

SKRIPSI

**EVALUASI DISTRIBUSI SUHU PADA *HEAT EXCHANGER* TIPE *SHELL AND TUBE*
DENGAN ANALISIS NUMERIK (STUDI KASUS
PADA PT. PAITON OPERATION AND
MAINTENANCE INDONESIA)**



oleh :

Muhammad Iqbal Habibullah
21036010073

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK & SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAWA
TIMUR
2026**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

"EVALUASI DISTRIBUSI SUHU PADA *HEAT EXCHANGER* TIPE *SHELL AND TUBE* DENGAN ANALISIS NUMERIK (STUDI KASUS PADA PT. PAITON OPERATION AND MAINTENANCE INDONESIA)"

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Studi Strata Satu dan Memperoleh Gelar Sarjana di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Oleh :

Nama : Muhammad Iqbal Habibullah
NPM : 21036010073
Konsentrasi : Konversi Energi

Telah diuji dalam Ujian Komprehensif Skripsi
Pada Hari Kamis, 22 Januari 2026

Telah disahkan oleh:

Dosen Penguji 1

Dosen Pembimbing


Willandi Saputro, S.T., M. Eng
NIP. 199407262024061002


Ahmad Khairul Faizin, S.T., M.Sc.
NIP. 199301202024061001

Dosen Penguji 2

Koordinator Program Studi
Teknik Mesin


Tria Puspa Sari, S.T., M.S.
NIP. 199403112025062005


Dr. T. Ir. Luluk Edahwati, MT.
NIP. 19640611 199203 2 001

Dekan Fakultas Teknik & Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Iqbal Habibullah
NPM : 21036010073
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Fakultas Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun dan juga untuk dipergunakan sebagaimana semestinya

Surabaya, 5 Februari 2026

Yang membuat pernyataan



Muhammad Iqbal Habibullah

NPM. 21036010073



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jalan Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya 60294 Telp. 031-8782179
Email: teknikmesin@upnjatim.ac.id , Laman : http://tekmesin.upnjatim.ac.id/

KETERANGAN BEBAS REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Muhammad Iqbal Habibullah
NPM : 21036010073
Program Studi : Teknik Mesin
Tanggal Sidang Seminar Hasil : 22 Januari 2026

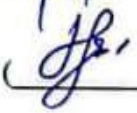
Telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi~~ *) ~~PRA RENCANA (DESAIN) / SEMINAR PROPOSAL /~~
~~SKRIPSI~~ /TUGAS AKHIR Ujian Lisan Periode IV, TA . 2025/2026.

Dengan judul : EVALUASI DISTRIBUSI SUHU PADA HEAT EXCHANGER TIPE SHELL AND TUBE
DENGAN ANALISIS NUMERIK (STUDI KASUS PADA PT. PAITON OPERATION AND
MAINTENANCE INDONESIA)

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi:

1. Wiliandi Saputro, S.T., M. Eng
2. Tria Puspa Sari, S.T., M.S.

30/1/2026



Surabaya, Januari 2026

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Ahmad Khairul Faizin, S.T., M.Sc.

NIP. 19930120 202406 1 001

Catatan: *) coret yang tidak perlu

ABSTRAK

Sebagai upaya untuk mendukung kegiatan overhauling dan mencegah penurunan kinerja termal yang dapat berdampak pada keandalan system maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi distribusi suhu pada *heat exchanger* tipe *shell and tube* di PT. Paiton Operation And Maintenance Indonesia melalui pendekatan analisis numerik. Rumusan masalah utama dalam penelitian ini berfokus pada bagaimana cara mengevaluasi distribusi suhu di dalam perangkat tersebut berdasarkan hasil simulasi numerik. Metode penelitian dilakukan menggunakan perangkat lunak ANSYS Fluent untuk simulasi numerik dan ANSYS SpaceClaim untuk pembuatan model geometri 3D, dengan variabel yang dianalisis meliputi distribusi suhu, *Number of Transfer Units* (NTU). Hasil penelitian menunjukkan bahwa simulasi mencapai kondisi stabil pada pengujian independensi grid dengan jumlah 2,17 juta elemen. Data numerik mengungkapkan adanya fluktuasi suhu transien yang signifikan, dengan suhu tertinggi mencapai 621,362 K pada pukul 01.00 dan suhu terendah 492,892 K pada pukul 05.00. Pembahasan menunjukkan bahwa kinerja termal sangat bergantung pada panas sensibel, yang mengakibatkan variabilitas efisiensi ekstrem antara beban puncak dan titik terendah operasional. Kesimpulannya, analisis *Computational Fluid Dynamics* (CFD) terbukti efektif dalam memvisualisasikan distribusi suhu secara mendetail serta mampu mengidentifikasi zona dengan perpindahan panas rendah. Pendekatan efektivitas-NTU dalam studi ini memberikan dasar evaluasi kinerja yang komprehensif guna optimasi operasional sistem penukar panas di masa depan.

Kata Kunci: Analisis Numerik, ANSYS, CFD, Distribusi Suhu, Efisiensi Termal, *Heat Exchanger*, NTU, *Shell and Tube*.

ABSTRACT

As an effort to support overhauling activities and prevent degradation in thermal performance that may affect system reliability, this study aims to evaluate the temperature distribution of a shell-and-tube heat exchanger at PT Paiton Operation and Maintenance Indonesia using a numerical analysis approach. The main research problem focuses on how to evaluate the temperature distribution within the equipment based on numerical simulation results. The research methodology employs ANSYS Fluent for numerical simulations and ANSYS SpaceClaim for 3D geometric modeling, with the analyzed variables including temperature distribution and the Number of Transfer Units (NTU). The results indicate that the simulation reached steady-state conditions during the grid independence test with a total of 2.17 million elements. Numerical data reveal significant transient temperature fluctuations, with the highest temperature reaching 621.362 K at 01:00 and the lowest temperature recorded at 492.892 K at 05:00. The discussion shows that thermal performance is highly dependent on sensible heat, resulting in extreme efficiency variability between peak load conditions and the lowest operational points. In conclusion, Computational Fluid Dynamics (CFD) analysis is proven to be effective in visualizing detailed temperature distributions and identifying zones with low heat transfer. The effectiveness–NTU approach applied in this study provides a comprehensive performance evaluation framework for future optimization of heat exchanger system operations.

Keywords: Numerical Analysis, ANSYS, CFD, Temperature Distribution, Thermal Efficiency, Heat Exchanger, NTU, Shell and Tube.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya hanturkan kepada Allah Subhanawata'ala atas segala berkah dan karunianya penulis dapat menyelesaikan proposal Skripsi "*Evaluasi Distribusi Suhu Pada Heat Exchanger Tipe Shell And Tube Dengan Analisis Numerik (Studi Kasus Pada PT. Paiton Operation And Maintenance)*" Saya sadari bahwa dalam menyelesaikan alporan magang ini banyak pihak yang telah membantu memberi bimbingan, arahan, dan do'a yang akan selalu saya kenang dan syukuri. Oleh karena itu, saya ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. **Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP.** selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
2. **Ibu Dr. Ir. Luluk Edahwati, MT.** selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
3. **Bapak Ahmad Khairul Faizin, S.T., M.Sc** selaku dosen pembimbing proposal skripsi yang telah meluangkan waktunya dalam membimbing saya dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
4. **Bapak Wiliandi Saputro, S.T., M. Eng.** selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukkan kepada penulis
5. **Ibu Tria Puspa Sari, S.T., M.S.** selaku dosen penguji dan dosen wali yang tanpa henti memberikan masukan motivasi untuk penyusunan usulan penelitian hingga skripsi.
6. **Bapak A. Hafid dan ibu Siti Sufairoh** selaku Kedua orang tua yang senantiasa memberikan doa, perhatian, dan motivasi tiada henti.
7. **Teman – teman seluruh angkatan Program Studi Teknik Mesin** yang telah memberikan semangat, dukungan serta mau diajak bertukar informasi, tentunya juga saling mendoakan.penulis dalam penyusunan proposal skripsi ini.
8. **Seluruh Dosen Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains UPNVJT** yang telah mencetak sarjana-sarjana yang berkualitas.
9. Kakak saya **Muhammad Habib Firmal Al-Farizi** yang telah memberikan dukungan, semangat dan doa kepada penulis agar terus memiliki tekad dan semangat untuk menuntaskan proses perkuliahan.

Saya menyadari bahwa dalam penulisan proposal skripsi ini masih banyak terdapat

kekurangan, untuk itu saya mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dalam penyemournaan penulisan laporan akhir magang ini. Akhirnya, dengan mengharap ridho dari Allah Subhanawata'ala, semoga laporan magang ini bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Surabaya, 5 Mei 2025

Muhammad Iqbal Habibullah
NPM. 21036010073

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	ii
LEMBAR BEBAS REVISI.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.5.1 Manfaat Praktatis	3
1.5.2 Manfaat Teoritis	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Uap.....	6
2.3 Siklus Rankine pada Turbin Uap PLTU.....	7
2.3.1 Siklus Rankine Ideal	7
2.3.2 Siklus Rankine Aktual PLTU	8
2.4 Kondensor <i>Tipe Shell and Tube</i>	9
2.5 Prinsip Kerja Kondensor <i>Tipe Shell and Tube</i>	10

2.6	Komponen Kondensor <i>Type Shell and Tube</i>	10
2.7	Aplikasi Kondensor <i>Type Shell and Tube</i> dalam Industri	12
2.8	Mekanisme Perpindahan Panas	13
2.9	Tahanan Kontak	16
2.10	Analisis <i>heat exchanger</i>	17
2.10.1	ϵ - NTU Method.....	17
2.10	<i>Computational Fluid Dynamics</i> (CFD)	17
2.12	Tipe Aliran dalam Heat Exchanger	18
2.13	<i>Grid Independent Test</i>	19
2.14	Hipotesis	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		21
3.1	Lokasi pengambilan data	21
3.2	<i>Flow Chart</i>	22
3.4	Variabel Penelitian	24
3.4.1	Variabel bebas	24
3.4.2	Variabel Terikat	24
3.4.3	Variabel Tetap	25
3.5	Pengolahan Data Input dengan <i>Similarity and Symmetry Method</i>	25
3.6	Persiapan Model Geometri	26
3.7	Pembuatan Mesh.....	27
3.8	Kondisi Batas.....	28
3.9	Software Simulasi	28
3.10	Prosedur Simulasi	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		30
4.1	<i>Grid Independent Test</i>	30
4.2	Komparasi Hasil Simulasi	31
4.3	Analisa Pola Distribusi Temperature Berdasarkan Kontur	33

4.3.1 Analisa Pola Distribusi Temperatur Berdasarkan Kontur pada <i>Cold Steam</i> ..	33
4.3.1.1 Pola Distribusi Temperatur <i>Cold Steam</i> Pada Pukul 01.00.....	34
4.3.1.2 Pola Distribusi Temperatur <i>Cold Steam</i> Pada Pukul 02.00.....	35
4.3.1.3 Pola Distribusi Temperatur <i>Cold Steam</i> Pada Pukul 03.00.....	36
4.3.1.4 Pola Distribusi Temperatur <i>Cold Steam</i> Pada Pukul 04.00.....	37
4.3.1.5 Pola Distribusi Temperatur <i>Cold Steam</i> Pada Pukul 05.00.....	38
4.3.1.6 Pola Distribusi Temperatur <i>Cold Steam</i> Pada Pukul 06.00.....	39
4.3.1.7 Pola Distribusi Temperatur Horizontal <i>Cold Steam</i> Pada Pukul 01.00 Hingga Pukul 06.00	40
4.3.1.8 Pola Distribusi Temperatur Vertikal <i>Cold Steam</i> Pada Pukul 01.00 Hingga Pukul 06.00	41
4.3.2 Analisa Pola Distribusi Temperatur Berdasarkan Kontur pada <i>Hot Steam</i> ...	42
4.3.2.1 Pola Distribusi Temperatur <i>Hot Steam</i> Pada Pukul 01.00	43
4.3.2.2 Pola Distribusi Temperatur <i>Hot Steam</i> Pada Pukul 02.00	44
4.3.2.3 Pola Distribusi Temperatur <i>Hot Steam</i> Pada Pukul 03.00	45
4.3.2.4 Pola Distribusi Temperatur <i>Hot Steam</i> Pada Pukul 04.00	46
4.3.2.5 Pola Distribusi Temperatur <i>Hot Steam</i> Pada Pukul 05.00	47
4.3.2.6 Pola Distribusi Temperatur <i>Hot Steam</i> Pada Pukul 06.00	48
4.3.2.7 Pola Distribusi Temperatur Horizontal <i>Hot Steam</i> Pada Pukul 01.00 Hingga Pukul 06.00	49
4.3.2.8 Pola Distribusi Temperatur Vertikal <i>Hot Steam</i> Pada Pukul 01.00 Hingga Pukul 06.00	50
4.3.3 Analisa Pola Distribusi Temperatur Berdasarkan Kontur pada <i>All Domain Horizontal Plane</i>	51
4.4 Evaluasi Kinerja Termal Menggunakan Metode Efektivitas-NTU (ϵ - NTU) ..	54
4.4.1 Evaluasi Kinerja Termal Efektivitas-NTU (ϵ - NTU) Pada Data Pukul 01.00 Hingga 06.00.....	56
4.4.2 Evaluasi Kinerja Termal Efektivitas-NTU (ϵ - NTU) Pada Data <i>All Domain Horizontal & Vertical Plane</i> Pukul 01.00 Hingga 06.00	57

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Siklus Pembangkit Tenaga Uap	6
Gambar 2. 2 blok diagram siklus rankine ideal	7
Gambar 2. 3 Prinsip kerja kondensor tipe shell and tube	10
Gambar 3. 1 Siklus PLTU	21
Gambar 3. 2 Diagram alir penelitian	23
Gambar 4. 1 Grafik <i>Grid Independent Test</i>	30
Gambar 4. 2 Kontur Pada <i>Cold Steam</i> Berdasarkan Data Pukul 01.00	34
Gambar 4. 3 Kontur Pada <i>Cold Steam</i> Berdasarkan Data Pukul 02.00	35
Gambar 4. 4 Kontur Pada <i>Cold Steam</i> Berdasarkan Data Pukul 03.00	36
Gambar 4. 5 Kontur Pada <i>Cold Steam</i> Berdasarkan Data Pukul 04.00	37
Gambar 4. 6 Kontur Pada <i>Cold Steam</i> Berdasarkan Data Pukul 05.00	38
Gambar 4. 7 Kontur Pada <i>Cold Steam</i> Berdasarkan Data Pukul 06.00	39
Gambar 4. 8 Kontur Pada horizontal <i>Cold Steam</i> Berdasarkan Data Pukul 01.00 sampai dengan pukul 06.00	40
Gambar 4. 9 Kontur Pada <i>Vertikal Cold Steam</i> Berdasarkan Data Pukul 01.00 sampai dengan pukul 06.00	41
Gambar 4. 10 Kontur Pada <i>Hot Steam</i> Berdasarkan Data Pukul 01.00	43
Gambar 4. 11 Kontur Pada <i>Hot Steam</i> Berdasarkan Data Pukul 02.00	44
Gambar 4. 12 Kontur Pada <i>Hot Steam</i> Berdasarkan Data Pukul 03.00	45
Gambar 4. 13 Kontur Pada <i>Hot Steam</i> Berdasarkan Data Pukul 04.00	46
Gambar 4. 14 Kontur Pada <i>Hot Steam</i> Berdasarkan Data Pukul 05.00	47
Gambar 4. 15 Kontur Pada <i>Hot Steam</i> Berdasarkan Data Pukul 06.00	48
Gambar 4. 16 Kontur Pada horizontal <i>Hot Steam</i> Berdasarkan Data Pukul 01.00 sampai dengan pukul 06.00	49
Gambar 4. 17 Kontur Pada <i>Vertikal Hot Steam</i> Berdasarkan Data Pukul 01.00 sampai dengan pukul 06.00	50
Gambar 4. 18 Kontur Pada <i>Horizontal All Domain Steam</i> Berdasarkan Data Pukul 01.00 sampai dengan pukul 06.00	51
Gambar 4. 19 Kontur Pada <i>Vertical All Domain Steam</i> Berdasarkan Data Pukul 01.00 sampai dengan pukul 06.00	52
Gambar 4. 20 Grafik NTU terhadap <i>Effectiveness</i> pada data pukul 01.00 hingga 06.00	56

Gambar 4. 21 Grafik NTU terhadap Effectiveness pada data all domain horizontal plane pukul 01.00 hingga 06.00	57
Gambar 4. 22 Grafik NTU terhadap Effectiveness pada data all domain Vertical plane pukul 01.00 hingga 06.00	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu	5
Tabel 3. 1 Data variabel inlet dari PT. POMI	24
Tabel 3. 2 Similaritas Cold Pressure Inlet	25
Tabel 3. 3 Similaritas Hot Pressure Inlet	26
Tabel 3. 4 DI dimensi Heat Exchanger Tipe Shell and Tube After Scale	26
Tabel 3. 5 Material Konstruksi Heat Exchanger tipe Shell and Tube.....	27

DAFTAR LAMPIRAN

lampiran 1. Nilai NTU pada plane 1 - 5 pada jam 1 hingga jam 6.....	65
lampiran 2. Nilai NTU pada <i>all domain Horizontal Plane</i>	65
lampiran 3. Nilai NTU pada <i>all domain verikal Plane</i>	65
lampiran 4. Data hasil simulasi plane 1-5 pada pukul 01.00 hingga pukul 06.00.....	67
lampiran 5. Data hasil simulasi pada <i>all domain horizontal dan vertikal plane</i> berdasarkan ata pukul 01.00 hingga pukul 06.00	68
lampiran 6. Dokumentasi hasil proses meshing pada ansys mechanical menggunakan ukuran mesh 20.....	69