

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan dalam bidang industri dan teknologi saat ini erat sekali hubungannya dengan listrik, dimana saat ini listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting. Listrik merupakan energi yang vital dan strategis, hal ini menjadi perhatian yang serius dan semua pihak harus ikut dalam proses memproduksi listrik secara aman dan efisien.

Untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan energi dibidang produksi energi listrik adalah penggunaan siklus kombinasi Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU). PLTGU adalah gabungan antara Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) ini adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan energi panas dari uap yang digunakan untuk memutar turbin sehingga dapat membangkitkan energi listrik melalui generator. Uap yang dihasilkan ini berasal dari perubahan fase air menjadi uap pada *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) yang memanfaatkan energi panas dari sisa gas buang pada turbin gas.

Keuntungan menggunakan HRSG yang paling prinsip dibandingkan boiler umum (yang menggunakan *burner*) adalah peningkatan efisiensi karena memanfaatkan gas buang dari turbin gas sebagai sumber kalor sehingga tidak memerlukan bahan bakar dan udara sebagai pemanas. Berdasarkan dari metode sirkulasi *feedwater*, HRSG tipe vertikal menggunakan sirkulasi paksa (*forced circulation*) dimana pipa-pipa pemanas dipasang posisi horizontal yang tersusun dari bawah ke atas. Sirkulasi ini dapat mempertahankan aliran air ke pipa-pipa pemanas pada saat *start* maupun beban penuh. Dalam penelitian dilakukan analisa perhitungan untuk mengetahui efektifitas yang dihasilkan dari sistem HRSG tipe vertikal.

Berdasarkan kondisi tersebut dalam penelitian ini dilakukan perhitungan dan analisa untuk mendapat besar nilai beban total HRSG, laju aliran superheater, evaporator, economizer, *heat losses* pada sistem HRSG dan efisiensi termal pada HRSG.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah :

1. Mengetahui nilai perpindahan panas yang terjadi pada saluran (*duct*) HRSG yang digunakan pada PLTGU X
2. Berapa efisiensi *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) Vertikal?
3. Berapa nilai laju aliran gas dan uap pada sistem HRSG Vertikal di PLTGU X ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang dilakukan adalah menganalisa kinerja untuk mendapatkan besarnya nilai perpindahan panas pada penukar panas dan massa laju aliran gas-uap pada sistem HRSG Vertikal di PLTGU X.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Data yang didapatkan dari PLTGU X.
2. Efektifitas yang dicari adalah laju aliran gas dan uap pada sistem HRSG kondisi operasi.

## 1.5 Metode Penelitian

Dalam pelaksanaan dan penyusunan tugas akhir ini diperlukan pengumpulan data-data yang sesuai dengan kondisi di lapangan sehingga dapat memahami dengan jelas objek yang akan dianalisa. Untuk memperoleh data tersebut dilakukan metode sebagai berikut :

### a. Studi Pustaka

Studi Pustaka yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan yang akan dibahas yaitu dengan membaca berbagai buku, jurnal dan laporan yang berkaitan dengan tema tugas akhir ini. Sumber referensi tersebut didapatkan dari perpustakaan dan internet serta studi pustaka dari penelitian yang sudah dilakukan.

c. Identifikasi

Tahap identifikasi dilakukan dengan pencarian data awal apa saja yang diperlukan dalam melakukan perhitungan dan analisa.

d. Interview

Dalam metode ini, pengumpulan data dilakukan dengan bertanya secara langsung kepada karyawan. Dalam hal ini adalah pembimbing maupun pihak-pihak yang memiliki informasi yang dibutuhkan, sehingga dapat membantu dan memberikan penjelasan berkaitan dengan tema tugas akhir.

### 1.6 *State of The Art* Bidang Penelitian

- Penelitian yang dilakukan oleh (Maulana et al., 2018) dengan karya ilmiah yang berjudul “ Analisa Perbedaan Efisiensi Antara HRSG 1 dan HRSG 2 PLTGU Cilegon ”. Tujuan penelitian ini menganalisis penyerapan panas yang tidak maksimal pada HRSG. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan membandingkan antara data efisiensi HRSG di bulan maret 2018, yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar penurunan efisiensi yang terjadi. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai panas masuk yang hampir sama yaitu 1370221763,17 kJ/h untuk HRSG 1 sedangkan 1370226150,97 untuk HRSG 2, tetapi nilai panas yang diserap oleh HRSG 1 sebesar 1198645622019 kJ/h sedangkan panas yang diserap oleh HRSG2 sebesar 1151184244888 kJ/h. selisih penyerapan panas terbesar terjadi pada sistem HP dengan persentase penyerapan panas 59,272 % untuk HRSG 1 dan 55,085 % untuk HRSG 2. Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perbedaan efisiensi pada kedua HRSG disebabkan oleh perbedaan nilai panas yang masuk dan panas yang diserap oleh sistem HRSG itu sendiri.
- Penelitian yang dilakukan oleh (Yohana & Priambodo, 2012) dengan karya ilmiah yang berjudul “ Analisa Efisiensi Low Pressure HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*) “ . *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) adalah suatu komponen kesatuan antara turbin gas dan turbin uap pada sistem *combine cycle power plant*. HRSG berfungsi sebagai alat yang memanfaatkan gas buang dari turbin gas untuk memanaskan air pada pipa-pipa yang berada di dalam HRSG hingga menjadi uap kering yang

mampu memutar turbin uap. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa efisiensi *low pressure* HRSG pada saat *commissioning process* untuk dibandingkan dengan efisiensi *low pressure* HRSG pada tanggal 5 februari 2010. Hasil perhitungan analisa efisiensi *low pressure* HRSG pada saat *commissioning process* adalah sebesar 7,82 % dan sebesar 6,55 % untuk tanggal 5 februari 2010. Penurunan efisiensi yang terjadi adalah sebesar 1,27 %.

- Penelitian yang dilakukan oleh (Ramadhan, 2015) dengan karya ilmiah berjudul “Analisis Pengaruh Pemakaian Bahan Bakar Terhadap Efisiensi HRSG KA13E2 Di Muara Tawar *Combine Cycle Power Plant* “. Heat Recovery Steam Generator (HRSG) adalah suatu komponen kesatuan antara turbin gas dan turbin uap pada sistem *combine cycle power plant*. HRSG berfungsi sebagai alat yang memanfaatkan energi panas gas buang dari gas turbine untuk memanaskan air pada *tube-tube* yang berada di dalam HRSG, sehingga air berubah menjadi uap panas lanjut untuk memutar turbin uap. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi HRSG pada saat turbin gas beroperasi menggunakan bahan bakar natural gas untuk dibandingkan dengan pada saat turbin gas beroperasi menggunakan bahan bakar *high speed diesel*. Hasil perhitungan efisiensi HRSG yang optimal terjadi pada load set 100 %, dimana pada saat turbin gas beroperasi menggunakan bahan bakar natural gas, efisiensi energi yang dicapai sebesar 71.13 % dan efisiensi thermal sebesar 83.15 %. Hasil yang lain menunjukkan bahwa pada saat beroperasi menggunakan bahan bakar high speed diesel, efisiensi energi yang dicapai sebesar 70.26 % dan efisiensi thermal yang dicapai sebesar 73.35 %.
- Penelitian yang dilakukan oleh (Janah et al., 2018) dengan karya ilmiah berjudul “Analisa Unjuk Kerja *Heat Recovery Steam Generator (HRSG)* dengan Menggunakan Pendekatan Porous Media di PLTGU “. Untuk meningkatkan produksi energi listrik maka komponen-komponen utama Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) haruslah beroperasi secara optimal. Salah satu komponen utama dari PLTGU adalah *Heat Recovery Steam Generator (HRSG)*. HRSG memiliki beberapa komponen

utama yaitu superheater, evaporator dan economizer yang tersusun atas tube-tube yang memiliki struktur dan jumlah tertentu yang mempengaruhi performa HRSG. Pada penelitian ini dilakukan analisa unjuk kerja HRSG dengan menggunakan pendekatan porous media. Pada penelitian ini dilakukan tiga variasi yaitu variasi satu dengan jumlah *tube* aktual sesuai dengan *real plant* HRSG yang terdapat di PLTGU – Jawa Timur dengan jumlah *tube* 6976 buah. Variasi kedua yaitu dengan menambahkan tube sehingga jumlah *tube* total menjadi 7116 buah. Variasi ketiga yaitu mengurangi jumlah *tube* sehingga jumlah *tube* total menjadi 6836 buah. Jumlah *tube* ini berpengaruh pada jumlah *tube* pada setiap komponen di HRSG. Pada variasi I suhu HRSG yang ditunjukkan oleh suhu pada HP superheater II adalah 741 °K, sedangkan suhu pada variasi II adalah 745 °K dan suhu pada variasi III adalah 741 °K. Suhu pada variasi II lebih besar dibandingkan dengan variasi I dan II dikarenakan variasi II memiliki jumlah *tube* yang lebih banyak sehingga area perpindahan panas yang dimiliki variasi II lebih besar. Kecepatan aliran *outlet* pada variasi I adalah 3,442 m/s, variasi II 3,463 m/s dan variasi III 3,319 m/s. Variasi II memiliki kecepatan yang lebih besar dibandingkan dengan variasi I dan III dikarenakan luasan bidang yang dilewati semakin kecil seiringnya dengan bertambahnya jumlah *tube*.

- Penelitian yang dilakukan oleh (Mw et al., 2013) dengan karya ilmiah berjudul ” Perancangan Termal *Heat Recovery Steam Generator* Sistem Tekanan Dua Tingkat Dengan Variasi Beban Gas Turbin “. Pada sistem PLTGU tersebut terdapat komponen *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) yang bekerja dengan cara menggunakan sisa panas dari gas buang (*exhaust*) gas turbin yang kemudian digunakan untuk memproduksi uap (*steam*). Studi perancangan termal ini dilakukan dengan menganalisa data input berupa laju alir massa keluaran gas turbin, temperatur keluaran gas turbin, kandungan keluaran gas turbin, temperatur uap keluar HRSG, dan tekanan uap keluar HRSG. Langkah awal adalah menentukan beban kalor pada setiap modul agar dapat menentukan distribusi temperatur pada HRSG. Lalu, *pressure drop* dan efisiensi pada sistem HRSG diukur.

Terdapat 4 variasi beban turbin gas yaitu saat 100 %, 90 %, 80 %, dan 70 %. Dari variasi tersebut, dapat ditinjau perbedaan laju alir massa uap/air yang dibutuhkan dari masing-masing beban gas turbin. Hasil yang diperoleh dari perancangan ini adalah untuk mengubah air dari 70 °C menjadi uap 401 °C menggunakan gas buang turbin bertemperatur 437 °C, dibutuhkan luas perpindahan panas total sebesar 25.966 m<sup>2</sup>. Dari analisa variasi beban gas turbin, didapat bahwa semakin tinggi beban gas turbin maka akan semakin tinggi laju alir massa air/uap yang dapat dihasilkan, yaitu pada beban gas turbin 70 % didapat 15 kg/s, pada beban gas turbin 80 % didapat 15,3 kg/s, pada beban gas turbin 90 % didapat 17,37 kg/s, dan pada beban gas turbin 100 % didapat 18,59 kg/s.