

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk serta ekonomi di Indonesia yang semakin meningkat menyebabkan meningkatnya pula jumlah kebutuhan energi yang digunakan. Berdasarkan HEESI (*Handbook of Energy and Economic Statistic of Indonesia*) pada data Kementerian ESDM dalam bukunya Outlook Energy Indonesia (2019) menunjukkan produksi pembangkit listrik di Indonesia mencapai 283,3 TWh, sebagian besar produksi tersebut dihasilkan dari pembangkit listrik yaitu 56,4% berbahan bakar batubara, 20,2% berbahan bakar gas, 6,3% BBM, dan sisanya berasal dari EBT. Energi Baru Terbarukan dapat membantu untuk mencapai target produksi tersebut yang salah satunya yaitu panas bumi. Menurut Ditjen EBTKE (2018) total potensi panas bumi di Indonesia yaitu mencapai 28,5 GW (Kementerian ESDM, diolah kembali oleh DEN, 2019).

Sejak tahun 1982, PT. Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang telah beroperasi untuk memproduksi listrik hingga saat ini mampu menyuplai dan mendistribusikan listrik pada daerah Jawa-Bali dengan kapasitas sebesar 60 MWe. Peningkatan daya yang dibangkitkan tersebut untuk kebutuhan di daerah yang cukup meluas dari tahun ke tahun, sedangkan karakteristik sumur produksi setiap tahun memiliki penurunan kualitas yang dihasilkan oleh sumur, maka terjadi kecenderungan penurunan pada kualitas *steam* (Balqis dkk, 2012).

PT. Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang pada prinsipnya menggunakan siklus *direct-dry steam*. Saptadji (2012) mengemukakan bahwa siklus *direct-dry steam* ini pada prinsipnya apabila fluida di kepala sumur berupa fasa uap, maka uap tersebut dapat dialirkan langsung menuju turbin. Turbin mengkonversi energi panas menjadi energi mekanik, sehingga turbin menggerakkan generator dan menghasilkan energi listrik.

Selama 37 tahun beroperasi, pada komponen-komponen pembangkit seperti generator, turbin, kondensor dan *cooling tower* juga mengalami penurunan efisiensi serta efektifitas kinerja sehingga akan mengakibatkan banyak terjadinya kerugian (*losses*) pada beberapa komponen PLTP pada proses konversi energi. Akibat

adanya *losses* tersebut maka dari itu penurunan efisiensi tersebut dapat dianalisis menggunakan metode analisis eksergi untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas kinerja sistem.

Metode analisis eksergi merupakan metode penyelesaian analisis kesetimbangan energi dengan konsep eksergi yang didasari oleh Hukum I dan II Termodinamika. Metode analisis eksergi tersebut dapat digunakan untuk menunjukkan letak kehilangan energi dalam proses yang dapat menyebabkan penurunan operasi atau kinerja sistem pada sebuah sistem pembangkit daya (Anwar dkk, 2013).

Rudiyanto, dkk (2017) dalam penelitiannya studi kasus panas bumi di PT Indonesia Power Area Kamojang menggunakan metode analisis eksergi menjelaskan bahwa pada kapasitas panas bumi 55 MW yang didominasi reservoir dengan suhu 245°C, didapatkan hasil efisiensi keseluruhan sistem yaitu 35,86% yang berarti hanya 111.138,92 kW yang dapat diekstraksi dari total eksergi 309.000 kW yang diproduksi oleh 10 sumur produksi di Kamojang. Efisiensi yang rendah tersebut terjadi karena irreversibilitas terbesar yang terjadi pada komponen kondensor karena 53% dari total energi dibuang ke lingkungan.

Metode optimasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan metode *genetic algorithm*. Adhitya, 2017 dalam penelitiannya optimasi sistem PLTP siklus *single-flash* menggunakan metode *genetic algorithm* meliputi hubungan antara variabel tekanan pada tekanan *wellhead* dan tekanan pada *separator* dengan nilai efisiensi eksergi *overall*. Nilai tekanan variabel yang didapat yaitu 12,56 bar pada *wellhead* dan 11,42 bar pada *separator* dengan nilai *constraint* masing-masing sebesar 12-14 bar pada *wellhead* dan 8,5-12 bar pada *separator*, sehingga didapat nilai optimasi pada efisiensi eksergi *overall* sebesar 24,3% yang memiliki kenaikan 0,35% dari efisiensi sebelumnya sebesar 23,95%.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis eksergi dan optimasi pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) PT. Pertamina Geothermal Energi Area Kamojang Siklus *Direct-Dry Steam*. Kajian dari penelitian ini dilakukan sebagai bentuk evaluasi kinerja pada sistem pembangkit saat proses konversi energi dan juga sebagai identifikasi komponen yang memiliki *losses*

terbesar, sehingga dapat digunakan untuk mengacu dalam menentukan langkah-langkah optimalisasi peningkatan kinerja pada sistem PLTP.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini antara lain :

- a. Bagaimana analisis energi dan eksergi pada sistem PLTP PT. Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang?
- b. Bagaimana analisis pengaruh suhu lingkungan terhadap efisiensi eksergetik dan pemusnahan eksergi sistem PLTP PT. Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang?
- c. Bagaimana optimasi nilai tekanan pada *wellhead* dan inlet *turbine* terhadap efisiensi eksergetik pada PLTP PT. Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Menganalisis energi dan eksergi pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi PT. Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang
- b. Menganalisis pengaruh suhu lingkungan terhadap efisiensi eksergetik dan pemusnahan eksergi dalam sistem PLTP PT. Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang
- c. Melakukan optimasi nilai tekanan pada *wellhead* dan inlet *turbine* terhadap efisiensi eksergetik pada PLTP PT. Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat yaitu sebagai sumber informasi dan rujukan bagi para akademisi maupun praktisi yang akan melakukan kajian analisis energi dan eksergi sebagai upaya meningkatkan efisiensi pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi. Manfaat lainnya yaitu untuk PT. Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang adalah sebagai sumber informasi

mengenai besar, letak dan penyebab terjadinya *losses* eksergi pada sistem PLTP dan juga upaya-upaya yang dapat ditempuh untuk memperbaiki sistem tersebut, sehingga dengan perbaikan sistem ini dapat meningkatkan performa sistem PLTP serta memberikan keuntungan dari aspek finansial dan mempertahankan reabilitas dari sistem PLTP itu sendiri.

### **1.5. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yang merupakan asumsi umum dari keadaan PLTP PT. Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang yaitu :

1. Penelitian dilakukan pada PLTP PT. Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang Unit 4 dengan kapasitas pembangkitan 60 MW;
2. Penelitian difokuskan pada analisis energi dan eksergi dari sistem PLTP PT. Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang Unit 4;
3. Sistem dan subsistem diasumsikan beroperasi tanpa memperhitungkan kerugian panas;
4. Nilai NCG (*Non Condensable Gas*) diasumsikan kurang dari 1%;
5. Diasumsikan tidak ada kebocoran pada sistem;
6. Hanya membahas tentang eksergi fisik;
7. Sifat properti lingkungan di lingkungan panas bumi diasumsikan sama dengan air murni.