

**ANALISIS EFEKTIFITAS ( $\epsilon$ ) KENAIKAN *TEMPERATURE WATER OUTLET* TERHADAP KINERJA *CLOSED COOLING WATER HEAT EXCHANGER* PADA *GAS TURBINE* MUARA KARANG DENGAN METODE PERHITUNGAN *LOGARITHMIC TEMPERATURE DIFFERENCE (LTD)***



**UNIVERSITAS  
MERCU BUANA**

**UNIVERSITAS  
MERCU BUANA**

**FERRY NUGROHO  
NIM : 41316110021**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCUBUANA  
JAKARTA 2020**

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS EFEKTIFITAS ( $\epsilon$ ) KENAIKAN *TEMPERATURE WATER OUTLET*  
TERHADAP KINERJA *CLOSED COOLING WATER HEAT EXCHANGER*  
PADA *GAS TURBINE* MUARA KARANG DENGAN METODE  
PERHITUNGAN *LOGARITHMIC TEMPERATURE*  
*DIFFERENCE (LTD)*



Disusun Oleh:

Nama : Ferry Nugroho  
Nim : 41316110021  
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)  
AGUSTUS 2020

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS EFEKTIFITAS ( $\epsilon$ ) KENAIKAN *TEMPERATURE WATER OUTLET*  
TERHADAP KINERJA *CLOSED COOLING WATER HEAT EXCHANGER*  
PADA *GAS TURBINE* MUARA KARANG DENGAN METODE  
PERHITUNGAN *LOGARITHMIC TEMPERATURE*  
*DIFFERENCE (LTD)*



Disusun oleh:

Nama : Ferry Nugroho

Nim : 41316110021

Program Studi : Teknik Mesin

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbingan

Pada Tanggal : 10 Agustus 2020

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

(Dr. Nanang Ruhyat, MT.)

Koordinator Tugas Akhir

(Alien Amicenna Luthfie, ST., M.Eng.)

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ferry Nugroho  
NIM : 41316110021  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Tugas Akhir : Analisis Efektifitas ( $\epsilon$ ) Kenaikan *Temperature Water Outlet* Terhadap Kinerja *Closed Cooling Water Heat Exchanger* Pada *Gas Turbine* Muara Karang Dengan Metode Perhitungan *Logarithmic Temperature Difference* (LTD)

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan 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.

Jakarta, 10 Agustus 2020



(Ferry Nugroho)

## PENGHARGAAN

Dalam penyelesaian tugas akhir ini penulis banyak mendapat bantuan dan perhatian dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengungkapkan rasa terimakasih kepada:

1. ALLAH SWT yang senantiasa memberikan kesehatan, keluangan waktu, kemudahan, pemahaman, perlindungan, sehingga saya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan semaksimal mungkin.
2. Kedua Orang Tua Penulis yang selalu mendoakan dan mendukung penulis.
3. Bapak Dr. Nanang Ruhyat, MT., selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana dan selaku Dosen Pembimbing yang telah sangat membantu penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
4. Bapak Alief Avicenna Luthfie, ST., M.Eng., selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
5. Bapak M. Yossy Noval A, Selaku General Manajer PT. PJB UP Muara Karang yang sudah bersedia untuk penulis melakukan penelitian.
6. Teman-teman jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana angkatan 2016 yang selalu memberikan bantuan dan dukungan.
7. Teman-teman yang selalu mendukung Intania Asyifa, Bernandez N Lupy, Surya Dwi Fachreza, I Gusti Ngurah Bartha, Koko Apriyanto, Dityan Setyayoni, Jamaludin, Andika, Malik Giesta, yang selalu memberikan bantuan dan dukungan.
8. Seluruh pihak yang tidak dapat di sebutkan satu-satu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat pada laporan ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membantu dan membangun agar dapat menjadi pelajaran dalam penulisan selanjutnya.

Jakarta, 10 Agustus 2020

Ferry Nugroho

## ABSTRAK

Pada siklus PLTGU secara garis besar terdiri dari tiga bagian utama yaitu sistem GTG, HRSG, STG. Sistem pendingin merupakan salah satu komponen penting dalam siklus PLTGU. Terjadinya kenaikan *Temperature Water Outlet CCW Heat Exchanger pada Gas Turbine* dimana berdasarkan *General Technical Data* bahwa maximum *Temperature CCW Outlet* adalah 35°C, Dimana rata-rata *Temperature Outlet CCW Heat Exchanger Gas Turbine* pada tahun 2019 mencapai 32,51°C. Mengingat pentingnya pengaruh efektifitas terhadap kinerja *CCW Heat Exchanger Gas Turbine* yang berpengaruh terhadap pengoperasian pada beban maximum PLTGU sehingga penulis melakukan Analisis Efektifitas ( $\epsilon$ ) Kenaikan *Temperature Water Outlet Terhadap Kinerja Closed Cooling Water Heat Exchanger Pada Gas Turbine* Muara Karang Dengan Metode Perhitungan *Logarithmic Temperature Difference (LTD)*. Dimulai dengan pengukuran terhadap temperatur *Ambient, Temperature Inlet* dan *outlet CCW*. Hasil dari pengukuran digunakan untuk menghitung nilai *Logarithmic Temperature Difference (LTD)*, *Heat Transfer*, Efektifitas sistem pendingin PLTGU. Hasil perhitungan tahun 2019 dibandingkan dengan data *Commissioning* efektifitas mengalami penurunan dari 76,44% menjadi 60,02%, nilai LTD mengalami kenaikan dari 0,83°C menjadi 1,52°C dan *Heat Transfer* mengalami kenaikan dari 1869,41 kcal/h menjadi 3461,06 kcal/h. Dimana kenaikan nilai LTD mempengaruhi kenaikan *Heat Transfer* dan kenaikan nilai LTD mempengaruhi penurunan efektifitas yang terjadi di *CCW Heat Exchanger pada Gas Turbine*.

**Kata Kunci;** PLTGU, *CCW Heat Exchanger pada Gas Turbine*, Efektifitas, *Logarithmic Temperature Difference (LTD)*.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## **ABSTRACT**

*The PLTGU cycle consists of three main parts, namely GTG, HRSG, STG. Cooling system is one of the important components in the PLTGU cycle. The occurrence of Temperature Water Outlet of CCW Heat Exchanger in Gas Turbine which is based on General Technical Data that the maximum Temperature CCW Outlet is 35°C, where the average Temperature Outlet CCW Heat Exchanger Gas Turbine in the year 2019 reaches 32,51°C. Given the importance of influence on the effectiveness of CCW Heat Exchanger Gas Turbine, which affects the operation at maximum load PLTGU so that the authors perform effectiveness analysis ( $\epsilon$ ) increase in Temperature Water Outlet performance of Closed Cooling Water Heat Exchanger in Gas Turbine Estuary coral with Logarithmic Temperature Difference calculation method (LTD). Starting with measurements of Ambient temperature, Temperature Inlet and CCW outlets. The result of the measurements is used to calculate the value of Logarithmic Temperature Difference (LTD), Heat Transfer, effectiveness of PLTGU cooling system. The calculation result of year 2019 compared with Commissioning data effectiveness decreased from 76.44% to 60.02%, the value of LTD is experiencing a hike from 0,83°C to 1,52°C and Heat Transfer increased from 1869.41 kcal/h to 3461.06 kcal/h. Where the increase in value of LTD. Affects the increase in Heat Transfer and increase in value of LTD.*

**Keywords** ; PLTGU, CCW Heat Exchanger in Gas Turbine, Effectiveness, Logarithmic Temperature Difference (LTD).



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	4
1.3 TUJUAN PENELITIAN	4
1.4 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 PRINSIPI KERJA DAN PENGENALAN PLTGU	7
2.1.1 Sistem operasi PLTGU	9
2.1.2 Proses pembangkitan listrik PLTGU	10
2.2 PROSES PRODUKSI PLTGU	12
2.2.1 Keuntungan dan kerugian sistem PLTGU	13
2.3 KOMPONEN SISTEM PLTGU	14
2.3.1 Sistem gas turbin generator	14
2.3.2 HRSG ( <i>heat recovery steam generator</i> )	16
2.3.3 Sistem generator turbin uap ( <i>steam turbine generator</i> )	16
2.4 SISTEM PENDINGIN GT PLTGU	18
2.4.1 Peralatan utama CCW <i>heat exchanger</i> PLTGU	19
2.4.2 Prinsip kerja sistem pendingin PLTGU	20
2.5 <i>HEAT EXCHANGER</i>	23
2.5.1 Prinsip kerja <i>heat exchanger</i>	23
2.5.2 Tipe aliran dalam <i>heat exchanger</i>	24
2.6 DASAR ANALISA CCW <i>HEAT EXCHANGER</i> PADA GAS	



	<i>TURBINE</i>	27
2.6.1	Menghitung <i>logarithmic temperature difference</i> (LTD)	28
2.6.2	Menghitung <i>heat transfer</i>	31
2.6.3	Menghitung efektifitas CCW <i>heat exchanger</i> pada <i>gas turbine</i>	31
BAB III METODOLOGI		
3.1	DIAGRAM ALIR PENELITIAN	32
3.2	ALAT DAN BAHAN	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	PENDAHULUAN	36
4.2	ANALISIS KINERJA CCW <i>HEAT EXCHANGER</i> PADA <i>GAS TURBINE</i> BERDASAKAN DATA <i>COMMISSIONING</i> DAN BERDASARKAN PARAMETER RATA-RATA OPERASI	39
4.2.1	Menghitung dan menganalisa <i>logarithmic temperature difference</i> (LTD) berdasarkan data <i>commissioning</i> dan berdasarkan data parameter rata-rata operasi	39
4.2.2	Menghitung dan menganalisa <i>heat transfer</i> berdasarkan data <i>commissioning</i> dan berdasarkan data parameter rata-rata operasi	42
4.2.3	Menghitung dan analisa <i>efektifitas</i> berdasarkan data <i>commissioning</i> dan berdasarkan data parameter rata-rata operasi	44
BAB V PENUTUP		
5.1	KESIMPULAN	49
5.2	SARAN	50
	DAFTAR PUSTAKA	51

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kondisi rata-rata <i>temperature outlet</i> tahun 2011 - 2019	2
Gambar 2.1	Siklus <i>brayton</i> dalam diagram P-V dan T-S	7
Gambar 2.2	Siklus <i>rankine</i> dalam diagram P-V dan T-S	8
Gambar 2.3	Cara kerja PLTGU	10
Gambar 2.4	Diagram alir GTG (siklus terbuka)	11
Gambar 2.5	Sistem operasi PLTGU	12
Gambar 2.6	Sistem HRSG ( <i>heat recovery steam generator</i> )	16
Gambar 2.7	Sistem pendingin tertutup PLTGU	18
Gambar 2.8	Konsisi rata-rata <i>temperature outlet</i> tahun 2011-2019	19
Gambar 2.9	Diagram sistem CCW <i>heat exchanger</i> pada <i>gas turbine</i>	20
Gambar 2.10	<i>Fan &amp; motor listrik</i>	22
Gambar 2.11	CCW <i>heat exchanger</i>	22
Gambar 2.12	Aliran berlawanan arah ( <i>countercurrent flow</i> )	25
Gambar 2.13	Arah aliran searah ( <i>parallel flow / co-current</i> )	25
Gambar 2.14	Arah aliran silang ( <i>crossflow</i> )	26
Gambar 2.15	<i>Construction crossflow</i>	26
Gambar 2.16	Tipe tabung dan pipa ( <i>shell and tube</i> )	27
Gambar 3.1	Diagram alir	33
Gambar 4.1	Rata-rata CCW <i>outlet temperature</i> pada <i>gas turbine</i>	38
Gambar 4.2	Rata-rata <i>ambient air temperature</i>	39
Gambar 4.3	Grafik perhitungan <i>logarithmic temperature difference</i> (LTD)	41
Gambar 4.4	Grafik perhitungan <i>heat transfer</i> dan <i>logarithmic temperature difference</i> (LTD)	43
Gambar 4.5	Grafik perhitungan efektifitas	46
Gambar 4.6	Grafik perhitungan udara <i>ambient</i> terhadap efektifitas	47
Gambar 4.7	Grafik perhitungan efektifitas dan <i>logarithmic temperature difference</i> (LTD)	48

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Generator <i>technical data gas turbine</i>	3
Tabel 3.1	Spesifikasi <i>Thermocouple</i> suhu	33
Tabel 3.2	Spesifikasi <i>distributed control system</i> (DCS)	34
Tabel 3.3	Spesifikasi <i>heat exchanger</i>	35
Tabel 4.1	Spesifikasi CCW <i>heat exchanger</i> pada <i>gas turbine</i>	36
Tabel 4.2	Parameter rata-rata operasi CCW <i>heat exchanger</i> pada <i>gas turbine</i> tahun 2011 sampai dengan tahun 2019	37
Tabel 4.3	Perhitungan <i>logarithmic temperature difference</i> (LTD) tahun 2012 sampai dengan tahun 2019	40
Tabel 4.4	Perhitungan <i>heat transfer</i> tahun 2012 sampai dengan tahun 2019	42
Tabel 4.5	Perhitungan efektifitas tahun 2012 sampai dengan tahun 2019	45

