

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Menurut Badan Pusat Statistik jumlah penduduk Indonesia mencapai 237.641.326 jiwa dan setiap tahun meningkat 1,2%. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk Indonesia, hal ini tentu saja akan mempengaruhi tingkat kebutuhan energi, terutama energi listrik. Seperti yang diketahui bahwa PT. PLN (Persero) mencatat pertumbuhan konsumsi listrik selama semester pertama 2016 sebesar 7,85 persen atau mencapai 107,2 Terra Watt hour (Twh). Angka ini naik sebesar 7,8 Twh dibandingkan periode 2015 yang mencatatkan konsumsi sebesar 99,4 Twh. Peningkatan inilah yang menjadikan masalah utama PT. PLN (Persero), di Indonesia baru memiliki listrik sebesar 54 GW untuk 250 juta penduduk artinya sebesar 202 W/Kapita. Yang artinya kapasitas yang terpasang sangat jauh untuk memenuhi kebutuhan listrik di Indonesia dengan jumlah penduduk yang terus meningkat dari tahun ketahunnya. Persediaan dan pemakaian listrik yang tidak seimbang ini dikarenakan kurang biaya seperti biaya produksi dan investasi. Dimana disebabkan oleh jenis pembangkit yang digunakan, sistem geometri unit peralatan serta sistem hidrodinamika pada siklus tenaga yang digunakan, dan biaya produksi diakibatkan oleh tingkat efisiensi dari beberapa unit peralatan seperti ruang bakar, *Steam Drum*, turbin, generator serta sistem distribusi *steam*.

Di Inonesia jenis pembangkit listrik tenaga uap atau PLTU menjadi salah satu pembangkit penyumbang listrik terbesar sebesar 15.103,50 MW dibandingkan dengan jenis pembangkit yang lainnya seperti PLTG sebesar 3.591,47 MW, PLTGU sebesar 8.894,11 MW, PLTD sebesar 5.889,88 MW dll (Statistik Ketenagalistrikan, 2015). Dikarenakan pembangkit listrik tenaga uap atau PLTU memiliki nilai efisiensi termal yang tinggi sehingga biaya operasinya lebih rendah, biaya konsumsi energi lebih rendah untuk berbagai jenis bahan bakar dengan kapasitas bervariasi, kemudian tidak membutuhkan tempat yang terlalu luas, pembangunannya relatif lebih cepat, pemeliharaan lebih mudah, tingkat

keamanannya lebih baik dibandingkan dengan pembangkit listrik bertenaga gas, serta waktu yang dibutuhkan untuk membangkitkan beban maksimum lebih singkat sekitar 150 menit dibandingkan dengan pembangkit lainnya.

Pembangkit listrik tenaga uap atau PLTU adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan energi panas dari uap mengubah (*steam*) untuk memutar sudu turbin sehingga dapat digunakan untuk membangkitkan energi listrik melalui generator. *Steam* yang dibangkitkan ini berasal dari perubahan fase air yang berada pada boiler akibat mendapatkan energi panas dari hasil pembakaran bahan bakar. Secara garis besar sistem pembangkit ini terdiri dari beberapa peralatan utama diantaranya: *boiler*, turbin, generator, dan kondensor.

*Boiler* merupakan peralatan utama yang terdapat dalam PLTU yang berfungsi untuk menghasilkan uap (*steam*) yang digunakan sebagai energi penggerak turbin. Boiler adalah salah satu komponen yang terpenting dalam pembangkit, dimana merupakan suatu alat berupa bejana yang disusun untuk mengubah air menjadi uap dengan jalan pemanasan, dimana energi kimia diubah menjadi energi panas (Helmon Sihombing, 2009). Karena panas yang dibutuhkan untuk membuat uap air ini didapat dari hasil pembakaran, maka *boiler* harus mempunyai dapur sebagai tempat pembakaran. Dimana *boiler* ini terdiri dari drum yang tertutup pada ujung dan pangkalnya memiliki *tube* didalamnya. Pada *Water tube boiler* dimana air mengalir didalam pipa-pipa (*Tube*), dan pemanasan air dilakukan oleh gas panas dinding-dinding pipa bagian luar (bagian luar *Tube*). Konstruksi dari *boiler* ini jika menggunakan bahan bakar minyak dan gas secara paket yang dipasang secara horizontal. Selain itu, pada boiler juga seringkali ditambahkan alat-alat lain seperti ekonomizer dimana merupakan peralatan tambahan untuk memanaskan air pengisian ketel. Apabila diinginkan uap panas lanjut, maka dapat ditambahkan alat pemanas lanjut (*superheater*) pada instalasi *boiler*

Dalam proses pembakaran, bahan bakar dan rasio udara bahan bakar memiliki peranan yang penting untuk meningkatkan efisiensi terutama dalam jenis tenaga uap. Minyak bumi seperti solar dinilai mampu untuk dijadikan sumber energi pada sistem pembangkit listrik tenaga uap. Solar jauh lebih efisien dibandingkan dengan bensin yang mudah menguap bila di biarkan pada suhu ruang dan akan

habis begitu saja. Selain itu solar tidak mudah terbakar begitu saja sehingga lebih aman dalam pengoperasiannya diruang bakar, berkemampuan untuk mencegah *knocking* pada mesin, meningkatkan rasio pencampuran bahan bakar dan udara, serta dapat meningkatkan daya efisiensi mesin dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar padat seperti batubara. Sistem pembakaran solar dapat dilakukan secara langsung tidak seperti bahan bakar gas yang mempunyai sistem khusus untuk menjaga sistem pencampuran dengan udara agar lebih stabil dan memiliki nilai kalor pembakaran lebih tinggi dibanding penggunaan batubara sebagai bahan bakar. Pembakaran minyak solar juga dapat menghasilkan *steam* yang lebih banyak dari batubara sehingga dapat menghasilkan listrik yang lebih efisien dan emisi yang lebih rendah.

Proses pembakaran yang sempurna membutuhkan udara dan bahan bakar yang ideal dengan menyuplai udara berlebih (*excess*). Tetapi apabila terlalu banyak udara yang disuplai dapat mengakibatkan kehilangan panas sehingga efisiensi termal menjadi menurun. Oleh karena itu, dalam penelitian ini perlu diketahui perbandingan udara dan bahan bakar agar didapatkan efisiensi termal yang optimal dari proses pembakaran dan kualitas steam yang dihasilkan dari proses dalam boiler.

Selain sistem pembakaran yang menyebabkan rasio udara bahan bakar banyak hal yang dapat dilakukan dalam meningkatkan efisiensi pembangkit listrik tenaga uap atau PLTU berbahan bakar solar seperti memperlihatkan kebocoran energi sistem secara menyeluruh agar penggunaan energi bisa tercapai secara optimal, konsumsi bahan bakar solar yang digunakan setelah dilakukan kajian terhadap ruang bakar dalam mengkonversi bahan bakar solar menjadi uap panas yang akan menghasilkan *steam* dan memperhatikan geometri ruang bakar sehingga proses perpindahan panas secara konduksi dan konveksi pada sisi ruang bakar dan *steam drum* dapat berlangsung dengan baik. Kompleksitas bentuk dan ukuran geometri ruang bakar serta konfigurasi pipa penyerap kalor di dalamnya akan menyebabkan keragaman karakteristik hasil proses pembakaran maupun proses transfer panas yang terjadi di dalamnya. Desain geometri ruang bakar (*furnace*) juga harus diperhatikan dengan teliti supaya panas yang dihasilkan tidak

terbuang ke udara. Misalnya panas yang hilang lewat dinding dan cerobong (*stack*).

Percobaan rancang bangun yang dilakukan oleh Dwi Ardiyanto, dkk pada tahun 2013 menghasilkan sebuah *boiler* yang menghasilkan *steam* yang digunakan untuk pemanas pada produksi industri tahu skala kecil. Steam dari *boiler* hanya digunakan sebagai pemanas saja, tidak digunakan sebagai penggerak turbin uap untuk sistem pembangkit listrik karena tekanan yang dihasilkan belum mampu untuk digunakan dalam pembangkit listrik. Berdasarkan hasil percobaan terdahulu seperti yang diuraikan diatas, maka peneliti akan melakukan perancangan pembangkit listrik tenaga uap berbahan bakar solar dengan menggunakan *box longitudinal coil steam water tube boiler* untuk menghasilkan *superheated/saturated steam* guna meningkatkan efisiensi serta mengurangi tingkat kehilangan panas yang terjadi pada proses. Listrik yang dihasilkan ini nantinya akan digunakan untuk menunjang kegiatan praktikum di Laboraturium D.IV Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang, maka yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini :

1. Bagaimana mendapatkan rancang bangun *steam power generation* menggunakan *box longitudinal coil steam water tube boiler*.
2. Bagaimana efisiensi dari *steam power generation* dengan melihat rasio udara bahan bakar solar (15:1, 15,5:1, 16:1, 16,5:1, dan 17:1).

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Untuk merespon permasalahan yang timbul pada penelitian ini, maka tujuan penelitian adalah untuk :

1. Mendapatkan rancang bangun *steam power generation* menggunakan *box longitudinal coil steam water tube boiler*.

2. Mendapatkan efisiensi *steam power generation* dengan melihat rasio udara bahan bakar solar (15:1, 15,5:1, 16:1, 16,5:1, dan 17:1).

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Jika tujuan penelitian dapat dicapai, maka akan didapat berbagai data ilmiah yang bersifat konseptual berupa data-data rasio udara bahan bakar, efisiensi *steam power generation*, dll. Sehingga data tersebut dapat digunakan untuk keperluan pengembangan proses pembangkit listrik tenaga uap dimasa yang akan datang.