

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penukar panas merupakan peralatan yang digunakan untuk perpindahan panas antara dua fluida, dimana keduanya memiliki gradient temperatur dan dipisahkan oleh dinding. Banyak jenis penukar panas yang dibuat dan digunakan dalam pusat pembangkit ketenagaan, sistem ruang pemanas, *air conditioning*, sistem proses kimia dan lain-lain. Salah satu tipe penukar panas yang sering digunakan dalam aplikasi rekayasa industri yakni *tipe shell and tube* (Cendy S.E Tupamahul, 2021).

Perpindahan panas merupakan salah satu proses penting dalam berbagai aplikasi industri, terutama dalam sektor pembangkit energi. Di pembangkit listrik, seperti yang dioperasikan oleh PT. Paiton Operation And Maintenance Indonesia, *heat exchanger* tipe *shell and tube* digunakan secara luas karena kemampuannya dalam menukar panas secara efisien antara dua fluida berbeda. *Heat exchanger* ini berperan krusial dalam menjaga efisiensi operasional dan mengurangi konsumsi energi. Namun, distribusi suhu yang tidak merata dalam heat exchanger dapat menurunkan kinerja, meningkatkan risiko kerusakan peralatan, serta memengaruhi efisiensi energi secara keseluruhan (Sharma & Bajaj, 2020).

Distribusi suhu yang tidak optimal pada *heat exchanger* dapat menyebabkan terjadinya *fouling*, kelebihan beban panas, serta penurunan performa secara keseluruhan (Kuppan, 2013). Kondisi ini membuat proses perpindahan panas menjadi kurang efisien, dan pada akhirnya meningkatkan biaya operasional. Oleh karena itu, sangat penting untuk melakukan evaluasi distribusi suhu guna memastikan bahwa *heat exchanger* bekerja secara optimal. Salah satu metode yang umum digunakan untuk analisis ini adalah melalui pendekatan *Computational Fluid Dynamics* (CFD), yang mampu mensimulasikan aliran fluida dan perpindahan panas secara detail (Versteeg & Malalasekera, 2007).

Berbagai penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa analisis numerik dengan CFD dapat memberikan hasil yang akurat dalam memodelkan distribusi suhu dan aliran fluida di dalam *heat exchanger*. Misalnya, dalam studi yang di tulis oleh (Hulloli, 2013), ditemukan bahwa metode CFD efektif dalam mengidentifikasi area dengan distribusi suhu yang tidak merata di dalam *heat exchanger*, serta memberikan solusi untuk mengoptimalkan desain dan kinerja. Hal serupa juga ditunjukkan dalam penelitian oleh Yadav & Lal (2020),

di mana pendekatan numerik digunakan untuk mengoptimalkan efisiensi perpindahan panas melalui modifikasi desain *shell and tube*. Dengan memahami distribusi suhu pada *heat exchanger*, dapat dilakukan upaya untuk mengurangi terjadinya *thermal stress* dan meningkatkan efisiensi perpindahan panas.

Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara numerik distribusi suhu pada *heat exchanger* tipe *shell and tube* berdasarkan studi kasus PT. Paiton Operation And Maintenance Indonesia. Dengan memanfaatkan metode ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih baik tentang karakteristik termal *heat exchanger*, yang pada gilirannya dapat digunakan untuk mengoptimalkan desain dan meningkatkan efisiensi operasionalnya.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan dan optimasi *heat exchanger*, yang pada akhirnya dapat berdampak positif pada efisiensi energi dan keberlanjutan dalam berbagai aplikasi industri. Penelitian ini berfokus pada *shell and tube heat exchanger* di PT. Paiton Operation And Maintenance Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian skripsi ini dilaksanakan adalah bagaimana mengevaluasi distribusi suhu yang terjadi di dalam *heat exchanger* tipe *shell and tube* berdasarkan hasil simulasi numerik.

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian skripsi ini dilaksanakan antara lain adalah mengevaluasi distribusi suhu yang terjadi di dalam *heat exchanger* tipe *shell and tube* melalui simulasi numerik berdasarkan studi kasus di PT. Paiton Operation And Maintenance Indonesia.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian skripsi ini dilaksanakan antara lain adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya fokus pada fluida *liquid* dan gas.
2. Penelitian ini menggunakan material penukar panas tertentu yang sesuai dengan standar industri *heat exchanger*.

3. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak ANSYS untuk melakukan simulasi numerik dan ANSYS SPACECLAIM untuk pembuatan desain.
4. Hasil simulasi numerik tidak divalidasi dengan data eksperimental, sehingga penelitian hanya fokus pada hasil analisis numerik.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat praktis dan juga manfaat teoritis yang signifikan.

1.5.1 Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat praktis antara lain sebagai berikut :

1. Penelitian ini dapat menambah pengetahuan mengenai mekanisme perpindahan panas pada *heat exchanger* tipe *shell and tube* menggunakan metode analisis bilangan numerik.
2. Hasil penelitian ini dapat memberikan informasi yang berguna bagi industri yang menggunakan penukar panas, seperti industri petrokimia, makanan, dan energi.
3. Penelitian ini dapat menyempurnakan model numerik dalam memprediksi distribusi suhu sehingga meningkatkan akurasi kinerja *heat exchanger* dengan lebih akurat.
4. Penelitian ini dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang distribusi suhu dan pola aliran fluida di dalam *heat exchanger* menggunakan metode analisis bilangan numerik.
5. Dengan memahami distribusi suhu, dapat dilakukan upaya untuk mengurangi kehilangan panas dan meningkatkan efisiensi perpindahan panas pada *heat exchanger*.

1.5.2 Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat teoritis antara lain sebagai berikut :

1. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai pedoman bagi industri dalam mendesain dan mengevaluasi sistem *heat exchanger*, serta sebagai acuan untuk standar operasional berdasarkan metode analisis bilangan numerik.

2. Memperdalam pemahaman tentang fenomena distribusi suhu dan faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja *heat exchanger*, yang dapat diaplikasikan dalam desain sistem termal lainnya.
3. Penelitian ini dapat berkontribusi pada pengembangan metode penyelesaian terkait fenomena pertukaran panas dan dinamika fluida, khususnya dalam konteks *shell and tube heat exchanger*.
4. Analisis numerik yang digunakan dalam penelitian ini dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya dan pengembangan model-model lain yang lebih kompleks.