

**ANALISIS PENGARUH KEVAKUMAN KONDENSOR TERHADAP  
LAJU PERPINDAHAN PANAS DAN EFEKTIVITAS KONDENSOR  
PLTGU BLOK 3 MUARA KARANG**



NAMA : NOVENDRARIZAL DENNY ANANTA  
NIM : 41318110033

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH KEVAKUMAN KONDENSOR TERHADAP LAJU  
PERPINDAHAN PANAS DAN EFEKTIVITAS KONDENSOR  
PLTGU BLOK 3 MUARA KARANG



Disusun Oleh:

Nama : Novendrarizal Denny Ananta  
NIM : 41318110033  
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
KERJA PRAKTIK PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)  
FEBRUARI 2023

## HALAMAN PENGESAHAN

### ANALISA PENGARUH KEVAKUMAN KONDENSOR TERHADAP LAJU PERPINDAHAN PANAS DAN EFEKTIVITAS KONDENSOR PLTGU BLOK 3 MUARA KARANG

Disusun Oleh:

Nama : Novendrarizal Denny Ananta  
NIM : 41318110033  
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing pada tanggal: 16 Februari 2023

Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA



Iwan Kurniawan, ST., MT

NIP. 616820098

Penguji Sidang II



Wiwit Suprihatiningsih, S.Si, M.Si

NIP. 119800641

Kaprodi Teknik Mesin



Muhamad Fitri, M.Si, Ph.D

NIP. 118690617

Penguji Sidang I



Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng

NIP. 216910097

Penguji Sidang III



Sagir Aiva, S.Si, M.Sc, Ph.D

NIP. 1975801124

Koordinator TA



Gilang Awan Yudhistira, ST, MT

NIP. 221900211

Mengetahui,

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Novendrarizal Denny Ananta  
NIM : 41318110033  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Kerja Praktik : Analisis Pengaruh Kevakuman Kondensor Terhadap Laju Perpindahan Panas Dan Efektivitas Kondensor PLTGU Blok 3 Muara Karang

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 merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

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

Jakarta, 15 Februari 2023



Novendrarizal Denny Ananta

## PENGHARGAAN

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala, yang telah mencurahkan nikmat dan karunia-Nya. Karena atas izin dan ridho-Nya, maka penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Pengaruh Kevakuman Kondensor Terhadap Laju Perpindahan Panas Dan Efektivitas PLTGU Blok 3 Muara Karang”.

Tugas Akhir merupakan sebuah upaya untuk mengetahui dan menyelaraskan antara pengetahuan yang diperoleh saat kuliah dan di dunia kerja. Banyak bantuan dari berbagai pihak dalam penulisan laporan ini, Maka penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Muhammad Fitri, M.Si., Ph.D selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Alief Avicenna Luthfie, ST., M. Eng. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
5. Gilang Awan Yudhistira, ST, MT. selaku Koordinator Tugas Akhir
6. Bapak Iwan Kurniawan, ST., MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
7. Bapak Yulianto, ST., selaku Supervisor Senior Produksi PLTGU Blok 3A.
8. Orang tua, keluarga, rekan kerja serta rekan seperjuangan yang saling mendukung.

Diharapkan agar laporan Tugas Akhir yang telah diselesaikan ini bisa bermanfaat bagi kemajuan kehidupan masyarakat, terutama dalam bidang Teknik Mesin.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>ii</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR SIMBOL</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	2
1.3. TUJUAN	2
1.4. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.5. MANFAAT	3
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>5</b>
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2 MENGENAL PLTGU BLOK 3 MUARA KARANG	8
2.3 GAMBARAN UMUM KONDENSOR	12
2.3.1. Klasifikasi Jenis Kondensor	14
2.3.2. Zona Kondensasi	17
2.4. ANALISIS TERMODINAMIKA	17
2.5. ENERGI KONSIDERASI	19
2.5.1. <i>Energy Balance</i>	19
2.5.2. Perpindahan Panas	22
2.6. PERPINDAHAN PANAS AKIBAT ALIRAN FLUIDA DI LUAR PIPA	24

2.6.1. Zona <i>Desuperheat</i> dan <i>Subcooling</i>	24
2.6.2. Zona <i>Condensing</i>	26
2.6.3. Temperatur Dinding Pipa	29
2.7. PERPINDAHAN PANAS AKIBAT ALIRAN FLUIDA DI DALAM PIPA	31
2.7.1. <i>Overall Heat Transfer Coefficient</i>	32
2.7.2. <i>Log Mean Temperature Different</i>	33
2.8. METODE NTU ( <i>NUMBER OF TRANSFER UNIT</i> )	35
<b>BAB III METODOLOGI</b>	<b>36</b>
3.1. DIAGRAM ALIR	36
3.1.1 <i>Survey</i> Lapangan di PLTGU Blok 3 Muara Karang	39
3.1.2 Pengambilan Data Spesifikasi dan Data Aktual Kondensor	39
3.1.3 Perhitungan Koefisien Perpindahan Panas Konveksi di Dalam <i>Tube</i>	39
3.1.4 Perhitungan Koefisien Perpindahan Panas Konveksi di Luar <i>Tube</i>	42
3.1.5 Perhitungan Dengan Metode <i>Log Mean Temperature Difference</i>	45
3.1.6 Perhitungan NTU ( <i>Number of Transfer Unit</i> ) dan Effectiveness	45
3.2. ALAT DAN BAHAN	47
3.2.1. Alat	47
3.2.2. Bahan	48
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>50</b>
4.1 DATA SPESIFIKASI DAN DATA AKTUAL PADA KONDENSOR PLTGU BLOK 3	50
4.1.1 Koefisien Perpindahan Panas Konveksi di Dalam <i>Tube</i>	51
4.1.2 Koefisien Perpindahan Panas Konveksi di Luar <i>Tube</i>	54
4.2 PERHITUNGAN DENGAN METODE LMTD ( <i>LOG MEAN TEMPERATURE DIFFERENCE</i> )	65
4.3 PERHITUNGAN LAJU PERPINDAHAN PANAS TOTAL ( <i>q</i> )	68
4.3.1. <i>Overall Heat Transfer Coefficient</i> Total ( <i>U</i> )	68
4.4 PERHITUNGAN NTU ( <i>NUMBER OF TRANSFER UNIT</i> )	

DAN <i>EFFECTIVENESS</i>	68
4.4.1. Perhitungan Kapasitas Panas	68
4.4.2. Perhitungan <i>Effectiveness</i> - <i>NTU</i>	69
4.5 ANALISIS PENGARUH TEKANAN <i>VACUUM CONDENSOR</i> TERHADAP LAJU PERPINDAHAN PANAS DAN EFEKTIVITAS	70
<b>BAB IV PENUTUP</b>	<b>73</b>
5.1 KESIMPULAN	73
5.2 SARAN	73
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>75</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>77</b>
LAMPIRAN A. TABEL <i>PROPERTIES A4</i> <i>SATURATED WATER-TEMPERATURE TABLE</i>	77
LAMPIRAN B. TABEL <i>PROPERTIES A4</i> <i>SATURATED WATER-TEMPERATURE TABLE (CONTINUED)</i>	78
LAMPIRAN C. TABEL <i>PROPERTIES A5</i> <i>SATURATED WATER-PRESSURE TABLE</i>	79
LAMPIRAN D. TABEL A6 <i>THERMOPHYSICAL</i> <i>PROPERTIES OF SATURED WATER</i>	80
LAMPIRAN E. TABEL HASIL PERHITUNGAN PADA DATA TEKANAN VAKUM LAIN	81



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Terbuka PLTGU	10
Gambar 2.2 Diagram Alir PLTGU	12
Gambar 2.3 Kondensor pada PLTGU Muara Karang Blok	13
Gambar 2.4 <i>Spray Condensor</i>	14
Gambar 2.5 <i>Jet Surface Condensor</i>	15
Gambar 2.6 Kondensor <i>Single Pass</i>	16
Gambar 2.7 Kondensor <i>Two Pass</i>	16
Gambar 2.8 Zona Kondensasi	17
Gambar 2.9 Konservasi Energi Pada Volume Atur	20
Gambar 2.10 Aliran Fluida Melintasi <i>Aligned Tube</i> dan <i>Staggered Tube</i>	24
Gambar 2.11 Susunan <i>tube Aligned</i> dan <i>Stageered</i>	25
Gambar 2.12 <i>Film Condensation in Radial System</i>	27
Gambar 2.13 Distribusi Temperatur pada Dinding Pipa	30
Gambar 2.14 Aliran Paralel	34
Gambar 2.15 <i>Counter Flow</i>	35
Gambar 3.1 <i>Flow Chart</i> Penyusunan Tugas Akhir	38
Gambar 3.2 Diagram Alir Perhitungan <i>Mass Flow Rate Sea Water and Steam</i>	40
Gambar 3.3 Diagram Perhitungan Nilai <i>Reynolds Number</i>	41
Gambar 3.4 Diagram Alir Laju Perpindahan Panas pada <i>Zona Desuperheating</i> dan <i>Subcooling</i>	42
Gambar 3.5 <i>Flow Chart</i> Laju Perpindahan Panas pada <i>Zona Condensing</i>	44
Gambar 3.6 Diagram Alur Perhitungan Metode LMTD ( <i>Log Mean Temperature Difference</i> )	45
Gambar 3.7 <i>Flow Chart</i> Perhitungan Perpindahan Panas, <i>Overall Heat Transfer Coefficient Total</i> dan Efektivitas	46
Gambar 4.1 Penempatan <i>Tube Staggered</i>	56
Gambar 4.2 Faktor Koreksi <i>Cross Flow</i>	66
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Tekanan Vakum dengan Laju Perpindahan Panas	69



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2.2 Konstanta Persamaan	26
Tabel 3.1 Spesifikasi Kondensor PLTGU Blok 3	48
Tabel 3.2 Spesifikasi Air Laut PLTGU Blok	49
Tabel 3.3 Spesifikasi Air Kondensat PLTGU Blok 3	49
Tabel 4.1 Spesifikasi Kondensor	50
Tabel 4.2 Data Aktual Kondensor	51
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Data Aktual Kondensor	69



## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
$T_{ci}$	<i>Sea Water inlet Temperature</i>
$T_{co}$	<i>Sea Water outlet Temperature</i>
$T_{hi}$	<i>Steam Inlet Temperature</i>
$T_{ho}$	<i>Steam Outlet Temperature</i>
$\mu_g$	<i>Absolute Viscosity</i>
$V_g$	<i>Specific volume</i>
$\rho_f$	<i>Density</i>
$K_g$	<i>Thermal conductivity</i>
$Pr$	<i>Prandtl number</i>
$C_{pc}$	<i>Specific heat</i>
$N_{total}$	Jumlah keseluruhan <i>tube</i>
$\dot{m}_c$	Laju Aliran Massa Air Laut
A	Luas Penampang <i>Tube</i>
V	Kecepatan Aliran Air Laut pada <i>Tube</i>
$h_o$	Koefisien Konveksi Aliran di luar <i>Tube</i>
$h_i$	Koefisien Konveksi Aliran di dalam <i>Tube</i>
$\dot{m}_h$	Laju Aliran Massa Steam
$Re_D$	<i>Reynold Number</i>
$D_i$	Diameter dalam <i>tube</i>
$D_o$	Diameter luar <i>tube</i>
$Nu_D$	<i>Nusselt Number</i>
Ja	<i>Jacob number</i>
U	<i>Heat Transfer Coefficient</i>
q	Laju Perpindahan Panas
$V_{cooler}$	Kecepatan Aliran Air Pendingin
$V_{steam}$	Kecepatan Aliran <i>Steam</i>

<b>Simbol</b>	<b>Keterangan</b>
$h_{g,i}$	<i>Enthalpy, Sat. Liquid, Interpolasi</i>
$Q$	Laju Aliran Air Pendingin
$Q'$	Laju Aliran Air Pendingin masing-masing Kondensor
$U_f$	<i>Internal Energy, Sat. Liquid</i>
$h_f$	<i>Enthalpy, Sat. Liquid</i>
$P$	<i>Pressure</i>
$C$	<i>Constant for Vertical Tube</i>
$g$	Tekanan Gravitasi
$T_s$	<i>temperature surface</i>
$T_f$	<i>Temperature Film</i>
$h'_{fg}$	Panas Laten
$F$	Faktor Koreksi
$\varepsilon$	Efektivitas
$S_D$	<i>Diagonal Pitch</i>
$S_T$	<i>Transverse Pitch</i>
$S_L$	<i>Longitudinal Pitch</i>
$h_{fg}$	<i>Enthalpy, Evap</i>
$T_{sat}$	<i>Temperature Saturated</i>
$T_{mean}$	<i>Temperature rata-rata</i>