

ANALISA KINERJA *HEAT RECOVERY STEAM GENERATION* AKIBAT PERUBAHAN LOAD TURBIN POWER GENERATOR UNTUK PROSES LNG HUB DAN EFISIENSI OPERASIONAL DI PERUSAHAAN MIGAS

Muchlis^{1,*}, Sariadi², Harunsyah³,

^{1,2,3}Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe

Lhokseumawe, Aceh, Indonesia

*e-mail: muchlismigas@gmail.com

Abstract

Problems that occur with the HRSG will be calculated and performed by performance analysis of the equipment. With various methods and formulas that will be used. The aim of the research is to calculate HRSG efficiency before and after cleaning in power generation systems using Matlab software, determine the effect of HRSG efficiency before and after cleaning and understand how to optimize HRSG performance. HRSG efficiency calculations in this research were carried out by comparing the energy flow rate used to evaporate water, both in low pressure steam and high pressure steam and the energy flow rate contained in the exhaust gas from the gas turbine power plant system which is useful in HRSG. HRSG performance calculations based on changes in load for LNG hub operational business processes and operational efficiency in power usage, such as calculating mass balance, calculating energy balance, calculating HRSG performance efficiency in LNG hub operational conditions, calculating HRSG performance efficiency in actual conditions after the event LNG hub process and efficiency of power use in operations, comparison between HRSG performance efficiency in actual conditions and design data efficiency at commissioning. So the results obtained were an efficiency of 61.37% and there was a decrease in performance after being compared with the commissioning design data of 38.32%.

Keywords: *Heat recovery steam generator, load power, steam, LNG.*

PENDAHULUAN

Perusahaan migas merupakan salah satu perusahaan penyedia energi gas. Dalam pengoperasian kilang pengolahan migas memiliki beberapa unit operasi, salah satu diantaranya adalah unit utilities. Unit utilities adalah kumpulan dari beberapa unit penunjang di pabrik perusahaan migas yang terdiri dari unit pengolahan air, nitrogen, fuel gas, air instrument dan juga penghasil steam dan listrik [1]. Semua unit ini bekerja secara optimal menghasilkan produknya untuk menunjang pengoperasian unit-unit operasi pabrik. Turbin power generator ialah

unit penghasil sumber power berdampingan dengan turbin power generator terdapat *heat recovery steam generation (HRSG)* [2]. *Exhaust gas turbine* yang merupakan energi panas yang masih dapat dimanfaatkan digunakan kembali di *heat recovery steam generation (HRSG)* untuk membangkitkan steam. Sehingga keduanya memiliki kaitan yang sangat erat.

Listrik yang dihasilkan dari unit turbin power generator sesuai dengan kebutuhan operasional pabrik. Perusahaan migas telah membuka bisnis baru yaitu receiving LNG hub yang merupakan bisnis penyimpanan LNG secara berwaktu di tanki milik

perusahaan migas dengan system pusat logistik berikat [3]. Dengan adanya proses tersebut maka terjadi perubahan kebutuhan listrik sebagai sumber kelistrikan peralatan yang mengendalikan LNG di dalam tanki guna mengendalikan terbentuknya LNG vapour, dengan mengoperasikan beberapa peralatan diantara kompresor dan pompa [4].

Listrik yang dihasilkan merupakan kebutuhan listrik di Perusahaan Migas dan melakukan suplai untuk kebutuhan LNG Treating dan listrik bagi Tenant di seluruh Kawasan pabrik, operasional yang berada dibawah PT Pertamina Hulu Energi telah melakukan efisiensi untuk menyesuaikan antara *feed gas* dan kebutuhan peralatan yang dijalankan, yaitu dengan menurunkan *feed gas* dari sumur maka terdapat banyak peralatan yang telah distop operasionalnya, sehingga menurunkan load *turbin power generator* [5].

Perkembangan teknologi saat ini erat sekali hubungannya dengan listrik, dimana saat ini listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting. Listrik merupakan salah satu alat yang sangat vital dan strategis, hal ini menjadi perhatian yang serius dan semua pihak harus ikut andil dalam proses memproduksi listrik secara aman dan efisien [6]. Untuk meningkatkan efisiensi salah satu caranya dengan mengoptimalkan pemanfaatan energi. Dengan menerapkan model siklus kombinasi yaitu pembangkit listrik tenaga gas uap [7].

Pembangkit listrik tenaga gas uap (PLTGU) atau pembangkit jenis *combine cycle* adalah gabungan antara pembangkit listrik tenaga gas (PLTG) dan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), dimana di dalam PLTGU memanfaatkan gas buang dari PLTG digunakan untuk menghasilkan uap yang digunakan sebagai fluida kerja di PLTU [8]. Dalam instalasi PLTGU terdapat peralatan yang dinamakan *heat recovery steam generator (HRSG)*. Penggunaan *HRSG* dapat meningkatkan efisiensi dari pembangkit listrik tenaga uap karena *HRSG* hanya memanfaatkan gas buang dari turbin gas, gas buang yang terkandung didalam

exhaust turbine gas yang temperaturnya masih mencapai 560 °C masih bisa dimanfaatkan untuk memproduksi uap air bertekanan [9].

Seiring dengan kajian yang dilakukan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan peralatan dan fuel gas maka dilakukan penghematan dengan hanya menjalankan 2 turbin power generator dari yang sebelumnya menggunakan 3 turbin power generator. Dengan adanya proses tersebut, maka turbin *power generator* akan terjadi perubahan beban (*load*) secara menyeluruh dan per unit *turbin power generator* yang dijalankan, dengan beban yang lebih besar maka diperlukan *fuel gas* untuk pembakaran lebih banyak [10].

Peningkatan pembakaran pada turbin tentu meningkatkan *exhaust gas turbin* yang dimanfaatkan oleh unit *heat recovery steam generation (HRSG)*. Dari sisi hilir *heat recovery steam generation (HRSG)* terdapat perubahan lainnya yang signifikan berpengaruh, yaitu perubahan operasional yang terjadi di unit processing gas (*treating unit* dan SRU) mempengaruhi kebutuhan *steam* dan *pressure steam* yang dihasilkan, yaitu terbukti dengan diturunkan *setting PIC-9270*. Dengan adanya beberapa faktor yang telah diuraikan tersebut maka akan berpengaruh terhadap kinerja *heat recovery steam generation (HRSG)*.

Sehingga perlu dilakukan analisa pengaruh dan keterkaitan antara perubahan *load* terhadap kinerja *heat recovery steam generation*. Kajian dilakukan dengan perhitungan efisiensi aktual *HRSG* akan dilakukan perbandingan antara efisiensi *HRSG* setelah berlangsungnya proses bisnis *LNG Hub* dan dengan nilai efisiensi desain pada saat *commisioning* sebesar 99,5 %.

METODE

Kajian ini dilaksanakan di Plant Site Perusahaan Migas, Lhokseumawe yang secara khusus fokus pada bagian operasi, *utilities section* terkait alat operasi *heat recovery steam generation (HRSG)*. Kajian

dilakukan untuk menentukan efisiensi kinerja *heat recovery steam generation (HRSG)* dengan perubahan *load turbine power generator* dengan perubahan *variable setting valve PIC-9270*.

Terdapat beberapa indikator kinerja dalam menentukan efisiensi dan kemampuan kinerja peralatan. Indikator kinerja pada *HRSG* antara lain adalah komposisi *fuel gas, flow fuel gas, flow boiled feed water, flow steam, temperature exhaust gas turbin power generator, outlet* pada *economyzer* dan *boiler, temperature feed water inlet, outlet* pada *economyzer* dan *boiler*, tekanan steam.

Perhitungan dan analisa kinerja peralatan *heat recovery steam generation (HRSG)* dilakukan dengan menggunakan perhitungan berdasarkan neraca massa dan neraca energi. Data yang diperlukan dalam perhitungan ini antara lain adalah spesifikasi peralatan, kondisi operasi dan batasan sistem yang dianalisa dan nilai efisiensi secara teoritis, data *fuel gas, steam drum, exhaust turbin boiler* dan *feed water*.

Setelah diperoleh data-data yang diperlukan maka dapat dilakukan perhitungan kinerja *heat recovery steam generation (HRSG)* berdasarkan perubahan *load* untuk operasional proses bisnis *LNG hub* dan efisiensi operasional dalam penggunaan *power*. Langkah-langkah perhitungan dalam menganalisa kinerja *heat recovery steam generation (HRSG)* dilakukan sebagai berikut:

- a. Melakukan perhitungan neraca massa pada sistem yang ditinjau.
- b. Melakukan perhitungan neraca energi
- c. Melakukan perhitungan efisiensi kinerja peralatan *heat recovery steam generation (HRSG)* pada kondisi operasional *LNG hub*.
- d. Melakukan perhitungan efisiensi *heat recovery steam generation (HRSG)* pada kondisi aktual setelah berlangsungnya proses *LNG Hub* dan efisiensi penggunaan *power* dalam operasional.

- e. Melakukan perbandingan antara efisiensi kinerja *HRSG* pada kondisi kondisi aktual dengan efisiensi data desain pada saat *commisioning*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pengamatan yang telah diperoleh dilakukan perhitungan neraca massa, neraca energi hingga diperoleh data efisiensi kinerja *HRSG* kondisi aktual dan kinerja *HRSG* setelah berlangsungnya proses bisnis *LNG Hub*. Adapun data sebelum *receiving LNG hub* ditunjukkan dalam Tabel 1. Sedangkan hasil perhitungan setelah *receiving hub* berjalan ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 1. Data sebelum *receiving LNG hub*

Item	unit	Total
Load PG	MW	34,2
HP fuel gas	mmscf	14,18
LP fuel gas	mmscf	5,24

Tabel 2. Hasil perhitungan setelah *receiving LNG hub*

Item	unit	Total
Load PG	MW	39,3
HP fuel gas	mmscf	15,18
LP fuel gas	mmscf	3,1
Exhaust gas turbin ke HRSG	kJ/h	347.544.768,57
Panas diterima HRSG	kJ/h	198.543.623,79
Panas yang hilang	kJ/h	145.371.926,16
Efisiensi HRSG	%	58,17

Tabel 1 dan 2 menunjukkan bahwa data sebelum *receiving LNG hub* berjalan, *load power generator* sebesar 34,2 MW dan setelah berjalan *receiving LNG hub load power generator* meningkat menjadi 39,2 MW. Panas yang diterima HRSG sebesar 198.543.623,79 kJ/h dan panas yang hilang sebesar 145.371.926,16 kJ/h. Efisiensi HRSG sebesar 58,17%. Secara keseluruhan penggunaan *fuel gas HP* untuk pembakaran pada *power generator* sebelum proses *receiving LNG Hub* berjalan ialah 14,18 mmscf dan setelah *LNG hub* berjalan, penggunaan *high pressure fuel gas* meningkat 1,63 mmscf menjadi 15,18

mmscf. Sementara penggunaan *low pressure fuel gas* untuk pembakaran pada *burner HRSG* sebelum proses *receiving LNG Hub* berjalan ialah 5,24 mmscf dan mengalami penurunan sebesar 2,13 mmscf menjadi 3,1 mmscf setelah *LNG Hub* berjalan.

Beberapa faktor selain dari pada operasional yang mempengaruhi menurunnya efisiensi *HRSG* ialah terjadi *scaling*, yaitu penebalan dinding pipa *HRSG* yang disebabkan adanya partikel padat yang menumpuk yang terakumulasi daripada *impurities/chemical* yang masih terdapat didalam air *boiler feed water*. Selain daripada itu juga dapat disebabkan adanya pipa yang bocor dan telah dilakukan *plugging* sehingga penyerapan energi panas tidak maksimal. Demikian juga dengan kondisi peralatan *HRSG* yang mendukung untuk dapat dijalankan secara *fired/unfire mode* untuk menunjang kestabilan beban kerja sehingga mengoptimalkan efisiensi dan kinerja *HRSG*. Hal ini dapat dilakukan perbaikan dengan melakukan *shutdown* dan dilakukan dengan proses *chemical cleaning* untuk membersihkan dan memperbaiki system perpipaan yang terdapat pada unit *HRSG*.

Setelah *Receiving LNG Hub* berjalan dan efisiensi operasional *power* dan *steam* dilakukan, maka diperoleh hasil perhitungan seperti ditunjukkan dalam Tabel 3. Dari Tabel 3 terlihat bahwa dengan *load power generator* sebesar 29,0 MW, *high pressure fuel gas* diperoleh sebesar 11,44 mmscf, menyebabkan naiknya nilai kalor *exhaust gas turbin* ke *HRSG* setelah ditambah burner sebesar 295.321.597,44 kJ/h dengan penggunaan *low pressure fuel gas* sejumlah 1,45 mmscf yang diberikan ke *HRSG*. Hasil perhitungan efisiensi mengalami peningkatan menjadi sebesar 61,37% dengan perbandingan panas yang diterima *HRSG* sebesar 178.308.315,09 kJ/h dan panas yang hilang sebesar 114.056.815,15 kJ/h. Setelah dilakukan penghematan penggunaan *power* dan *steam* dalam operasional kilang migas, maka telah dapat dilakukan efisiensi *power* sebesar

10,3 MW. Dengan penghematan *high pressure fuel gas* sebesar 4,3 mmscf dan dalam penggunaan *steam* juga telah dilakukan penghematan, sehingga efisiensi penggunaan *low pressure fuel gas* dapat turun sebesar 1,66 mmscf.

Tabel 3. Hasil perhitungan setelah *receiving LNG hub* dan efisiensi operasional *power* dan *steam*

Item	unit	Total
Load PG	MW	29,0
HP fuel gas	mmscf	11,44
LP fuel gas	mmscf	1,45
Exhaust gas turbin ke HRSG	kJ/h	295.321.597,44
Panas diterima HRSG	kJ/h	178.308.315,09
Panas yang hilang	kJ/h	114.056.815,15
Efisiensi HRSG	%	61,37

Penghematan penggunaan *low pressure fuel gas* untuk *burner HRSG* secara keseluruhan dipengaruhi oleh nilai kalor *exhaust gas turbin*, penurunan penggunaan *steam*, penurunan *setting value PIC-9270*, yang merupakan sistem pengontrol untuk mengatur tekanan *header steam* dari 6,35 kg/cm² menjadi 6,00 kg/cm² menyebabkan kinerja *HRSG* menjadi lebih baik dengan efisiensi kinerja 61,37%. Namun kalor yang terlepas juga masih sangat besar karena penurunan media serapan kalor yaitu *boiler feed water* yang disebabkan oleh menurunnya kebutuhan produk *steam* setelah dilakukan efisiensi.

Hasil perhitungan kinerja *HRSG* pada kondisi aktual ialah 61,37% dan jika dibandingkan dengan data desain dan percobaan pada saat *comissioning HRSG* adalah 99,5 % menunjukkan bahwa kinerja *HRSG* telah menurun sebesar 38,32 % dari performance awal *HRSG*.

KESIMPULAN

1. Setelah *receiving LNG Hub* berjalan efisiensi *HRSG* sebesar 58,17%,
2. Setelah *receiving LNG Hub* berjalan dan efisiensi operasional *power* dan

- steam dilakukan, efisiensi HRSG sebesar 61,37%.
3. Penghematan penggunaan fuel gas LP untuk burner HRSG juga dipengaruhi penurunan penggunaan steam, penurunan setting value PIC-9270 dari 6,35 kg/cm² menjadi 6,00 kg/cm².
 4. Kinerja HRSG pada kondisi aktual ialah 61,37% telah menurun sebesar 38,32 % dari performance awal Commissioning HRSG.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haryanto, R. D., 2011. *Evaluasi kinerja (performance) katalis R-134 unit platformer (unit 84) kilang paraxylene di PT. Pertamina Refinery Unit IV Cilacap.*
- [2] Ahmadi, G., Jahangiri, A., and Toghraie, D., 2023. *Design of heat recovery steam generator (HRSG) and selection of gas turbine based on energy, exergy, exergoeconomic, and exergo-environmental prospects.* Process Safety and Environmental Protection, Vol. 172, pp. 353-368.
- [3] Nugroho, D. A., Setyawan, R. P., and Wibawa, G., 2014. *Cost effective pada sistem regasifikasi liquefied natural gas (LNG) di Indonesia.* Jurnal Teknik ITS, Vol. 3, No. 1, pp. B42-B46.
- [4] Muhammad, F., Syafruddin, S., and Sari, R., 2023. *Analisa pemanfaatan kompresor BOG K-6801 A/B pada fasilitas LNG hub.* Jurnal Teknologi, Vol. 23, No. 1, pp. 35-40.
- [5] Wardianto, D., 2022. *Effect of electric load on steam flow rate at steam turbine as generator.* Jurnal Teknik Mesin, Vol. 12, No. 2, pp. 104-109.
- [6] Ilintamon, A., Pakiding, M., and Tumaliang, H., 2019. *Analisis unjuk kerja sistem produksi listrik pada pembangkit listrik tenaga diesel Waena.* Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, Vol. 8, No. 3, pp. 133-142.
- [7] Sugandi, B., Atabiq, F., and Asti, R. A., 2023. *Pengaruh beban gas turbine generator terhadap efisiensi heat recovery steam generator pada pembangkit listrik tenaga gas uap (PLTGU).* ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika, Vol. 11, No. 3, pp. 639.
- [8] Rahmat Kurniawan, M., 2014. *Analisa performansi pembangkit listrik tenaga gas uap (PLTGU) Sicanang Belawan.* Jurnal e-dinamis, Vol. 10, No. 2.
- [9] Suparmin, P., 2018. *Analisis pengaruh penurunan temperatur LMTD terhadap unjuk kerja HRSG pada PLTGU.* Jurnal PowerPlant, Vol. 6, No. 2, pp. 74-85.
- [10] Megawati, E., Pirri, M. G., and Warsa, I. K., 2023. *Optimasi flowrate dan beban generator terhadap efisiensi turbin C60-8.883/535 di PLTU PT. XYZ Unit 3 Kapasitas 1x60 MW.* Jurnal Pendidikan Tambusai, Vol. 7, No. 2, pp. 4502-4506.