



**STUDI EFEKTIVITAS PERPINDAHAN PANAS METODE  
LMTD DAN NTU PADA KONDENSOR BLOK 1-2 PLTGU  
TANJUNG PRIOK**

**TUGAS AKHIR  
SKRIPSI**

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA  
**AHMAD REYNALDI**  
**NIM : 41320120023**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA  
2026**



**STUDI EFEKTIVITAS PERPINDAHAN PANAS METODE  
LMTD DAN NTU PADA KONDENSOR BLOK 1-2 PLTGU  
TANJUNG PRIOK**

**TUGAS AKHIR  
SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana**

**MERCU BUANA**

**AHMAD REYNALDI**

**NIM : 41320120023**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**JAKARTA**

**2026**

## HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Reynaldi  
NIM : 41320120023  
Fakultas/Program Studi : Teknik / Teknik Mesin

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:

“STUDI EFEKTIVITAS PERPINDAHAN PANAS METODE LMTD DAN NTU PADA KONDENSOR BLOK 1-2 PLTGU TANJUNG PRIOK” adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 19 Februari 2026



Ahmad Reynaldi

## **SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY***

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I,, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

**Nama** : **Ahmad Reynaldi**  
**NIM** : **41320120023**  
**Program Studi** : **Teknik Mesin**  
**Judul Tugas Akhir / Tesis**  
**/ Praktek Keinsinyuran** : **STUDI EFEKTIVITAS PERPINDAHAN PANAS  
METODE LMTD DAN NTU PADA KONDENSOR  
BLOK 1-2 PLTGU TANJUNG PRIOK**

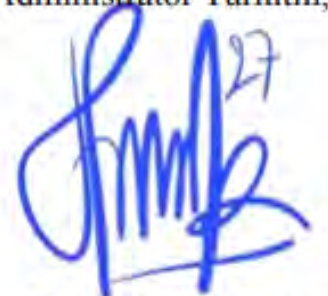
Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Kamis, 19 Februari 2026** dengan hasil presentase sebesar **26 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

Jakarta, 19 Februari 2026

Administrator Turnitin,



**Itmam Haidi Syarif**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Ahmad Reynaldi  
NIM : 41320120023  
Fakultas/Program Studi : Teknik / Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : Studi Efektivitas Perpindahan Panas Metode LMTD dan NTU Pada Kondensor Blok 1-2 PLTGU Tanjung Priok

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 30 Januari 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing

UNIVERSITAS  
MERCUBUANA

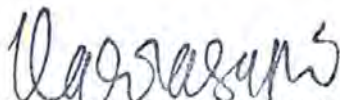
Henry Carles, ST., MT.

NIDN/NUPTK: 0301087304

Jakarta, 21 Februari 2026

Mengetahui,

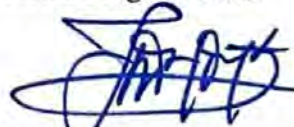
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfita Fitri Ikatrinasari, M.T.

NIDN/NUPTK: 0307037002

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T.

NIDN/NUPTK: 0005087502

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M. Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Dr. Eng. Imam Hidayat, ST. MT, selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta.
4. Henry Carles, ST. MT, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah mengarahkan dan memberikan bimbingan penulis hingga menyelesaikan laporan tugas akhir.
5. Suhandi dan Hasanah selaku kedua orang tua penulis yang telah sangat banyak memberikan dorongan semangat dan do'a yang tak henti untuk menyelesaikan tugas akhir.
6. Segenap rekan kerja di PLTGU Tanjung Priok Blok 1-2 yang telah memberikan dukungan dan masukan.
7. Semua pihak yang telah membantu seluruh rangkaian kegiatan Tugas Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu. Oleh karena itu, penulis dengan sangat terbuka menerima segala kritik dan saran yang bersifat membangun agar laporan ini nantinya dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Jakarta, 19 Februari 2026



Ahmad Reynaldi

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR DI REPOSITORY UMB**

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Reynaldi  
NIM : 41320120023  
Fakultas/Program Studi : Teknik / Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : Studi Efektivitas Perpindahan Panas Metode LMTD dan NTU Pada Kondensor Blok 1-2 PLTGU Tanjung Priok

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 19 Februari 2026

Yang menyatakan,



( Ahmad Reynaldi )

## STUDI EFEKTIVITAS PERPINDAHAN PANAS METODE LMTD DAN NTU PADA KONDENSOR BLOK 1-2 PLTGU TANJUNG PRIOK

### ABSTRAK

Kondensor merupakan suatu alat perpindahan panas utama yang berada pada PLTGU. Kondensor berfungsi untuk mengkondensasikan uap bekas dari turbin tekanan rendah menjadi air kondensat. Uap bekas dari turbin masuk dari sisi atas kondensor, kemudian mengalami proses kondensasi yang mana terjadi perubahan fasa dari uap air menjadi air (air kondensat). Air kondensat akan digunakan kembali sebagai air pengisi boiler. Mengingat peran penting kondensor dalam siklus PLTGU, diperlukan analisis perhitungan laju perpindahan panas dan efektivitas kondensor yang optimal. Metode LMTD digunakan untuk menghitung laju perpindahan panas dan metode NTU-Effectiveness digunakan untuk menghitung efektivitas kondensor. Hasil dari kedua metode tersebut digunakan sebagai parameter evaluasi terhadap kinerja kondensor. Hasil analisis menunjukkan bahwa laju perpindahan panas paling tinggi sebesar 388,83 MW terjadi pada tekanan vakum -719,1 mmHg (0,05445 bar), sedangkan nilai paling rendah sebesar 354,53 MW pada tekanan vakum -720,3 mmHg (0,05285 bar). Efektivitas kondensor paling tinggi mencapai 72,51% dan paling rendah 69,73% pada tekanan vakum yang sama. Sehingga dapat disimpulkan yang ada di PT. Indonesia Power UPJP Blok 1-2 Tanjung Priok masih mempunyai performa yang baik.

**Kata Kunci:** Kondensor, PLTGU, Efektivitas, Laju Perpindahan Panas, Tekanan Vakum Kondensor

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

*STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF HEAT TRANSFER USING THE LMTD  
AND NTU METHODS IN THE CONDENSER OF BLOCK 1-2 OF THE TANJUNG  
PRIOK COMBINED CYCLE POWER PLANT*

**ABSTRACT**

*The condenser is a primary heat transfer device located in a combined cycle power plant. The condenser functions to condense exhaust steam from the low-pressure turbine into condensate water. Exhaust steam from the turbine enters from the top of the condenser, where it undergoes condensation, changing phase from steam to water (condensate water). The condensate water is reused as boiler feed water. Given the important role of the condenser in the PLTGU cycle, it is necessary to analyze the heat transfer rate and optimal condenser effectiveness. The LMTD method is used to calculate the heat transfer rate, and the NTU-Effectiveness method is used to calculate the condenser effectiveness. The results of these two methods are used as evaluation parameters for condenser performance. The analysis results show that the highest heat transfer rate of 388.83 MW occurs at a vacuum pressure of -719.1 mmHg (0.05445 bar), while the lowest value of 354.53 MW occurs at a vacuum pressure of -720.3 mmHg (0.05285 bar). The highest condenser effectiveness reached 72.51% and the lowest was 69.73% at the same vacuum pressure. Therefore, it can be concluded that PT. Indonesia Power UPJP Block 1-2 Tanjung Priok still has good performance.*

**Keywords:** *Condenser, Combined Cycle Power Plant, Effectiveness, Heat Transfer Rate, Condenser Vacuum Pressure*



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	0
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI .....	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH DI REPOSITORI UMB .....	vi
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SIMBOL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. LATAR BELAKANG .....	1
1.2. RUMUSAN MASALAH .....	3
1.3. TUJUAN .....	3
1.4. MANFAAT .....	3
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH.....	3
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1. PENELITIAN TERDAHULU .....	5
2.2. PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS DAN UAP (PLTGU) .....	8
2.2.1 Siklus Brayton ( <i>Gas Turbine Cycle</i> ).....	9
2.2.2 Siklus Rankine ( <i>Steam Turbine Cycle</i> ) .....	11
2.3. KONDENSOR .....	12
2.3.1 Klasifikasi Jenis Kondensor .....	13

2.3.2 Zona Kondensasi.....	16
2.4. PERPINDAHAN PANAS .....	16
2.4.1 Perpindahan Panas Secara Konduksi .....	17
2.4.2 Perpindahan Panas Secara Konveksi .....	17
2.4.3 Perpindahan Panas Akibat Aliran Fluida di Dalam Pipa .....	18
2.4.4 Perpindahan Panas Akibat Aliran Fluida di Luar Pipa .....	20
2.4.5 Koefisien Perpindahan Panas Pada Zona Kondensasi .....	23
2.4.6 Persamaan Temperatur Dinding Pipa.....	25
2.4.7 Koefisien Perpindahan Panas Keseluruhan.....	27
2.5. ANALISA PERPINDAHAN PANAS.....	27
2.5.1 Metode LMTD ( <i>Log Mean Temperature Difference</i> ).....	27
2.5.2 Metode NTU ( <i>Number of Transfer Unit</i> ).....	31
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>34</b>
3.1. DIAGRAM ALIR PENELITIAN.....	35
3.1.1 Studi Literatur .....	35
3.1.2 Observasi Lapangan dan Identifikasi Masalah .....	35
3.1.3 Pengambilan Data .....	35
3.1.4 Pengolahan Data .....	36
3.1.5 Perhitungan Data.....	36
3.1.6 Analisa Data.....	36
3.1.7 Hasil dan Kesimpulan .....	36
3.2 ALAT.....	36
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
4.1. Data Spesifikasi dan Data Aktual Kondensor PLTGU Priok Blok 1-2 ....	38
4.2. Koefisien Perpindahan Panas Konveksi di Dalam <i>Tube</i> .....	39
4.3. Koefisien Perpindahan Panas Konveksi di Luar <i>Tube</i> .....	42
4.3.1 Laju Perpindahan Panas pada Zona <i>Desuperheating</i> .....	42
4.3.2 Laju Perpindahan Panas pada Zona <i>Subcooling</i> .....	46
4.3.3 Laju Perpindahan Panas pada Zona <i>Condensing</i> .....	49
4.4. Perhitungan Dengan Metode LMTD ( <i>Log Mean Temperature Difference</i> )	
.....	53
4.5. Perhitungan Laju Perpindahan Panas Total ( <i>q</i> ).....	55
4.6. Perhitungan <i>Overall Heat Transfer Coefficient Total (U)</i> .....	56

4.7. Perhitungan NTU ( <i>Number of Transfer Unit</i> ) dan <i>Effectiveness</i> .....	56
4.7.1 Perhitungan Kapasitas Panas.....	56
4.7.2 Perhitungan NTU- <i>Effectiveness</i> .....	57
4.8. Analisis Perhitungan Laju Perpindahan Panas dan Efektivitas Kondensor .....	58
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>60</b>
5.1. Kesimpulan .....	60
5.2. Saran.....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>63</b>



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema PLTGU .....	8
Gambar 2.2 Sistem Kerja PLTGU .....	9
Gambar 2.3 Turbin Gas Sederhana .....	10
Gambar 2.4 Kondensor Blok 1-2 PLTGU Tanjung Priok .....	12
Gambar 2.5 <i>Spray Condenser</i> .....	14
Gambar 2.6 <i>Jet Surface Condenser</i> .....	14
Gambar 2.7 Kondensor <i>Single Pass</i> .....	15
Gambar 2.8 Kondensor <i>Two Pass</i> .....	16
Gambar 2.9 Zona Kondensasi .....	16
Gambar 2.10 Aliran Fluida Melintasi <i>Aligned Tube</i> dan <i>Staggered Tube</i> .....	20
Gambar 2.11 Susunan <i>Tube Aligned</i> dan <i>Stageered</i> .....	21
Gambar 2.12 <i>Film Condensation</i> .....	23
Gambar 2.13 Distribusi Temperatur Pada Dinding Pipa .....	26
Gambar 2.14 Aliran Paralel.....	29
Gambar 2.15 Aliran Berlawanan Arah.....	30
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	34
Gambar 4.1 Gambar Penempatan <i>Tube Staggered</i> .....	44
Gambar 4.2 Grafik Distribusi Temperatur .....	53
Gambar 4.3 Faktor Koreksi <i>Cross Flow</i> .....	55
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Tekanan Vakum dengan Laju Perpindahan Panas ...	58
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Tekanan Vakum dengan Efektivitas .....	59

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu .....	5
Tabel 2.2 Konstanta Persamaan .....	22
Tabel 3.1 Spesifikasi Kondensor PLTGU Blok 1-2 .....	37
Tabel 4.1 Spesifikasi Kondensor .....	38
Tabel 4.2 Data Aktual Kondensor bulan Juni 2025 .....	39
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Data Aktual Kondensor.....	58



## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
$T_{ci}$	Temperatur Masuk Fluida Dingin
$T_{co}$	Temperatur Keluar Fluida Dingin
$T_{hi}$	Temperatur Masuk Fluida Panas
$T_{ho}$	Temperatur Keluar Fluida Panas
$\mu_f$	Viskositas Absolut
$V_f$	<i>Specific Volume</i>
$\rho_f$	<i>Density</i>
$K_f$	<i>Thermal Conductivity</i>
$Pr$	<i>Prandtl Number</i>
$cp_c$	<i>Specific Heat</i>
$N_{total}$	Jumlah keseluruhan tube
$\dot{m}_c$	Laju Aliran Massa Air Laut
$\dot{m}_h$	Laju Aliran Massa Uap
$A$	Luas Penampang Tube
$V$	Kecepatan Aliran Air Laut pada Tube
$h_o$	Koefisien Konveksi Aliran di luar Tube
$h_i$	Koefisien Konveksi Aliran di dalam Tube
$D_i$	Diameter dalam tube
$D_o$	Diameter luar tube
$Re_D$	<i>Reynold Number</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 Uap

---

$h_{g,i}$	<i>Enthalphy, 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>Enthalphy, 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>
$T_{mean}$	Temperature rata-rata

---

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel A4 <i>Properties Saturated Water Temperature Table</i> .....	63
Lampiran 2. Tabel A4 <i>Properties Saturated Water Temperature Table Continued.</i> ..	64
Lampiran 3. Tabel A5 <i>Properties Saturated Water - Pressure Table</i> .....	65
Lampiran 4. Tabel A6 <i>Thermophysical Properties of Saturated Water</i> .....	66
Lampiran 5. Tabel <i>Representative Fouling Factor Pada Heat Exchanger</i> .....	67

