

TUGAS AKHIR

**ANALISIS *MAIN CONDENSER* PADA
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI**



Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata I
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh:

AHMAD NUR CAHYO DWI SAPUTRO

D 200 160 232

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2021

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul:

Analisis *Main* Condenser Pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi

Yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tugas akhir yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 06 Januari 2021

Yang menyatakan



Ahmad Nur Cahyo Dwi Saputro

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul "**Analisis Main Condenser Pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi**", telah disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir untuk dipertahankan di depan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : AHMAD NUR CAHYO DWI SAPUTRO

NIM : D 200 160 232

Disetujui pada

Hari : Rabu

Tanggal : 6 Januari 2021

Pembimbing

Tugas Akhir



Ir. Tri Tjahjono, M.T

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir berjudul "ANALISIS MAIN CONDENSER PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI", telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat Sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : AHMAD NUR CAHYO DWI SAPUTRO

NIM : D 200 160 232

Disahkan pada,

Hari/tanggal : Rabu, 6 Januari 2021

Tim Penguji :

Ketua : Ir. Subroto, M.T

()

Sekretaris : Kholqillah Ardhian Ilman, S.T., M.Eng. ()

Anggota : Ir. Sunardi Wiyono, M.T.

()

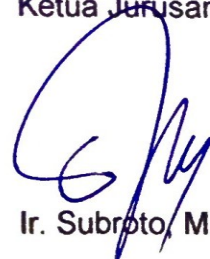
Dekan

Ketua Jurusan



15022021

Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., IPM

()

Ir. Subroto, M.T



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jl. A.Yani, Pabelan, Kartasura, Tromol Pos I Telp. (0271) 717417 ext 222

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta Nomor 029/II/2020 tanggal 20 Februari 2020 tentang Pembimbing Tugas Akhir dengan ini :

Nama : Ir. Tri Tjahjono, M.T

Pangkat/Jabatan : Lektor Kepala

Kedudukan : Pembimbing

Memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Ahmad Nur Cahyo Dwi Saputro

Nomor Induk : D 200 160 232

Jurusan/Semester : Teknik Mesin / 9

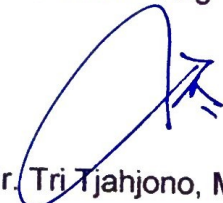
Judul/Topik : Analisis *Main Condenser* Pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi.

Rincian Soal/Tugas : Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi nilai efektivitas *Main Condenser* pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi.

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 1 April 2020

Pembimbing


Ir. Tri Tjahjono, M.T

Keterangan:

Dibuat rangkap 3 (tiga)

1. Untuk Kajur (Koordinator TA)
2. Untuk Pembimbing Tugas Akhir
3. Untuk Mahasiswa

HALAMAN MOTTO

“Barangsiapa menempuh jalan untuk mendapatkan ilmu, Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga”

(HR. Musilm.)

“Wa man yatawakkal ‘alallaaha fahuwa hasbuh, inallaaha baalighu amrih..”

“Barangsiapa bertawakkal pada Allah, maka Allah akan memberikan kecukupan padanya, sesungguhnya Allah lah yang akan melaksanakan urusan (yang dikehendaki)-Nya.”

(QS. Ath-Thalaq: 3).

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah Segala puji bagi Allah SWT, kita memuji-Nya, dan meminta pertolongan, pengampunan serta petunjuk kepada-Nya. Kita berlindung kepada Allah dari kejahatan diri kita dan keburukan amal kita. Barang siapa mendapat dari petunjuk Allah, maka tidak akan ada yang menyesatkannya dan barang siapa yang sesat maka tidak ada pemberi petunjuk baginya. Aku bersaksi bahwa tidak ada Tuhan selain Allah dan bahwa Muhammad adalah hamba dan Rasul-Nya. Semoga doa, shalawat tercurah pada junjungan dan suri tauladan kita Nabi Muhammad SAW, Keluarganya, dan Sahabat serta siapa saja yang mendapat petunjuk hingga hari kiamat. Aamiin.

Persembahan tugas akhir ini dan rasa terima kasih saya ucapkan untuk :

1. Keluargaku tercinta, kedua orang tuaku serta kakakku yang telah memberikan kasih sayang, do.a, dukungan serta motivasi baik secara moril maupun, materil untuk selalu terikat dengan hukum syara” dan menjadi orang yang bahagia di dunia maupun di akhirat
2. Dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberi pengajaran kepada kami agar selalu disiplin dalam melakukan segala hal.
3. Teman-temanku Teknik Mesin angkatan 2016 yang senantiasa selalu membantu dan memberikan semangat dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Almamaterku tercinta Universitas Muhammadiyah Surakarta.

ANALISIS MAIN CONDENSER PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI

Abstraks

Kondensor adalah suatu alat pengembun uap dari turbin dengan kondisi tekanan vacuum. 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). Kondensor di PT. Indonesia Power Kamojang POMU menggunakan kondensor tipe direct contact. Uap keluaran turbin masuk ke dalam kondensor untuk proses kondensasi. Kinerja kondensor diketahui dari perhitungan efektivitas kondensor dengan parameter laju massa dan temperatur air pendingin. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh tekanan uap masuk kondensor dan perubahan temperatur air pendingin. Dengan begitu dapat diketahui bagaimana efektivitas dari kondensor, apakah sudah berjalan dengan baik atau belum. Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa efektivitas kondensor saat ini masih beroperasi dengan baik dengan nilai efektivitas tertinggi sebesar 87,5%.

Kata kunci : kondensor uap, efektivitas, tekanan vacuum, direct contact

ANALYSIS OF MAIN CONDENSER IN GEOTHERMAL POWER PLANT

Abstract

The condenser is a means of condensing steam from a turbine under vacuum pressure conditions. The used steam from the turbine enters from the top side of the condenser, then undergoes a condensation process in which a phase change occurs from water vapor to water (condensate water). Condenser at PT. Indonesia Power Kamojang POMU uses a direct contact type condenser. The turbine output steam enters the condenser for the condensation process. Condenser performance is known from the calculation of the effectiveness of the condenser with the mass rate and cooling water temperature parameters. This study aims to analyze the effect of steam pressure entering the condenser and changes in cooling water temperature. That way it can be seen how the effectiveness of the condenser, whether it is running well or not. From the calculation results, it is found that the current condenser effectiveness is still operating well with the highest effectiveness value of 87.5%.

Key word : *steam condenser, effectiveness, vacuum pressure, direct contact*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat-Nya sehingga penyusunan laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Tugas akhir berjudul “Analisis *Main Condenser* Pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi” dapat diselesaikan dengan baik atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Ir. Subroto, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Ir. Tri Tjahjono M.T. selaku Pembimbing Tugas Akhir.
4. Ayah dan Ibu yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada penulis.
6. keluarga yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada penulis.
5. Semua pihak yang telah membantu, semoga Allah membalas kebaikanmu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, 06 Januari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR.....	v
LEMBAR MOTTO.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAKS	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR SIMBOL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Alat Penukar Kalor.....	5
2.3 Pengetahuan Perihal kondensor	7
2.3.1 Kondensor	7
2.3.2 Jenis - Jenis Kondensor	8
2.3.3 Prinsip Kerja Kondensor	20
2.3.4 Air Pendingin Kondensor	29

2.3.5 Penyebab Penurunan Kinerja Kondensor	29
2.4 Proses Perpindahan Kalor	24
2.4.1 Perpindahan Kalor Secara Konduksi.....	24
2.4.2 Perpindahan Kalor Secara Konveksi	25
2.5 Termodinamika	27
2.5.1 Pengertian Dasar Mengenai Termodinamika	28
2.5.2 Panas / Kalor (Q)	29
2.5.3 Panas Jenis (<i>Spesifik Heat</i>).....	29
2.6 Keseimbangan Kalor	30
2.7 Tahapan Untuk Menentukan Efektivitas(ϵ) kondensor.....	30
2.7.1 Menentukan Nilai T_{hf}	31
2.7.2 Menentukan Nilai Q_h	31
2.7.3 Menentukan Nilai $\dot{m}_c$	31
2.7.4 Menentukan Nilai C_c dan C_h	32
2.7.5 Menentukan Nilai Q_{max}	32
2.7.6 Menentukan Nilai Efektivitas	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1 Metode Penelitian	33
3.2 Tempat dan waktu	35
3.3 Alat dan Bahan	35
3.4 Metode Pengumpulan Data	36
BAB IV PERHITUNGAN KONDENSOR	38
4.1 Analisis Kondensor.....	39
4.1.1 Laju perpindahan fluida panas (Q_h).....	39
4.1.2 Laju perpindahan fluida dingin (Q_c).....	40
4.1.3 Kapasitas panas fluida panas (C_h).....	42
4.1.4 Kapasitas panas fluida dingin (C_c).....	42
4.1.5 Laju perpindahan panas maksimum (Q_{max}).....	43
4.1.6 Efektivitas kondensor (ϵ).....	44

4.2. Analisa Data & Pembahasan	46
4.2.1 Pengaruh Tekanan Vakum terhadap Efektivitas <i>Main Condenser</i>	47
4.2.2 Pengaruh Perbedaan Temperatur Air Pendingin Terhadap Efektivitas <i>Main Condenser</i>	48
BAB V PENUTUP.....	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran.....	49
Daftar Pustaka	
Lampiran	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Concentric tube heat exchanger (a) Parallel flow (b) Counter flow.....	6
Gambar 2.2 Pesawat penukar kalor tipe aliran silang. (a) kedua fluida tidak bercampur dengan fin. (b) satu fluida bercampur dan satunya tidak bercampur tanpa fin.....	6
Gambar 2.3 Pesawat penukar kalor Tipe Shell and Tube dengan satu shell dan 1 laluan tube.....	7
Gambar 2.4 Cara Kerja Kondensor	8
Gambar 2.5 Air Cooled Condenser	9
Gambar 2.6 Shell and Tube Condenser.....	10
Gambar 2.7 Shell and Coil Condenser	12
Gambar 2.8 Tube and Tubes Condenser.....	13
Gambar 2.9 evaporatif Condenser	14
Gambar 2.10 Surface Condenser	16
Gambar 2.11 Horizontal Condenser	17
Gambar 2.12 Kondensor Vertikal.....	18
Gambar 2.13 Spray Kondensor	19
Gambar 2.14 Barometric dan Jet Kondensor.....	20
Gambar 2.15 Konduksi pada bidang datar.....	25
Gambar 2.16 Pengembangan Lapisan Batas Dalam Perpindahan Panas Konveksi.....	26
Gambar 2.17 Skema Kalor (Q) Masuk dan Kalor (Q) Keluar Pada Sebuah Sistem.....	29
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	34
Gambar 3.2 Kondensor	36

Gambar 4.1 Skema Kondensor	39
Gambar 4.2 Pengaruh Tekanan Vakum terhadap Efektivitas <i>Main</i> <i>Condenser</i>	47
Gambar 4.3 Pengaruh Perbedaan Temperatur Air pendingin Terhadap Efektivitas <i>Main Condenser</i>	48

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Kondensor	36
Tabel 4.1 Data Teknis Pada <i>Control Room</i>	38
Tabel 4.2 Tabel Steam Property dari temperatur Film Fluida Panas.....	39
Tabel 4.3 Tabel Water Property dari temperatur Film Fluida Dingin	41
Tabel 4.4 Data Hasil Perhitungan	45

DAFTAR SIMBOL

Huruf Roman	Keterangan	Satuan
C_c	Kapasitas panas fluida dingin	(kJ/s K)
C_h	Kapasitas panas fluida panas	(kJ/s K)
C_{min}	Kapasitas panas minimum	(kJ/s K)
C_{pc}	Panas Spesifik uap	(kJ/kg K)
C_{ph}	Panas Spesifik air	(kJ/kg K)
$\dot{m}_c$	Laju aliran air masuk kondensor	(kg/s)
$\dot{m}_h$	Laju aliran uap masuk kondensor	(kg/s)
P	Tekanan	(bar)
Q_c	Laju perpidahan fluida dingin	(kW)
Q_h	Laju perpidahan fluida panas	(kW)
Q_{max}	Laju perpidahan panas maksimum	(kW)
T_{ci}	Temperatur air masuk kondensor	(°C)
T_{co}	Temperatur air keluar kondensor	(°C)
T_{hi}	Temperatur uap masuk kondensor	(°C)
T_{ho}	Temperatur uap keluar kondensor	(°C)
T_{cf}	Temperatur film fluida dingin	(°C)
T_{hf}	Temperatur film fluida panas	(°C)
°C	Celcius	(°C)
°K	Kelvin	(K)
ϵ	Efektivitas kondensor	(%)