsumsi berhimpit dengan ketersediaan. Hal ini membuktikan bahwa pada laju olah 30 Ton TBS/Jam, pabrik tidak perlu menghabiskan seluruh cadangan cangkangnya untuk mencapai target produksi uap 18.000 kg/jam.

Tercapainya Surplus Cangkang sebesar 450 kg/jam (1,5% dari TBS) ini menunjukkan bahwa efisiensi termal boiler berada pada level yang sangat baik. Hal ini dimungkinkan karena nilai kalor bahan bakar tetap terjaga berkat rendahnya kadar kotoran dan efisiensi stasiun biji yang tinggi. Tekanan uap yang dihasilkan pun menjadi lebih stabil karena rasio campuran antara fiber dan cangkang sudah mencapai titik optimal. Keuntungan bagi PTPN IV Regional II Dolok Sinumbah adalah adanya cadangan energi (surplus cangkang) yang dapat memberikan nilai ekonomis tambahan atau digunakan sebagai bahan bakar cadangan saat kondisi darurat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pengamatan langsung mengenai konsumsi bahan bakar terhadap produksi uap di PTPN IV Regional II Dolok Sinumbah, dapat disimpulkan bahwa kinerja unit boiler pada kapasitas olah 30 Ton TBS/jam telah berjalan dengan sangat efisien. Kebutuhan uap proses sebesar 18.000 kg/jam berhasil terpenuhi secara stabil melalui pemanfaatan kombinasi serabut dan cangkang yang optimal. Efisiensi ini didukung penuh oleh performa stasiun biji, di mana efisiensi ripple mill yang mencapai

96,48% menjamin kualitas bahan bakar yang bersih dari pengotor sehingga nilai kalor yang dihasilkan maksimal. Melalui perhitungan manajemen energi, ditemukan adanya potensi surplus cangkang sebesar 450 kg/jam atau setara dengan 1,5% dari total TBS, yang membuktikan bahwa pabrik mampu mencapai kemandirian energi tanpa menghabiskan seluruh cadangan biomassa yang tersedia. Keberhasilan ini juga dipengaruhi oleh pengendalian tingkat kehilangan (*losses*) pada unit LTDS yang tetap terjaga di bawah batas toleransi, sehingga secara keseluruhan akurasi manajemen konsumsi bahan bakar sangat menentukan stabilitas operasional dan efisiensi biaya energi di pabrik kelapa sawit ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Azmi, H. (2022). Analisis Efisiensi Termal dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik pada Boiler Pipa Air di Industri Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Energi*, 11(2), 45-52.
- Baldani, A., & Ta'ali, T. (2020). Sistem Pengendalian Tekanan Uap pada Sterilizer Berbasis PLC di Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Elektro dan Vokasi*, 6(2), 112-120.
- Hikmawan, O., & Angelina, S. (2019). Pengaruh Tekanan Uap Terhadap Kualitas Brondolan pada Stasiun Perebusan Tandan Buah Segar. *Jurnal Teknologi Agroindustri*, 4(1), 22-30.
- Naibaho, P. M. (2021). *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit*. Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS).

Nugroho, A. (2019). Sejarah dan Perkembangan Industri Kelapa Sawit di Indonesia: Tantangan dan Peluang. *Jurnal Ekonomi dan Perkebunan*, 7(3), 15-28.

Pratama, R., dkk. (2021). Analisis Neraca Massa dan Panas pada Ketel Uap Kapasitas 30 Ton Per Jam untuk Mengoptimalkan Produksi Steam. *Jurnal Mekanikal*, 12(4), 88-95.

PTPN IV. (2024). *Norma Kerja dan Standar Operasional Prosedur Bidang Pengolahan*. Medan: PT Perkebunan Nusantara IV (Persero).

Siregar, K. (2021). Evaluasi Potensi Surplus Cangkang Sebagai Bahan Bakar Alternatif di Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Energi Terbarukan*, 5(2), 101-109.

Sunanto, A., dkk. (2021). Optimasi Proses Perebusan Tandan Buah Segar untuk Meningkatkan Rendemen CPO. *Jurnal Sains dan Teknologi Sawit*, 3(1), 33-40.

Wibowo, S., dkk. (2023). Manajemen Konsumsi Serabut dan Cangkang dalam Menjaga Stabilitas Tekanan Uap Boiler. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 18(1), 54-61.

