

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kelapa sawit terbesar di dunia. Luas lahan kelapa sawit di Indonesia telah berkembang dari 300 ribu hektar pada tahun 1980 menjadi 16.1 juta hektar saat ini. Menurut data Badan Pusat Statistik, jumlah perusahaan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2023 adalah 2389 perusahaan. Pada pabrik pengolahan kelapa sawit, boiler merupakan jantungnya pabrik.

Boiler merupakan salah satu komponen penting dalam memenuhi kebutuhan akan *steam* dari suatu proses produksi di industri. Di dalam industri kelapa sawit, *boiler* merupakan suatu sistem yang mengkonsumsi energi terbesar sehingga akan sangat banyak faktor yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan sistem *boiler* tersebut. Hal ini dikarenakan banyaknya penelitian yang telah dilakukan mengenai pengoptimalan fungsi dari *boiler*. Peningkatan efisiensi sistem *boiler* memerlukan ketelitian karakteristik dan performansi termodinamika. Hal ini biasanya ditinjau lebih lengkap dengan analisis eksergi.

Eksergi adalah properti termodinamika yang nilainya bergantung pada bentuk proses energi dan keadaan lingkungannya. Setiap sistem yang tidak dalam keadaan setimbang dengan lingkungannya memiliki nilai eksergi. Apabila sebuah sistem dalam keadaan setimbang dengan lingkungannya maka sistem tersebut memiliki eksergi sebesar nol. Eksergi dengan nilai nol tersebut tidak memiliki kemampuan untuk melakukan kerja terhadap lingkungannya.

Dengan menggunakan metode ini, akan diperoleh gambaran yang sesungguhnya tentang besarnya kerugian dari suatu sistem, serta apa penyebab dan dimana lokasinya suatu kerugian pada sistem, sehingga dapat dilakukan peningkatan kerja sistem secara keseluruhan ataupun hanya pada komponen-komponennya saja.

Industri kelapa sawit yang menghasilkan produk utama CPO dalam pengolahannya akan menghasilkan limbah biomassa juga seperti cangkang (shell) dan fiber. Kedua limbah ini memiliki potensi energi yang tinggi apabila dimanfaatkan sebagai bahan bakar boiler serta merupakan pilihan yg ekonomis dan ramah lingkungan. Selain itu, penggunaan bahan bakar cangkang dan fiber memiliki signifikansi strategis diantaranya seperti biaya rendah dan ketersediaan tinggi, mendukung pengurangan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil, dukungan terhadap prinsip zero waste, dan potensi untuk pembangkit Listrik (co-generation).

Pemilihan judul ini didasarkan pada urgensi untuk meningkatkan pemanfaatan energi biomassa secara berkelanjutan, mengetahui efektivitas pembakaran cangkang dan fiber, mengidentifikasi titik-titik kerugian energi dalam sistem dan memberikan dasar ilmiah dalam peningkatan efisiensi termal dan eksergi boiler di pabrik kelapa sawit.

Analisis yang akan dilakukan di dalam penelitian ini adalah dengan mengevaluasi pengelolaan dan pemanfaatan energi pada sistem boiler sehingga dapat ditentukan nilai neraca massa, energi, dan ekserginya. Selain itu, penelitian ini juga mengevaluasi nilai efisiensi eksergetik pada sistem boiler sehingga mendapatkan gambaran untuk dapat dijadikan acuan untuk optimalisasi pada sistem *boiler*. Penelitian ini dilakukan di pabrik kelapa sawit dengan kapasitas skala menengah yaitu 60 ton/jam, dimana tandan buah sawit yang diolah akan menghasilkan *crude palm oil* sebagai hasil produksi di industri kelapa sawit. Oleh karena itu performa boiler sangat berperan penting untuk menjaga kelancaran proses pengolahan di pabrik kelapa sawit.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan nilai performa sistem *boiler*, perumusan masalah yang akan dikaji di dalam penelitian ini, antara lain:

1. Bagaimana menentukan nilai EnPI (*Energy Performance Indicator*) dari sistem boiler?
2. Bagaimana nilai neraca massa dan energi pada sistem *boiler*?

3. Bagaimana nilai eksergi pada masing-masing komponen energi pada sistem *boiler*?
4. Bagaimana optimalisasi yang dapat dilakukan untuk mereduksi kehancuran eksergi pada sistem *boiler*?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan mengevaluasi dan menganalisis data-data pengoperasian sistem boiler yang mana bertujuan untuk:

1. Menganalisis nilai EnPI (*Energy Performance Indicator*) sistem boiler
2. Menganalisis nilai neraca massa, energi, dan eksergi sistem boiler
3. Mengidentifikasi kehancuran eksergi yang terjadi pada sistem boiler
4. Mengoptimalkan sistem boiler dengan menggunakan parameter eksergi untuk mendapatkan performa terbaik.
5. Mengoptimalkan sistem boiler melalui evaluasi dan analisis energi serta eksergi, guna meningkatkan efisiensi kinerja dan mengurangi kehancuran eksergi, sehingga dapat digunakan sebagai acuan untuk pengelolaan energi yang lebih baik.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat di dalam mengevaluasi performa sistem boiler dengan mengidentifikasi nilai eksergi sehingga dapat diperoleh gambaran tentang besarnya degradasi energi yang berguna dalam sistem yang mana dapat mempengaruhi nilai efisiensi pada sistem boiler maupun komponen-komponen yang terdapat pada sistem boiler tersebut. Selain itu, manfaat lain dari penelitian ini juga untuk memberikan nilai dan penyebab terjadinya losses pada sistem boiler sehingga memperoleh gambaran untuk mengoptimalkan performa sistem.

1.5 ORIGINALITAS PENELITIAN

Berdasarkan penelitian sebelumnya mengenai analisis eksergi pada sistem boiler, maka diperoleh gambaran penelitiannya adalah sebagai berikut.

Tabel 1.1. Penelitian sebelumnya

No.	Peneliti (tahun)	Judul Penelitian	Metodologi Penelitian	GAP Analisis
1.	Sarang J. Gulhane, Amit Kumar Thakur (2013)	<i>Exergy Analysis of Boiler In cogeneration Thermal Power Plant</i>	Beberapa proses yang diteliti menganalisis kondisi termal batubara, udara, air, <i>flue gas</i> , <i>economizer</i> , superheater, dan steam drum.	1) Tidak melakukan analisis neraca massa, energi, dan eksergi 2) Tidak mengevaluasi eksergi pada proses reaksi pembakaran 3) Tidak mengevaluasi <i>heat loss</i> konveksi dan radiasi
2.	Krishan Kumar, Dharmendra Patel, Vinod Sehravat, Tarun Gupta (2015)	<i>Performance and Exergy Analysis of the Boiler</i>	Penelitian menggunakan beberapa data, antara lain: 1) Operasi <i>steady state</i> dipertimbangkan di semua komponen.	1) Tidak melakukan analisis neraca massa, energi, dan eksergi 2) Tidak mengevaluasi eksergi pada proses reaksi pembakaran 3) Tidak mengevaluasi eksergi pada komposisi bahan bakar

No.	Peneliti (tahun)	Judul Penelitian	Metodologi Penelitian	GAP Analisis
			2) Analisis menggunakan hukum pertama termodinamika dan hukum kedua termodinamika	4) Tidak mengevaluasi eksergi pada <i>flue gas</i> 5) Tidak mengevaluasi <i>heat loss</i> konveksi dan radiasi
3.	Jawed Ahmed Jamali, Abdul Ghafoor Memon, Khanji Harijan, Zeshan Abbas, Aamir Khuwajae (2017)	<i>Energy and Exergy Analyses of Boiler and its Parts of Lakhra Coal Power Plant (FBC) Jamshoro</i>	Beberapa ketentuan di dalam penelitian ini: Asumsi utama yang dibuat untuk analisis diberikan sebagai 1) Kondisi aliran keadaan tunak berlaku untuk semua aliran fluida dengan perubahan energi kinetik dan potensial yang dapat diabaikan. 2) Kondisi mati berada pada 101,32 kPa dan 25 C. 3) Batubara lignit diambil sebagai bahan bakar.	1) Tidak melakukan analisis neraca massa, energi, dan eksergi 2) Tidak mengevaluasi eksergi pada proses reaksi pembakaran 3) Tidak mengevaluasi eksergi pada komposisi bahan bakar 4) Tidak mengevaluasi <i>heat loss</i> konveksi dan radiasi

No.	Peneliti (tahun)	Judul Penelitian	Metodologi Penelitian	GAP Analisis
			4) Rasio udara-bahan bakar diasumsikan 12:1 5) Laju aliran massa air umpan jenuh atau steam jenuh atau steam lewat jenuh diasumsikan tetap sama selama analisis 6) Laju aliran massa udara masuk atau gas buang diasumsikan tetap sama selama analisis 7) Laju aliran gas buang pertama terhadap massa diasumsikan sebagai gas buang awal pada komponen kedua dan seterusnya.	
4.	G. U. Akubue, S. O. Enibe, H. O. Njoku and G. O. Unachukwu (2014)	<i>Exergy Analysis of a Steam Boiler Plant in a brewery in Nigeria</i>	Pada penelitian ini, analisis eksergi dan energi dilakukan untuk mengukur kerugian	1) Tidak melakukan analisis neraca massa, energi, dan eksergi

No.	Peneliti (tahun)	Judul Penelitian	Metodologi Penelitian	GAP Analisis
			pada sistem boiler yang beroperasi di kondisi tropis di Afrika sub-Sahara. Berdasarkan temuan-temuan yang ada, penelitian ini juga memberikan rekomendasi untuk perbaikan desain, dan pemulihan energi limbah, sebagai cara untuk mempengaruhi keputusan kebijakan energi, dan proyek dampak lingkungan.	2) Tidak mengevaluasi eksergi pada proses reaksi pembakaran 3) Tidak mengevaluasi eksergi pada komposisi bahan bakar 4) Tidak mengevaluasi eksergi pada <i>flue gas</i> 5) Tidak mengevaluasi <i>heat loss</i> konveksi dan radiasi

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

