

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Semakin meningkatnya laju industri membuat persaingan di dunia industri semakin ketat. Dibutuhkan alat-alat yang optimal untuk mendukung kemajuan sebuah industri dalam persaingan industri yang sangat ketat. Pengolahan sumber daya energi yang ada di Indonesia dengan baik dan tepat akan menghasilkan energi yang besar dan mampu menjadi pemasok untuk memenuhi kebutuhan energi nasional. Salah satu alat yang mendukung kemajuan dan proses berjalannya suatu industri serta memiliki peranan penting dalam penyempurnaan proses produksi di industri adalah *boiler* atau ketel uap. *Boiler* atau ketel uap merupakan bejana tertutup yang terbuat dari baja yang di dalamnya berisi air untuk dipanaskan lalu berfungsi memindahkan panas yang dihasilkan pembakaran bahan bakar ke air yang pada akhirnya akan menghasilkan *steam* dan digunakan untuk proses di luar *boiler* itu sendiri. Seperti pemanas, penggerak turbin, dan sebagainya (Sugiharto Agus). Secara proses konversi, *boiler* memiliki fungsi untuk mengkonversi energi kimia yang tersimpan di dalam bahan bakar menjadi energi panas yang tertransfer ke fluida kerja. Bejana bertekanan pada *boiler* umumnya menggunakan bahan baja dengan spesifikasi tertentu yang telah ditentukan dalam standart ASME (*The ASME Code Boilers*), terutama untuk penggunaan *boiler* pada industri-industri besar. Panas yang diberikan kepada fluida di dalam *boiler* berasal dari proses pembakaran dengan berbagai macam jenis bahan bakar yang dapat digunakan, seperti kayu, batubara, solar / minyak bumi, dan gas. Dengan adanya kemajuan teknologi, energi nuklir pun juga digunakan sebagai sumber panas pada *boiler*.

Untuk meningkatkan pemanfaatan energi secara efisien dan menekan peningkatan biaya produksi terhadap konsumsi bahan bakar maka kajian mengenai peningkatan performa di *boiler* merupakan aspek penting karena berkontribusi terhadap efisiensi dari suatu *boiler* itu sendiri. Adapun faktor yang

mempengaruhinya efisiensi suatu *boiler* seperti penggunaan konsumsi bahan bakar, struktur konstruksi, rasio udara bahan bakar, nyala api, dan level kontrol.

Pembakaran adalah reaksi kimia yang cepat antara oksigen dan bahan yang dapat terbakar yang menghasilkan kalor sehingga pembakaran yang sempurna akan dapat mengubah seluruh energi yang memungkinkan pada bahan bakar. Akan tetapi pada kenyataannya pembakaran sempurna dengan efisiensi 100 % sangat sulit dicapai akibat kerugian (*loss*) pada instrument pendukung. Maka dengan demikian terjadinya penurunan unjuk kerja *boiler* adalah permasalahan serius yang harus diperhatikan bila tidak ingin proses produksi terganggu. Dengan turunnya kinerja *boiler* akan memberikan dampak terhadap penurunan efisiensi keseluruhan unit yang tidak mampu lagi menghasilkan daya pada saat beroperasi. Dengan kondisi ini, perlu adanya pengkajian dan penanganan tentang studi dan analisis kinerja *boiler* dalam memproduksi *steam*.

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, selalu ada permasalahan yang terjadi pada *boiler* tersebut. Juriwon dkk (2017) melakukan penelitian *boiler longitudinal* untuk menghasilkan *superheated steam* dan sistem hanya terdiri dari satu buah drum. Dari penelitian mengenai *Longitudinal Water Tube Boiler* masih terdapat kekurangan yaitu susunan tube yang sejajar dengan *steam drum* pada sistem *longitudinal* mempersempit luas area pada *tube* dan memperkecil perpindahan panas yang terjadi pada *boiler* sehingga konfigurasi seperti ini menghasilkan laju penguapan yang lama pada *steam drum* untuk memproduksi *steam*.

Henan Kaifeng Swet (2016) melakukan penelitian dan memproduksi *boiler* dengan menggunakan sistem *Double Drum Cross Section* yaitu susunan *tube* melintang dan tersusun sangat lurus secara vertikal. Namun, masih ada kekurangannya yaitu kecepatan penguapan pada molekul air masih tergolong rendah karena *water tube* yang menghubungkan dua buah drum terpasang 90° tegak lurus terhadap permukaan sehingga mengakibatkan pergerakan molekul air dari *water drum* ke *steam drum* melawan gaya gravitasi sehingga laju penguapan terhambat. Untuk itu pada penelitian kali ini kami membuat *Double Drum Cross Section Water Tube Boiler* dengan tujuan untuk memperluas area tube sehingga luas area perpindahan panas pada *boiler* menjadi lebih besar. Pada penelitian ini

juga kami mendesain kemiringan *tube* sebesar 65° dengan tujuan agar mempercepat penguapan pada molekul air.

Pebriani, Rizki (2017) melakukan penelitian peluang penghematan energi pada *water tube longitudinal boiler* menggunakan bahan bakar LPG. Hasil penelitian menunjukkan terdapat beberapa kendala antara lain kebutuhan udara *excess* yang cukup besar, besarnya panas konduksi dan konveksi yang hilang sehingga memperkecil nilai efisiensi termal. Lalu penyebab lainnya adalah perpindahan panas yang terjadi tidak merata karena konfigurasi *water tube* terhadap *steam drum* hanya tersambung pada salah satu sisi *steam drum*.

Moneta, Cressa (2020) melakukan penelitian pengaruh rasio udara bahan bakar gas dalam menghasilkan *saturated steam*. Didapatkan nilai efisiensi termal sebesar 59,326 % yang masih tergolong rendah. Hal ini dikarenakan panas yang terakumulasi ke dalam sistem masih cukup besar sehingga diperlukan rekonstruksi pada alat *boiler* yang bertujuan meminimalisir kehilangan panas yang terjadi di sistem.

Bairuni (2020), melakukan penelitian pengaruh rasio udara bahan bakar LPG terhadap kenaikan suhu dan tekanan dalam *steam drum*. Didapatkan hasil temperatur 199°C pada tekanan 15 bar menghasilkan entalpi sebesar 667,34 kkal/kg dalam waktu 30 menit. Sehingga produksi *saturated steam* yang dihasilkan sebaiknya dipanaskan kembali menjadi *superheated steam* agar bisa dikonversikan untuk menggerakkan turbin agar menghasilkan listrik sebagai pemasok listrik di Laboratorium Teknik Energi.

Berdasarkan hasil dari penelitian-penelitian sebelumnya, maka penelitian kali ini akan melakukan rekonstruksi / mengupgrade alat *boiler* dengan memberikan kopling atau sistem *drain* (pembuangan) pada sistem *water level control* agar air di dalam tetap tenang dan terbaca oleh alat *water level gauge* saat proses berjalan dan mengganti tipe pompa yang diharapkan mampu melakukan suplai lanjutan ke *superheated steam* sehingga proses cepat dilakukan secara *steady state* dan *non steady state* sehingga menghasilkan efisiensi panas pada ruang bakar dan efisiensi *boiler* yang lebih baik dengan memperhatikan rasio udara bahan bakar yang digunakan dalam memproduksi *superheated steam*. Untuk mendapatkan kualitas pembakaran yang baik, perbandingan jumlah udara dan bahan bakar harus dijaga pada nilai yang optimal dengan menggunakan *air*

fuel ratio control. Jumlah udara yang terlalu sedikit, akan menyebabkan terlalu sedikit oksigen yang digunakan untuk mengubah bahan bakar hidrokarbon menjadi karbon dioksida dan air, yang berarti akan melakukan pemborosan konsumsi bahan bakar. Selain itu jumlah udara yang terlalu banyak akan menyebabkan pembakaran tidak sempurna karena kelebihan oksigen dan nitrogen yang menyebabkan terserapnya energi dalam pembakaran dan gas sisa buang terbuang melewati *stack gas*, sehingga sebagian energi yang dihasilkan akan terbuang dan menyebabkan tekanan operasi menurun. Dari hasil analisa diharapkan dapat dilakukan tindak lanjut yang berdampak pada peningkatan kinerja *boiler* dan peningkatan proses unit *boiler* dalam menghasilkan *steam*.

Selain itu, ada faktor lain yang menyebabkan efisiensi pada *boiler* menjadi tidak optimal yaitu faktor konsumsi bahan bakar dengan nilai kalor rendah dan rasio udara pada bahan bakar yang tidak tepat sehingga sangat berpengaruh terhadap nilai efisiensi suatu *boiler*. Kedua faktor tersebut akan berkaitan dengan kecepatan kenaikan suhu dan tekanan pada *steam drum* serta kualitas *steam* yang dihasilkan. Untuk meningkatkan efisiensi pada *boiler* tersebut kami melakukan upaya untuk mengoptimalkan laju alir bahan bakar serta mengatur rasio udara pada bahan bakar dan perhitungan konsumsi bahan bakar spesifik agar panas yang dihasilkan dan panas yang terserap oleh fluida lebih optimal, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pada *boiler*.

Mengingat pentingnya besaran nilai efisiensi suatu *boiler*, konsumsi bahan bakar dan udara dalam menyuplai proses produksi, maka penulis tertarik mengambil kajian yang akan dituangkan kedalam tugas akhir dengan judul ‘‘Analisis kinerja *Water Tube Boiler* untuk memproduksi *superheated steam* berdasarkan rasio udara bahan bakar LPG’’.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh rasio udara bahan bakar LPG terhadap efisiensi termal *boiler* pada produksi *superheated steam*.
2. Mengetahui pengaruh konsumsi bahan bakar LPG terhadap laju produksi *superheated steam*.

3. Menghitung *Specific Fuel Consumption (SFC)* pada produksi *superheated steam* yang ditinjau dari rasio udara bahan LPG.
4. Menghitung Efisiensi Termal pada produksi *superheated steam Water Tube Boiler*.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK)
Memberikan informasi dan pengetahuan *Prototype Water Tube Boiler* yang dapat digunakan untuk memproduksi *superheated steam* dan memberikan informasi data konsumsi bahan bakar yang digunakan serta data potensi peluang meningkatkan efisiensi *boiler*.
2. Pembangunan Nasional
Dapat melakukan perancangan *boiler* pipa air (*water tube boiler*) yang menghasilkan *steam* yang maksimal dilihat dari rasio udara bahan bakar yang digunakan dalam perhitungan *specific fuel consumption (SFC)* dan Efisiensi Termal.
3. Institusi
Dapat meningkatkan wawasan dan pengetahuan bagi pembuat *boiler*, pembaca penelitian ini serta dapat dijadikan sebagai sarana belajar / percobaan di Laboratorium Teknik Energi pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

1.4 Rumusan Masalah

Ditinjau dari latar belakang tersebut maka yang menjadi permasalahan pada penelitian ini adalah bagaimana kinerja *water tube boiler* untuk memproduksi *superheated steam* berdasarkan rasio udara bahan bakar LPG untuk mendapatkan efisiensi termal dan *specific fuel consumption (SFC)* yang optimal.