

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT X merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang pembangkitan listrik, yaitu dengan Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU), yang beroperasi sebagai penyedia tenaga listrik, jasa operasi, dan pemeliharaan pembangkitan listrik di Indonesia (Astra *et.al.*, 2010). PLTGU PT X memiliki empat unit PLTGU yang total kapasitas daya output yang dapat dihasilkan yaitu 2800MW.

PLTGU adalah kombinasi dari dua pembangkit listrik termal (*combine cycle*), yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) (Yusron and Saputro, 2018). PLTGU memiliki efisiensi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan pembangkit listrik termal lainnya (Burlian and Ghafara, 2013), hal ini dikarenakan bahan bakar yang digunakan pada PLTU merupakan uap air gas buang dari turbin gas pada PLTG, jadi tidak memerlukan bahan bakar untuk mengubah air menjadi uap air (Ramadhan *et.al.*, 2015), serta daya yang dihasilkan merupakan penggabungan dari kedua pembangkit yang dikombinasikan, yaitu PLTG dan PLTU. Daya tersebut tercipta dari perubahan energi, yaitu dari energi mekanik menjadi energi listrik di dalam generator turbin gas dan turbin uap. Secara garis besar komponen PLTGU yaitu kompresor, ruang bakar, turbin gas, pompa, Heat Recovery Steam Generator (HRSG), turbin uap, kondensator, dan generator.

Proses kerja dari PLTGU ialah pada PLTG udara bertekanan dari lingkungan dikompresi oleh kompresor yang kemudian menuju ke ruang bakar, dalam ruang bakar terdapat pemantik dan juga bahan bakar, sehingga pembakaran dapat terjadi di ruang bakar, kemudian udara bertekanan dan bersuhu tinggi masuk ke dalam turbin gas, sehingga turbin gas dapat memutar porosnya yang menyatu dengan poros generator, sehingga energi listrik dapat dihasilkan dari turbin gas. Gas buang dari turbin gas tidak dibuang begitu saja, melainkan disalurkan ke PLTU, lebih ke dalam HRSG untuk memanaskan air sehingga menghasilkan uap air bertekanan (Afrianto *et.al.*, 2015). Uap air bertekanan dari HRSG kemudian disalurkan ke turbin uap untuk memutar turbin uap beserta porosnya yang juga merupakan satu

poros yang menghubungkan turbin uap dengan generator, sehingga energi listrik dapat dihasilkan dari turbin uap. Selanjutnya uap sisa dari turbin uap diubah menjadi air oleh kondensator, sehingga air tersebut dapat dimanfaatkan kembali. Oleh sebab itu, PLTGU merupakan pembangkit listrik dengan efisiensi yang relatif tinggi.

PLTU merupakan pembangkit listrik yang bekerja berdasarkan siklus rankine. Ada tiga macam siklus rankine, yaitu siklus rankine ideal, siklus rankine dengan pemanasan ulang, dan siklus rankine regeneratif. Siklus rankine ideal adalah siklus yang terjadi dalam keadaan ideal atau teoritis. Siklus rankine dengan pemanasan ulang yaitu siklus rankine yang kerja turbinnya bergantian, yang pertama yaitu turbin yang menerima uap bertekanan tinggi, setelah itu uap akan dimasukkan kembali ke HRSG untuk dipanaskan kembali, kemudian uap disalurkan ke turbin kedua dengan tekanan yang lebih rendah. Siklus rankine regeneratif ialah siklus rankine yang konsep kerjanya hampir sama dengan siklus rankine dengan pemanasan ulang, perbedaannya yaitu uap dari turbin kedua diambil sebagian untuk dicampurkan dengan uap terkondensasi dari kondensator agar dapat menaikkan suhunya, sehingga efisiensi pemanasan primer akan lebih baik.

Komponen dari PLTU terdiri dari pompa air *feed*, HRSG, turbin uap, dan kondensator. Turbin uap tersebut dibagi menjadi tiga jenis sesuai dengan tekanan uap yang masuk ke dalamnya, yaitu turbin uap bertekanan tinggi (turbin HP), bertekanan sedang (turbin IP), dan bertekanan rendah (turbin LP).

Setiap unit PLTGU memiliki lebih dari 1 departemen, salah satu departemen yang ada di PLTGU PT X ialah *Central Control Room* (CCR). CCR merupakan tempat di mana kontrol dan input data dilakukan. Di dalam CCR terdapat data dari awal beroperasi (*commissioning*) hingga data pada saat ini. Maka dari itu, di CCR terdapat sangat banyak data dari proses kerja PLTGU yang dapat dianalisis. Beberapa data yang dapat dianalisis dari PLTU yaitu energi, efisiensi isentropik, kerja, laju kerugian energi, efisiensi total dari turbin uap, eksergi, laju kehancuran eksergi, efisiensi eksergi, dan lainnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan nilai energi dan eksergi pada data *commissioning* tahun 2011 dengan data operasional tahun 2023 pada turbin uap dan dapat memprediksi apakah turbin uap masih layak beroperasi ataupun tidak.

Dalam melakukan perhitungan data set yang banyak dan kompleks dapat memberatkan kerja peneliti dan perangkat yang digunakan, maka dari itu perhitungan ini dilakukan dengan bantuan bahasa pemrograman python, yang mana merupakan salah satu bahasa pemrograman computer yang sudah banyak digunakan banyak pihak untuk banyak tujuan umum.

Maka dari itu penulis mengangkat judul “Analisis Perubahan Energi dan Eksergi Turbin Uap Blok 3 PLTGU PT X pada Data Commissioning 2011 dan Data Operasional 2023” sebagai topik dalam penelitian ini.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka didapat rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: Bagaimana perubahan nilai energi masuk sistem dan eksergi sistem, efisiensi isentropik, total kerja, eksergi *fuel* dan produk, laju kerugian energi dan laju kehancuran eksergi, total efisiensi energi dan eksergi dari turbin uap pada saat *commissioning* tahun 2011 dan pada saat pengoperasian tahun 2023 ? Dan apakah turbin uap PT X masih layak beroperasi untuk beberapa tahun ke depan?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis data dalam penelitian ini merupakan data *commissioning* tahun 2011 dan data operasional tahun 2023 dengan pemberian beban 100%, 75%, dan 50%.
2. Turbin uap yang diteliti merupakan turbin uap pada PLTGU PT X.
3. Komponen penelitian hanya membahas turbin uap HP, IP, dan LP.
4. Uap masuk dan keluar turbin uap HP, IP, dan LP dalam kondisi baik.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini adalah: Memperoleh perubahan nilai energi masuk sistem dan eksergi sistem, efisiensi isentropik, total

kerja, eksergi *fuel* dan produk, laju kerugian energi dan laju kehancuran eksergi, total efisiensi energi dan eksergi dari turbin uap pada saat *commissioning* tahun 2011 dan pada saat pengoperasian tahun 2023, serta mengetahui seberapa layak turbin uap untuk tetap beroperasi.

1.5. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian di atas, manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui perubahan nilai energi dan eksergi turbin uap blok 3 PLTGU PT X yang sudah beroperasi selama \pm 12 tahun.
2. Memberikan *insight* pada PT X mengenai perubahan nilai energi dan eksergi sehingga dapat mengambil tindakan apakah turbin masih layak beroperasi atau tidak.
3. Menjadi dasar penelitian lanjutan tentang analisis energi dan eksergi turbin uap.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bab 1: Pendahuluan
Berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.
2. Bab 2: Tinjauan Pustaka
Berisikan landasan teori yang berhubungan dengan penelitian ini.
3. Bab 3: Metode Penelitian
Berisikan tentang metode dan proses yang dilakukan dalam penelitian ini.
4. Bab 4: Hasil dan Pembahasan
Berisikan tentang analisis, pembahasan, dan perhitungan dalam penelitian ini.
5. Bab 5: Kesimpulan dan Saran
Berisikan tentang kesimpulan dari rumusan masalah dan saran untuk penelitian selanjutnya.