

SKRIPSI

ANALISIS ENERGI DAN EKSERGI PADA SISTEM KOGENERASI TURBIN GAS PT.PUSRI PALEMBANG



NAQLI ALIM

03051281621045

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

SKRIPSI

ANALISIS ENERGI DAN EKSERGI PADA SISTEM KOGENERASI TURBIN GAS PT.PUSRI PALEMBANG

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik**



Oleh :

NAQLI ALIM

03051281621045

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS ENERGI DAN EKSERGI PADA SISTEM KOGENERASI TURBIN GAS PT.PUSRI PALEMBANG

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik**

Oleh:

**NAQLI ALIM
03051281621045**

Inderalaya, 24 Februari 2020

Pembimbing I,



**Ir. Dyos Santoso, M.T
NIP. 196012231991021001**

Pembimbing II,



**M. Ihsan Riady, S.T, M.T
NIP. 1671051310870001**

Mengetahui:



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :**

SKRIPSI

**NAMA : NAQLI ALIM
NIM : 03051281621045
JUDUL : ANALISIS ENERGI DAN EKSERGI PADA SISTEM
KOGENERASI TURBIN GAS PT.PUSRI PALEMBANG
DIBERIKAN : NOVEMBER 2019
SELESAI : FEBRUARI 2020**



HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Analisis Energi dan Eksersi Pada Sistem Kogenerasi Turbin Gas PT.Pusri Palembang.” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 24 Februari 2020

Indralaya, 24 Februari 2020

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

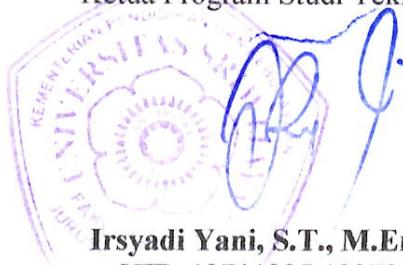
1. Ir. H. M. Zahri Kadir, M.T
NIP. 19590823 198903 1 001

Anggota :

2. Ir. Firmansyah Burlian, M.T
NIP. 19561227 198811 1 001
3. Dr. Fajri Vidian, S.T, M.T
NIP. 19720716 200604 1 002

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Mesin,



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Naqli Alim
NIM : 03051281621045
Judul : Analisis Energi dan Eksergi Pada Sistem Kogenerasi Turbin Gas
PT.PUSRI Palembang

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, 24 Februari 2020



Naqli Alim
NIM. 03051281621045

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Naqli Alim
NIM : 03051281621045
Judul : Analisis Energi dan Eksersi Pada Sistem Kogenerasi Turbin Gas
PT.PUSRI Palembang

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, 24 Februari 2020



Naqli Alim
NIM. 03051281621045

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini sebagai Tugas Akhir untuk memenuhi syarat mengikuti Seminar dan Sidang sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan tugas akhir ini.

1. ALLAH SWT, karena rahmat-Nya, anugerah ilmu, kesempatan dan kesehatan dari-Nya, penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., PhD., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Dyos Santoso, M.T selaku dosen pembimbing 1.
4. Bapak M. Ihsan Riady, S.T, M.T selaku dosen pembimbing 2.
5. Orang tua penulis yang selalu mensupport baik dalam hal materil maupun do'a yang tulus kepada anaknya.
6. Seluruh dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
7. Teman-teman Jurusan Teknik Mesin Angkatan 2016 Indralaya.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan kemampuan yang ada. Meskipun demikian, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembelajaran khususnya pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Indralaya, 24 Februari 2020



Penulis

RINGKASAN

ANALISIS ENERGI DAN EKSERGI PADA SISTEM KOGENERASI TURBIN GAS PT.PUSRI PALEMBANG

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, 24 Februari 2020

Naqli Alim;dibimbing oleh Ir. Dyos Santoso, M.T. dan M. Ihsan Riady, S.T, M.T.

Energy and Exergy Analysis of Gas Turbine Cogeneration System of PT.Pusri Palembang

xxvii+ 60 halaman, 6 tabel, 43 gambar, vii lampiran

RINGKASAN

Saat ini, energi listrik telah menjadi kebutuhan pokok bagi manusia. Oleh karena itu perlu dilakukan usaha pengoptimalan dari penyedia energi diantaranya pembangkit energi listrik, contohnya pada pembangkit listrik tenaga gas. Salah satu usaha pengoptimalan PLTG yaitu dengan penerapan sistem kogenerasi. Kogenerasi sendiri berarti pembangkitan dua energi berbeda dari satu sumber bahan bakar. Pada sistem ini, kedua energi keluaran turbin gas yaitu energi mekanik serta energi termal dimanfaatkan secara bersamaan. Analisis energi menjadi analisis yang paling sering digunakan untuk mengkaji performansi suatu sistem. Sistem kogenerasi pada turbin gas pun dapat dianalisis dengan metode analisis energi untuk melihat performansi sistem secara keseluruhan. Namun, belakangan ini analisis eksersi sudah banyak digunakan untuk menganalisis sistem. Analisis eksersi dianggap lebih akurat dalam mengkaji performansi tiap-tiap komponen pada sistem maupun secara keseluruhan. Analisis ini mengacu pada hukum pertama dan kedua termodinamika. Jika energi dianggap kekal, tidak untuk eksersi. Pada PLTG yang ada di PT. Pusri Palembang, telah dilakukan pengambilan data yang diantaranya ada data operasi sistem dan data desain dari PLTG itu sendiri. Dari hasil pengambilan data dapat dilihat bahwa kondisi operasi PLTG beroperasi sangat jauh dari kondisi desainnya. Pada penelitian ini penulis mengkaji dari setiap komponen yang ada sistem kogenerasi turbin gas PT. Pusri Palembang yang diantaranya kompresor, ruang bakar, turbin gas, ruang bakar pada proses *refiring*, *superheater*, evaporator, dan economizer. Penelitian dilakukan dengan mengasumsi fluida kerja pada turbin gas yaitu udara. Setelah dilakukan pengolahan data dari setiap komponen didapatkan bahwa komponen dengan destruksi eksersi tertinggi yaitu pada proses *refiring* dimana destruksi eksersi pada komponen ini sebesar 33123.13 kW atau sekitar 37.93 % dari total keseluruhan destruksi eksersi pada sistem kogenerasi turbin gas PT. Pusri Palembang. Sementara komponen dengan nilai destruksi eksersi terendah yaitu pada economizer, dimana destruksi eksersi pada komponen ini sebesar 1533.73 kW atau sekitar 1.75 % dari total keseluruhan destruksi eksersi pada sistem. Selain mencari nilai destruksi eksersi pada setiap komponen, pada

penelitian ini juga menghitung besarnya rasio destruksi eksbergi dari masing-masing komponen terhadap total bahan bakar yang masuk ke sistem. Dari hasil pengolahan data didapatkan bahwa komponen yang memiliki rasio destruksi eksbergi terhadap total bahan bakar paling tinggi yaitu pada proses refiring dengan rasio sebesar 33.70 % sementara economizer menjadi komponen dengan rasio destruksi eksbergi terhadap total bakar yang terendah yaitu sebesar 1.56 %.

Kata Kunci : analisis energi, analisis eksbergi, kogenerasi, kombinasi kalor dan daya, turbin gas dan supplemented fired WHB

Kepustakaan:

SUMMARY

ENERGY AND EXERGY ANALYSIS OF GAS TURBINE COGENERATION SYSTEM OF PT. PUSRI PALEMBANG

Scientific writing in the form of Skripsi, 24 February 2020

Naqli Alim; supervised by Ir. Dyos Santoso, M.T. and M. Ihsan Riady, S.T, M.T.

Analisis Energi dan Eksergi Pada Sistem Kogenerasi Turbin Gas PT.Pusri Palembang

xxvii + 60 pages, 6 tables, 43 pictures, vii attachments

SUMMARY

Nowadays, the need for electrical energy can be said to have become a basic need for humans. Therefore it is necessary to optimize the efforts of energy providers including electricity generation, for example in gas power plants. One effort to optimize PLTG is by implementing a cogeneration system. Cogeneration itself means the generation of two different energies from one fuel source. In this system, both gas turbine output energy, mechanical energy and thermal energy will be utilized. Energy analysis is the analysis most often used to study the performance of a system. The cogeneration system in a gas turbine can also be analyzed with the energy analysis method to see the overall system performance. However, lately analysis of exergy has been widely used to analyze systems. Exergy analysis is considered more accurate in assessing the performance of each component in the system and as a whole. This analysis refers to the first and second laws of thermodynamics. If energy is considered eternal, it is not for exergy. At the PLTG in PT.Pusri IV Palembang, data retrieval has been carried out which includes operating system data and design data from the PLTG itself. From the results of data collection it can be seen that the operating conditions of the PLTG operate very far from the design conditions. In this research, the writer examines each component of PT.Pusri IV Palembang gas turbine cogeneration system including compressor, combustion chamber, gas turbine, combustion chamber in the refiring process, superheater, evaporator, and economizer. The study was conducted by assuming working fluid in a gas turbine, namely air. After processing the data from each component, it was found that the component with the highest exergy destruction was the refiring process where the exergy destruction was 33123.13 kW, or about 37.93 % of the total exergy destruction in the gas turbine cogeneration system of PT. Pusri IV Palembang. While the component with the lowest exergy destruction value is the economizer, where the exergy destruction in this component is 1533.73 kW or around 1.75 % of the total exergy destruction in the system. In addition to finding the value of exergy destruction in each component, this study also calculates the amount of exergy destruction ratio of each component to the total fuel that enters

the system. From the results of data processing, it was found that the component that has the highest exergy destruction to total fuel ratio is in the refiring process with a ratio of 33.70 % while economizer are the component with the lowest exergy destruction to total fuel ratio of 1.56 %.

Keywords : energy analysis; exergy analysis, cogeneration, combined heat and power,
gas turbine and supplemented fired WHB

Citations :

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxv
DAFTAR TABEL.....	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Studi Kepustakaan	7
2.2 Konsep Energi dan Eksergi	9
2.3 Analisis Eksergi.....	10
2.3.1 Karakteristik Eksergi	10
2.3.2 Eksergi Sistem Tertutup	11
2.3.3 Kesetimbangan Eksergi Untuk Volume Atur.....	12
2.4 Klasifikasi Sistem Kogenerasi.....	12
2.4.1 Klasifikasi Sistem Kogenerasi Berdasarkan Urutan Energi	13
2.4.1.1Topping Cycle	13
2.4.1.2Bottoming Cycle.....	15
2.4.2 Klasifikasi Sistem Kogenerasi Berdasarkan Jenis Steam.....	16
2.4.2.1Sistem Kogenerasi Turbin Uap	16

2.4.2.2 Sistem Kogenerasi Mesin Reciprocating	16
2.4.2.3 Sistem Kogenerasi Turbin Gas	17
2.5 Tinjauan Umum Sistem Turbin Gas	17
2.5.1 Pembangkit Listrik Tenaga Gas Siklus Terbuka	18
2.5.2 Pembangkit Listrik Tenaga Gas Siklus Tertutup	18
2.5.3 Pembangkit Listrik Tenaga Gas Regeneratif	19
2.5.4 PLTG Dengan Regenerator, Intercooler, dan Reheater	20
2.6 Sistem Kogenerasi Turbin Gas	21
2.7 Heat Recovery Steam Generator (HRSG)	21
2.7.1 Economizer	22
2.7.2 Evaporator	23
2.7.3 Superheater	23
2.7.4 Efisiensi HRSG	23
2.8 Analisis Eksergi Sistem Kogenerasi Turbin Gas	24
2.8.1 Compressor	24
2.8.2 Combustion Chamber	25
2.8.3 Gas Turbine	26
2.8.4 Boiler	27
BAB 3 DESKRIPSI SISTEM	29
3.1 Deskripsi Sistem	29
3.2 Spesifikasi Turbin Gas di PT.Pusri IV Palembang	30
3.3 Spesifikasi Waste Heat Boiler di PT.Pusri IV Palembang	31
3.4 Hasil Pengambilan Data	31
BAB 4 METODOLOGI PENELITIAN	33
4.1 Metodologi Penelitian	33
4.2 Pengumpulan Data	34

4.3	Analisis dan Pengolahan Data	34
	BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
5.1	Analisis Data	35
5.1.1	Diagram T-s Sistem Kogenerasi.....	35
5.1.2	Profil Temperatur WHB	35
5.2	Analisis Energi	38
5.2.1	Compressor.....	38
5.2.2	Ruang Bakar	39
5.2.3	Turbin Gas	40
5.2.4	Waste Heat Boiler	41
5.3	Analisis Eksergi Pada Sistem Kogenerasi Turbin Gas.....	44
5.3.1	Analisis Eksergi Pada Compressor.....	44
5.3.2	Analisis Eksergi Pada Ruang Bakar	45
5.3.3	Analisis Eksergi Pada Turbin Gas	47
5.3.4	Analisis Eksergi Pada Proses Refirring	48
5.3.5	Penurunan Eksergi Gas dan Kenaikan Eksergi Uap di Superheater	49
5.3.6	Penurunan Eksergi Gas dan Kenaikan Eksergi Uap di Evaporator.....	50
5.3.7	Penurunan Eksergi Gas dan Kenaikan Eksergi Uap di Economizer	51
5.4	Hasil Pengolahan Data	52
5.5	Pembahasan	56
5.5.1	Analisis Energi	56
5.5.2	Analisis Eksergi.....	56
	BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	59
6.1	Kesimpulan.....	59
6.2	Saran	60
	DAFTAR RUJUKAN	i

LAMPIRANi

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Contoh Perubahan Energi Ordered Energy	9
Gambar 2.2	Contoh Perubahan Energi Disordered Energy	9
Gambar 2.3	Eksperi Pada Sistem Tertutup	11
Gambar 2.4	Kesetimbangan Eksperi Sistem Terbuka.....	12
Gambar 2.5	Combine Cycle Topping System.....	13
Gambar 2.6	Steam Turbine Topping System	14
Gambar 2.7	Heat Recovery Topping System.....	14
Gambar 2.8	Gas Turbine Topping System.....	15
Gambar 2.9	Bottoming Cycle.....	15
Gambar 2.10	Skema PLTG Terbuka.....	18
Gambar 2.11	Skema PLTG Tertutup	19
Gambar 2.12	Skema PLTG Siklus Terbuka Regeneratif	19
Gambar 2.13	Diagram Siklus Brayton Dengan Regenerasi	19
Gambar 2.14	Diagram Siklus PLTG Dengan Regenerator, Intercooler, dan Reheater.....	20
Gambar 2.15	Skema PLTG Dengan Regenerator, Intercooler, dan Reheater....	20
Gambar 2.16	Skema Siklus Kogenerasi Turbin Gas	21
Gambar 2.17	Heat Recovery Steam Generator (HRSG)	22
Gambar 2.18	Skema Compressor.....	24
Gambar 2.19	Skema Ruang Bakar	25
Gambar 2.20	Skema Turbin Gas	26
Gambar 2.21	Skema Boiler	27
Gambar 3.1	Skema Sistem Kogenerasi Turbin Gas	29
Gambar 4.1	Diagram Alir Penelitian.....	33
Gambar 5.1	Diagram T-s Sistem Kogenerasi Turbin Gas.....	35
Gambar 5.2	Diagram T-Q WHB	36
Gambar 5.3	Skema dan Diagram Sankey Compressor	38
Gambar 5.4	Skema dan Diagram Sankey Ruang Bakar.....	39

Gambar 5.5	Skema dan Diagram Sankey Turbin Gas	40
Gambar 5.6	Skema dan Diagram Sankey Proses Refirring	42
Gambar 5.7	Skema dan Diagram Sankey Superheater	43
Gambar 5.8	Skema dan Diagram Sankey Evaporator	43
Gambar 5.9	Skema dan Diagram Sankey Economizer	44
Gambar 5.10	Skema dan Diagram Grassman Compressor.....	45
Gambar 5.11	Skema dan Diagram Grassman Combustion Chamber.....	46
Gambar 5.12	Skema dan Diagram Grassman Turbin Gas.....	47
Gambar 5.13	Skema dan Diagram Grassman Proses Refirring	48
Gambar 5.14	Skema dan Diagram Grassman Superheater.....	49
Gambar 5.15	Skema dan Diagram Grassman Evaporator	50
Gambar 5.16	Skema dan Diagram Grassman Economizer.....	51
Gambar 5.17	Destruksi Ekseni Dari Setiap Komponen	53
Gambar 5.18	Persentase Rasio Destruksi Ekseni Setiap Komponen	53
Gambar 5.19	Diagram Sankey.....	54
Gambar 5.20	Diagram Grassman.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Deskripsi Tube Pada Waste Heat Boiler	31
Tabel 3.2	Data Operasi Sistem Kogenerasi Turbin Gas.....	32
Tabel 5.1	Profil Temperatur Gas Buang	35
Tabel 5.2	Profil Temperatur Uap	36
Tabel 5.3	Parameter – Parameter Operasi Sistem Kogenerasi Turbin Gas.....	38
Tabel 5.4	Tabel Destruksi Eksersi dan Efisiensi Rasional Pada Setiap Komponen	52

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di zaman yang semakin maju ini, kebutuhan akan energi listrik bisa dikatakan sudah menjadi kebutuhan pokok bagi manusia. Baik di sektor industri besar ataupun di lingkup rumah tangga, banyak proses atau aktivitas yang sangat membutuhkan energi listrik. Di Indonesia sendiri sudah sejak lama memiliki badan usaha yang bergerak di sektor ketenagalistrikan ini, yaitu PT. PLN (Perusahaan Listrik Negara). Pada lingkup rumah tangga, umumnya pasti akan menggunakan energi listrik yang dipasok oleh PLN. Untuk di industri besar, terkadang ada yang masih menggunakan pasokan energi listrik dari PLN, tapi banyak juga yang menggunakan pembangkit listrik sendiri. Hal ini bisa dikarenakan kebutuhan energi listrik yang sangat besar di perusahaan tersebut atau agar dapat mempermudah perusahaan itu sendiri untuk mengontrol sumber energi listriknya.

Pembangkit listrik sendiri terdiri dari beberapa jenis diantaranya Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG), Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) dan lain sebagainya. Konsep dari pembangkit listrik umumnya sama, yaitu menggerakkan turbin sehingga generator yang satu poros dengan turbin akan ikut bergerak. Generator inilah yang akan menghasilkan energi listrik.

Untuk saat ini jenis pembangkit listrik yang masih sering untuk digunakan adalah PLTG. Pembangkit listrik tenaga gas ini masih banyak digunakan karena dalam hal instalasi tergolong mudah dan cepat serta biaya investasi dari pembangkit listrik tipe ini dianggap relatif lebih rendah dibanding dengan pembangkit jenis lain. Namun, masih ada permasalahan pada pembangkit listrik jenis ini, yaitu gas hasil keluaran dari turbin gas masih mempunyai temperatur sangat tinggi akan langsung dibuang ke atmosfer. Padahal dengan temperatur yang sangat tinggi tersebut seharusnya gas buang itu masih dapat dimanfaatkan.

Salah satu usaha pemanfaatan gas buangan turbin gas tersebut yakni penerapan dari sistem kogenerasi. Kogenerasi sendiri berarti pembangkitan dua energi berbeda dari satu sumber bahan bakar. Pada sistem ini, kedua energi keluaran turbin gas yaitu energi mekanik serta energi termal akan dimanfaatkan. Energi mekanik tentu akan digunakan untuk menghasilkan energi listrik, sementara untuk energi termal dapat digunakan untuk berbagai proses dalam suatu industri. Umumnya perusahaan yang membutuhkan energi termal atau kalor dalam prosesnya yaitu perusahaan pupuk, keramik, minyak bumi, tekstil atau produk makanan. Penerapan dari sistem kogenerasi ini sendiri akan meningkatkan efisiensi sistem cukup signifikan. Secara ekonomis pun tentu akan sangat menguntungkan bagi suatu industri.

Salat satu alat yang digunakan untuk memanfaatkan panas dari gas buangan turbin gas yaitu waste heat boiler. Alat ini bekerja sebagai penukar panas antara air dan gas buang yang memiliki temperatur yang tinggi. Air yang telah mendapat energi termal akan memiliki temperatur yang tinggi atau bahkan akan menjadi steam. Air panas / steam inilah yang akan dimanfaatkan lagi pada berbagai proses dalam industri yang membutuhkan pasokan energi termal. Waste heat boiler adalah suatu bejana tertutup yang memanfaatkan gas buang dari hasil pembakaran ataupun dari cairan panas yang didapat dari suatu reaksi kimia.

Analisis energi menjadi analisis yang paling sering digunakan untuk mengkaji performansi suatu sistem. Umumnya efisiensi menjadi tolak ukur baik tidaknya proses yang terjadi. Sistem kogenerasi pada turbin gas pun dapat dianalisis dengan metode analisis energi untuk melihat performansi sistem secara keseluruhan. Hukum pertama termodinamika menjadi acuan utama dalam analisis energi. Pada hukum ini energi dianggap kekal, jadi dalam setiap proses, input energy sama dengan output (Hukum Pertama Termodinamika). Namun, belakangan ini analisis eksersi sudah banyak digunakan untuk menganalisis sistem.

Analisis eksersi dianggap lebih akurat dalam mengkaji performansi tiap – tiap komponen pada sistem maupun secara keseluruhan. Analisis ini mengacu pada hukum pertama dan kedua termodinamika. Jika energi dianggap kekal, tidak untuk eksersi. Eksersi dapat terbuang seiring terjadinya proses pada suatu sistem. Dengan

menggunakan metode analisis eksperi kerugian pada tiap – tiap komponen, penyebab kerugian serta lokasi kerugian dapat diidentifikasi.

Pengoptimalan dari sistem pembangkit listrik sangat tepat bila dilakukan dengan metode analisis eksperi, karena dengan metode ini akan lebih mewakilkan gambaran sebenarnya dari proses yang terjadi. Konsep entropi menjadi dasar pada analisis eksperi ini, dimana setiap terjadi proses konversi energi dikarenakan entropi total yang naik. Secara garis besar, potensi kerja maksimum daripada energi yang berinteraksi pada lingkungan itulah eksperi. Potensi kerja didapat dari proses.reversibel. Eksperi dapat dipindahkan.pada sistem serta bisa dimusnahkan.di dalam sistem. Dalam analisis energi yang mengacu pada hukum pertama termodinamika, analisis ini tidak memperhitungkan penurunan kualitas energi. Seperti halnya pengurangan kualitas energi termal yang ditransfer dari temperatur tinggi ke temperatur rendah tidak terlihat bila menggunakan metode analisis energi. Sementara metode analisis eksperi menerapkan hukum kedua termodinamika dimana menyatakan proses termodinamika tidak selalu ideal sehingga terjadi penurunan kualitas energi. Metode analisis eksperi terhadap siklus turbin gas sendiri sudah banyak dibahas di banyak buku maupun jurnal.

Dengan mengkaji performansi sistem kogenerasi turbin gas dengan metode analisis energi dan metode analisis eksperi, penulis dapat memberi acuan ilmiah kepada pihak terkait mengenai kondisi aktual yang terjadi pada sistem. Dari hasil kajian ini pun akan dapat dilihat komponen – komponen mana saja dari sistem yang perlu ditingkatkan kinerjanya. Selain itu juga hasil kajian performansi ini juga dapat digunakan pihak terkait untuk dapat memaksimalkan pemanfaatan energi yang terjadi pada sistem. Berdasarkan latar belakang inilah penulis tertarik untuk melakukan penelitian terhadap sistem kogenerasi turbin gas di PT.PUSRI Palembang, yang dimana pada sistem kogenerasi turbin gas di perusahaan ini bekerja pada kondisi yang jauh dibawah kondisi desainnya, untuk itulah perlu dilakukan evaluasi, penelitian akan dilakukan dengan menerapkan metode analisis energi yang mengacu pada hukum pertama termodinamika dan juga menerapkan kombinasi dari hukum pertama serta kedua termodinamika yaitu dengan metode analisis eksperi.

1.2 Rumusan Masalah

Pada sistem kogenerasi turbin gas di PT.PUSRI Palembang tentu bekerja tidak pada kondisi desainnya. Hal ini bisa disebabkan umur pakainya yang sudah terlalu lama. Untuk itulah perlu dilihat di bagian mana destruksi atau kerugian eksergi terbesar serta berapa besar, dengan menerapkan metode analisis eksergi. Selain itu Analisis eksergi diperlukan untuk mendapatkan besarnya nilai efisiensi.rasional dari setiap komponen sistem koogenerasi turbin gas di PT.PUSRI Palembang.

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini, penulis akan mengkaji sistem kogenerasi turbin gas di PT. Pusri yang dimana data diambil pada tanggal 5 November 2019, dan diasumsi kondisi lingkungan pada keadaan tekanan 1 atm serta temperatur 33 °C. Fluida kerja diasumsi udara sebagai gas ideal dengan kalor jenis kostan. Penelitian akan dikaji dengan menggunakan analisis termodynamika dimana menerapkan.hukum pertama serta kedua termodynamika, dan akan menggunakan neraca massa, neraca energi, dan neraca eksergi. Sistem yang akan dikaji pun meliputi kompresor, ruang bakar, turbin gas, dan waste heat boiler. Untuk pembakaran pada ruang bakar, akan diasumsi berlangsung pembakaran sempurna.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan besarnya kerugian energi pada setiap komponen, efisiensi energi dan eksjergi dari sistem serta besarnya destruksi dari setiap komponen pada sistem.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah untuk menjadi referensi ilmiah di masa mendatang, serta dapat memberikan saran dan acuan ilmiah kepada pihak PT.PUSRI Palembang dalam pengoperasian sistem selanjutnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Basri, H. and Santoso, D. (2010) ‘Analisis Eksersi Pada Siklus Turbin Gas Sederhana 14 Mw Instalasi Pembangkit Tenaga Keramatan Palembang’, *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin IX 2010*.
- Bejan, A., Tsatsaronis, G. and Moran, M. (1995) *Thermal Design and Optimization*.
- Bhatia, S. C. (2014) *Advanced renewable energy systems: Part - 1, Advanced Renewable Energy Systems: Part - 1*.
- Bilgen, E. (2000) ‘Exergetic and engineering analyses of gas turbine based cogeneration systems’, *Energy*. doi: 10.1016/S0360-5442(00)00041-4.
- Breeze, P. (2016) *Gas-Turbine Power Generation*.
- Cengel, Y. A. ; M. A. B. (2014) *Thermodynamics An Engineering Approach Eighth Edition, Proceedings - IEEE Military Communications Conference MILCOM*. doi: 10.1109/MILCOM.2005.1605829.
- Cengel, Y. A. and Boles, M. A. (2015) *Thermodynamics: an Engineering Approach 8th Edition, McGraw-Hill*. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- Kanoglu, M. and Dincer, I. (2009) ‘Performance assessment of cogeneration plants’, *Energy Conversion and Management*. doi: 10.1016/j.enconman.2008.08.029.
- Kehlhofer, R. et al. (1991) *Combined-cycle gas & steam turbine power plants, Choice Reviews Online*. doi: 10.5860/choice.29-2125.
- Kotas, T. J. (1985) ‘Basic exergy concepts’, in *The Exergy Method of Thermal Plant Analysis*. doi: 10.1016/b978-0-408-01350-5.50009-x.
- Najjar, Y. S. H. (2000) ‘Gas turbine cogeneration systems: a review of some novel cycles’, *Applied Thermal Engineering*. doi: 10.1016/S1359-4311(99)00019.
- Ozkan, D. B., Kiziler, O. and Bilge, D. (2012) ‘Exergy Analysis of a Cogeneration Plant’.
- Riady, M. I., Santoso, D. and Bustan, M. D. (2019) ‘Thermodynamics Performance Evaluation in Combined Cycle Power Plant by Using Combined Pinch and Exergy Analysis’, in *Journal of Physics: Conference Series*. doi: 10.1088/1742-6596/1198/4/042006.
- Soares, C. (2015) *Gas Turbines: A Handbook of Air, Land and Sea Applications, Analysis*. doi: 10.5772/45608.
- UNEP (2006) ‘Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia’, *United States of America*.