

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi menuntut pemahaman tentang teknik perancangan mesin-mesin konversi energi terutama bagi mahasiswa teknik energi, karena tidak hanya memberikan *benefit* dari sudut pandang ekonomi, namun juga sebagai langkah signifikan dan pro-aktif terhadap pengembangan dunia industri.

*Boiler* merupakan tempat terjadinya proses pemanasan air sebagai bahan baku utama untuk pembentukan uap. Proses perubahan air menjadi uap ini diperoleh dari panas hasil pembakaran yang dilakukan secara terus-menerus dengan mengalirkan bahan bakar dan udara dari luar (Chyys, 2009). Kalor dari pembakaran bahan bakar dipindahkan ke air melalui ruang bakar dan bidang-bidang pemanas. Energi dalam (internal energi) dari air akan meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur dan tekanan (Seno, 2014).

Sebagai salah satu mesin konversi energi yang sangat diperlukan, *boiler* sebagai penghasil *steam* memiliki peranan dan kegunaan yang tidak hanya luas namun juga penting. *Steam* yang dihasilkan dapat digunakan sebagai fluida kerja maupun media pemanas untuk berbagai macam kegunaan, baik sebagai pendukung proses produksi seperti memanfaatkan panas dari *steam* untuk pengolahan dan pemanasan pada industri kecil, maupun sebagai instalasi tenaga atau pembangkit tenaga listrik.

Pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), dua dari berbagai komponen yang paling utama yaitu *boiler* dan turbin uap. Karena untuk menjalankan turbin yang akan memutar rotor dari generator guna menghasilkan tenaga listrik adalah *steam* yang dihasilkan oleh *boiler*, sedangkan mesin tenaga yang berfungsi untuk mengubah energi thermal (energi panas yang terkandung *steam* tersebut) menjadi energi poros (putaran) adalah turbin uap.

Pembentukan energi listrik menggunakan turbin uap mencakup tiga proses konversi energi yaitu ekstraksi energi termal dari pembakaran bahan bakar untuk membangkitkan *steam*, konversi energi termal *steam* menjadi energi kinetik dalam

turbin dan menggunakan *rotary generator* untuk konversi energi mekanik turbin menjadi energi listrik.

Di sisi lain, Indonesia sendiri merupakan negara yang memiliki sumber daya energi yang berlimpah dan beragam, baik yang bersumber dari fosil seperti minyak bumi, batubara dan gas bumi, ataupun sumber energi alternatif dan terbarukan lainnya seperti tenaga surya, tenaga angin, tenaga air, geotermal, biomasa dan lain sebagainya. Meskipun potensi sumber energi yang dimiliki berlimpah, Indonesia sampai saat ini tetap belum bisa memenuhi kebutuhan energi dalam negerinya sendiri.

Pemenuhan kebutuhan listrik di Indonesia merupakan hal yang mendesak harus segera dibenahi apabila Indonesia tidak mau mengalami krisis energi dalam beberapa tahun ke depan. Pembangunan pembangkit-pembangkit primer pun perlu mendapat perhatian apabila ingin tetap dapat menyokong kebutuhan listrik di daerah perkotaan dan industri yang notabene merupakan pusat-pusat pertumbuhan perekonomian Indonesia.

Di Indonesia sendiri banyak pembangkit berbahan bakar gas yang harus dioperasikan dengan bahan bakar minyak karena langkanya ketersediaan gas untuk konsumsi pembangkit Indonesia. Atau bisa juga karena masalah distribusi yang tersendat, seperti masalah kapal batu bara yang tidak bisa merapat, terganggu akibat faktor cuaca. Sedangkan pada kebanyakan pembangkit listrik energi terbarukan, ketersediaannya masih sangat terbatas.

Keuntungan utama penggunaan pembangkit listrik berbahan bakar minyak adalah dapat beroperasi sepanjang waktu selama masih tersediannya bahan bakar. Keandalan pembangkit ini tinggi karena dalam operasinya tidak bergantung pada alam seperti halnya PLTA. Mengingat waktu *start*-nya yang cepat tetapi ongkos bahan bakarnya tergolong mahal, namun investasi awal pembangunannya relatif murah, sehingga dapat memenuhi kebutuhan energi listrik daerah terisolir yang mendesak. Agar PLTU berbahan bakar minyak ini berdaya guna dan berhasil guna, maka sistem termal pembangkit merupakan isu utama yang perlu mendapat perhatian agar efisiensi pembangkit dapat ditingkatkan.

Dari pemaparan diatas, kondisi seperti besarnya manfaat *steam* dan pentingnya peningkatan efisiensi yang optimal sehingga dihasilkan *boiler* dengan kinerja terbaik, mendasari penyusunan laporan tugas akhir ini dengan melakukan rancang bangun sebuah *fire tube boiler* sebagai pembangkit uap dengan sistem *dual burner*. Dipilihnya tipe ini dengan tujuan untuk memperoleh pemahaman yang lebih pada perancangan *steam turbine generator* dengan tipe *fire tube boiler*. *Boiler* dirancang dalam bentuk tegak (*vertical*) dengan pertimbangan agar tidak memakan tempat, serta memiliki konstruksi yang sederhana sehingga dapat menekan biaya pembuatannya dan mudah dalam perawatannya. Alat ini dirancang hingga mencapai kapasitas tekanan 25 Bar, berbahan bakar solar pada *furnace*, dan berbahan bakar gas pada *superheater*. Pemilihan solar sebagai bahan bakar juga didasari bahwa solar 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 (Nugroho, A, 2009). Pembangkit uap (*steam turbine generator*) yang dibuat dilengkapi oleh *superheater* dengan gas alam sebagai bahan bakarnya, dengan dasar bahwa pembakaran gas alam lebih bersih daripada minyak dan batubara sehingga dapat menghasilkan listrik dengan lebih efisien dan emisi yang lebih rendah. Gas hanya memerlukan waktu sedikit atau bahkan tanpa persiapan sebelum pembakaran (Culp, Archie W., 1985).

Tugas khusus dititik-beratkan pada analisis sistem termal *boiler furnace* dan uji kinerja turbin uap sehingga dapat dievaluasi kinerja dari kedua unit tersebut, yang notabenenya merupakan komponen utama dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (*Steam Turbine Generator*).

## 1.2 Tujuan

Penelitian prototipe pembangkit uap atau *steam turbine generator* secara rinci bertujuan:

1. Melakukan analisis termal pada bagian *boiler furnace* dan mempelajari karakteristik sistem turbin uap sebagai pengujian terhadap pendekatan desain fungsional dan struktural.

2. Mempelajari berbagai faktor dan variabel yang dapat menyebabkan pemborosan penggunaan energi dan mencari adanya peluang untuk mengoptimalkan kinerja sistem dalam upaya konservasi energi.
3. Meningkatkan *skill up engineering* peneliti sebagai salah satu kompetensi yang harus dimiliki.

### 1.3 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan akan diperoleh manfaat yaitu:

1. Sebagai sarana pelatihan penerapan IPTEK (Pengetahuan dan Teknologi) dibidang Teknik Konversi Energi.
2. Terjalannya kerjasama antar program studi terkait untuk saling berbagi informasi tentang penerapan ilmu Teknik Konversi Energi.
3. Sebagai sarana untuk pencapaian pembelajaran mata kuliah praktek Teknik Konversi Energi.

### 1.4 Permasalahan

Jumlah energi termal yang dibangkitkan *boiler* akan sebanding dengan *steam* yang didistribusikan, hal ini selaras dengan hukum kekekalan energi. Ruang lingkup permasalahan yang dikedepankan dari penelitian ini adalah kinerja sistem termal pada *boiler furnace* dan *steam turbine*. Dengan diangkatnya permasalahan yang berkaitan dengan analisis sistem termal pada kinerja proses tersebut, maka nantinya akan didapatkan hasil evaluasi terhadap efisiensi *boiler furnace* dan *steam turbine*.