

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 memengaruhinya, 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 *et al.*, 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 and 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 and 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 *et al.*, 2023), penggunaan bahan bakar berkualitas tinggi (Ramadhan and 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 peningkatkan 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 *et al.*, 2023), dan mengevaluasi desain secara lebih detail (Ramadhan and Gunawan, 2023). Dalam Simulasi CFD yang dilakukan oleh

(Hossainpour and Kouzegar Ghiyasi, 2025a) dan (Howlader, Moharana and Das, 2023a) menunjukkan bentuk permukaan pemanasan dan kemiringan dari suatu pipa berpengaruh pada proses pendidihan terhadap panas yang diterima oleh fluida. 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 *setup* yang diperlukan dalam mensimulasikan *boiler laundry* pada software Ansys?
2. Apa perubahan yang akan dilakukan setelah menganalisa hasil simulasi *boiler laundry* kondisi eksisting?
3. Bagaimana hasil analisis modifikasi desain *boiler laundry* dibandingkan dengan kondisi eksisting pada software Ansys?

1.3 Batasan Masalah

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

1. Geometri akan difokuskan pada zona fluida air dan udara dalam *boiler*.

2. Simulasi pada *boiler* akan terbatas pada pemanasan fluida air di bagian dalam *boiler*.
3. Geometri yang disimulasikan adalah boiler laundry kondisi eksisting dan Variasi kemiringan geometri pipa air kondisi modifikasi akan terbatas dari 0° , 1° , 2° , 3° , 4° , dan 5° .
4. 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. Menemukan *setup* yang relevan untuk model pemanasan fluida pada *boiler laundry*.
2. Mengkonfigurasi desain *boiler laundry* yang mempercepat pembentukan uap dan memiliki kemampuan penyerapan panas optimal.
3. Mengidentifikasi besaran *heat flux*, *heat transfer coefficient*, distribusi kecepatan fluida dan karakteristik aliran uap (*vapor volume fraction*) yang dihasilkan dari simulasi di *boiler laundry*.

1.5 Luaran

Laporan dari Proyek Akhir ini adalah:

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

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 laporan.

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 geometri, dan *setup*.

1.6.4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi mengenai hasil dan pembahasan mengenai data yang didapat dari pengujian dan simulasi yaitu efisiensi dari *boiler*, *mass flux*, dan data suhu dari *boiler laundry*.

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.