

**ANALISA EFEKTIVITAS KONDENSOR PADA UNIT 21 DI
PLTGU JAWA SATU POWER 2 x 880 MW**

SKRIPSI

Oleh :

WIDODO PINARCAHYA PUTRA

NIM : 2351058016



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA**

2026

**ANALISA EFEKTIVITAS KONDENSOR PADA UNIT 21 DI
PLTGU JAWA SATU POWER 2 x 880 MW**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana

Teknik (S.T.) Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Kristen Indonesia

Oleh:

WIDODO PINARCAHYA PUTRA

2351058016



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

JAKARTA

2026



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Widodo Pinarcahya Putra

NIM : 2351058016

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul “ANALISA EFEKTIVITAS KONDENSOR PADA UNIT 21 DI PLTGU JAWA SATU POWER 2 x 880 MW” adalah :

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan hasil kuliah, tinjauan lapangan, dari buku – buku dan juga jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada karya tugas akhir saya.
2. Dan juga bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian – bagian sumber informasi yang dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.
3. Bukan merupakan karya terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada tugas.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan di atas, maka karya tugas akhir ini dianggap batal.

Jakarta, 30 Januari 2026



(Widodo Pinarcahya Putra)



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

**“ANALISA EFEKTIVITAS KONDENSOR PADA UNIT 21 DI PLTGU JAWA
SATU POWER 2 x 880 MW”**

Oleh :

Nama : Widodo Pinarcahya Putra

NIM : 2351058016

Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir guna mencapai gelar Sarjana Strata Satu pada Progeram Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia.

Jakarta, 30 Januari 2026

Menyetujui:

Pembimbing I

Ir. Budiarto, M.Sc.
NIDN. 0302115801

Pembimbing II

Dr. Rismen Sinambela, S.T., M.T M.Sc.
NIDN. 031711690

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Ir. Budiarto, M.Sc.

Dekan



Dikky Antonius, S.T., M.Sc.



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada tanggal 30 Januari 2026 telah diselenggarakan Sidang Tugas Akhir untuk memenuhi sebagai persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, atas nama:

Nama : Widodo Pinarcahya Putra

NIM : 2351058016

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul “ANALISA EFEKTIVITAS KONDENSOR PADA UNIT 21 DI PLTGU JAWA SATU POWER 2 x 880 MW” oleh tim penguji yang terdiri dari :

Nama Penguji	Jabatan dalam Tim Penguji	Tanda Tangan
1. Dr. Rismen Sinambela, S.T., M.T.	Sebagai Ketua	

2. Ir. Budiarto, M.Sc	Sebagai Anggota	
-----------------------	-----------------	---

3. Ir. Sesmaro Max Yuda, M.T.	Sebagai Anggota	
-------------------------------	-----------------	---

4. Medyawanti Pane, S.T., M.Sc	Sebagai Anggota	
--------------------------------	-----------------	---

Jakarta, 30 Januari 2026



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

Pernyataan dan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Widodo Pinarcahya Putra
NIM : 2351058016
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Tugas Akhir : Skripsi
Judul : Analisa Efektivitas Kondensor Pada Unit 21 Di PLTGU
Jawa Satu Power 2 x 880 MW

Menyatakan bahwa :

1. Tugas akhir tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dosen pembimbing dan bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar akademik di perguruan tinggi manapun;
2. Tugas Akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya/kami mengutip dari karya orang lain maka akan dicantumkan sebagai referensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
3. Saya memberi Hak Non eksklusif Tanpa Royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau Peraturan Perundangan - undangan Republik Indonesia lainnya dan integritas akademik dalam karya saya tersebut, maka saya bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum dan sanksi akademis yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia dari segala tuntutan hukum yang berlaku.

Dibuat di Jakarta
Pada Tanggal, 10 Mei 2026
Yang Menandatangani

(Widodo Pinarcahya Putra)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, serta memberikan kekuatan kepada penulis baik bersifat lahir maupun batin, Sehingga laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan yang harus dipenuhi untuk menempuh sidang ujian sarjana untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Program Studi Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia.

Pokok bahasan yang kami tulis dalam pelaporan tugas akhir ini adalah mengenai “Analisa Efektivitas Kondensor Pada Unit 21 Di PLTGU Jawa Satu Power 2 x 880 MW” yang telah selesai dengan baik dan lancar. Penulis sadar bahwa dalam penulisan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan dari banyak pihak. Oleh karena itu penulis akan menyampaikan ucapan terima kasih banyak kepada :

1. Dicky Antonius, S.T.,M.Sc, Dekan Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia yang telah menyetujui penulisan tugas akhir ini.
2. Ir. Budiarto, M.Sc., Ketua Program Studi Teknik Mesin dan dosen pembimbing 1 yang telah menyetujui dan membimbing selama penulisan tugas akhir ini.
3. Dr. Rismen Sinambela,S.T.,M.T M.Sc. Dosen pembimbing 2 yang telah membantu dan membimbing selama penulisan tugas akhir.
4. Kepada istri saya Siti Meimisa Ambar Arum yang memberi dukungan dan semangat kepada penulis.
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu dalam penyelesaian penulisan tugas akhir ini.

Akhir kata, semoga hasil dari tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa pada umumnya dan penulis pada khususnya di Universitas Kristen Indonesia. Penulis menyadari bahwa pada penulisan laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan mengharap kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan di kemudian hari.

Jakarta, 30 Januari 2026

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI	iv
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii

BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	5
1.5. Manfaat Penelitian	6
1.5.1. Untuk Peneliti	6
1.5.2. Untuk Umum.....	7
1.5.3. Untuk Industri	8
1.6. Metode Pengumpulan Data	11
1.7. Sistematika Penulisan	12

BAB II	14
LANDASAN TEORI.....	14
2.1. Pengenalan PLTGU Jawa Satu Power	14
2.1.1. Identitas Perusahaan.....	15
2.2. Pengertian Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU).....	15

2.2.1.	Siklus <i>Brayton</i> dan Siklus <i>Rankine</i>	16
2.2.2.	Skema Umum Siklus PLTGU	19
2.2.3.	Komponen Utama PLTGU.....	19
2.3.	Kelebihan dan Kekurangan PLTGU	25
2.4.	Efektivitas Kondensor	25
2.4.1.	Definisi Efektivitas Kondensor	25
2.4.2.	Faktor yang Mempengaruhi Efektivitas Kondensor	26
2.5.	Tekanan Vakum Kondensor	27
2.6.	Pengoperasian Pompa Vakum	27
2.7.	Dampak <i>Fouling</i> terhadap Efektivitas Kondensor	29
2.8.	Metode Analisis Efektivitas Kondensor.....	29
2.9.	Langkah Perhitungan	30
2.9.1.	Melakukan Studi Literatur	30
2.9.2.	Pengumpulan Data	30
2.9.3.	Melakukan Pengolahan Data.....	30
BAB III.....		39
METODOLOGI PENELITIAN		39
3.1.	Kondensor dalam Siklus PLTGU.....	39
3.1.1.	Fungsi dan Prinsip Kerja Kondensor	40
3.1.2.	Jenis-Jenis Kondensor.....	40
3.1.3.	Perpindahan Panas pada Kondensor	54
3.2.	Diagram Alur Penelitian.....	55
3.3.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	56
3.3.1.	Tempat Penelitian.....	56
3.3.2.	Waktu Penelitian	56
3.4.	Metodologi	56
3.4.1.	Studi Literatur	57
3.4.2.	Metode Interview	57
3.4.3.	Metode Observasi.....	57
3.4.4.	Metode Pengumpulan Data	58
3.5.	Data Lapangan	59

3.6.	Langkah Perhitungan	61
3.6.1.	Melakukan Studi Literatur	61
3.6.2.	Pengumpulan Data	62
3.6.3.	Melakukan Pengolahan Data.....	62
3.6.4.	Menyusun Pembahasan.....	62
3.7.	Rencana Anggaran Biaya	62
BAB IV		63
HASIL DAN PEMBAHASAN		63
4.1.	Pendahuluan	63
4.1.1.	<i>Log Mean Temperature Difference</i> (LMTD).....	63
4.1.2.	<i>Number of Transfer Unit</i> (NTU)	64
4.2.	Pengambilan Data	65
4.2.1.	Data Fouling Strainer Unit 21	65
4.2.2.	Data Kondensor Unit 21.....	66
4.2.3.	Perhitungan LMTD dan NTU	67
4.3.	Hasil dan Pembahasan.....	80
4.3.1.	Pembahasan.....	82
BAB V		90
KESIMPULAN DAN SARAN		90
5.1.	Kesimpulan	90
5.2.	Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA		92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 PLTGU Jawa Satu Power	15
Gambar 2. 2 Siklus Brayton	17
Gambar 2. 3 Siklus Rankine	18
Gambar 2. 4 Gas Turbine.....	20
Gambar 2. 5 Heat Recovery Steam Generator (HRSG)	21
Gambar 2. 6 Steam Turbine (ST).....	22
Gambar 2. 7 Inside Condensor	22
Gambar 2. 8 Feedwater Pump	24
Gambar 2. 9 Generator	24
Gambar 2. 10 Fouling pada Kondensor.....	27
Gambar 3. 1 Kondensor Permukaan.....	41
Gambar 3. 2 Horizontal Condensor	42
Gambar 3. 3 Vertical Condensor.....	43
Gambar 3. 4 Surface Condensor Single Flow	44
Gambar 3. 5 Surface Condensor Double Flow	45
Gambar 3. 6 Spray Condensor.....	48
Gambar 3. 7 Barometric Condenser	50
Gambar 3. 8 Jet Condensor.....	52
Gambar 3. 9 Diagram Alur Penelitian	55
Gambar 3. 10 Sketsa Kondensor PLTGU Jawa Satu Power	58
Gambar 3. 11 Spesifikasi Kontruksi Kondensor	60
Gambar 3. 12 Detail Spesifikasi Strainer	61

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Agenda Penelitian	56
Tabel 3. 2 Spesifikasi Tube.....	60
Tabel 3. 3 Anggaran Pembiayaan dalam Penelitian	62
Tabel 4. 1 Data Fouling Strainer Sebelum Masuk Kondensor	66
Tabel 4. 2 Data Kondensor Unit 21	67
Tabel 4. 3 Data Fase Komisioning.....	67
Tabel 4. 4 Data 6 Januari 2024	70
Tabel 4. 5 Data 4 April 2024.....	72
Tabel 4. 6 Data 19 September 2024.....	74
Tabel 4. 7 Data 14 Mei 2025	76
Tabel 4. 8 Data 5 Agustus 2025	78
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan LMTD dan NTU	80
Tabel 4. 10 Pembahasan LMTD dan NTU	82



ABSTRAK

Penelitian ini membahas analisis efektivitas kondensor pada Unit 21 Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) Jawa Satu Power dengan tujuan mengevaluasi kinerja kondensor pasca tiga tahun operasi sejak *Commercial Operation Date* (COD). Kondensor merupakan komponen penting dalam siklus *Rankine* yang berfungsi mengembunkan uap bekas turbin uap menjadi air kondensat, sehingga mempengaruhi efisiensi termal keseluruhan pembangkit. Penurunan efektivitas kondensor dapat meningkatkan *back pressure* turbin uap, menurunkan daya keluaran, dan meningkatkan konsumsi bahan bakar. Metode analisis yang digunakan adalah *Log Mean Temperature Difference* (LMTD) dan *Number of Transfer Units* (NTU) untuk menghitung nilai efektivitas pada beberapa periode pengambilan data: Desember 2023 (commissioning), Januari 2024, April 2024, September 2024, Mei 2025, dan Agustus 2025. Parameter yang diukur meliputi suhu uap keluaran turbin tekanan rendah, suhu masuk dan keluar air pendingin, laju aliran air pendingin, serta kapasitas panas jenis air. Hasil perhitungan menunjukkan efektivitas awal pada *fase commissioning* sebesar 78,90% (LMTD) dan 77,8% (NTU), meningkat pada Januari 2024 menjadi 85,30% (LMTD) dan 85,1% (NTU), sebelum mengalami penurunan bertahap hingga mencapai nilai terendah pada Agustus 2025 sebesar 52,32% (LMTD) dan 74,1% (NTU). Penurunan kinerja ini diduga disebabkan oleh fouling pada pipa kondensor, kenaikan suhu air pendingin masuk, penurunan performa sistem vakum, serta variasi laju aliran air pendingin yang tidak optimal. Kesimpulan dari penelitian ini menegaskan bahwa tren penurunan efektivitas kondensor Unit 21 memerlukan tindakan pemeliharaan lebih intensif, seperti *backwashing*, pembersihan mekanis *tube*, dan inspeksi sistem vakum secara berkala. Rekomendasi teknis juga mencakup pengendalian kualitas air pendingin untuk meminimalkan laju pembentukan *fouling* dan menjaga kestabilan operasi turbin uap serta efisiensi termal PLTGU.

Kata Kunci: Efektivitas kondensor, Unit 21 PLTGU Jawa Satu Power, *Log Mean Temperature Difference* (LMTD), *Number of Transfer Units* (NTU), *Fouling*, Pemeliharaan kondensor

ABSTRACT

This study discusses the analysis of condenser effectiveness at Unit 21 of the Jawa Satu Power Combined Cycle Power Plant (CCPP), with the objective of evaluating condenser performance after three years of operation since the Commercial Operation Date (COD). The condenser is an important component in the Rankine cycle, functioning to condense exhaust steam from the steam turbine into condensate water, thereby influencing the overall thermal efficiency of the power plant. A reduction in condenser effectiveness can increase steam turbine back pressure, reduce power output, and increase fuel consumption. The analytical methods used in this study are the Log Mean Temperature Difference (LMTD) and Number of Transfer Units (NTU) methods to calculate the effectiveness values over several data collection periods, namely December 2023 during commissioning, January 2024, April 2024, September 2024, May 2025, and August 2025. The measured parameters include low-pressure turbine exhaust steam temperature, cooling water inlet and outlet temperatures, cooling water flow rate, and the specific heat capacity of water. The calculation results show that the initial condenser effectiveness during the commissioning phase was 78.90% based on the LMTD method and 77.8% based on the NTU method. The effectiveness increased in January 2024 to 85.30% based on the LMTD method and 85.1% based on the NTU method, before gradually declining to the lowest value in August 2025, reaching 52.32% based on the LMTD method and 74.1% based on the NTU method. This performance decline is suspected to be caused by fouling in the condenser tubes, an increase in cooling water inlet temperature, degradation of vacuum system performance, and non-optimal variations in cooling water flow rate. The conclusion of this study emphasizes that the declining trend in condenser effectiveness at Unit 21 requires more intensive maintenance actions, such as backwashing, mechanical tube cleaning, and periodic inspection of the vacuum system. The technical recommendations also include cooling water quality control to minimize fouling formation rates and to maintain steam turbine operational stability as well as the thermal efficiency of the CCPP.

Keywords: Condenser effectiveness, Unit 21 Jawa Satu Power CCPP, Log Mean Temperature Difference (LMTD), Number of Transfer Units (NTU), fouling, condenser maintenance