

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

WHRPG (Waste Heat Recovery Power Generation) merupakan teknologi baru dengan memanfaatkan gas panas yang terbuang melalui *Preaheter* dan *Cooler* untuk dikonversi menjadi energi listrik. WHRPG dibangun pada 2010 atas prakarsa Kementerian Perindustrian melalui kerja sama dengan New Energy and Technology Development (NEDO) – Jepang dengan skema Clean Development Mechanism (CDM). Sehingga berdampak pengurangan emisi gas rumah kaca dan mensubstitusi pemakaian listrik dari PLN. Pengurangan emisi CO₂ yang dilakukan oleh PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk, dengan penerapan *WHRPG (Waste Heat Recovery Power Generation)* di PT. Semen Padang masih menemui beberapa kendala, seperti desain pembangkit masih belum bisa mencapai target produksi 100% dan pola operasi yang belum sesuai untuk menghasilkan kerja maksimal. Oleh karena itu, analisis terkait kualitas operasional WHRPG di PT. Semen Padang (Persero) Tbk perlu dilakukan, dengan melakukan analisa efisiensi energi dan eksergi.

Secara umum, analisis energi merupakan suatu penilaian yang dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai jumlah/kuantitas energi yang dihasilkan oleh suatu sistem. Menggunakan penerapan hukum Termodinamika 1 yang menyatakan bahwa suatu energi tidak dapat diciptakan ataupun dimusnahkan, yang terjadi hanyalah perubahan bentuk menjadi energi yang lain, satuan yang digunakan adalah satuan panas per satuan waktu, seperti cal/s atau BTU/s (Budiman, 2002). Sedangkan eksergi merupakan bagian dari energi yang dapat dimanfaatkan (*available energy*). Analisis eksergi adalah suatu penilaian yang dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai kuantitas dan kualitas, dengan menerapkan hukum Termodinamika 2 yang menyatakan bahwa tidak semua energi dapat dibalik kedalam kondisi yang diinginkan (*reversible*), hal ini menunjukkan adanya kondisi *irreversible* dan produksi *enthropy* yang bernilai maksimum, penilaian inilah yang akan mendapatkan nilai kualitas dan kuantitas dari suatu sistem.

Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Shofiatur Rochmah pada tahun 2017 dengan judul “Analisis Efisiensi Energi dan Eksergi Waste Heat Recovery Power Generation PT Semen Padang (Persro) Tbk”, membahas analisis Energi dan Eksergi WHRPG di PT. Semen Padang (Persero) Tbk dengan menggunakan siklus *steam rankine cycle* untuk mengetahui tingkat efisiensi energi dan eksergi yang diproduksi oleh WHRPG, hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai efisiensi energi lebih besar dari nilai efisiensi eksergi.

Hal serupa juga di tulis oleh Nasruddin pada tahun 2015 dalam artikelnya yang berjudul “Analisis Energi, Eksergi dan Optimasi pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap Super Kritis 660 MW”, dengan melakukan analisis energi dan eksergi untuk mengoptimalkan kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Uap sehingga didapatkan nilai dan letak kerugian terbesar dalam sistem pembangkit, hasil penelitian menunjukkan bahwa hancurnya eksergi terbesar terjadi di boiler saat proses pembakaran, yakni sebesar 1802,80 MW.

Selain itu, Dedy Priambodo, dkk pada tahun 2015 juga melakukan sebuah penelitian dalam artikelnya yang berjudul “Analisis Energi Dan Eksergi Pada Sistem HTR-10 (*High Temperature Reactor*) Siklus Turbin Uap”, dalam penelitian ini Dedy Priambodo, dkk melakukan metode perhitungan dengan menggunakan *cycle tempo* dengan input data dari reactor HTR-10. Hasil studi analisis dan evaluasi terhadap *ireversibilitas* sistem reaktor HTGR (*High Temperature Gas Reactor*) menggunakan siklus turbin uap menunjukkan bahwa reactor merupakan komponen yang paling tidak efisien dari seluruh komponen, hal ini disebabkan *ireversibilitas* yang terjadi dalam transfer energi merupakan total *ireversibilitas* dari sub komponen reaktor yang terdiri dari *ireversibilitas* reaksi pembelahan, *ireversibilitas* bahan bakar nuklir dan *ireversibilitas* pendingin helium.

Penelitian lain juga dilakukan oleh Ambo Intang pada tahun 2015 juga melakukan analisis eksergi pada sistem Pembangkit Uap Pilot Plant Biodiesel yang bertujuan untuk meningkatkan tingkat energi dan kualitas pembangkit. Berdasarkan beberapa literatur tersebut analisis energi dan eksergi dapat dilakukan sebagai salah satu metode berdasarkan hukum termodinamika untuk melakukan evaluasi, optimasi, dan pengembangan sistem pada pembangkit termal. Hasil penelitian

tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi efisiensi eksergi maka semakin rendah kehancuran ekserginya.

Dalam menggunakan metode simulasi lain yakni menggunakan *software cycle tempo* Puji Sri Ningsih pada tahun 2013 juga melakukan analisis eksergi seperti dalam artikelnya yang berjudul “Analisis Eksergi pada Pembangkit Listrik Tenaga UAP”. Puji Sri Ningsih mengevaluasi eksergi berdasarkan hukum kedua *Termodinamika*, karena metode tersebut dinilai dapat dimanfaatkan dalam desain, evaluasi, optimasi, dan pengembangan sistem pembangkit termal, dan juga dapat mengetahui nilai dan letak komponen yang paling tidak efisien. Dalam riset tersebut, pembangkit listrik disimulasikan menggunakan *cycle tempo* untuk memperoleh nilai yang akan digunakan sebagai dasar rekomendasi pada optimasi pembangkit listrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 87% dari total rugi-rugi eksergi yang terjadi pada sistem PLTU merupakan kontribusi dari 3 komponen yaitu katel uap, ruang bakar, dan *reheater*.

Adapun penelitian lain dengan menggunakan *software cycle tempo* juga dilakukan oleh Sekar Satiti dalam laporan tugas akhirnya yang berjudul “Analisis Performa PLTU Versus Variasi Beban pada Turbin Uap Menggunakan *Software Cycle Tempo*” pada tahun 2015 melakukan analisis termal untuk menilai performa pada PLTU yang terletak di Tanjung Balai Karimun menggunakan permodelan pada *software cycle tempo*. Dengan permodelan pada *software cycle tempo* menghasilkan nilai energi dan eksergi dari sistem pembangkit tersebut. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh pembebanan turbin uap terhadap nilai *heat rate* dan konsumsi bahan bakar, validasi hasil permodelan *cycle tempo* dan lapangan sebesar 0.0018 dari angka *mass flow rate*. Dalam penelitian yang lain Marlon Hetharia dan Yolanda J.

Lewerissa pada tahun 2018 lalu juga melakukan penelitian dengan judul “Analisis Energi pada Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga UAP (PLTU) dengan *Cycle Tempo*”, penelitian bertujuan untuk mengetahui besarnya energi yang dihasilkan oleh siklus uap pada berbagai kondisi. Perhitungan menunjukkan kerugian terbesar terletak pada kondensor sebesar 41,54% sedangkan kerugian eksergi (eksergi destruksi) terbesar terletak pada boiler sebesar 56,83%.

Cycle Tempo merupakan program permodelan termodinamika dan optimalisasi sistem untuk produksi listrik, panas dan pendinginan. Tujuan utama dari program ini adalah untuk menghitung ukuran massa yang relevan dan aliran energi dalam sistem. Program ini sangat ideal untuk perancangan konseptual dari suatu sistem pembangkit daya (*power plant*) karena dapat memodelkan sistem kogenerasi dengan baik. Beberapa kondisi dan literature tersebut yang menjadi pertimbangan penulis untuk melakukan analisis efisiensi energi dan eksergi pada sistem WHRPG yang terletak di PT. Semen Padang plant Indarung V dengan metode perhitungan menggunakan *software cycle tempo*, sehingga hasil penelitian dapat menjadi referensi metode untuk meningkatkan kinerja WHRPG. Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang ditulis oleh Shofiatur Rochmah pada tahun 2017, analisis energi dan eksergi WHRPG di PT. Semen Padang tidak dilakukan analisis pada komponen *flasher* atau *separator*, maka dari itu pada penelitian ini penulis melakukan analisis semua komponen WHRPG termasuk *separator*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana hasil analisis efisiensi energi dan eksergi sistem WHRPG PT Semen Padang dengan menggunakan *software cycle tempo* untuk mengetahui potensi kerugian atau kehilangan panas dalam sistem ?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis energi dan eksergi pada sistem WHRPG menggunakan *software cycle tempo* untuk mengetahui potensi-potensi kerugian atau kehilangan panas dalam sistem dan dapat dilakukan perbaikan, serta melakukan perbandingan dengan perhitungan penelitian sebelumnya.

1.4 Manfaat

Manfaat dari hasil penelitian *Waste Heat recovery Power Generation WHRPG* ini adalah memberikan hasil analisis energi dan eksergi untuk mengetahui potensi potensi kerugian dan dapat dilakukan perbaikan oleh *WHRPG Officer*. Serta mengetahui perbandingan hasil perhitungan pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan *software cycle tempo*.

1.5 Batasan Masalah

Ruang lingkup pembahasan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kondisi operasional *WHRPG PT. Semen Padang* kontinyu dan tidak memperhatikan kondisi cuaca.
2. Komponen sistem *WHRPG* yang akan dianalisis adalah kondensor, pompa, boiler, turbin, dan separator.

1.6 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dalam penelitian ini, limbah panas dari gas buang yang dihasilkan oleh *preaheater* dan *clinker cooler* diasumsikan konstan.
2. Nilai T_0 atau temperatur lingkungan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 30°C dengan tekanan (P_0) 1 atm.
3. Aliran fluida diasumsikan *steady state*.
4. Tidak ada rugi-rugi pada semua komponen *WHRPG*.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

