

BAB I PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) berperan penting dalam pemenuhan kebutuhan energi listrik nasional, terutama di wilayah industri yang membutuhkan pasokan energi tinggi. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Makmur Sejahtera Wisesa, yang terletak di Tanjung, Kalimantan Selatan, memiliki kapasitas 2 x 30 MW dan mulai beroperasi pada tahun 2013. PLTU ini dibangun oleh PT Adaro Energy Tbk. Sebagai bagian dari strategi integrasi bisnis di sektor kelistrikan, yang juga mencakup pertambangan batu bara dan logistik. Dalam Tugas Akhir ini akan membahas mengenai *power Plant* pada PT MSW utamanya pada kondensor.

Kondensor adalah salah satu alat penukar panas (*heat exchanger*) yang dapat mengembunkan fasa uap menjadi fasa cair atau fluida. Pada kondensor, uap gas dengan temperatur tinggi masuk melalui dinding kondensor dan melewati ruang kondensasi dimana uap tersebut didinginkan dengan aliran fluida bersuhu rendah pada sistem kondensor sehingga uap panas yang masuk dapat mengembun menjadi cairan (*Anwar; Misbachul, 2018*). Pada PLTU PT. MSW Tanjung menggunakan tipe kondensor surface dengan bahan *tube stainless steel TP 304 ASTM A 249*.

Penurunan efektivitas kondensor dapat menyebabkan penurunan efisiensi keseluruhan PLTU, yang berdampak pada biaya operasional dan emisi karbon (*Dani Julius, 2019*). Maka dari itu perlu dilakukan analisis laju perpindahan panas dan efektivitas kondensor untuk mengetahui bagaimana kinerja kondensor secara aktual. Dalam Tugas Akhir ini metode perhitungan menggunakan LMTD dan NTU (*Number of Transfer Unit*), mencari *overall heat transfer coefficient* (U), menghitung Reynolds Number dan *Nusselt Number* serta kesetimbangan energy untuk control volume. Kinerja kondensor dapat dilihat dari nilai efektivitas, laju perpindahan panas, dan tekanan vakum di dalam kondensor.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana nilai efektivitas kondensor pada PLTU PT MSW Tanjung berdasarkan kondisi operasi aktual?
2. Bagaimana nilai laju perpindahan panas yang terjadi di kondensor, dan apa faktor utama yang memengaruhinya?

1.3. Batasan Masalah

Penelitian ini difokuskan pada analisis kinerja kondensor di PLTU PT. Makmur Sejahtera Wisesa, dengan batasan:

1. Penelitian hanya difokuskan pada Kondensor Unit 2 PLTU PT Makmur Sejahtera Wisesa, dan tidak mencakup unit lain ataupun sistem pendukung seperti boiler, turbin, atau cooling tower.
2. Analisis dilakukan dalam kondisi operasi steady-state, yaitu data diambil pada saat kondisi beban konstan tanpa fluktuasi besar terhadap suhu, tekanan, dan aliran fluida.
3. Fokus penelitian terbatas pada parameter termal, seperti suhu, laju aliran, dan tekanan. Tidak mencakup parameter mekanikal seperti keausan, keretakan pipa, maupun analisis getaran.
4. Metode perhitungan yang digunakan adalah LMTD dan NTU, sehingga pendekatan lain seperti metode numerik atau simulasi CFD tidak digunakan.
5. Kondisi lingkungan luar (*ambient*) tidak dimasukkan dalam perhitungan, misalnya suhu udara sekitar atau pengaruh kelembapan lingkungan.
6. Data aktual hanya diambil dalam rentang waktu 1–2 Desember 2024, sehingga hasil analisis tidak merepresentasikan performa tahunan kondensor.
7. Variabel yang digunakan :
 - a. Variabel Bebas

- Suhu uap masuk kondensor (T_{hi}) : 38,36 °C
- Suhu uap keluar kondensor (T_{ho}) : 38,00 °C
- Suhu air pendingin masuk (T_{ci}) : 29,88 °C
- Suhu air pendingin keluar (T_{co}) : 33,996 °C
- Tekanan vakum kondensator (*gage*) : -0,958 bar (\rightarrow 0,055 bar absolut)
- Flow Rate (Q) : 4100 m³/h
- Dimensi tube ($D \times thickness \times L$) : 23 mm \times 0,5 mm \times 7800 mm
- Jumlah tube : 2994 buah
- Kualitas air : $R''_{f,o} = 0,0001 \text{ m}^2\text{K/W}$
 $R''_{f,i} = 0,0001 \text{ m}^2\text{K/W}$

b. Variabel Terikat

- Laju perpindahan panas total (Q total)
- Efektivitas kondensator (ϵ),
(dihitung dengan metode NTU)
- Koefisien perpindahan panas total (U)
- Bilangan Reynolds air pendingin (Re)
- Bilangan Nusselt (Nu)

c. Variabel Terkontrol

- Material tube : Stainless steel TP 304
- Jenis kondensator : *Surface condenser, tipe two pass, horizontal*
- Tipe aliran fluida : *Cross flow dengan shell and tube configuration*

- Metode analisis : Menggunakan LMTD dan NTU
- Keadaan operasi : Steady state (tidak berubah selama pengambilan data)
- Faktor koreksi : LMTD (F)

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui performa kondensor Unit 2 PLTU PT. MSW, diantaranya :

1. Mengetahui laju perpindahan panas
2. Mengetahui nilai efektivitas

1.5. Manfaat Penelitian

1. Bagi Industri : Memberikan informasi mengenai kinerja kondensor secara aktual untuk mendukung optimalisasi operasional dan pemeliharaan di PLTU PT MSW Tanjung.
2. Bagi Peneliti: Sebagai kontribusi ilmiah dalam pengembangan analisis perpindahan panas pada sistem kondensor di PLTU.
3. Bagi Akademisi: Menjadi referensi dalam penelitian lebih lanjut terkait kondensor, perpindahan panas, dan efisiensi sistem PLTU.

1.6. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah;

1. Studi Literatur:

Mengkaji teori-teori dasar dan penelitian sebelumnya terkait kondensor, metode LMTD, NTU, dan parameter perpindahan panas.

2. Pengumpulan Data Lapangan:

Mengambil data aktual dari sistem kondensor PLTU PT MSW Tanjung, seperti suhu, tekanan, laju aliran fluida pendingin, dan dimensi

kondensor, menggunakan data teknis dari manual operasi dan dokumentasi teknis PLTU.

3. Analisis Data:

Menggunakan metode LMTD untuk menghitung perbedaan suhu logaritmik rata-rata. Mengaplikasikan metode NTU untuk menentukan efektivitas kondensor, menghitung parameter lain seperti koefisien perpindahan panas menyeluruh (U), bilangan Reynolds, dan bilangan Nusselt, menggunakan persamaan keseimbangan energi untuk menghitung laju perpindahan panas.

1.7. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. **BAB I** : Pendahuluan Pada bab ini akan dibahas tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, sistematika penulisan.
2. **BAB II** : Dasar Teori Pada bab ini membahas mengenai teori-teori yang berkaitan dengan pembahasan kondensor beserta perumusannya. Dalam dasar teori berasal dari sumber atau pun literatur yang digunakan selama perhitungan perpindahan panas.
3. **BAB III** : Metodologi Pada bab ini akan dibahas mengenai metode penulisan tugas akhir.
4. **BAB IV** : Analisis dan Perhitungan Pada bab ini akan diulas mengenai cara-cara perhitungan laju perpindahan panas dan efektivitas kondensor dari data aktual.
5. **BAB V** : Kesimpulan Pada bab ini berisi tentang kesimpulan terhadap laju perpindahan panas dan efektivitas pada kondensor berdasarkan hasil ulasan pada bab IV. Setelah itu akan berisi saran dan penutup dari tugas akhir ini.