

**ANALISIS PENURUNAN KINERJA PLTGU JAWA 2 SETELAH DILAKUKANNYA
TUNING BLADE PATH TEMPERATURE BERDASARKAN ISO 2341:2009**



ARGA HERDIAN PRATAMA
41317120026

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCUBUANA
JAKARTA 2021

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS PENURUNAN KINERJA PLTGU JAWA 2 SETELAH DILAKUKANNYA
TUNING BLADE PATH TEMPERATURE BERDASARKAN ISO 2341:2009



Disusun oleh :

Nama : Arga Herdian Pratama
NIM : 41317120026
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH TUGAS
AKHIR PADA PROGRAM STUDI STRATA SATU
FEBRUARI 2021

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PENURUNAN KINERJA PLTGU JAWA 2 SETELAH DILAKUKANNYA
TUNING BLADE PATH TEMPERATURE BERDASARKAN ISO 2341:2009



Disusun oleh :

Nama : Arga Herdian Pratama
NIM : 41317120026
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Pada tanggal : 23 Februari 2021

Mengetahui

Dosen Pembimbing

Koordinator Tugas Akhir

Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng

Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng

NIP.216910097

NIP.216910097

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Arga Herdian Pratama

N.I.M : 41317120026.

Jurusan : Teknik Mesin.

Fakultas : Teknik.

Judul Skripsi : Analisis Penurunan Kinerja PLTGU Jawa 2 Setelah Dilakukannya *Tuning Blade Path Temperature* Berdasarkan ISO 2341:2009

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

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan.



PENGHARGAAN

Alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT telah memberikan segala berkah dan karunia yang tak terhingga dan tak lupa shalawat kepada Baginda Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabatnya yang telah membawa kita semua dari zaman jahiliyah ke zaman yang penuh ilmu pengetahuan dan teknologi seperti saat ini. Dalam penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan, petunjuk, dan bantuan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ngadino Surip, MS selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Ir. Mawardi Amin, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr. Nanang Ruhyat, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Alief Avicenna Luthfie, S.T, M.eng. Selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana sekaligus Dosen Pembimbing yang telah sangat membantu penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
5. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan dan doa selama penyusunan laporan Tugas Akhir.
6. Pak Budi Ari Wibowo selaku Manajer UPP PJBB 2 yang selalu memberikan dukungan terhadap saya dalam penyelesaian studi Strata 1 saya di Universitas Mercu Buana
7. Pak Ari Kurniadi selaku Manajer Proyek UPP PJBB2 yang mensupport saya dalam penyediaan data lapangan PLTGU Jawa 2.
8. Pak Nursidik yang memberikan bantuan pemikiran dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
9. Mas Yuspianta Ginting yang selalu memberikan bantuan, support, dan saran dalam penyelesaian Tugas Akhir ini
10. Mas Rizki Syahputra yang selalu membantu saya dalam pencarian data dalam rangka pemenuhan kelengkapan Tugas Akhir ini
11. Rekan Rekan PT.PLN (Persero) UPP PJBB2 yang selalu memberikan bantuan moral dalam penulisan tugas akhir ini

Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi peneliti umumnya kepada para pembaca.

ABSTRAK

Turbin gas merupakan salah satu bagian dari Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap yang berfungsi untuk mengubah energi panas menjadi energi gerak. Dalam rangka pemenuhan standar kinerja dari Turbin Gas Ketika beroperasi, maka perlu diperhatikan kondisi perubahan kinerja dari Gas Turbine ini dari tahun ke tahun. Standar yang digunakan adalah ISO 2341:2009 *Gas Turbine – Acceptance Test*, yang berfungsi sebagai alat mempersiapkan, melaksanakan, dan pelaporan *Thermal Acceptance Test* untuk menghitung dan/atau melakukan verifikasi tenaga keluaran, kekuatan mekanis, serta efisiensi thermal, energi gas buang turbin, dan/atau karakteristik kinerja dari Pembangkit Listrik Tenaga Gas. Penurunan kinerja *gas turbine* merupakan fenomena normal yang utamanya disebabkan umur dan erosi pada jalur pipa gas, juga dikarenakan oleh pemakaian yang terus menerus. Penyelesaian permasalahan yang disebabkan oleh variasi *Blade Path Temperature* pada bulan Agustus 2018 telah dilakukan dengan *tuning gas turbine*, namun pelaksanaan perbaikan tersebut tidak disertai sertifikasi ulang terhadap kinerja dari *gas turbine*. Untuk memastikan kondisi Gas Turbine masih baik, maka perlu dilakukan penelitian mengenai kinerja gas turbin terkini disertai trend perubahannya dengan menggunakan dasar yang sama seperti pada saat Performance Test Awal Data Turbin Gas dihitung dengan menggunakan rumus Termodinamika dan juga menggunakan ISO 2341:2019 dan akan didapatkan nilai kinerja pada tahun 2021. Trend kinerja dari pembangkit dianalisis untuk mengetahui parameter – parameter yang ada pada setiap titik waktu dari data yang dianalisis guna mengetahui permasalahan yang ada dan strategi untuk setiap permasalahan. Ada tiga parameter hitungan yang dipakai, yaitu efisiensi kompresor, efisiensi turbin, dan *Net Plant Heat Ratio*. Ketiga parameter ini akan dibandingkan dengan nilai – nilai yang didapat dari sensor seperti Flow Gas, tekanan udara di ruang bakar, suhu ambient, suhu ruang bakar. Dari hasil perbandingan dapat dilihat pengaruh dari kondisi turbin gas terhadap parameter yang dipakai. Hasil dari penelitian membuktikan bahwa terdapat perubahan pada rasio kinerja turbin dan kompresor, namun hasil tuning *Blade Path Temperature* tidak terbukti berpengaruh signifikan terhadap kinerja turbin gas. Terjadi peningkatan *nett plant heat rate*. Kenaikan *net plant heat rate* tersebut akan menyebabkan kenaikan biaya produksi tenaga listrik pada PLTGU Jawa 2.

MERCU BUANA

Kata kunci : Turbin Gas, Efisiensi, *Blade Path Temperature*, *Net Plant Heat Rate*

JAWA 2 CCPP TURBINE GAS PERFORMANCE DEGRADATION ANALYSIS AFTER TUNING PROCESS OF BLADE PATH TEMPERATURE BASED ON ISO 2341:2009

ABSTRACT

Gas turbines are part of the Combined Cycle Power Plant which has functions as converter the heat energy to motion energy. In order to maintain the performance standards of the Gas Turbine when operating, it is necessary to aware to the conditions of the performance degradation of this Gas Turbine year by year. The standard used is ISO 2341: 2009 GAS Turbine - Acceptance Test, which functions as a tool for preparing, implementing, and reporting the Thermal Acceptance Test to calculate and / or verify output power, mechanical strength, and thermal efficiency, turbine exhaust gas energy, and / or the performance characteristics of the Gas Power Plant. The degradation in the performance of gas turbines is a normal phenomenon which is mainly due to age and cavity of the gas pipeline, as well as due to continuous use.. Blade turbine problem caused by the blade path temperature has ben caried out by tuning the gas turbine, but it does not followed by reassessment the gas turbine itself. To ensure that the Gas Turbine is still in good condition, it is necessary to conduct research on the latest gas turbine performance along with its changing trends using the same basis as during the Initial Performance Test. Gas Turbine data is calculated using Thermodynamic formula, and also using ISO 2341: 2019. The performance trend of the generator is analyzed to determine the parameters that exist at each point in time from the analyzed data in order to determine the existing problems and the strategies for each problem. There are three calculation parameters used, namely compressor efficiency, turbine efficiency, and Net Plant Heat Ratio. These three parameters will be compared with the values obtained from sensors such as Gas Flow, air pressure in the combustion chamber, ambient temperature, and combustion chamber temperature. From the comparison, it can be seen the effect of the gas turbine condition on the parameters used. The result of this study prove that there is a change in performance ratio of the turbine and the compressor, but the blade path temperature problem not proven affected the performance of the gas turbine. Thera are increment of net heat plant ratio. The increase of the net heat plant ratio will also increase the cost of producing electricity at PLTGU Jawa 2.

Keywords: *Gas Turbine, Blade Path Temperature, Efficiency, Net Plant Heat Rate*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN	3
1.4. BATASAN DAN RUANG LINGKUP MASALAH	3
1.4.1. Batasan	3
1.4.2. Ruang Lingkup Masalah	4
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS DAN UAP	5
2.1.1. Komponen Turbin Gas	7
2.1.2. Komponen Penunjang	14
2.1.3. Sistem Kerja Turbin Gas	17
2.2. SIKLUS BRAYTON	18
2.3. AIR FUEL RATIO, SPECIFIC FUEL CONSUMPTION, DAN EFISIENSI	23

2.4. PERHITUNGAN NETT HEAT RATIO	24
2.5. PENELITIAN SEBELUMNYA	27
BAB III METODOLOGI	28
3.1 DIAGRAM ALIR	28
3.1.1. Flow Chart Penelitian	28
3.1.2 Flow Chart Pengambilan Data	30
3.1.3 Flow Chart Penelitian	31
3.2 ALAT DAN BAHAN	33
3.2.1. Alat	33
3.2.2. Bahan	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1 PERHITUNGAN	36
4.1.1 Temperatur Udara Tekan Ideal	36
4.1.2 Kerja Kompresor	41
4.1.3 Perhitungan Kerja Turbin	43
4.1.4 Daya Netto Yang Dihasilkan Turbin	44
4.1.5 Specific Fuel Consumption	44
4.1.6 Back Work Ratio (BWR)	45
4.1.7 Efisiensi Turbin	45
4.1.8 Efisiensi Kompresor	46
4.1.9 Efisiensi Siklus	46
4.1.10 Net Plant Heat Rate	47
4.2 PENGOLAHAN DAN ANALISIS DATA	49
4.2.1 Kompresor	49
4.2.2 Turbin	51
4.2.3 Daya Netto dan Efisiensi Siklus	52

4.2.4 <i>Specific Fuel Consumption</i>	53
4.2.5 Net Plant Heat Rate	54
BAB IV PENUTUP	55
5.1 KESIMPULAN	55
5.2 SARAN	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	59



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Gas Turbine MHPS GT4#2 PLTGU Jawa 2	1
Gambar 2.1 Skema kerja PLTG	7
(MHPS, 2018)	7
Gambar 2.2 <i>Turbine</i> MHPS M701F	8
(MHPS, 2018)	8
Gambar 2.3 Gambar <i>turbine gas</i> MHPS M701F	8
(MHPS, 2018)	8
Gambar 2.4 Penampang Bagian Kompresor	9
(MHPS, 2018)	9
Gambar 2.5 IGV	10
(MHPS, 2018)	10
Gambar 2.6. sistem pendinginan turbin gas	10
(MHPS, 2018)	10
Gambar 2.7 Combuster terpasang di casing	11
(MHPS, 2018)	11
Gambar 2.8 Combustion Chamber	11
(MHPS, 2018)	11
Gammmbar 2.9. Transition Piece	12
(Mitsubishi, 2019)	12
Gambar 2.9 skema pembakaran di <i>combustion chamber</i>	12
(MHPS, 2018)	12
Gambar 2.10. <i>Dry Pre-Mix Combustion</i>	13
(MHPS, 2018)	13
Gambar 2.10. penampang potong combustor	13
(MHPS, 2018)	13

Gambar 2.11 bagian turbin	14
(MHPS, 2018)	14
Gambar 2.12 <i>turning gear motor</i>	15
Gambar 2.13. SFC trafo	15
Gambar 2.14 Generator PLTGU Jawa 2 dengan KW Output 314.500 kW	16
Gambar 2.15. urutan proses start up gas turbin	18
Gambar 2.16 alur siklus sederhana di gas turbin	19
(Jansohn, 2013)	19
Gambar 2.17 siklus ideal gas turbin	19
(Jansohn, 2013)	19
Gambar 2.18 siklus actual gas turbin	20
(Jansohn, 2013)	20
Gambar 3.1 Natural Gas Calculation of C/H Ratio	35
Gambar 4.1 Daya Kompresor	49
Gambar 4.2 Efisiensi Kompresor	50
Gambar 4.3 Daya Turbin	51
Gambar 4.4 Efisiensi Turbin	52
Gambar 4.5 <i>Efisiensi Siklus</i>	53
Gambar 4.6 <i>Specific Fuel Consumption</i>	53
Gambar 4.7 <i>Net Plant Heat Rate</i>	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan nilai kontrak dengan hasil <i>Performance Test</i>	6
Tabel 3.1 Data monitoring hasil pengukuran	34
Tabel 4.1 Perhitungan Nilai <i>Specific Heat Combustion Product</i>	38
Tabel 4.4 Data Hasil Perhitungan	49
Tabel 4.5 Perbandingan Nilai Entalpi h_1 dan h_2	50
Tabel 4.6 Perbandingan Nilai Temperatur T2 dan T2s	50
Tabel 4.6 Perbandingan Nilai m_{udara} dan m_{bb}	51
Tabel 4.7 Perbandingan Nilai Temperatur T_4 dan T_{4s}	52
Tabel 4.8 Perbandingan daya antara tahun 2018 dan 2021	53



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
P	Tekanan	Pascal
T	Temperatur	Kelvin (K)
\dot{m}	Laju Aliran	Kg/s
h	Enthalpi	Kj/kq
W	Daya	kW
HR	Heat Rate	Kcal/kW



DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan	Satuan
Q_{in}	Besarnya Panas yang Masuk ke Turbin	kJ/s
LHV	Low Heating Value	kcal/kg
AFR	Air Fuel Ratio	%
SFC	Specific Fuel Consumption	%
HR	Heat Rate	kcal/kW



UNIVERSITAS
MERCU BUANA