

**SKRIPSI**  
**ANALISA PERFORMANCE SISTEM PEMBANGKIT TENAGA GAS DAN**  
**UAP PLTGU UNIT 1 KERAMASAN TERHADAP KONDISI DESAINNYA**



**Muhammad Zainal Fathurridwan**

**03051381520062**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2019**



**SKRIPSI**  
**ANALISA PERFORMANCE SISTEM PEMBANGKIT TENAGA GAS DAN**  
**UAP PLTGU UNIT 1 KERAMASAN TERHADAP KONDISI DESAINNYA**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**Muhammad Zainal Fathurridwan**

**03051381520062**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2019**



**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISA PERFORMANCE SISTEM PEMBANGKIT  
TENAGA GAS DAN UAP PLTGU UNIT 1 KERAMASAN  
TERHADAP KONDISI DESAINNYA**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

**Oleh:**

**MUHAMMAD ZAINAL FATHURRIDWAN**  
**03051381520062**



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

Mengetahui,  
**Ketua Jurusan Teknik Mesin**

Palembang, 6 Agustus 2019

**Pembimbing**

A handwritten signature in black ink.

**Ir. Hj. Marwani, M.T**  
**NIP. 19650322 199102 2 001**



JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :  
Diterima Tanggal :  
Paraf :

SKRIPSI

NAMA : MUHAMMAD ZAINAL FATHURRIDWAN  
NIM : 03051381520062  
JUDUL : ANALISIS PERFORMANCE SISTEM PEMBANGKIT  
LISTRIK TENAGA GAS DAN UAP PLTGU UNIT 1  
KERAMASAN TERHADAP KONDISI DESAINNYA  
DIBERIKAN : FEBRUARI 2019  
SELESAI : JULI 2019



Palembang, 6 Agustus 2019  
Diperiksa dan disetujui oleh :  
Pembimbing Skripsi

Hj. Ir. Marwani, M.T  
NIP. 19650322 199102 2 001



## HALAMAN PERSETUJUAN

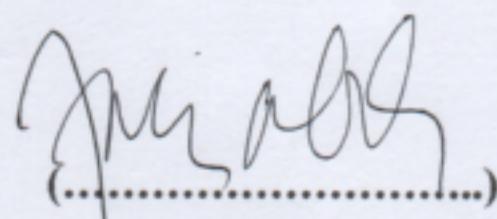
Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi ini dengan judul "**Analisis Performace Sistem Pembangkit Tenaga Gas dan Uap PLTGU Unit 1 Keramasan Terhadap Kondisi Desainnya**" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada Tanggal 6 Juli 2019.

Palembang, 6 Juli 2019

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa Skripsi

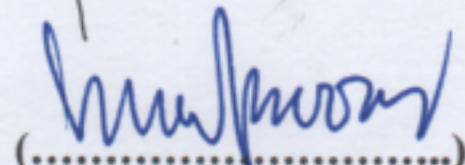
Ketua :

**1. Ir. Zainal Abidin, M.T**  
**NIP. 195809101986021001**

  
.....

Anggota :

**2. Ir. Irwin Bizzy, M.T.**  
**NIP.196005281989031002**

  
.....

**3. Dr. Ir. Darmawi, M.T., M.T.**  
**NIP. 195806151987031002**

  
.....  
.....

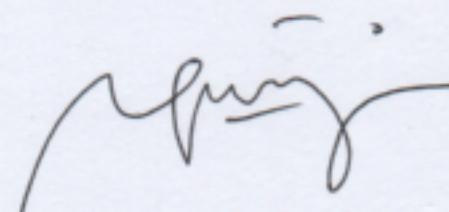
**4. Ellyanie, S.T, M.T.**  
**NIP.196905011994122001**



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

**Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D**  
**NIP.19712251997021001**

Pembimbing Skripsi,



**Ir. Marwani, M.T.**  
**NIP. 196503221991022001**



## HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Zainal Fathurridwan

NIM : 03051381520062

Judul : Analisis *Performance* Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap Keramasan Unit 1 Terhadap Kondisi Desainnya

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 (Coresponding author).

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

Palembang, 6 Agustus 2019



Muhammad Zainal Fathurridwan  
NIM. 03051381520062



## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Zainal Fathurridwan

NIM : 03051381520062

Judul : Analisis *Performance* Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap  
PLTGU Unit 1 Keramasan Terhadap Kondisi Desainnya

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.



Palembang, 6 Agustus 2019



Muhammad Zainal Fathurridwan  
NIM. 03051381520062



## **RINGKASAN**

**ANALISIS PERFORMANCE SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS DAN UAP PLTGU UNIT 1 KERAMASAN TERHADAP KONDISI DESAINNYA.**

Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, 6 Juli 2019

Muhammad Zainal Fathurridwan; Dibimbing oleh Hj. Ir. Marwani, M.T

**PERFORMANCE ANALYSIS OF KERMASAN UNIT 1 GAS AND STEAM POWER PLANT ON THE DESIGN CONDITIONS.**

xxxi + 60 halaman, 7 tabel, 28 gambar, 3 lampiran

## **RINGKASAN**

Energi listrik memegang peranan yang penting dalam berbagai macam aspek kehidupan untuk menunjang segala kebutuhan dan kegiatan manusia. Seiring berjalannya waktu, perindustrian di Indonesia semakin berkembang yang menyebabkan peningkatan pada kebutuhan energi listrik. PT.PLN (Persero) Pembangkitan Sumatra selatan sektor pembangkit dan pengendalian Keramasan, Kota Palembang khususnya unit pembangkit listrik tenaga gas dan uap (PLTGU) Keramasan yang merupakan salah satu perwujudan kinerja dari pemerintah Indonesia dalam meningkatkan kebutuhan listrik yang mampu menyediakan kapasitas daya total  $2 \times 40$  MW. Baik atau tidaknya kinerja suatu pembangkit dapat dilihat dari nilai efisiensi termalnya. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk membandingkan nilai efisiensi rata – rata aktualnya terhadap nilai efisiensi pada kondisi desainnya. Penelitian dilakukan dengan pengambilan data kondisi desain dan kondisi aktual. Perhitungan data yang didapat dari kedua kondisi tersebut kemudian dibandingkan dengan nilai efisiensi pembangkit listrik sebagai tolak ukur perbandingan performansi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis performansi PLTGU unit 1 Keramasan meliputi Turbin Gas, *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG), Turbin Uap, dan siklus PLTGU terhadap kondisi desainnya. Dari analisis didapatkan bahwa rata – rata nilai efisiensi termal pada kondisi aktual menurun dari kondisi desainnya. Untuk nilai efisiensi turbin gas pada kondisi desain sebesar 36,33%, sedangkan pada kondisi aktual rata – rata sebesar 31,03%. Untuk nilai efisiensi *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) pada kondisi desain sebesar 81,56%, sedangkan pada

kondisi aktual rata – rata sebesar 77,76%. Untuk nilai efisiensi turbin uap pada kondisi desain sebesar 23,03%, sedangkan pada kondisi aktual rata – rata sebesar 21,935%. Untuk nilai efisiensi siklus PLTGU pada kondisi desain sebesar 51,78%, sedangkan pada kondisi aktual rata – rata sebesar 46,95%.

**Kata kunci:** Efisiensi, Performansi, Turbin Gas, *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG), Turbin Uap, Siklus PLTGU, PLTGU Unit 1 Keramasan.

## **SUMMARY**

PERFORMANCE ANALYSIS OF KERMASAN UNIT 1 GAS AND STEAM POWER PLANT ON THE DESIGN CONDITIONS.

Scientific Writing in the form of Thesis, July 6, 2019

Muhammad Zainal Fathurridwan; Supervised by Hj. Ir. Marwani, M.T

*ANALISIS PERFORMANCE SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS DAN UAP PLTGU UNIT 1 KERAMASAN TERHADAP KONDISI DESAINNYA.*

xxxi + 60 pages, 7 tables, 28 images, 3 attachments

## **SUMMARY**

Electrical energy plays an important role in various aspects of life to support all human needs and activities. Over time, the industry in Indonesia is growing, which causes an increase in electricity energy needs. PT. PLN (Persero) South Sumatra Power Plant, Keramasan power generator and control sector of Palembang City, especially the Keramasan gas and steam power plant (PLTGU) which is one of the manifestations of the performance of the Indonesian government in increasing the electricity demand that is able to provide total power capacity  $2 \times 40$  MW. Whether the performance of a generator is good or not can be seen from the value of its thermal efficiency. Therefore, a study was conducted to compare the actual average efficiency values against the efficiency values under the design condition. The study was conducted by taking the design condition data and the actual condition. The calculation of the data obtained from the two conditions was then compared with the value of the efficiency of the power plant as a benchmark for performance comparison. The purpose of this study was to analyze the performance of the Keramasan unit 1 PLTGU including Gas Turbines, Heat Recovery Steam Generators (HRSG), Steam Turbines, and PLTGU cycles on the design conditions. From the analysis it was found that the average value of thermal efficiency in the actual condition decreased from the design condition. For the efficiency value of gas turbines in the design condition is 36.33%, while in the actual condition is an average of 31.03% . The efficiency value of Heat Recovery Steam Generator (HRSG) in the design condition is 81.56%,

whereas in the actual condition is an average of 77.76%. For the efficiency of a steam turbine in the design condition is 23.03%, while in the actual condition is an average of 21.935%. For PLTGU cycle efficiency value in the design condition is 51.78%, while in the actual condition is an average of 46.95%.

**Keywords:** Efficiency, Performance, Gas Turbine, Heat Recovery Steam Generator (HRSG), Steam Turbine, PLTGU Cycle, PLTGU Unit 1 Keramasan.

## **KATA PENGANTAR**

Puji Syukur saya panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya saya dapat menyelesaikan Skripsi ini. Skripsi ini berjudul “Analisis Performance Sistem Pembangkit Tenaga Gas dan Uap PLTGU Unit 1 Keramasan Terhadap Kondisi Desainnya”. Skripsi tersebut dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari orang tua tercinta. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada Ayah dan Ibu atas doa, usaha, nasihat moril, maupun materil yang telah diberikan

Penulis juga mengucapkan rasa terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu, mulai dari pelaksanaan hingga selesaiya skripsi, baik secara langsung maupun tidak langsung kepada:

1. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
2. Amir Arifin, S.T., M.Eng. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
3. Ir. Hj. Marwani, M.T. sebagai Dosen Pembimbing yang selalu memberikan ilmu, bimbingan, nasihat, dan motivasi kepada penulis dalam penggerjaan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, bimbingan, dan nasihat kepada penulis selama masa perkuliahan.
5. Teman-teman Jurusan Teknik Mesin 2015 Kampus Palembang yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang turut andil dalam membantu saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Teman – teman perkumpulan lasut yang selalu memberikan semangat, kritikan dan saran selama perkuliahan kepada penulis.
7. Teman – teman paguyuban cilegon yang selalu memberikan semangat dan motivasi kepada penulis dalam penggerjaan skripsi ini.

Hanya terimakasih yang dapat penulis berikan, semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis dengan rahmat dan karunia-Nya. Penulis mengharapkan kritik dan saran untuk meningkatkan kualitas dari skripsi ini dan semoga dapat bermanfaat bagi semua yang membacanya.

Palembang, Agustus 2019

Muhammad Zainal Fathurridwan

## **DAFTAR ISI**

Halaman Judul .....	i
Halaman Pengesahan .....	iii
Halaman Pengesahan Agenda .....	v
Halaman Persetujuan .....	vii
Halaman Persetujuan Publikasi .....	ix
Halaman Pertanyaan Integritas.....	xii
Ringkasan .....	xiii
Summary.....	xv
Kata Pengantar.....	xvii
Daftar Isi .....	xix
Daftar Gambar .....	xxiii
Daftar Tabel .....	xxv
Daftar Rumus.....	xxvii
Daftar Lampiran.....	xxix
Daftar Rujukan.....	xxxii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1        Latar Belakang .....	1
1.2        Rumusan Masalah .....	3
1.3        Batasan Masalah .....	3
1.4        Tujuan Penelitian .....	4
1.5        Manfaat Penelitian .....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1        Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU).....	5

2.1.1	Variasi Konfigurasi PLTGU.....	6
2.1.2	Siklus Kombinasi ( <i>combined cycle</i> ) .....	7
2.1.3	Keuntungan dan Kerugian PLTGU .....	8
2.1.3.1	Keuntungan PLTGU.....	8
2.1.3.2	Kerugian PLTGU .....	9
2.1.4	Perhitungan Siklus Gabungan PLTGU .....	9
2.2	Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) .....	9
2.2.1	Prinsip Kerja PLTG.....	11
2.2.2	Komponen Utama PLTG.....	12
2.2.2.1	Kompresor.....	12
2.2.2.2	Ruang Bakar.....	13
2.2.2.3	Turbin Gas.....	16
2.2.3	Siklus dan Perhitungan PLTG .....	17
2.3	Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).....	20
2.3.1	Siklus dan Perhitungan Turbin Uap.....	21
2.4	Heat Recovery Steam Generator (HRSG) .....	23
2.4.1	Prinsip Kerja HRSG .....	24
2.4.2	Perhitungan pada Sistem HRSG .....	26
	BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....	29
3.1	Metode Penelitian.....	29
3.2	Diagram Alir Penelitian.....	29
3.3	Metode Pengumpulan Data .....	30
3.3.1	Data Desain PLTGU .....	30
3.3.2	Data Siklus PLTGU.....	33
3.3.3	Data Operasi (Survei Lapangan) .....	33
	BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1	Perhitungan Data .....	37
4.1.1	Analisis Turbin Gas.....	37

4.1.1.1	Analisis Turbin Gas Pada Kondisi Desain.....	37
4.1.1.2	Analisis Turbin Gas Pada Tanggal 11 Maret 2019 .....	39
4.1.1.3	Analisis Turbin Gas Pada Tanggal 14 Maret 2019.....	40
4.1.2	Analisis <i>Heat Recovery Steam Generator</i> dan Turbin Uap .....	41
4.1.2.1	Analisis <i>Heat Recovery Steam Generator</i> dan Turbin Uap Pada Kondisi Desain .....	41
4.1.2.2	Analisis <i>Heat Recovery Steam Generator</i> dan Turbin Uap Pada Tanggal 11 Maret 2019 .....	45
4.1.2.3	Analisis <i>Heat Recovery Steam Generator</i> dan Turbin Uap Pada Tanggal 14 Maret 2019 .....	50
4.1.3	Analisis Efisiensi Termal PLTGU.....	51
4.2	Hasil Perhitungan.....	52
4.3	Pembahasan.....	52
4.3.1	Efisiensi PLTGU .....	53
4.3.2	Analisis Sistem Turbin Gas .....	54
4.3.3	Analisis Sistem <i>Heat Recovery Steam Generator</i> (HRSG) .....	55
4.3.4	Analisis Sistem Turbin Uap .....	56
	BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	59
5.1	Kesimpulan .....	59
5.2	Saran .....	60
	LAMPIRAN .....	61



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Flow diagram PLTGU</i> .....	5
Gambar 2.2	Diagram PLTGU dengan konfigurasi 1-1-1 .....	7
Gambar 2.3	Siklus kombinasi .....	7
Gambar 2.4	<i>Simple</i> gas turbin sistem .....	10
Gambar 2.5	Siklus kerja turbin gas .....	11
Gambar 2.6	Komponen PLTG .....	12
Gambar 2.7	Arah aliran dari kompresor.....	13
Gambar 2.8	Ruang bakar tubular .....	14
Gambar 2.9	Bagian-bagian ruang bakar <i>heavy duty</i> gas turbin .....	15
Gambar 2.10	Bagian turbin gas .....	17
Gambar 2.11	Skema turbin gas .....	18
Gambar 2.12	Diagram T-S dan diagram P-V siklus <i>brayton</i> .....	18
Gambar 2.13	Siklus Turbin Uap .....	22
Gambar 2.14	HRSG dengan aliran gas mendatar.....	24
Gambar 2.15	Skema HRSG .....	25
Gambar 3.1	Alir Penelitian .....	29
Gambar 3.2	<i>Plant Flow</i> PLTGU Keramasan .....	33
Gambar 4.1	T-S diagram Sistem Turbin Gas Kondisi Desain.....	37
Gambar 4.2	T-S diagram Sistem Turbin Gas Kondisi 11 Maret 2019 .....	39
Gambar 4.3	T-S diagram Sistem Turbin Gas Kondisi 14 Maret 2019 .....	40
Gambar 4.4	T-S diagram Siklus Kombinasi pada Kondisi Desain.....	41
Gambar 4.5	T-S diagram Siklus Kombinasi Tanggal 11 Maret 2019 .....	45

Gambar 4.6	T-S diagram Siklus Kombinasi Tanggal 14 Maret 2019.....	50
Gambar 4.7	Perbandingan Efisiensi PLTGU .....	53
Gambar 4.8	Perbandingan Efisiensi Turbin Gas .....	54
Gambar 4.9	Perbandingan Kerja Turbin Gas .....	55
Gambar 4.10	Perbandingan Efisiensi <i>Heat Recovery Steam Generator</i> (HRSG).....	55
Gambar 4.11	Perbandingan Efisiensi Turbin Uap.....	56

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1	Data Desain Turbin Gas .....	30
Tabel 3.2	Data Desain HRSG dan Turbin Uap.....	32
Tabel 3.3	Data Operasi Turbin Gas yang diperlukan .....	34
Tabel 3.4	Data Operasi HRSG dan Turbin Uap yang diperlukan.....	34
Tabel 4.1	Data entalpi yang didapat dengan interpolasi kondisi desain .....	38
Tabel 4.2	Data entalpi yang didapat dengan interpolasi kondisi 11 Maret 2019 .	39
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan Turbin Gas Data Kondisi 14 Maret 2019 .....	40
Tabel 4.4	Data entalpi yang didapat dengan interpolasi kondisi desain .....	41
Tabel 4.5	Data entalpi yang didapat dengan interpolasi kondisi 11 Maret 2019 .	45
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan HRSG dan Turbin uap tanggal 14 Maret 2019.....	50
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan Data.....	52



## **DAFTAR RUMUS**

Rumus 2.1	Kapasitas total dari siklus gabungan ( <i>combined cycle</i> ).....	9
Rumus 2.2	Efisiensi termal dari siklus gabungan ( <i>combined cycle</i> ) .....	9
Rumus 2.3	Proses Kompresi Isentropik.....	19
Rumus 2.4	Proses Pembakaran Isobarik.....	19
Rumus 2.5	Proses Ekspansi Isentropik.....	19
Rumus 2.6	Proses Pembuangan Kalor.....	20
Rumus 2.7	Kerja <i>Netto</i> Siklus .....	20
Rumus 2.8	Efisiensi Siklus.....	20
Rumus 2.9	Kerja Pompa.....	22
Rumus 2.10	Kalor masuk ke boiler .....	22
Rumus 2.11	Kerja Turbin Uap .....	23
Rumus 2.12	Kalor keluar kondensor .....	23
Rumus 2.13	Efisiensi termal siklus turbin uap .....	23
Rumus 2.14	Laju aliran energi panas yang dibutuhkan air menjadi uap pada HRSG tekanan rendah (Low Pressure) .....	26
Rumus 2.15	Laju aliran energi panas yang dibutuhkan air menjadi uap pada HRSG tekanan tinggi (High Pressure) .....	27
Rumus 2.16	Laju aliran energi panas dari turbin gas yang diberikan pada HRSG ..	27
Rumus 2.17	Efisiensi HRSG .....	27



## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1	<i>Ideal Gas Properties of Air .....</i>	61
Lampiran 2	<i>Properties of Saturated Water.....</i>	63



# **ANALISIS PERFORMANCE SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS DAN UAP PLTGU UNIT 1 KERAMASAN TERHADAP KONDISI DESAINNYA**

**Marwani<sup>1</sup>, Muhammad Zainal Fathurridwan<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Jurusian Teknik Mesin

Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
Jalan Sriwijaya Negara Bukit Besar Palembang

[marwanizk@yahoo.com](mailto:marwanizk@yahoo.com)

## **Abstrak**

Energi listrik memegang peranan yang penting dalam berbagai macam aspek kehidupan untuk menunjang segala kebutuhan dan kegiatan manusia. Seiring berjalananya waktu, perindustrian di Indonesia semakin berkembang yang menyebabkan peningkatan pada kebutuhan energi listrik. PT.PLN (Persero) Pembangkitan Sumatra selatan sektor pembangkit dan pengendalian Keramasan, Kota Palembang khususnya unit pembangkit listrik tenaga gas dan uap (PLTGU) Keramasan yang merupakan salah satu perwujudan kinerja dari pemerintah Indonesia dalam meningkatkan kebutuhan listrik yang mampu menyediakan kapasitas daya total  $2 \times 40$  MW. Baik atau tidaknya kinerja suatu pembangkit dapat dilihat dari nilai efisiensi termalnya. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk membandingkan nilai efisiensi rata – rata aktualnya terhadap nilai efisiensi pada kondisi desainnya. Penelitian dilakukan dengan pengambilan data kondisi desain dan kondisi aktual. Perhitungan data yang didapat dari kedua kondisi tersebut kemudian dibandingkan dengan nilai efisiensi pembangkit listrik sebagai tolak ukur perbandingan performansi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis performansi PLTGU unit 1 Keramasan meliputi Turbin Gas, *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG), Turbin Uap, dan siklus PLTGU terhadap kondisi desainnya. Dari analisis didapatkan bahwa rata – rata nilai efisiensi termal pada kondisi aktual menurun dari kondisi desainnya. Untuk nilai efisiensi turbin gas pada kondisi desain sebesar 36,33%, sedangkan pada kondisi aktual rata – rata sebesar 31,03%. Untuk nilai efisiensi *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) pada kondisi desain sebesar 81,56%, sedangkan pada kondisi aktual rata – rata sebesar 77,76%. Untuk nilai efisiensi turbin uap pada kondisi desain sebesar 23,03%, sedangkan pada kondisi aktual rata – rata sebesar 21,935%. Untuk nilai efisiensi siklus PLTGU pada kondisi desain sebesar 51,78%, sedangkan pada kondisi aktual rata – rata sebesar 46,95%.

**Kata kunci:** Efisiensi, Performansi, Turbin Gas, *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG), Turbin Uap, Siklus PLTGU, PLTGU Unit 1 Keramasan.



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin,

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

Palembang, Agustus 2019  
Dosen Pembimbing,

Hj. Ir. Marwani, M.T  
NIP. 19650322 199102 2 001

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Energi listrik memegang peranan yang penting dalam berbagai macam aspek kehidupan untuk menunjang segala kebutuhan dan kegiatan manusia. Seiring berjalannya waktu, perindustrian di Indonesia semakin berkembang yang menyebabkan peningkatan pada kebutuhan energi listrik. Ketersediaan energi listrik menjadi pendukung majunya perekonomian, infrastruktur, pendidikan dan sektor – sektor vital lainnya di Indonesia. Oleh karena itu pemerintah Indonesia melaksanakan pembangunan pembangkit listrik dengan menuntun diberdayakannya energi listrik dari pembangkit listrik dengan mesin yang handal, aman dan berkualitas tanpa mengesampingkan efisiensi, sehingga kerugian yang terjadi dapat ditekan seminimal mungkin dan ketidakefisienan yang mungkin terjadi dapat dihindari.

Akhir – akhir ini, pemerintah tengah menjalankan program pembangunan pembangkit listrik dengan total daya berkapasitas terpasang 35.000 Megawatt (MW) diseluruh wilayah Indonesia untuk memajukan dan menyediakan kebutuhan listrik diseluruh aspek kehidupan. Di Indonesia sudah banyak pembangkit listrik, dimana kebanyakan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU), Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) hal ini karena ketiganya memiliki efisiensi yang tertinggi dibanding jenis – jenis pembangkit listrik lainnya.

PT. PLN (Persero) Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan sebagai induk dari seluruh sektor pembangkitan mulai dari wilayah Padang samapi Lampung memiliki salah satu pembangkit listrik andalannya yaitu pada Sektor Pembangkit dan Pengendalian Keramasan, Kota Palembang khususnya unit Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU) Keramasan yang merupakan salah satu

perwujudan kinerja dari pemerintah Indonesia dalam meningkatkan perindustrian pembangkit listrik di Indonesia yang mampu menyediakan kapasitas daya total sekitar  $2 \times 40$  MW. Pembangkit jenis ini memiliki efisiensi yang lebih tinggi karena merupakan gabungan antara siklus *brayton* pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) dan siklus *rankine* pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang disebut dengan *Combined Cycle Power Plant*.

PLTGU Keramasan memiliki konfigurasi 1-1-1 yaitu 1 unit PLTG, 1 unit HRSG dan 1 unit PLTU. Dalam Pengoperasiannya, PLTGU Keramasan menggunakan bahan bakar utama yaitu gas alam yang disuplai dari PT MEDCO Energi, lalu dialirkan ke ruang bakar, dan udara dihisap oleh kompressor untuk dinaikkan tekanannya dan temperaturnya lalu diinjeksikan keruangan bakar sehingga terjadilah pembakaran. Gas panas hasil pembakaran akan digunakan untuk memutar turbin gas yang dikoppel dengan generator listrik yang merupakan sistem dari PLTG. Gas buang turbin gas yang energi panasnya masih sangat tinggi ditandai dengan temperaturnya yang masih relatif tinggi yaitu rata – rata  $500^{\circ}\text{C}$ , jika gas buang ini dibuang langsung ke atmosfer maka ini merupakan kerugian energi. Oleh karena itu, gas buang tadi dimanfaatkan sebagai sumber panas di *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) sebagai pengganti *boiler* (ketel uap) yang fungsinya untuk memanaskan air agar menjadi uap *superheat*, dimana uap superheat ini yang akan digunakan untuk memutar turbin uap yang dihubungkan dengan generator listrik yang merupakan sistem dari PLTU.

Baik atau tidaknya kinerja (*performance*) suatu pembangkit dapat dilihat dari nilai efisiensi termalnya. Semakin besar nilai efisiensi termal, maka kinerja pembangkit yang dalam hal ini adalah PLTGU akan bernilai baik, begitu juga sebaliknya jika semakin kecil nilai efisiensi termal, maka kinerja PLTGU akan bernilai buruk. Oleh karena itu, setiap terjadinya penurunan kinerja pada sistem PLTGU harus segera dilakukan *maintenance* agar dapat mempertahankan atau memperbaiki kinerja PLTGU serta terhindar dari kerugian produksi akibat unit stop yang berkepanjangan.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka pada penelitian kali ini penulis akan membahas mengenai analisis perhitungan dan membandingkan nilai efisiensi turbin gas, *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) dan efisiensi keseluruhan pada PLTGU Keramasan ketika kondisi operasional sekarang dengan kondisi desain dengan mengambil judul yaitu “**Analisis Performance Sistem Pembangkit Tenaga Gas dan Uap PLTGU Unit 1 Keramasan Terhadap Kondisi Desainnya**”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka rumusan masalah yang dapat diambil adalah gas buang turbin gas yang relatif masih tinggi sehingga perlu dimanfaatkan, berapa besar energi gas buang yang bisa dimanfaatkan sehingga perlu dianalisis.

## 1.3 Batasan Masalah

Secara spesifik, penulis akan memberi batasan masalah untuk memfokuskan penelitian tugas akhir ini dengan batasan sebagai berikut:

1. Unit yang digunakan sebagai objek penelitian adalah Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) Unit 1 Keramasan.
2. Penelitian dilakukan dengan melakukan perbandingan efisiensi pada kondisi operasi saat ini terhadap kondisi desain.
3. Analisis Pada keadaan kondisi operasi normal dan diasumsikan stedi.
4. Dalam penelitian ini penulis tidak membahas reaksi pembakaran dan reaksi kimia yang terjadi selama proses pembakaran.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah penulis uraikan, maka penyusunan skripsi ini memiliki beberapa tujuan yaitu untuk menganalisis performansi atau kinerja PLTGU keramasan unit 1 yang meliputi efisiensi turbin gas, HRSG, turbin uap dan siklus gabungan pada kondisi unit beroperasi sekarang dengan kondisi desainnya.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah untuk memperkaya kajian mengenai kinerja PLTGU unit 1 sekarang terhadap data desainnya, serta untuk memberikan kontribusi terhadap PT. PLN (Persero) Pembangkit dan Pengendalian Keramasan sebagai informasi kinerja PLTGU unit 1 terhadap data desainnya.

## **DAFTAR RUJUKAN**

- Bloch, H. P. dan Singh, M. P. 1996. *Steam Turbines Design, Applications, and Rerating*, USA, McGraw-Hill Companies.
- Cengel, Y. A. dan Boles, M. A. 2005. *Thermodynamics an engineering Approach*, Iowa, McGraw-Hill Companies.
- Cohen, H., GFC, R. dan HIH, S. 1996. *Gas Turbine Theory*, London, Longman Group Limited.
- Hitachi. 2012. *H-25 Gas Turbine-Keramasan Power Plant Extension Project*, Japan, Hitachi Corporation.
- Meherwan, P. B. 2002. *Gas Turbine Engineering Handbook*, Houston, Texas, Gulf Publishing Company.
- Moran, M. J. dan Shapiro, H. N. 2006. *Fundamentals of Engineering Thermodynamics*, Sussex, England, John Wiley & Sons Ltd.
- Nag, P. K. 2007. *Power Plant Engineering*, New Delhi, McGraw-Hill Companies.
- Ogata. 2013. *Heat Recovery Steam Generators*, Korea, Daekyung Machinery and Engineering.
- PT PLN. 2013. *Heat Recovery Steam Generator*, Indonesia, PT PLN (Persero) Pusat Pendidikan dan Pelatihan.
- PT PLN. 2013. *Prinsip dan Pengoperasian PLTGU*, Indonesia, PT PLN (Persero) Pusat Pendidikan dan Pelatihan.
- Rolf, K. 1997. *Combined-Cycle Gas & Steam Turbine Power Plants*, USA, Penn Well.
- Setyoko, B. 2006. Analisa Efisiensi Performa HRSG (Heat Recovery Steam Generator) pada PLTGU. *Traksi*, Vol 4, 56-63.
- Sunarwo, T. H. M. 2016. Analisa Efisiensi Turbin Gas Unit 1 Sebelum dan Setelah Overhaul Combustor Inspection di PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Cilegon. *Jurnal Teknik Energi*, Vol 12, 50-57.

