

## **ANALISA EFISIENSI WATER TUBE *BOILER* TAKUMA N750 DI PABRIK KELAPA SAWIT**

**Novia Rahmadhani, Rita Youfa\***

*Program Studi Teknik Kimia Bahan Nabati, Politeknik ATI Padang, Jl. Tabing Bungo Pasang, Padang, 2517, Indonesia*

\*email: [ritayoufa@poltekatipdg.ac.id](mailto:ritayoufa@poltekatipdg.ac.id)

### **Abstrak**

*Penelitian ini mengevaluasi efisiensi Boiler water tube Takuma N750 di sebuah pabrik kelapa sawit, dengan kapasitas penguapan maksimal 27 ton per jam. Efisiensi Boiler penting untuk mengonversi energi panas dari bahan bakar menjadi uap, dengan data operasional menunjukkan variasi efisiensi yang signifikan. Rata-rata efisiensi tercatat sebesar 54,34%, jauh di bawah target perusahaan sebesar 80%, dengan efisiensi tertinggi mencapai 60,4% dan terendah sebesar 51,08%. Analisis menunjukkan hubungan berbanding terbalik antara excess air dan efisiensi Boiler; semakin tinggi kadar excess air, semakin rendah efisiensi Boiler. Misalnya, pada kadar excess air sebesar 139,22%, efisiensi turun menjadi 56,36%, dibandingkan dengan 60,4% pada kadar excess air sebesar 123,44%. Penelitian ini menyimpulkan bahwa optimasi kadar excess air sangat penting untuk meningkatkan efisiensi Boiler, dengan rekomendasi penyesuaian parameter pembakaran dan kontrol excess air guna meningkatkan kinerja dan mengurangi biaya operasional. Penelitian ini memberikan wawasan untuk meningkatkan operasi Boiler dan manajemen energi di pabrik kelapa sawit.*

**Kata Kunci:** Efisiensi Boiler, Excess Air, Pabrik Kelapa Sawit, Water Tube Boiler

## **ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF TAKUMA N750 WATER TUBE BOILER IN PALM OIL MILL**

### **Abstract**

*This study evaluates the efficiency of the Takuma N750 water tube Boiler at a palm oil mill, which has a maximum evaporation capacity of 27 tons per hour. Boiler efficiency is crucial for converting thermal energy from fuel into steam, with operational data showing significant efficiency variations. The average efficiency was 54.34%, substantially below the target of 80%, with the highest recorded efficiency at 60.4% and the lowest at 51.08%. The analysis revealed an inverse relationship between excess air and Boiler efficiency; as excess air increases, efficiency decreases. For instance, with 139.22% excess air, efficiency dropped to 56.36%, compared to 60.4% with 123.44% excess air. The study concludes that optimizing excess air levels is essential for improving Boiler efficiency, recommending adjustments to combustion parameters and excess air control to enhance performance and reduce operational costs. This research offers insights into better Boiler operation and energy management in palm oil mills.*

**Keywords:** Boiler Efficiency, Excess Air, Palm Oil Mil, Water Tube Boiler

## PENDAHULUAN

*Boiler* merupakan komponen vital dalam sistem utilitas industri, khususnya di pabrik kelapa sawit (PKS), di mana fungsi utamanya adalah mengubah air menjadi uap (steam) yang diperlukan dalam berbagai tahapan proses produksi. Uap yang dihasilkan oleh *Boiler* memiliki peran krusial dalam mendukung operasi di berbagai stasiun produksi seperti stasiun perebusan (sterilizer), pengepresan, klarifikasi minyak, pengeringan kernel, dan penyimpanan. Oleh sebab itu, *Boiler* seringkali dianggap sebagai “jantung” dari PKS, dengan kinerja yang optimal menjadi penentu keberhasilan operasi secara keseluruhan.

Pada PKS yang disamakan, digunakan *Boiler* jenis pipa air (water tube) merek TAKUMA, dengan kapasitas maksimal 27 ton per jam dan tekanan operasi maksimum 24 bar. *Boiler* ini memanfaatkan cangkang dan fiber, yang merupakan limbah padat hasil pengolahan kelapa sawit, sebagai bahan bakarnya. Efisiensi kerja *Boiler*, yang mengacu pada kemampuan alat untuk menghasilkan uap secara optimal dengan penggunaan bahan bakar yang efisien, merupakan salah satu parameter utama dalam menilai kinerja *Boiler*. Meskipun demikian, perhatian terhadap efisiensi *Boiler* sering kali kurang memadai, padahal peningkatan efisiensi dapat memberikan kontribusi ekonomi yang signifikan bagi perusahaan.

*Boiler* di PKS ini telah beroperasi selama  $\pm 13$  tahun, dan data historis menunjukkan penurunan efisiensi dari nilai desain awal sebesar 80% menjadi 72% pada pengukuran terakhir yang dilakukan pada tahun 2014. Penurunan efisiensi ini diduga disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain pembentukan kerak pada pipa *Boiler*, kebocoran pada pipa, tingginya kadar air dalam bahan bakar, kelebihan udara di dalam furnace, serta tingkat kesadahan air umpan yang

tinggi (Kunarto, 2018). Penurunan efisiensi ini tidak hanya mengurangi produksi uap, tetapi juga meningkatkan konsumsi bahan bakar yang lebih tinggi, yang seharusnya dapat dioptimalkan untuk mendukung profitabilitas Perusahaan (Sagaf, 2018).

Sehubungan dengan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis ulang terhadap efisiensi kerja *Boiler* di unit utilitas PKS yang disamakan. Analisis ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai kondisi kinerja *Boiler* saat ini serta mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap penurunan efisiensi (Pravitasaria et al., 2017). Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi langkah-langkah perbaikan yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi *Boiler*, sehingga operasional pabrik dapat berjalan dengan lebih efektif, efisien, dan memberikan nilai tambah yang optimal bagi perusahaan.

## METODE PENELITIAN

### *Waktu dan Lokasi Penelitian*

Penelitian ini dilaksanakan di stasiun *Boiler* dan unit utilitas pada sebuah pabrik kelapa sawit di Sumatera Utara yang disamakan. Pengumpulan data dilakukan selama periode 6 hari pada bulan Februari. Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari panel kontrol *Boiler* serta log sheet operasi *Boiler* selama periode tersebut.

### *Prosedur Penelitian*

Prosedur penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut:

### *Kajian Literatur*

Kajian literatur dilakukan untuk mendapatkan pemahaman mendalam mengenai teori-teori dan konsep yang relevan dengan penelitian ini. Sumber literatur yang digunakan mencakup buku-buku, ebook, serta artikel ilmiah dari jurnal yang diperoleh melalui akses

internet. Fokus kajian literatur adalah pada konsep dan prinsip kerja *Boiler* jenis water tube serta faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensinya.

### ***Pengumpulan Data***

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa metode, yaitu:

#### ***Metode Wawancara (Interview)***

Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara langsung dengan operator dan teknisi yang bertugas di stasiun *Boiler*. Wawancara ini bertujuan untuk mendapatkan informasi mendetail mengenai operasi harian *Boiler*, perawatan, serta masalah yang sering dihadapi selama operasi.

#### ***Metode Observasi***

Observasi dilakukan dengan cara mengamati langsung proses operasi *Boiler* di lapangan. Pengamatan ini mencakup kondisi fisik *Boiler*, proses pembakaran bahan bakar, produksi uap, serta pemantauan parameter operasi melalui panel kontrol *Boiler*. Observasi ini bertujuan untuk mendapatkan data aktual dan memperkuat temuan dari wawancara.

#### ***Riset Pustaka (Library Research)***

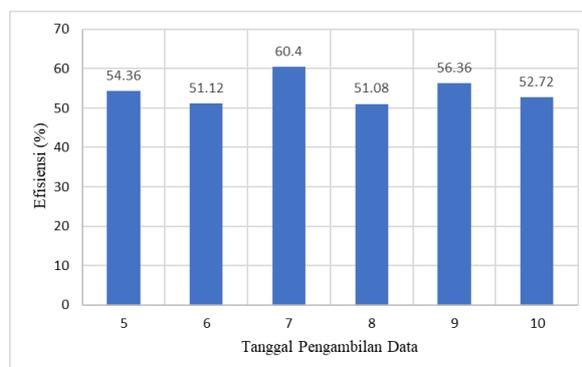
Riset pustaka merupakan metode pengumpulan data sekunder yang dilakukan melalui penelaahan berbagai referensi terkait. Data yang diperoleh dari riset pustaka ini digunakan sebagai pembandingan serta sebagai bahan untuk analisis lebih lanjut. Referensi yang digunakan termasuk standar operasional *Boiler*, dokumen teknis, serta publikasi ilmiah terkait efisiensi dan kinerja *Boiler*. Penelitian ini dirancang untuk menggabungkan pendekatan kualitatif melalui wawancara dan observasi langsung, serta pendekatan kuantitatif melalui analisis data operasional yang diperoleh. Kombinasi kedua pendekatan ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang komprehensif mengenai

efisiensi kerja *Boiler* dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### ***Evaluasi Efisiensi Boiler***

Efisiensi *Boiler* merupakan parameter yang mengukur kemampuan *Boiler* dalam mengonversi energi panas dari bahan bakar menjadi energi panas yang diserap oleh air umpan untuk menghasilkan uap (Ginting et al., 2013). PT XYZ menggunakan *Boiler* merek Takuma N750 jenis water tube dengan kapasitas penguapan maksimal 27 ton per jam. Berdasarkan data operasional PT XYZ, persentase bahan bakar yang digunakan terdiri dari 12,21% fiber dan 7% shell. Hasil perhitungan efisiensi *Boiler* yang diilustrasikan dalam grafik pada Gambar 1. menunjukkan variasi efisiensi *Boiler* dari hari ke hari.



**Gambar 1.** Grafik Efisiensi *Boiler*

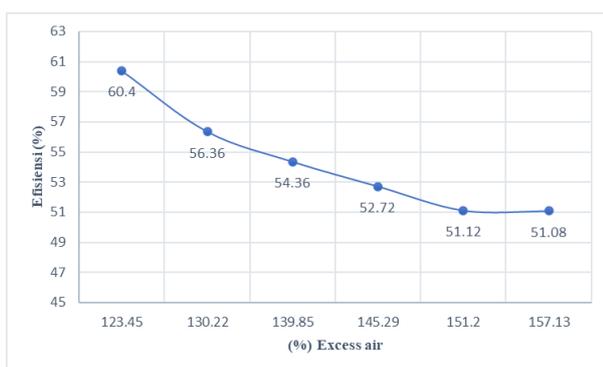
Grafik tersebut memperlihatkan bahwa efisiensi *Boiler* di PT XYZ tidak stabil, dengan fluktuasi yang menunjukkan adanya kenaikan dan penurunan efisiensi secara periodik. Rata-rata efisiensi *Boiler* tercatat sebesar 54,34%, yang jauh di bawah standar efisiensi *Boiler* PT XYZ, yaitu 80%. Hal ini menunjukkan bahwa *Boiler* Takuma N750 yang digunakan di PT XYZ telah mengalami penurunan kinerja yang signifikan.

Lebih lanjut, perhitungan efisiensi aktual *Boiler* dengan menggunakan metode tidak langsung menunjukkan

bahwa efisiensi tertinggi yang dicapai adalah 60,4%, sedangkan efisiensi terendah tercatat sebesar 51,08%. Temuan ini mengindikasikan bahwa *Boiler* Takuma N750 di PT XYZ tidak lagi beroperasi secara optimal dan memerlukan tindakan evaluasi lebih lanjut untuk menentukan langkah-langkah perbaikan atau opsi penggantian guna meningkatkan efisiensi dan kinerja *Boiler*.

### **Pengaruh Udara Berlebih Terhadap Efisiensi Boiler**

Udara berlebih atau *excess air* merupakan jumlah kelebihan udara pada reaksi pembakaran (Utama, 2020). Pembakaran di dalam sistem *Boiler* selalu membutuhkan udara lebih dengan maksud untuk mencapai pembakaran yang sempurna (Sylvia et al., 2020). Setelah dilakukan perhitungan persentase, maka didapat grafik perbandingan antara efisiensi dan persentase *excess air* dimana untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Pengaruh *Excess air* Terhadap Efisiensi *Boiler*

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa hubungan antara % *excess air* dengan efisiensi akan berbanding terbalik. Semakin tinggi nilai *excess air* maka efisiensi akan semakin menurun begitu pula sebaliknya, semakin rendah nilai *excess air* maka akan semakin tinggi nilai efisiensi *Boiler*. Hal ini dapat dilihat pada saat *excess air* berjumlah 123,44%, efisiensi *Boiler* mencapai 60,4%

dan pada saat nilai *excess air* berjumlah 139,22, efisiensi *Boiler* yang didapat dari hasil analisa adalah 56,36%, efisiensi *Boiler* menurun seiring dengan meningkatnya nilai *excess air*. Dapat dilihat hasil analisa pada Tabel 3.7 dimana bahan bakar yang digunakan pada tanggal 6 dan 7 tidak jauh berbeda, namun nilai efisiensi yang didapat sangat jauh perbedaannya yaitu 51,12% pada tanggal 6 dan 60,4% pada tanggal 7. Hal ini disebabkan karena jumlah *excess air* pada tanggal 6 sangat besar dari pada tanggal 7 sehingga menyebabkan turunnya efisiensi. Semakin banyaknya jumlah *excess air* yang keluar melewati cerobong asap, maka semakin kecil pula kemungkinan jumlah bahan bakar yang belum terbakar, namun hal ini akan menyebabkan banyaknya energi panas yang lolos terbawa udara pada gas buang. Sehingga menyebabkan turunnya nilai efisiensi (Syarief et al., 2020).

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap kinerja *Boiler* Takuma N750 di PT XYZ, ditemukan bahwa efisiensi *Boiler* menunjukkan fluktuasi yang signifikan dengan rata-rata sebesar 54,34%, yang jauh di bawah standar efisiensi yang diharapkan sebesar 80%. Efisiensi tertinggi yang dicapai dalam penelitian ini adalah 60,4%, sedangkan efisiensi terendah tercatat sebesar 51,08%. Penurunan efisiensi ini menunjukkan bahwa *Boiler* Takuma N750 yang digunakan sudah mengalami penurunan kinerja yang signifikan dan memerlukan evaluasi serta tindakan perbaikan. Salah satu faktor utama yang mempengaruhi penurunan efisiensi adalah jumlah udara berlebih (*excess air*) yang digunakan dalam proses pembakaran. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat hubungan berbanding terbalik antara persentase *excess air* dan efisiensi *Boiler*. Semakin tinggi nilai *excess air*, efisiensi *Boiler* cenderung menurun. Sebagai contoh,

pada saat excess air mencapai 139,22%, efisiensi *Boiler* menurun menjadi 56,36%, dibandingkan dengan efisiensi 60,4% saat excess air sebesar 123,44%.

Dari temuan ini, dapat disimpulkan bahwa pengendalian excess air merupakan aspek kritis dalam meningkatkan efisiensi *Boiler*. Peningkatan efisiensi dapat dicapai dengan mengoptimalkan jumlah excess air, menjaga keseimbangan antara suplai udara dan kebutuhan bahan bakar untuk meminimalkan kehilangan energi melalui gas buang. Oleh karena itu, diperlukan langkah-langkah perbaikan yang berfokus pada optimalisasi pembakaran dan pengendalian excess air guna mencapai kinerja *Boiler* yang lebih baik dan efisiensi yang mendekati standar yang ditetapkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ginting, M. H., SU, M. T., & Rozi, K. (2013). Analisa Efisiensi Exergi *Boiler* Di Pltu Unit 3 PT. Indonesia Power Semarang–Jawa Tengah. *JURNAL TEKNIK MESIN*, 1(4), 16-25.
- KUNARTO, K. (2018). Analisa Efisien *Boiler* Pabrik Kelapa Sawit Dengan Menggunakan Bahan Bakar Fibre Dan Cangkang. *Penelitian Mandiri Universitas Bandar Lampung*.
- Pravitasaria, Y., Malino, M. B. A., & Maraa, M. N. (2017). Analisis efisiensi *Boiler* menggunakan metode langsung. *Prisma fisika*, 5(1).
- Sagaf, M. (2018). Analisa faktor-faktor penyebab perubahan efisiensi *Boiler* jenis pulverized coal fired forced circulation sub-critical pressure menggunakan metode tak langsung. *Teknoin*, 24(2), 147-158.
- Syarief, A., Setiambodo, Y. B., & Ramadhan, M. N. (2020). Analisis Kebutuhan Udara Pembakaran Untuk Mengoptimalkan Proses Pembakaran *Boiler* Pt. Pln (Persero) Sektor Pembangkitan Asam Asam Unit 3 & Unit 4. *INFO-TEKNIK*, 21(1), 85-102.
- Sylvia, N., Husin, H., Muslim, A., & Yunardi, Y. (2020). ANALISA PENGARUH RASIO SERAT DAN CANGKANG DENGAN UDARA BERLEBIH TERHADAP EMISI PROSES PEMBAKARAN PADA *BOILER* PABRIK KELAPA SAWIT. *Journal of Mechanical Engineering*, 4(2), 21-28.
- Utama, M. F. A. (2020). KALKULASI KEBUTUHAN UDARA PEMBAKARAN PADA TURBIN GAS PG-9001A SEBAGAI PENYEDIA PANAS UNTUK PEMBANGKITAN STEAM DI HRSG B-9203A BERDASARKAN KONDISI FIRED MODE. *Jurnal Sains dan Teknologi Reaksi*, 18(02).