

Laporan Tugas Akhir

ANALISA KINERJA SISTEM KONTROL FUEL GAS HEATER TIPE FEED WATER TERHADAP EFISIENSI GAS TURBIN TIPE F DI PLTGU PRIOK

Diajukan guna melengkapi Sebagian syarat dalam mencapai gelar

Sarjana Strata Satu (S1)



Disusun Oleh :

Nama : Reza Anggiansyah

NIM : 41418120083

Pembimbing : Yudhi Gunardi, ST, MT

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2020

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA KINERJA SISTEM KONTROL FUEL GAS HEATER TIPE FEED
WATER TERHADAP EFISIENSI GAS TURBIN TIPE F DI PLTGU PRIOK**

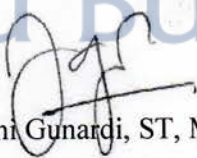


Disusun Oleh :

Nama : Reza Anggiansyah
NIM : 41418120083
Program Studi : Teknik Elektro


Mengetahui,


Pembimbing Tugas Akhir


(Yudhi Gunardi, ST, MT)

Kaprodi Teknik Elektro

Koordinator Tugas Akhir


(Dr. Setiyo Budiyanto, ST, MT)


(Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST, M.Sc)

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama : Reza Anggiansyah
NIM : 41418120083
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Analisa Kinerja Sistem Kontrol *Fuel Gas Heater Tipe Feedwater* Terhadap Efisiensi Gas Turbin Tipe F di PLTGU Priok.

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mer Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Jakarta, 28 Juli 2020



(Reza Anggiansyah)

Kata Pengantar

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian untuk Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Kinerja Sistem Kontrol Fuel Gas Heater Tipe Feedwater Terhadap Efisiensi Gas Turbin Tipe F di PLTGU Priok”.

Dalam pembuatan laporan ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, maka penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada :

1. Ibu, Bapak, Adik, kakak dan sahabat-sahabat yang telah memberikan dukungan dan do’a.
2. Bapak Yudhi Gunardi, ST, MT, selaku dosen pembimbing yang telah membantu, mengarahkan, dan membimbing saya selama pelaksanaan penelitian.
3. Bapak Dr.Setiyo Budiyanto, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Choirul Mutamam yang senantiasa memberikan sharing dilapangan.
5. Hanifah Utari yang senantiasa memberikan doa dan dukungan selama proses penulisan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan oleh penulis sehingga penulis dapat melakukan perbaikan di masa mendatang.

Jakarta, 28 Juli 2020

(Reza Anggiansyah)

Abstrak

Fuel Gas Heater (FGH) adalah salah satu komponen dalam pembangkit tenaga listrik gas dan uap, yang mempunyai fungsi untuk meningkatkan *temperature* dari bahan bakar gas, sebelum memasuki ruang bakar, dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi thermal pembangkit. Prinsip pemanasan dari *Fuel Gas Heater* (FGH) ini adalah menggunakan prinsip dari pertukaran panas dalam suatu wadah (*heat exchanger*) dengan medium air sebagai pemanasnya.

Efisiensi thermal merupakan ukuran yang menunjukkan performa pada suatu peralatan thermal seperti mesin pembakaran, boiler dan sebagainya. Pada kasus PLTGU efisiensi thermal berubah-ubah seiring dengan berubahnya nilai beban atau daya listrik yang dihasilkan pembangkit tersebut, pada pembangkit tipe PLTGU banyak faktor yang mempengaruhi nilai efisiensi thermal antara lain salah satunya adalah faktor bahan bakar. Dalam merespon perubahan beban yang terjadi, maka secara otomatis suplai bahan bakar gas, udara pembakaran, serta gas buang yang digunakan untuk pembentukan uap ikut bertambah. Sehingga untuk mengoptimalkan efisiensi thermal, maka dilakukan analisa pada sistem pertukaran panas tipe *feedwater*.

Berdasarkan hasil analisa pada sistem *fuel gas heater* didapatkan bahwasanya sistem control berjalan sebagaimana mestinya dengan melihat grafik hasil percobaan dari pemodelan matematis yang telah dibuat, lalu untuk hasil perhitungan efisiensi thermal menggunakan sistem ini terbukti lebih efisien dibanding sistem lain yang berada di Jawa 2 *Power plant* dengan pengambilan sampling pada beban 98MW, 160MW, dan beban *base load* 290MW, dengan nilai efisien berturut-turut, 23.3%, 26% dan 29%.

Kata kunci : Efisiensi thermal, *Fuel Gas Heater*, *Heat Exchangers*, *Shell and tube*.

Abstract

Fuel Gas Heater (FGH) is one of the components in the gas and steam power plant, which has the function to increase the temperature of the gas fuel, before entering the combustion chamber, with the aim of increasing the thermal efficiency of the generator. The principle of heating of the Fuel Gas Heater (FGH) is to use the principle of heat exchange in a container (heat exchanger) with water as a heating medium.

Thermal efficiency is a measure that shows the performance of a thermal device such as a combustion engine, boiler and so on. In the case of PLTGU thermal efficiency changes along with changes in the value of the load or electric power generated by the plant, in PLTGU type plants many factors affect the value of thermal efficiency, including one of them is the fuel factor. In response to load changes that occur, then automatically the supply of fuel gas, combustion air, and exhaust gas used for the formation of steam also increases. So as to optimize thermal efficiency, an analysis is carried out on a feedwater type heat exchange system.

Based on the analysis of the fuel gas heater system, it is found that the control system is running as it should by looking at the experimental results graph from the mathematical modeling that has been made, then for the results of the calculation of thermal efficiency using this system, it is proven to be more efficient compared to other systems in Java 2. sampling at 98MW, 160MW, and 290MW base load, with efficient values respectively, 23.3%, 26% and 29%.

Kata kunci : Efisiensi thermal, Fuel Gas Heater, Heat Exchangers, Shell and tube.

Daftar Isi

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II.....	5
Landasan Teori.....	5
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	5
2.2 Efisiensi Thermal Gas Turbin.....	7
2.3 Heating Value Pada Bahan Bakar Gas.....	9
2.4 Siklus Kombinasi (Combined Cycle).....	10
2.5 HRSG (Heat Recovery Steam Generator).....	11
2.5.1 Bagian-Bagian HRSG.....	12
2.5.2 HRSG Tekanan Bertingkat (<i>Multi Pressure</i>).....	14
2.6 Fuel Gas Heater.....	15
2.6.1 Perhitungan Transfer Kalor FGH dengan menggunakan metoda parallel-counterflow.....	16
2.6.2 Skematik aliran gas pada Fuel Gas Heater.....	24
2.7 Sistem Pengendalian Umpan Balik (Feedback).....	26
2.8 Fungsi Alih.....	27
2.8.1 Gain Proses.....	28
2.8.2 Gain Transmitter (<i>sensing element</i>).....	28

2.8.3	Gain <i>Final Control Element (Control Valve)</i>	28
2.8.4	<i>Disturbance</i>	29
2.9	Kesetimbangan Massa	30
2.10	Kesetimbangan Energi	30
BAB III		32
Metodologi Penelitian		32
3.1	Lokasi Penelitian	32
3.2	Metode Pengambilan Data	32
3.3	Studi Literatur	32
3.4	Observasi	32
3.5	Diagram Alir Penelitian	33
3.6	Function Diagram Fuel Gas Heater	35
3.7	P&ID Fuel Gas Heater	36
3.8	Block Diagram	37
3.8.1	Pemodelan Matematis Sistem Fuel Gas Heater Tipe Feedwater	37
3.8.2	Pemodelan Final Element Controller.....	40
3.8.3	Pemodelan Temperatur Control Valve.....	42
3.8.4	Pemodelan Flow Transmitter	44
3.8.5	Pemodelan Temperatur Transmitter.....	45
3.8.6	Pemodelan matematis sistem Fuel Gas Heater	46
3.8.7	Perhitungan neraca panas menggunakan metoda <i>parallel counter flow</i> ..	46
3.8.8	Kondisi <i>Design</i>	46
3.8.9	Penentuan nilai neraca panas (<i>Heat Balance</i>).....	47
3.8.10	Total <i>Heat Transferred H</i> (kJ/h)	47
3.8.11	Menghitung nilai LMTD (<i>Log Mean Temperature Differences</i>).....	47
3.8.12	Menghitung nilai area heating surface Areqmenggunakan persamaan (8) ...	48
3.8.13	Menghitung nilai efisiensi <i>heat exchangers</i>	48
3.9	Nilai Efisiensi Thermal Gas Turbin	50
BAB IV		54
Hasil & Pembahasan		54
4.1	Pengujian komponen Instrument	54
4.1.1	Pengujian pemodelan temperature transmitter	54
4.1.2	Pengujian Flow Transmitter.....	55
4.1.3	Pengujian Flow Control Valve.....	57
4.1.4	Pengujian Temperatur Control Valve	58
4.2	Pengujian Sistem Heat exchangers tipe shell and tube	60

4.2.1	Pengujian model matematis heat exchanger	60
4.3	Nilai efisiensi thermal gas turbin	61
4.3.1	Nilai efisiensi thermal gas turbin beban 98 MW	61
4.3.2	Nilai efisiensi thermal gas turbin beban 160 MW	62
4.3.3	Nilai efisiensi thermal gas turbin beban 290 MW	63
4.3.4	Perbandingan efisiensi thermal FGH dan sistem lain di PLTGU Priok.....	65
BAB V	66
Kesimpulan	66
5.1	Kesimpulan	66
5.2	Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	70



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Siklus Rankine	10
Gambar 2.2 HRSG tipe Horizontal.....	12
Gambar 2.3 Bagian-bagian dalam HRSG.....	13
Gambar 2.4 HRSG Multi pressure.....	15
Gambar 2.5 Fuel Gas Heater.....	16
Gambar 2.6 Flow diagram gas pada FGH.....	24
Gambar 2.7 Kondisi start up FGH.....	25
Gambar 2.8 Sistem control umpan balik.....	27
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	33
Gambar 3.2 Function Diagram Fuel Gas Heater.....	35
Gambar 3.3 P&ID Sistem Fuel Gas Heater Tipe Feedwater.....	36
Gambar 3.4 Diagram Block Flow Controller Fuel Gas Heater.....	37
Gambar 3.5 Skema pemodelan Fuel Gas Heater.....	38
Gambar 3.6 Pemodelan matematis Heat Exchangers.....	40
Gambar 3.7 Pemodelan matematis sistem Fuel Gas Heater.....	46
Gambar 3.8 Model Matematis nilai C_{min} dan C_{max}	49
Gambar 3.9 Model matematis nilai T_{co}	49
Gambar 3.10 Model matematis nilai T_{ho}	50
Gambar 4.1 Hasil pengujian temperature transmitter dengan sinyal input 0°C ...54	
Gambar 4.2 Hasil pengujian tempe transmitter dengan sinyal input 900°C55	
Gambar 4.3 Pengujian flow transmitter dengan sinyal input 0 kg/s56	
Gambar 4.4 Hasil pengujian flow transmitter dengan sinyal input 9.8 kg/s56	

Gambar 4.5 Hasil pengujian flow CV menggunakan sinyal input 4mA....	57
Gambar 4.6 Hasil pengujian flow CV menggunakan sinyal input 20mA...58	
Gambar 4.7 Hasil pengujian temp CV menggunakan sinyal input 4mA....59	
Gambar 4.8 Hasil pengujian temp CV menggunakan sinyal input 20mA...59	
Gambar 4.9 Hasil pengujian HE menggunakan temp input 226°C.....60	
Gambar 4.10 Nilai Efisiensi thermal	65



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Data Performa <i>Fuel Gas Heater</i>	25
Tabel 2.2. Data Konstruksi Fuel Gas Heater	26
Tabel 3.1 Nilai input mA dan keluaran output berupa pneumatic	41
Tabel 3.2 Nilai input mA dan keluaran output berupa pneumati.....	42
Tabel 3.3 Tabel konversi nilai mA ke pembacaan flow IP eco.....	44
Tabel 3.4 Data kondisi parameter pada saat Gas Turbin berbeban 98 MW	50
Tabel 3.5 Data kondisi parameter pada saat Gas Turbin berbeban 160 MW ...	51
Tabel 3.6 Data kondisi parameter pada saat Gas Turbin berbeban 290 MW ...	52
Tabel 3.7 Data Efisiensi Jawa 2 Tanggal 3-5 Januari	53



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	70
Lampiran 2	71
Lampiran 3	77
Lampiran 4.....	79



UNIVERSITAS
MERCU BUANA