



**ANALISIS KINERJA *HEAT EXCHANGER SHELL
AND TUBE* MODEL *WATER COOLER TYPE OR-60*
DENGAN METODE LMTD DAN NTU**

SKRIPSI

ABDUL RAHMAN

2010311022

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PRODI S1 TEKNIK MESIN

2025



ANALISIS KINERJA *HEAT EXCHANGER SHELL AND TUBE* MODEL *WATER COOLER TYPE OR-60* DENGAN METODE LMTD DAN NTU

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

ABDUL RAHMAN

2010311022

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PRODI S1 TEKNIK MESIN

2025

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Abdul Rahman

NIM : 2010311022

Program Studi : Teknik Mesin

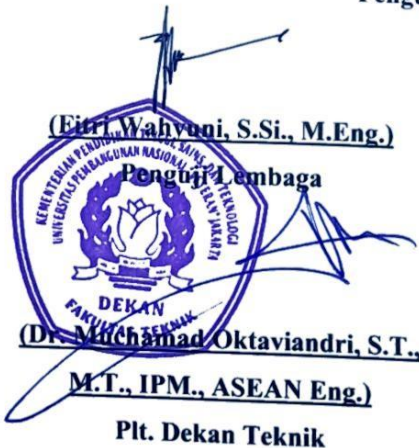
Judul Skripsi : ANALISIS KINERJA HEAT EXCHANGER SHELL AND
TUBE MODEL WATER COOLER TYPE OR-60
DENGAN METODE LMTD DAN NTU

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



(Dr. Damora Rhakasywi, S.T., M.T.)

Penguji Utama



(Etri Wahyuni, S.Si., M.Eng.)
Penguji I (Embaga)

(Dr. Muhammad Oktaviandri, S.T.,
M.T., IPM., ASEAN Eng.)
Plt. Dekan Teknik



(Fahrudin S.T., M.T.)

Penguji III (Pembimbing)



(Fahrudin S.T., M.T.)

Kaprodi Teknik Mesin

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 4 Februari 2025

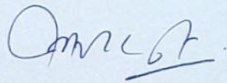
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Abdul Rahman
NIM : 2010311022
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : ANALISIS KINERJA HEAT EXCHANGER SHELL AND
TUBE MODEL WATER COOLER TYPE OR-60
DENGAN METODE LMTD DAN NTU

Telah dikoreksi atau diperbaiki oleh penulis sesuai arahan dari dosen pembimbing dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Menyetujui



(Fahrudin S.T., M.T.)

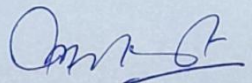
Pembimbing I



(M. Arifudin Lukmana, S.T., M.T.)

Pembimbing II

Mengetahui,



Ir. Fahrudin S.T., M.T.

Kepala Program Studi S-1 Teknik Mesin

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang akan bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Abdul Rahman
Nrp : 2010311022
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*) atas skripsi saya yang berjudul:

**" ANALISIS KINERJA HEAT EXCHANGER SHELL AND TUBE
MODEL WATER COOLER TYPE OR-60 DENGAN METODE LMTD
DAN NTU"**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 4 Februari 2025


Yang Menyatakan,

Abdul Rahman

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Abdul Rahman

NIM : 2010311022

Prodi : Teknik Mesin

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini maka saya bersedia dituntut dan diproses dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 4 Februari 2025

Yang Menyatakan



Abdul Rahman

ANALISIS KINERJA HEAT EXCHANGER SHELL AND TUBE MODEL WATER COOLER TYPE OR-60 DENGAN METODE LMTD DAN NTU

Abdul Rahman

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja heat exchanger shell and tube tipe OR-60 pada sistem water cooler menggunakan metode Log Mean Temperature Difference (LMTD) dan *Number of Transfer Units* (NTU). Eksperimen dilakukan pada suhu fluida panas 70°C dengan dua variasi flow rate, yaitu 0,22 kg/s dan 0,13 kg/s, untuk mengevaluasi pengaruh aliran terhadap efisiensi perpindahan panas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa flow rate memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja heat exchanger. Pada flow rate 0,22 kg/s, nilai koefisien perpindahan panas sisi tube (hi) mencapai 2760,25 J/m²°C dan sisi shell (ho) sebesar 4002,58 J/m²°C. Sebaliknya, pada flow rate 0,13 kg/s, nilai hi dan ho masing-masing menurun menjadi 271,42 J/m²°C dan 523,11 J/m²°C. Efisiensi sistem dengan metode LMTD dan NTU pada flow rate 0,22 kg/s tercatat masing-masing 44,6% dan 42,0%, sementara pada flow rate 0,13 kg/s efisiensi menurun drastis menjadi 7,77% dan 10,59%. Efisiensi yang lebih tinggi pada flow rate 0,22 kg/s disebabkan oleh aliran turbulen yang meningkatkan perpindahan panas, sebagaimana ditunjukkan oleh angka Reynolds (Re) pada sisi shell yang mencapai 4815,85. Sebaliknya, flow rate 0,13 kg/s menghasilkan aliran laminar dengan nilai Re sebesar 4770,09, sehingga perpindahan panas kurang optimal. Penelitian ini menyimpulkan bahwa flow rate tinggi menghasilkan kinerja heat exchanger yang lebih baik. Oleh karena itu, disarankan untuk menggunakan flow rate tinggi dalam operasi heat exchanger tipe OR-60 serta mengoptimalkan desain untuk meningkatkan efisiensi perpindahan panas pada flow rate rendah.

Kata Kunci: Heat exchanger, shell and tube, LMTD, NTU, perpindahan panas, efisiensi

PERFORMANCE ANALYSIS OF HEAT EXCHANGER SHELL AND TUBE MODEL WATER COOLER TYPE OR-60 USING LMTD AND NTU METHODS

Abdul Rahman

ABSTRACT

This study aims to analyze the performance of a shell and tube heat exchanger of type OR-60 in a water cooler system using the Log Mean Temperature Difference (LMTD) and Number of Transfer Units (NTU) methods. Experiments were conducted at a hot fluid temperature of 70°C with two flow rate variations, 0.22 kg/s and 0.13 kg/s, to evaluate the effect of flow rate on heat transfer efficiency. The results show that flow rate significantly impacts the performance of the heat exchanger. At a flow rate of 0.22 kg/s, the heat transfer coefficient on the tube side (h_i) reached 2760.25 J/m²°C, while the shell side (h_o) achieved 4002.58 J/m²°C. Conversely, at a flow rate of 0.13 kg/s, h_{ih_ihi} and h_{oh_oho} decreased to 271.42 J/m²°C and 523.11 J/m²°C, respectively. The system efficiency based on the LMTD and NTU methods at a flow rate of 0.22 kg/s was recorded at 44.6% and 42.0%, respectively, while at 0.13 kg/s, efficiency drastically dropped to 7.77% and 10.59%. Higher efficiency at 0.22 kg/s is attributed to turbulent flow, which enhances heat transfer, as indicated by the Reynolds number (Re) on the shell side, which reached 4815.85. In contrast, a flow rate of 0.13 kg/s resulted in laminar flow with a Reynolds number of 4770.09, leading to less optimal heat transfer. This study concludes that higher flow rates improve the performance of the heat exchanger. Therefore, it is recommended to operate the OR-60 heat exchanger at higher flow rates and optimize its design to enhance heat transfer efficiency at lower flow rates.

Keywords: Heat exchanger, shell and tube, LMTD, NTU, heat transfer, efficiency

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, penulis telah menyelesaikan proposal skripsi dengan baik dan tepat waktu. Adapun penulisan proposal skripsi ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan akademis untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, Program Studi S1 Teknik Mesin.

Dalam penyelesaiannya, penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini pun tak lepas dari bantuan berupa materi, informasi, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, di kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya kepada penulis sehingga berhasil menyelesaikan proposal skripsi dengan baik.
2. Ayahanda dan Ibunda serta Kakak penulis yang telah mendukung penuh moril serta materil.
3. Bapak Fahrudin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I yang sudah membantu penulis dalam penulisan proposal skripsi.
4. Bapak M. Arifudin, S.T., M.T. selaku pembimbing II dan Dosen Pembimbing Akademik yang sudah memberikan persetujuan mengenai penulisan proposal skripsi serta selalu memberikan semangat dan dukungan untuk membantu penulis dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.
5. GITS yang anggotanya Ucen-San, Acim gacor, Juher meowker, Ejak O, Abah J yang telah menemani penulis dan memberikan dukungan mental.
6. Alerta Samuel, Akim, Sandy, Kampleng, yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu
7. Teman-teman Teknik Mesin Angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan dan juga doa guna kelancaran penyelesaian proposal skripsi ini.
8. Teman-teman Teknik Mesin Angkatan 2021 dan 2022 yang telah memberikan dukungan dan juga doa guna kelancaran penyelesaian proposal skripsi ini.

9. Abang- kakak Teknik Mesin Angkatan 19 Bang Arya, Reinordt, Mirza, Fari, Fatur, Tama, Alfin, Barjos, Sekar, dan Selvira yang telah memberikan arahan selama perkuliahan dan himpunan.
10. Bang Arel, Vincent, Cebol, Masteng, Mesum, Tayo, Mamot, Haris, Gedong, dan Tenge. Yang telah kooperatif serta memberikan arahan pada saat menjabat di himpunan.

Dengan rendah hati penulis pun menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan proposal skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak di kemudian hari.

Jakarta, Januari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 Tinjauan pustaka	5
2.1. Penelitian Terdahulu.....	5
2.2. Perpindahan Panas pada Sistem Heat Exchanger.....	5
2.2.1 Prinsip Dasar Perpindahan Panas	5
2.3. Klasifikasi Heat Exchanger	6
2.4. Heat Exchanger Shell and Tube	9
2.5. Rumus Dasar Perpindahan Panas	10
2.6. Number of Transfer Units (NTU)	14

2.7.	<i>Pressure-Drop</i>	22
2.8.	<i>Sistem Pompa pada Heat Exchanger</i>	23
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		26
3.1.	Diagram alir.....	26
3.2.	Waktu dan Tempat	27
3.3.	Instrumen Alat dan Benda Uji.....	27
3.4.	Prosedur penelitian	32
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		36
4.1.	Deskripsi Sistem Heat Exchanger	36
4.2.	Skema Alat	36
4.3.	Data Hasil Pengujian	37
4.4.	Hasil analisis.....	45
4.5.	Faktor Penyimpangan	47
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		49
5.1.	Kesimpulan.....	49
5.2.	Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi Berdasarkan Aliran Fluida.....	6
Gambar 2.2 Ilustrasi <i>Heat Exchanger</i>	9
Gambar 2.3 Komponen <i>Heat Exchanger Shell and Tube</i>	9
Gambar 2.4 Faktor Koreksi	13
Gambar 2.5 <i>Pitch Tube</i>	19
Gambar 3.1 Diagram Alir	26
Gambar 3.2 Pipa PVC.....	27
Gambar 3.3 Water Boiler Horeca Wb10.....	27
Gambar 3.4 Pipa Karet $\frac{3}{4}$ inch.....	28
Gambar 3.5 Arduino uno	28
Gambar 3.6 Sensor Suhu W1209 XH3001	28
Gambar 3.7 Sensor <i>Flowrate</i> YF-B6.....	29
Gambar 3.8 <i>Seal Tape Pipe</i>	29
Gambar 3.9 <i>Fitting Pipe</i>	29
Gambar 3.10 <i>Pressure Gauge</i>	30
Gambar 4. 1 Skema Alat.....	36
Gambar 4. 2 Perbandingan kalor suhu 60°C flowrate 0,22kg/s.....	38
Gambar 4. 3 Perbandingan kalor suhu 60°C flowrate 0,13 kg/s.....	39

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Alat dan Bahan	27
Tabel 3. 2 Spesifikasi Pompa Air	30
Tabel 3. 3 Spesifikasi <i>Cooling Water</i>	31
Tabel 4. 1 Hasil Data Permenit.....	37
Tabel 4. 2 Hasil rata-rata analisis.....	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Permenit

Lampiran 2 *Wiring* Arduino

Lampiran 3 *Coding* Arduino

Lampiran 4 Alat Uji Kalibrasi