

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan sumber daya energi yang semakin meningkat seiring dengan revolusi industri yang terus berkembang dalam beberapa dekade ini menyebabkan berkurangnya pasokan energi yang berasal dari fosil yaitu minyak, gas dan batubara (Raja *et al.* 2006). Menipisnya cadangan sumber energi fosil akan berpotensi menimbulkan krisis energi. Pemakaian sumber bahan bakar fosil menyebabkan terjadinya pelepasan gas-gas seperti CO₂, NO_x, metana dan hidrokarbon lainnya ke atmosfer yang juga dapat mengakibatkan pencemaran udara (Raja *et al.* 2006).

Akibat dari meningkatnya emisi gas karbon menyebabkan gas karbon terperangkap di atmosfer yang mengakibatkan suhu bumi meningkat dan bumi menjadi semakin panas sehingga berdampak pada perubahan iklim dan rawan terhadap bencana alam. Terperangkapnya gas karbon di atmosfer ini disebut juga sebagai efek gas rumah kaca (*Green House Gas effect*) yang dapat meningkatkan suhu bumi sehingga menimbulkan pemanasan bumi secara menyeluruh (Raja *et al.* 2006).

Untuk mengatasi masalah pemanasan global serta mengurangi dampak negatifnya maka diadakanlah persetujuan Paris (*Paris Agreement*) yaitu suatu kesepakatan lingkungan yang diikuti oleh hampir seluruh negara (IAE.2021). Kesepakatan ini bertujuan untuk secara berkelanjutan mengurangi emisi gas karbon dalam upaya membatasi kenaikan suhu *global* dan berusaha membatasi perubahan kenaikan suhu menjadi hanya 1,5°C (IAE.2021). Perjanjian tersebut mencakup komitmen dari semua negara penghasil emisi karbon untuk setiap harinya mengurangi polusi dan emisi karbon yang dapat mempengaruhi iklim serta memperkuat komitmen tersebut dari waktu ke waktu seperti diantaranya mengurangi kendaraan pribadi, tidak membakar hutan untuk kepentingan industri, penggunaan sumber daya energi yang

berasal dari Energi Baru Terbarukan (EBT) serta usaha-usaha yang ramah lingkungan lainnya (IAE. 2021).

Dengan sumber bahan bakar fosil yang semakin berkurang karena meningkatnya pemakaian energi, serta adanya masalah lingkungan dan pemanasan *global*, maka adalah hal yang mendesak untuk menemukan suatu metode yang memanfaatkan energi semaksimal mungkin dengan efisiensi tinggi dan mempunyai dampak terhadap lingkungan yang rendah (Ebrahimi *et al.* 2021).

Untuk mengatasi krisis energi dan lingkungan tersebut, dapat ditempuh cara penyelesaian dengan mengembangkan sistem konversi energi yang bersifat ramah lingkungan dan tidak mengeluarkan polusi yaitu dengan penggunaan energi terbarukan (*Renewable Energy*). Industri-industri harus meningkatkan upaya dalam usaha penghematan dan efisiensi energi. Perubahan secara mendasar pada proses, cara produksi serta pelayanan dapat berpengaruh besar terhadap penghematan energi tanpa mempengaruhi perekonomian secara keseluruhan (Raja *et al.* 2006).

Langkah pertama dalam usaha penghematan energi pada pembangkit listrik yaitu dengan melakukan kajian terhadap proses-proses yang terjadi, sehingga dapat diketahui unjuk kerja masing-masing komponen utama, rugi-rugi yang terjadi dan juga efisiensi energi dan eksergi dari sistem tersebut. Berdasarkan informasi ini beserta audit energi yang dilakukan, maka rekomendasi dapat dibuat dan dilaksanakan sehingga berbagai masalah yang mempengaruhi unjuk kerja dari pembangkit listrik seperti adanya kebocoran uap pada *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG), peralatan yang tidak berfungsi dengan baik, insulasi yang tidak efektif maupun berbagai masalah lainnya dapat diidentifikasi sehingga tindakan perbaikan dapat dilakukan.

Usaha-usaha penghematan energi dan tindakan memperbaiki rugi-rugi ini tentu saja akan sejalan dengan usaha dunia *global* untuk merealisasikan inisiatif mempromosikan efisiensi energi, penghematan energi serta mengembangkan proyek dengan menggunakan energi yang bersih.

Proses-proses pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU) terdiri dari proses yang terjadi pada sistem Turbin Gas yang merupakan siklus Brayton (*topping*

cycle) dan siklus Rankine yang terdapat pada bagian uap-air (*bottoming cycle*). Menurut Ibrahim *et al.* (2018) analisis energi dan eksergi digunakan sebagai suatu metode efektif dalam menentukan kuantitas dan kualitas dari sumber-sumber energi.

Pada PLTGU xyz yang berlokasi di Tutong-Negara Brunei Darussalam ini terdapat kondisi *de-rating* yang disebabkan oleh kerusakan aktuator *Admission Stop Valve* pada LPT serta adanya kerusakan kipas ACC A dan E, sehingga akan dilakukan analisis dan kajian tentang energi dan eksergi berdasarkan kondisi pembangkit listrik tersebut.

1.2 Perumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan yang dihadapi pada PLTGU xyz sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi *De-rating* yang disebabkan oleh kerusakan pada kipas ACC A dan E mempengaruhi efisiensi serta distribusi energi dan eksergi.
2. Bagaimana kondisi *De-rating* yang disebabkan oleh kerusakan aktuator *Admission Stop Valve* LP Turbin mempengaruhi efisiensi serta distribusi energi dan eksergi.
3. Bagaimana terjadinya rugi-rugi (*losses*) eksergi pada pengoperasian PLTGU.
4. Bagaimana pengaruh panas *exhaust gas* yang terbuang pada Turbin Gas siklus terbuka (*Open Cycle*) terhadap efisiensi energi dan eksergi serta perbandingannya terhadap kondisi *Combined Cycle*.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan perumusan masalah tersebut, maka ditentukan batasan masalah berupa 4 skenario sebagai berikut:

1. Kondisi pada saat Turbin Gas 1 dan 2 serta Turbin Uap beroperasi pada beban penuh (konfigurasi 2-2-1). Unjuk kerja PLTGU akan dianalisis pada kondisi *Combined Cycle operation* ini.
2. Kondisi *de-rating* akibat masalah kerusakan aktuator ASV Turbin Uap.

3. Pada saat terjadinya kerusakan kipas *ACC A* dan *E*, yang akan mempengaruhi tekanan vakum yang terjadi di dalam Kondensor sehingga beban pembangkit harus diturunkan supaya tetap dapat beroperasi.
4. Kondisi *Open Cycle* dimana hanya kedua Turbin Gas yang beroperasi dengan *exhaust gas* dibuang ke atmosfer melalui cerobong.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dengan melakukan analisis energi dan eksergi adalah ingin mencapai hal-hal seperti berikut:

1. Menghitung efisiensi energi dan efisiensi eksergi dari beberapa *mode* operasi PLTGU.
2. Mengetahui distribusi energi dan eksergi yang terjadi pada setiap bagian PLTGU seperti proses yang terjadi pada Kompresor, Ruang Bakar, Turbin Gas, Turbin Uap, Kondensor, *HRSG* dan Pompa Umpan Boiler.
3. Mengetahui rugi-rugi (*losses*) eksergi yang terjadi pada setiap bagian PLTGU seperti pada: Kompresor, Ruang Bakar, Turbin Gas, Turbin Uap, Kondensor dan *HRSG*.
4. Melakukan perbandingan antara operasi *Open Cycle* dengan *Combined Cycle* pada PLTGU.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat secara umum pada berbagai sistem pembangkit listrik dan khususnya pada PLTGU xyz.

1. Memberikan pemahaman tentang energi dan eksergi dalam kaitannya dengan penerapan hukum Termodinamika pertama dan kedua pada PLTGU.
2. Memberikan kontribusi tentang faktor-faktor yang dapat meningkatkan unjuk kerja pada PLTGU.
3. Memberikan kontribusi bagaimana usaha-usaha mengurangi rugi-rugi yang terjadi pada PLTGU.

4. Mengetahui pengaruh adanya *de-rating* akibat masalah kerusakan kipas ACC A dan E serta ASV ST sehingga dilakukan usaha perbaikan untuk meningkatkan kinerja dari PLTGU.

1.6 Originalitas Penelitian

Penelitian yang dilakukan benar dibuat oleh penulis yang mendapatkan sumber informasi dari buku-buku referensi maupun artikel dari jurnal-jurnal serta mendapatkan data dari PLTGU di tempat penulis bekerja. Beberapa kutipan yang diambil dari karya orang lain telah dinyatakan sumbernya sesuai dengan kaidah dan etika penulisan karya ilmiah.

Terdapat beberapa penelitian yang sudah dilakukan di tempat lain dengan menggunakan sistem dan metode yang berbeda, sedangkan pada penelitian ini dilakukan studi analisis energi dan eksergi pada PLTGU yang berlokasi di Tutong, negara Brunei Darussalam.