

**ANALISIS LAJU PERPINDAHAN PANAS *CONDENSER* DENGAN METODE
LMTD SEBELUM DAN SESUDAH PEMELIHARAAN PLTGU CILEGON**



**PUTUT JAYA SWARDHAMANA
NIM : 41322120023**

MERCU BUANA

**PROGAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2024**

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS LAJU PERPINDAHAN PANAS *CONDENSER* DENGAN METODE LMTD SEBELUM DAN SESUDAH PEMELIHARAAN PLTGU CILEGON



Disusun Oleh:

Nama : Putut Jaya Swardhamana
NIM : 41322120023
Program studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JUNI 2024

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Putut Jaya Swardhamana


NIM : 41322120023

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Analisis Laju Perpindahan Panas *Condenser* Dengan Metode LMTD
Sebelum dan Sesudah Pemeliharaan PLTGU Cilegon

Telah berhasil dipertahankan pada sidang dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian pernyataan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercubuana.

Disahkan oleh :

Pembimbing : Nanang Ruhyat, Dr., MT. ()

NIDN : 0323027301

Penguji 1 : Henry Carles, ST., MT. ()

NIDN : 0301087304

Penguji 2 : Subekti, ST., MT. ()

NIDN : 0323117307

Jakarta, 25 Juni 2024

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M. T.

NIDN : 0307037202

Ketua Program Studi



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

NIDN : 005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertandatangan tangan di bawah ini

Nama : Putut Jaya Swardhamana
NIM : 41322120023
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul : Analisis Laju Perpindahan Panas *Condenser* Dengan Metode LMTD Sebelum dan Sesudah Pemeliharaan PLTGU Cilegon

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

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 25 Juni 2024



Putut Jaya Swardhamana

PENGHARGAAN

Puji Syukur kepada Tuhan yang Maha Esa Allah SWT, berkat Rahmat dan Anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “ Analisis Laju Perpindahan Panas *Condenser* Dengan Metode LMTD Sebelum dan Sesudah Pemeliharaan PLTGU Cilegon ” Sebagai syarat pemenuhan kelulusan Strata 1 Program Studi Teknik Mesin di Universitas Mercu Buana. Dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini, penulis menyadari banyak mendapatkan dukungan, bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M. Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Ibu Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana
4. Bapak Gilang Awan Yudhistira, S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana
5. Bapak Dr. Nanang Ruhyat, S.T., M.T., Dosen Pembimbing Tugas Akhir, atas kesabaran, arahan, dan motivasi yang diberikan dalam proses penulisan.
6. Bapak dan Ibu orang tua penulis, yang selalu memberikan dukungan moral, doa, dan motivasi dalam setiap langkah hidup.
7. Teman-teman kerja di lingkungan PLTGU Cilegon yang selalu memberikan dukungan dan semangat motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini.
8. Teman-teman di Universitas Mercu Buana, atas kolaborasi, dukungan, dan bantuan selama perjalanan perkuliahan. ini

9. Semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, meskipun tidak dapat disebutkan satu per satu, tetapi kontribusinya sangat berarti bagi kesuksesan penulisan ini.

Pada bagian terakhir ini, penulis ingin menegaskan kesadaran bahwa masih banyak kekurangan dalam laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis sangat menghargai kritik dan saran dari semua pihak dan pembaca. Dengan penerimaan kritik dan saran tersebut, diharapkan laporan ini dapat terus berkembang dan menjadi lebih baik di masa mendatang.



Jakarta, 25 Juni 2024

Putut Jaya Swardhamana

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Condenser merupakan alat penukar kalor yang berfungsi untuk mengubah uap menjadi air, pada bidang industry pembangkitan listrik *condenser* berfungsi mengubah uap tekanan rendah dari turbin menjadi air pengisi deaerator. Sama dengan peralatan pada umumnya peralatan *condenser* memerlukan pemeliharaan atau perawatan agar performa *condenser* tetap dalam performa yang maksimal, pemeliharaan *condenser* pada PLTGU Cilegon mengacu pada pemeliharaan rutin turbin uap bukan berdasarkan penurunan performa *condenser*, hal ini yang menyebabkan pemeliharaan yang dilakukan menjadi tidak efektif. Pemeliharaan rutin yang dilakukan pada *condenser* berupa pembersihan *water box condenser* dan *tube condenser* dari sumbatan sampah maupun kerak pada dinding *tube condenser*, kerak pada dinding *tube* mengakibatkan selisih *temperature* masuk dan keluar air pendingin *condenser* dan selisih *temperature* masuk dan keluar fluida panas dari turbin tidak terlampau jauh, dari parameter tersebut dengan metode *Log Mean Temperature Difference* (LMTD) dapat dihitung laju perpindahan panas yang terjadi pada *condenser* untuk mengetahui performa *condenser* tersebut. Nilai laju perpindahan panas *condenser* unit PLTGU Cilegon sebelum pemeliharaan pada bulan Juni 2023 sebesar 51362294,48 kcal/h dengan nilai LMTD 0,76 dan sesudah overhaul pada bulan Juli sebesar 127246219,7 kcal/h dengan nilai LMTD 1,86. Dari perhitungan yang telah dilakukan untuk pemeliharaan *condenser* unit PLTGU Cilegon direkomendasikan dilakukan saat nilai laju perpindahan panas berada di bawah 110000000 kcal/h.

Kata Kunci : *Condenser, Temperature, LMTD*

ABSTRACT

Condenser is a heat exchanger that functions to convert steam into water, in the field of power generation industry condenser functions to convert low pressure steam from turbines into deaerator filling water. Like all equipment, condensers require maintenance to ensure optimal performance, condenser maintenance at Cilegon combine cycle power plant refers to routine maintenance of steam turbines not based on a decrease in condenser performance, this causes the maintenance carried out to be ineffective. Routine maintenance carried out on the condenser in the form of cleaning the condenser water box and condenser tube from garbage and crust on the condenser tube wall, crust on the tube wall causes the difference in temperature in and out of the condenser cooling water and the difference in temperature in and out of the hot fluid from the turbine is not too far away, from these parameters with the Log Mean Temperature Difference (LMTD) method, the heat transfer rate that occurs in the condenser can be calculated to determine the condenser's performance. The heat transfer rate value of the condenser Cilegon combine cycle power plant before maintenance in June 2023 was 51362294.48 kcal/h with an LMTD value of 0.76 and after overhaul in July was 127246219.7 kcal/h with an LMTD value of 1.86. From the calculations that have been carried out for the maintenance of the condenser in Cilegon combine cycle power plant condenser, it is recommended that it be carried out when the heat transfer rate value is below 110000000 kcal/h.

Keywords : Condenser, Temperature, LMTD

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR SIMBOL	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN	2
1.4 MANFAAT PENELITIAN	3
1.5 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.6 HIPOTESIS PENELITIAN	3
1.7 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2 PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS DAN UAP (PLTGU)	12
2.3 PENGERTIAN PEMELIHARAAN	13
2.3.1 Jenis-jenis Pemeliharaan	23
2.4 ALAT PENUKAR KALOR <i>SHELL & TUBE</i>	14
2.5 <i>CONDENSER</i>	15
2.4.1 Komponen <i>Condenser</i>	21
2.4.2 Cara Kerja <i>Condenser</i>	22
2.4.3 Pemeliharaan <i>Condenser</i>	23

2.6	<i>FOULING</i>	25
2.7	PERFORMA ALAT PENUKAT KALOR <i>SHELL & TUBE</i>	25
2.6.1	Metode <i>Log Mean Temperature Difference</i> (LMTD)	27
2.6.2	Koefisien Perpindahan Panas Keseluruhan (U)	28
2.6.3	Luas Permukaan Perpindahan Panas	29
BAB III METODOLOGI		30
3.1.	DIAGRAM ALIR	30
3.2.	ALAT DAN BAHAN	33
3.2.1.	Alat	33
3.2.2.	Bahan	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		36
4.1	Perhitungan Koefisien Perpindahan Panas Keseluruhan	36
4.2	Perhitungan Luas Permukaan Perpindahan Panas	38
4.3	Perhitungan LMTD <i>Condenser</i>	39
4.3.1	Perhitungan LMTD <i>Condenser</i> Sebelum Pemeliharaan	39
4.3.2	Perhitungan LMTD <i>Condenser</i> Sesudah Pemeliharaan	40
4.4	Perhitungan Laju Perpindahan Panas <i>Condensor</i>	40
4.4.1	Perhitungan Laju Perpindahan Panas <i>Condenser</i> Sebelum Pemeliharaan	40
4.4.2	Perhitungan Laju Perpindahan Panas <i>Condenser</i> Sebelum Pemeliharaan	40
4.5	Pembahasan Perhitungan	41
BAB V PENUTUP		48
5.1	KESIMPULAN	48
5.2	SARAN	49
DAFTAR PUSTAKA		50
LAMPIRAN		52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram PLTGU	22
Gambar 2. 2 Jenis-jenis Pemeliharaan	23
Gambar 2. 3 Alat Penukar Kalor <i>shell & Tube</i>	25
Gambar 2. 4 <i>Horizontal condenser</i>	26
Gambar 2. 5 <i>Vertical condenser</i>	27
Gambar 2. 6 <i>Condenser single flow</i>	27
Gambar 2. 7 <i>Condenser double flow</i>	28
Gambar 2. 8 <i>Spray condenser</i>	29
Gambar 2. 9 <i>Barometric condenser</i>	30
Gambar 2. 10 <i>Jet condenser</i>	30
Gambar 2. 11 <i>Condenser Unit PLTGU Cilegon</i>	33
Gambar 2. 12 <i>Fouling pada condenser</i>	35
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian	41
Gambar 3. 2 Laptop	43
Gambar 3. 3 Rekap harian <i>log sheet</i> (24 jam)	44
Gambar 4. 1 Pembersihan <i>water box</i> dan <i>tube condenser</i>	52
Gambar 4. 2 Kondisi <i>water box</i> dan <i>tube condenser</i> setelah pemeliharaan	53
Gambar 4. 3 Grafik Nilai LMTD sebelum dan sesudah pemeliharaan	54
Gambar 4. 4 Grafik Nilai laju perpindahan panas sebelum dan sesudah pemeliharaan	55
Gambar 4. 5 Trending laju perpindahan panas pada beban 70 MW	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu	15
Tabel 3. 1 Spesifikasi <i>condenser</i>	45
Tabel 4. 1 Spesifikasi <i>tube condenser</i>	48
Tabel 4. 2 Parameter <i>condenser</i>	49
Tabel 4. 3 Data aktual sebelum pemeliharaan	49
Tabel 4. 4 Data aktual sesudah pemeliharaan	49
Tabel 4. 5 Perhitungan LMTD dan laju perpindahan panas sebelum pemeliharaan	51
Tabel 4. 6 Perhitungan LMTD dan laju perpindahan panas sesudah pemeliharaan	51
Tabel 4. 7 Parameter rata-rata TCout dan THout	53



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
Q_h	laju pelepasan energi aliran fluida panas
m_h	Laju aliran massa fluida panas
c_{ph}	Konstanta panas fluida panas
T_{hi}	Temperature aliran fluida panas masuk
T_{ho}	Temperature aliran fluida panas keluar
Q_c	laju pelepasan energi aliran fluida panas
C_{pc}	Konstanta panas fluida dingin
m_c	Laju aliran massa fluida dingin
T_{ci}	Temperature aliran dingin panas masuk
T_{co}	Temperature aliran dingin panas keluar
Q	Laju perpindahan panas
U	Koefisien perpindahan panas keseluruhan
A	Luas total bidang permukaan perpindahan panas
LMTD	Perbedaan temperature rata-rata menyeluruh
T_{hout}	<i>Temperature</i> fluida panas keluar <i>condenser</i>
T_{cin}	<i>Temperature</i> fluida dingin masuk <i>condenser</i>
T_{cout}	<i>Temperature</i> fluida dingin keluar <i>condenser</i>
\ln	Logaritma natural
U_1	<i>Uncorrected heat transfer coefficients</i>
F_w	<i>Inlet water temperature correction factor</i>
F_m	<i>Tube material and gauge correction factor</i>
F_c	<i>Cleanliness factor</i>
A_{act}	Luas permukaan perpindahan panas aktual
π	perbandingan keliling lingkaran dengan diameter
d_o	Diameter luar <i>tube condenser</i>
N	Jumlah <i>tube condenser</i>
L	Panjang efektif <i>tube condenser</i>

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
PLTGU	Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap
LMTD	<i>Log Mean Temperature Difference</i>
GT	<i>Gas Turbine</i>
MW	<i>Mega Watt</i>
SJAE	<i>Steam Jet Air Ejector</i>
HRSG	<i>Heat Recovery Steam Generator</i>
CCR	<i>Central Control Room</i>
CWP	<i>Circulating Water Pump</i>
HEI	<i>Heat Exchange Institute</i>

