

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini akan mengulas peran penting *boiler* dalam era industri modern, dengan fokus pada aplikasinya dalam industri *laundry*. Pentingnya efisiensi termal akan dibahas juga dalam kinerja *boiler*, faktor-faktor yang mempengaruhinya, dan upaya-upaya untuk meningkatkannya. Analisis dan modifikasi desain pipa pada *boiler* akan menjadi fokus utama, dengan tinjauan terhadap penggunaan simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) untuk evaluasi dan pemodelan. Dengan demikian, bab ini akan memberikan gambaran menyeluruh mengenai pentingnya *boiler* dalam industri modern, khususnya dalam konteks industri *laundry*, serta upaya-upaya untuk meningkatkan efisiensinya guna mendukung keberlanjutan dan pelestarian lingkungan.

1.1 Latar Belakang

Boiler memperoleh posisi sentral sebagai elemen penting dalam proses konversi energi. Fungsi dari *boiler* pun beragam, mulai dari memanaskan ruangan, mendukung sistem pendinginan, hingga membangkitkan listrik, menjadikan *boiler* sebagai tulang punggung bagi berbagai kegiatan industri, termasuk sektor tekstil, makanan, farmasi, dan petrokimia. Tingkat adopsi yang tinggi, dengan perkiraan 80% industri di seluruh dunia mengandalkan *boiler* sebagai sumber utama energi panas, mencerminkan pentingnya peranannya dalam menopang infrastruktur industri global (Tambunan dkk., 2023).

Industri *laundry* sebagai salah satu sektor yang sangat bergantung pada proses pembersihan dan perawatan tekstil, *boiler* menjadi salah satu solusi untuk

penggunaannya. Penggunaan uap panas yang dihasilkan oleh *boiler*, terutama dalam proses setrika uap, telah membawa manfaat bagi efisiensi operasional. Keunggulan setrika uap dalam menghasilkan panas merata (Ramadhan & Gunawan, 2023), meningkatkan efisiensi waktu (Situmorang, 2021), dan memberikan hasil akhir yang lebih rapi dan higienis (Ramadhani, 2022). Data yang dikumpulkan oleh Asosiasi Laundry Indonesia menunjukkan bahwa bisnis laundry di Indonesia berkembang 20% per tahun (Marifati & Ubaidillah, 2020), menegaskan betapa progresifnya industri *laundry* di Indonesia.

Keefektifan penggunaan *boiler* bergantung pada efisiensi termal yang diperolehnya. Efisiensi termal merupakan parameter kunci dalam kinerja *boiler*, merujuk pada kemampuannya untuk mengubah energi panas dari bahan bakar menjadi uap panas dengan tingkat efisiensi yang tinggi (Syahputra, 2021). Dalam upaya meningkatkan efisiensi termal, beberapa faktor seperti desain *boiler* yang dioptimalkan (Tambunan dkk., 2023), penggunaan bahan bakar berkualitas tinggi (Ramadhan & Gunawan, 2023), dan praktik operasional yang efisien menjadi krusial (Situmorang, 2021). Di tengah naiknya harga bahan bakar (Ramadhani, 2022) dan meningkatnya kesadaran akan isu lingkungan (Syahputra, 2021).

Analisis desain menjadi salah satu faktor meningkatkan efisiensi termal *boiler* yang akan kami lakukan pada software Ansys Fluent. Langkah selanjutnya, kami modifikasi desain *boiler* dari hasil analisis simulasi. Dalam konteks ini, penggunaan simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) dengan software Ansys Fluent menjadi suatu pendekatan yang sangat berguna. Simulasi ini memungkinkan untuk memvisualisasikan aliran fluida (Syahputra, 2021), menganalisis perpindahan panas (Tambunan dkk., 2023), dan mengevaluasi desain

secara lebih detail (Ramadhan & Gunawan, 2023). Beberapa penelitian terdahulu seperti yang dilakukan oleh (Zainuri dkk., 2020) telah menunjukkan bagaimana simulasi CFD dapat mengkaji perpindahan panas antara pipa-pipa air dengan gas panas secara akurat, termasuk pengaruh geometri pipa terhadap distribusi temperatur dan efisiensi pembakaran. Penelitian lain oleh (Hossain., 2022) juga memvalidasi bahwa simulasi CFD mampu memprediksi area-area persebaran panas dan menjadi dasar penting untuk desain ulang boiler agar lebih efisien. Dengan demikian, modifikasi yang dihasilkan dapat memberikan dampak positif, seperti peningkatan efisiensi termal, pengurangan biaya operasional, dan kontribusi terhadap pelestarian lingkungan.

Efisiensi termal dalam *boiler* menjadi fokus utama dalam penelitian ini dengan membandingkan hasil eksperimen dan hasil simulasi di dua kondisi yaitu eksisting dan modifikasi. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dalam menghasilkan *boiler* yang efisien kinerjanya sehingga bisa aktif berkontribusi pada upaya pelestarian lingkungan secara lebih efektif.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan, berikut adalah rumusan masalah dalam penelitian ini:

1. Bagaimana mengolah data simulasi yang diperlukan dalam membandingkan variasi-variasi *boiler* pada software Ansys?
2. Bagaimana hasil analisis modifikasi desain dibandingkan dengan kondisi eksisting pada software Ansys?

3. Bagaimana dampak penambahan jumlah pipa dan variasi kemiringan pipa air terhadap efektivitas perpindahan panas?

1.3 Batasan Masalah

Analisis pada *boiler laundry* dibatasi oleh hal-hal berikut:

1. Geometri akan difokuskan pada pipa api, dan modifikasi pada pipa air.
2. Bahan Bakar menggunakan LPG (Propana 0,65 dan Butana 0,35).
3. *fuel Inlet* didapat menggunakan *kecepatan udara inlet* dihitung dari *mass flow* LPG saat uji coba.
4. *air Inlet* didapat dari *mass flow* LPG saat uji coba dibandingkan dengan AFR (*Air, Fuel Ratio* pembakaran sempurna).
5. Luas *Fuel inlet* diperoleh dari lubang keluaran gas LPG pada kompor yaitu lingkaran dengan diameter 8,4853 mm berjumlah 40.
6. Pengujian pada *boiler* akan terbatas pada penyerapan dan penyebaran panas di bagian pipa api dan pipa air. , dengan 7 pipa air
7. Geometri yang disimulasikan yaitu versi Eksisting (kemiringan sudut 0° dengan 7 pipa air), variasi elevasi sudut 1° dengan 7 pipa air, 1° dengan 11 pipa, air 3° , dengan 7 pipa air 3° dengan 11 pipa air, 5° dengan 7 pipa air, dan 5° dengan 11 pipa air
8. Variabel lingkungan seperti kelembaban dan kecepatan angin tidak akan menjadi pertimbangan dalam penelitian ini.

1.4 Tujuan Proyek Akhir

Tujuan utama dari proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Memvalidasi model simulasi, serta menilai akurasi hasil simulasi terhadap data eksperimen.
2. Menganalisis pengaruh variasi kemiringan pipa air dan penambahan jumlah pipa air terhadap peningkatan efisiensi perpindahan panas
3. Menentukan konfigurasi desain boiler yang optimal dalam meningkatkan efisiensi termal dan mempercepat waktu pembentukan uap.

1.5 Luaran

Laporan dari Proyek Akhir ini adalah:

1. Laporan Proyek Akhir
2. Prototipe
3. Draft Artikel Ilmiah
4. Draft Paten
5. HKI Karya Video

1.6 Sistematika Laporan

Dalam penulisan Proyek Akhir ini, agar dalam pembahasan terfokus pada pokok permasalahan dan tidak melebar ke permasalahan yang lain, maka penulis membuat sistematika penulisan proposal yang terdiri dari 5 (lima) bab dengan urutan sebagai berikut :

1.6.1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan, luaran dan sistematika penulisan proposal.

1.6.2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang studi literatur yang berkaitan dengan judul Proyek Akhir ini.

1.6.3 METODOLOGI

Berisi langkah-langkah proses pengerjaan dan diagram alir metodologi proyek akhir yang menjelaskan mengenai diagram pengerjaan, perencanaan *geometry*, *set up*, dan kalkulasi unsur keamanan.

1.6.4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi mengenai hasil dan pembahasan mengenai data yang didapat dari pengujian yaitu efisiensi dari *boiler*, jenis uap, dan data temperatur *boiler laundry* yang menggunakan bahan bakar gas LPG.

1.6.5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi mengenai kesimpulan hasil penelitian yang telah dibahas dan saran-saran perbaikan mengenai kekurangan pada proyek akhir ini untuk penelitian dan pengembangan selanjutnya.