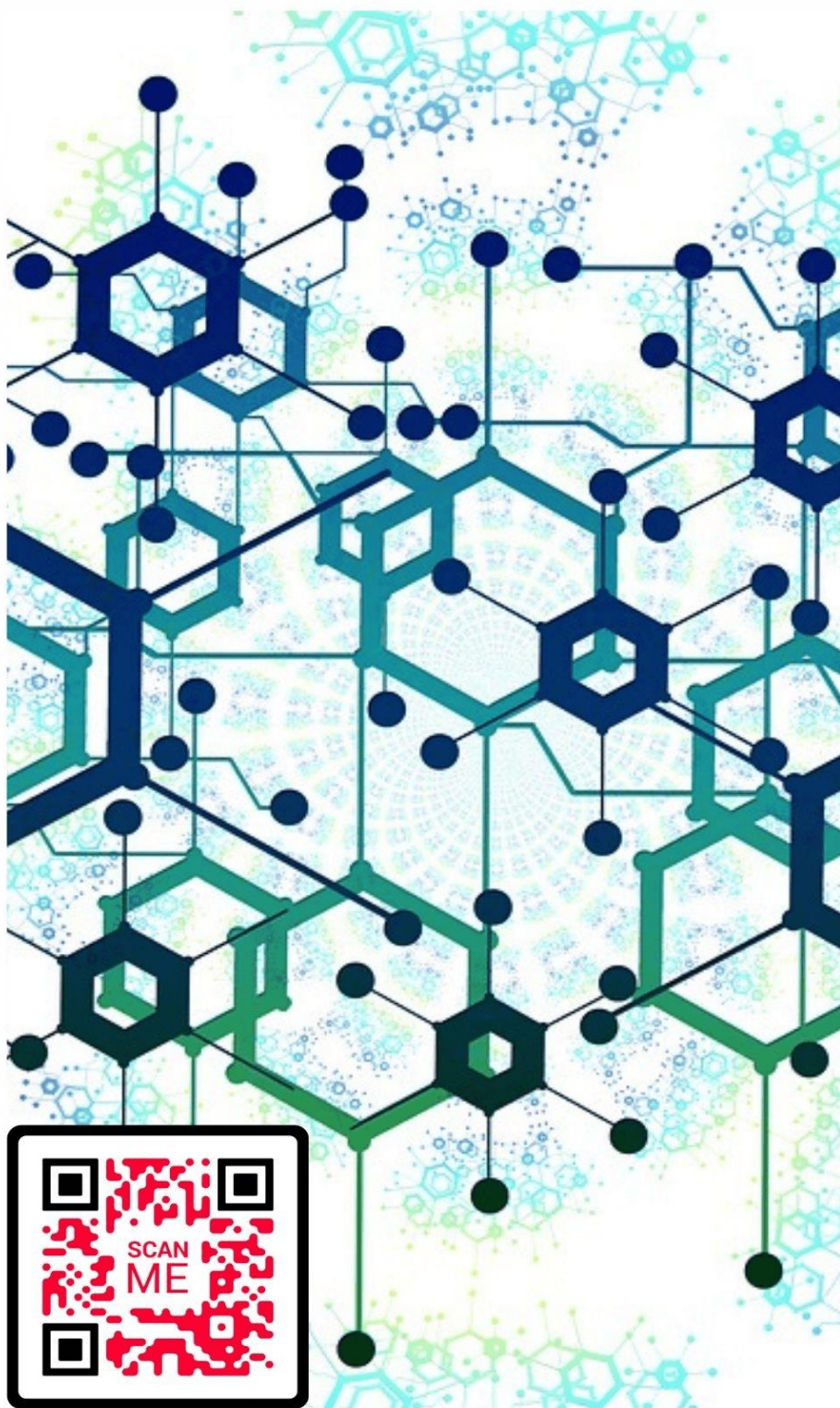


ISSN (ONLINE) 2598-9936



INDONESIAN JOURNAL OF INNOVATION STUDIES
PUBLISHED BY
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO

Table Of Contents

Journal Cover	1
Author[s] Statement	3
Editorial Team	4
Article information	5
Check this article update (crossmark)	5
Check this article impact	5
Cite this article.....	5
Title page	6
Article Title	6
Author information	6
Abstract	6
Article content	7

Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>

Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 26 No. 4 (2025): October
DOI: 10.21070/ijins.v26i4.2100

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Managing Editor

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

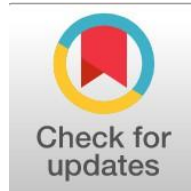
Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

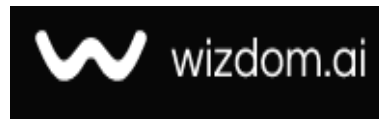
How to submit to this journal ([link](#))

Article information

Check this article update (crossmark)



Check this article impact (*)



Save this article to Mendeley



(*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

Pressure Variation and Heat Transfer in Pokka 5001 Condenser:
Perubahan Tekanan dan Perpindahan Panas pada Kondensor Pokka
5001

Rendy Rakhmad Fakhri, arasy.fahrudin@umsida.ac.id (*)

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

A'rasy Fahrudin, arasyfahrudin@umsida.ac.id

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mulyadi, arasy.fahrudin@umsida.ac.id

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Edi Widodo, arasy.fahrudin@umsida.ac.id

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

(*) Corresponding author

Abstract

General Background Condensers play a crucial role in thermal systems by converting steam into liquid through heat transfer processes. **Specific Background** The performance of condensers is influenced by key parameters such as pressure, temperature, and fluid flow rate, particularly in finned tube systems. **Knowledge Gap** Previous studies have examined general condenser performance, but limited research has focused on Pokka 5001 type condensers with louvered fins under varying pressure conditions. **Aims** This study aims to analyze the efficiency and heat transfer rate of a Pokka 5001 condenser using pressure variations as the primary variable. **Results** Experimental results show that increasing pressure from 20 to 40 Psi leads to higher efficiency values, ranging from 73.17% to 89.68%, and improves heat transfer rate and fluid work. Additionally, higher flow rates contribute to increased heat transfer performance. **Novelty** This study provides experimental evaluation of a Pokka 5001 finned tube condenser with controlled pressure variation and airflow conditions. **Implications** The findings support better operational control of pressure and flow rate to maintain optimal condenser performance in thermal systems.

Keywords: Condenser Pressure, Heat Transfer, Efficiency Analysis, Finned Tube, Thermal System

Key Findings Highlights

Efficiency increases consistently with rising operating pressure

Flow rate growth correlates with higher thermal transfer performance

Experimental data identify optimal operating conditions

Published date: 2026-04-30

I. Pendahuluan

Kondensator adalah alat penukar kalor atau penukar panas yang menggunakan turbin tekanan rendah untuk mengkondensasikan uap lama menjadi air kondensat. Air yang dikondensasi dan ditampung pada hotwell dan kemudian dikembalikan ke boiler untuk disirkulasi kembali menjadi uap. Siklus dalam kondensator melibatkan dua aliran utama: satu adalah siklus fluida panas yang berasal dari uap yang keluar dari turbin tekanan rendah, dan yang lainnya adalah siklus air pendingin yang bersumber dari air sungai Deli. Uap dari turbin tekanan rendah berfungsi sebagai fluida panas dan akan melepaskan kalor ke air pendingin saat mengalir melalui pipa-pipa kondensator, di mana air pendingin bertindak sebagai fluida dingin.

Studi tentang perpindahan energi akibat perubahan suhu di antara dua benda atau bahan disebut perpindahan kalor. Panas mengalir dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah ketika dua benda bersuhu berbeda berinteraksi.

Tujuan dari pengaruh laju aliran fluida terhadap laju perpindahan panas adalah untuk mengetahui bagaimana laju aliran fluida berdampak pada laju perpindahan panas yang akan dihasilkan selama pendinginan alat penukar panas. Alat penukar panas shell dan pipa digunakan. Menurut penelitian Yanto dan Erwin, laju alir yang berbeda berdampak pada kondensator tipe surfikal laju perpindahan panas yang dihasilkan. dari perhitungan laju perpindahan panas dengan aliran fluida pendingin adalah 587,1501 kg/s sebesar 9707788,01 kcal/s. bahwa semakin tinggi laju aliran fluida pendingin makan, semakin tinggi pula laju perpindahan panas yang terjadi. Menurut penelitian Studi Antoni dan Mahmud menunjukkan bahwa dengan meningkatkan suhu air pendingin, tekanan, saturasi, suhu rata-rata, koefisien perpindahan kalor total, dan beban kalor kondensator meningkat. Akibatnya, efisiensi termal siklus akan menurun. Dalam penelitian Daniswara dan siswanto, nilai efektivitas tertinggi adalah 89,4 kPa dengan efektivitas 0,619, dan nilai efektivitas terendah adalah 93,21 kPa dengan efektivitas 0,503. Semakin kecil tekanan vakum di dalam kondensator, semakin baik efektivitasnya. Hal ini sebanding dengan kecepatan perpindahan panasnya.

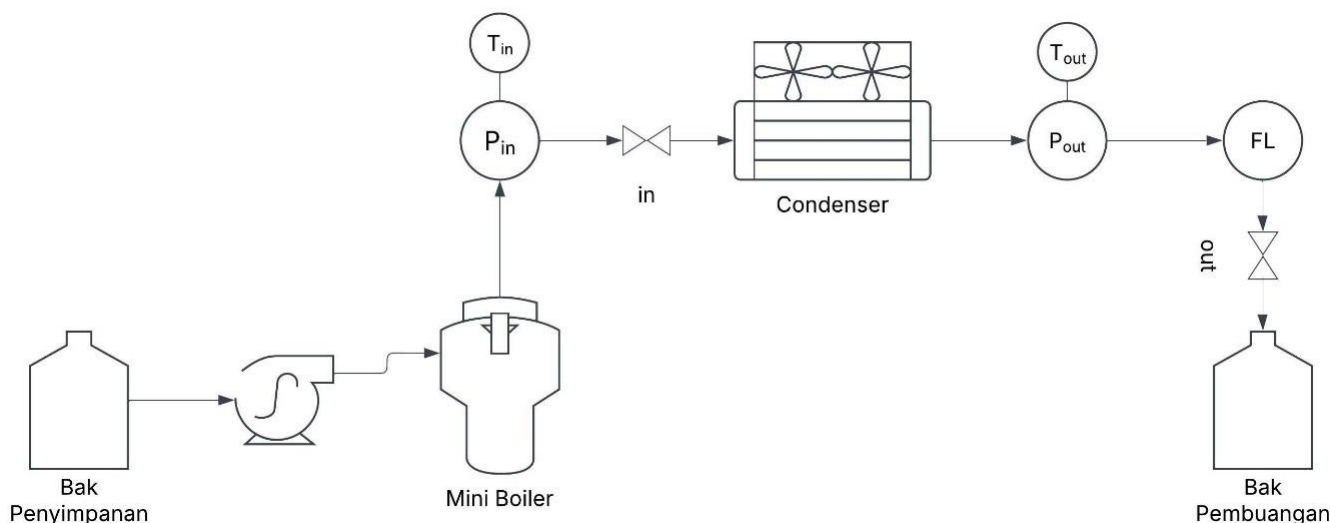
Dalam penelitian ivan dan nazaruddin tekanan pada kondensator berpengaruh pada kenaikan efisiensi dan heat rate turbin uap. Dapat dilihat bahwa setiap kenaikan nilai tekanan -1 kPa maka berpengaruh pada rata-rata nilai heat rate turbin uap 68.233 kJ/kWh untuk beban 45 MW Netto. Sedangkan untuk nilai efisiensi turbin uap mengalami kenaikan.

Dari penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa efisiensi, tekanan kondensator berpengaruh pada laju perpindahan panas akan tetapi pada kondensator tipe POKKA 5001 ini belum di teliti. Sehingga perlu di teliti tentang kondensator tipe POKKA 5001 sirip *louvered*.

II. Metode

Metode Penelitian

Tujuan untuk mengetahui efisiensi dan laju perpindahan panas pada kondensator pokka 5001 dengan tipe sirip Louvered dengan 2 buah kipas berkecepatan 3500 rpm dan mini boiler berkapasitas 10n liter . Dalam penelitian ini diperlukan alat pengukur seperti termokopel, flowmeter, dan data logger untuk memantau suhu dan laju aliran fluida dengan variasi tekanan (40, 35, 30, 25, dan 20 Psi). Adanya konsep penelitian pada benda kerja yakni bertujuan untuk mempermudah saat perancangan menggunakan proses permesinan dan dapat membuat benda kerja yang mempunyai nilai efisiensi tinggi. Pengujian dilakukan di Laboratorium FDM Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.



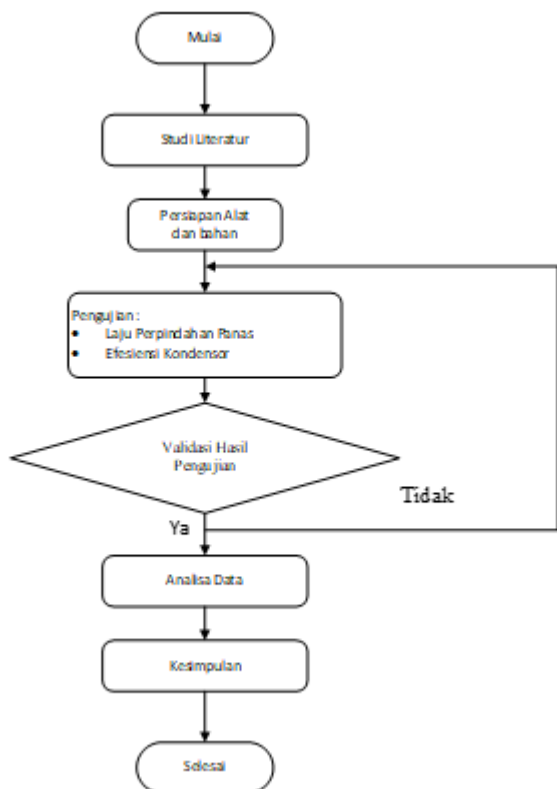
Gambar 1. Diagram Instalasi



Gambar 2. Alat Uji Kondensor

Diagram alir

Gambar 3. Diagram alir penelitian



Langkah – langkah proses perhitungan melibatkan :

a) menghitung *mass flow rate* (\dot{m}) :

$$\dot{m} = \rho \cdot \dot{V} \dots\dots\dots$$

b) menghitung perpindahan panas masuk (ΔE) :

$$\Delta E = \dot{m} \cdot \Delta h$$

c) Menghitung perpindahan panas keluar (ΔQ) :

$$\Delta Q = \dot{m} \cdot Cp \cdot \Delta T$$

d) menghitung persen uap(x) :

$$x = \frac{h_g - h_f}{h_{fg}}$$

e) Menghitung Kerja fluida (W):

$$W = \dot{v} \cdot \Delta P$$

f) menghitung efesiensi kondensor

$$a) \eta = \frac{\dot{m} \cdot Cp \cdot \Delta T}{\dot{m} \cdot \Delta h}$$

Dimana :

- \dot{m} = mass flow rate(kg/s)
- ρ = density(kg/m³)
- \dot{V} = debit (m³/s)
- ΔE = perpindahan panas masuk (kj/s)
- ΔQ = Perpindahan panas keluar (kj/s)
- W = kerja fluida (kj/s)
- h = entalpy (kj/kg)
- x = persen uap (%)
- η = efesiensi kondensor (%)
- Cp = panas spessifik (kj/kg · K)
- P_{in} = Tekanan masuk(kPa)
- P_{out} = Tekanan masuk(kPa)

III. Hasil dan Pembahasan

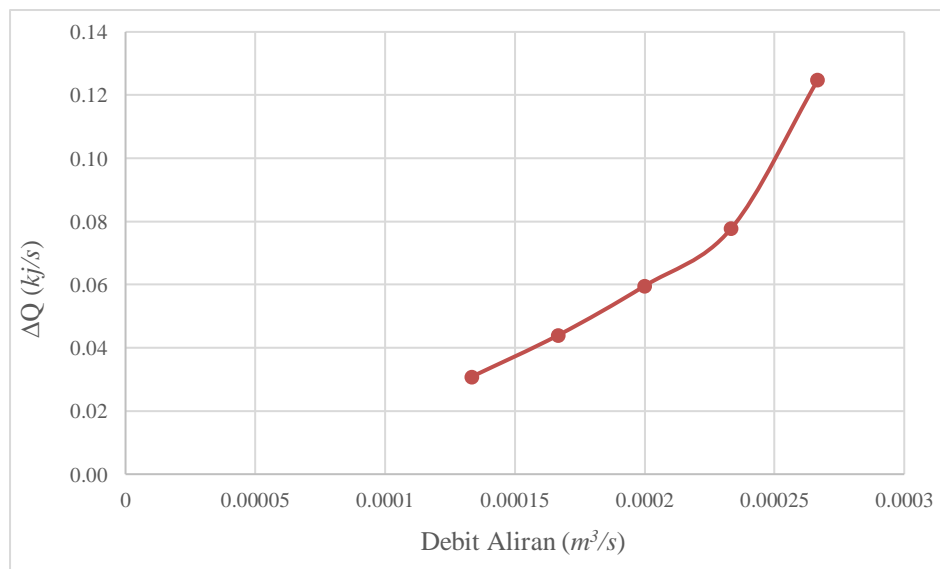
A. Hasil Eksperimen

Hasil dan pembahasan memaparkan data efisiensi kondensor dan laju perpindahan panas menunjukkan variasi yang dipengaruhi oleh perubahan tekanan operasi. Peningkatan tekanan cenderung meningkatkan laju perpindahan panas akibat meningkatnya perbedaan suhu antara fluida kerja dan lingkungan, sehingga meningkatkan efisiensi kondensor. Namun, pada tekanan yang terlalu tinggi, efisiensi cenderung menurun akibat meningkatnya hambatan termal dan potensi kehilangan panas yang lebih besar. Dari hasil penelitian, ditemukan bahwa terdapat tekanan optimal di mana perpindahan panas mencapai nilai maksimum, sehingga kinerja kondensor dapat ditingkatkan secara signifikan dengan pengaturan tekanan yang tepat.

Adapun hasil penelitian di buat dalam satu tabulasi data dapat dilihat sebagai berikut :

P_{in}	P_{out}	T_{in}	T_{out}	\dot{V}	x	ΔE	η	W	ΔQ
kPa	kPa	°C	°C	m ³ /s	%	kJ/s	%	kJ/s	kJ/s
275.79	227.53	114	94	0.000267	71.20%	0.12	89.68%	0.000897	0.1119
241.32	206.84	102	88	0.000233	72.13%	0.08	89.65%	0.000897	0.0697
206.84	151.68	98	80	0.000200	69.70%	0.06	81.49%	0.000815	0.0486
172.37	110.32	93.2	75	0.000167	68.08%	0.04	76.49%	0.000765	0.0336
137.90	75.84	89	70	0.000133	66.96%	0.03	73.17%	0.000732	0.0226

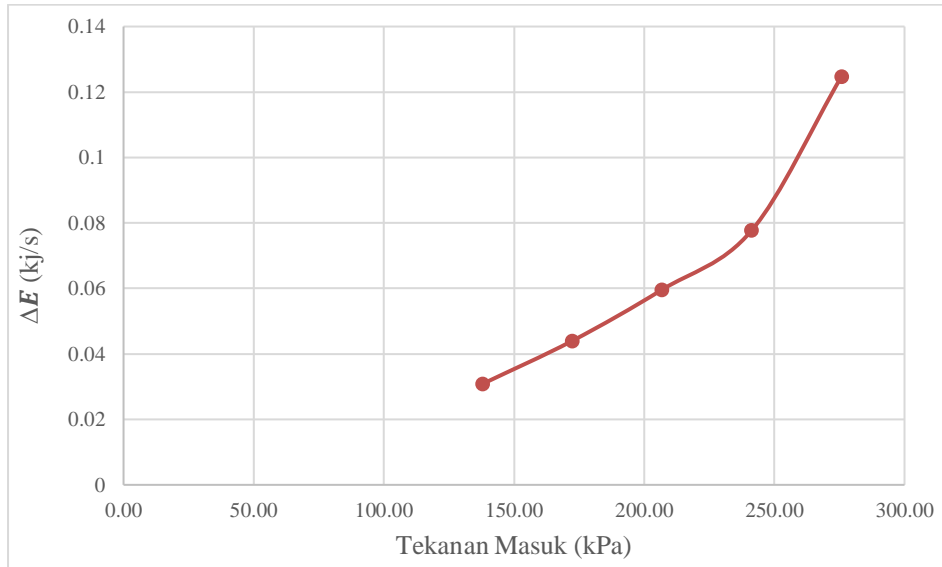
Berikut merupakan grafik nilai dari laju perpindahan panas berbanding debit aliran :



Gambar 4. Laju perpindahan panas berbanding debit

Dari Gambar 4, Berdasarkan hasil pengujian dengan 5 variasi data menghasilkan perhitungan yang direpresentasikan dalam bentuk grafik perbandingan laju perpindahan panas berbanding debit aliran, sehingga dapat dilihat pada grafik dimana semakin banyak debit aliran air maka laju perpindahan panas yang terjadi semakin meningkat.

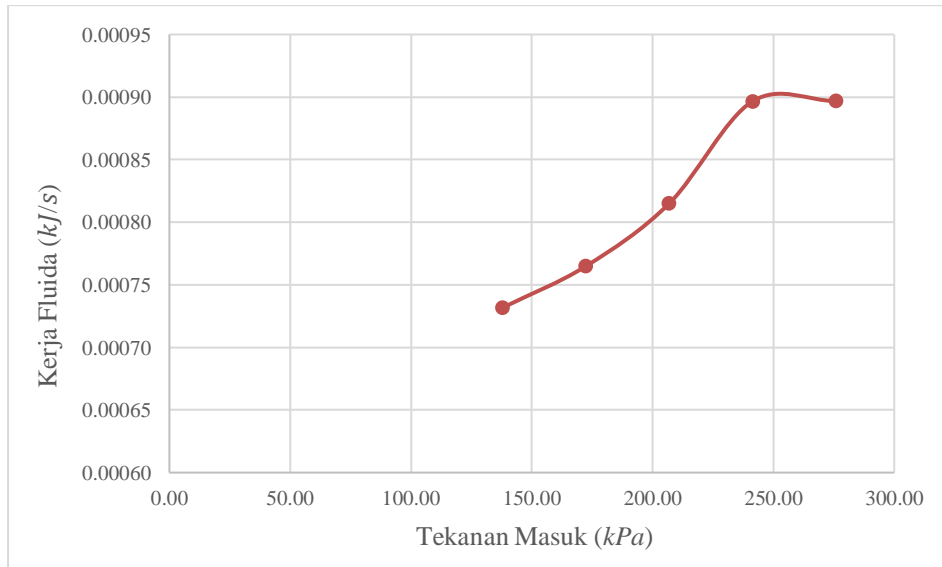
Berikut merupakan grafik nilai dari perubahan energi uap berbanding tekanan masuk :



Gambar 5. Perubahan energi uap berbanding tekanan

Dari Gambar 5, Berdasarkan hasil pengujian dengan 5 variasi data menghasilkan perhitungan yang direpresentasikan dalam bentuk grafik perubahan energi uap berbanding tekanan uap masuk, sehingga dapat dilihat pada grafik dimana semakin banyak tekanan uap masuk maka laju perpindahan panas yang terjadi semakin meningkat.

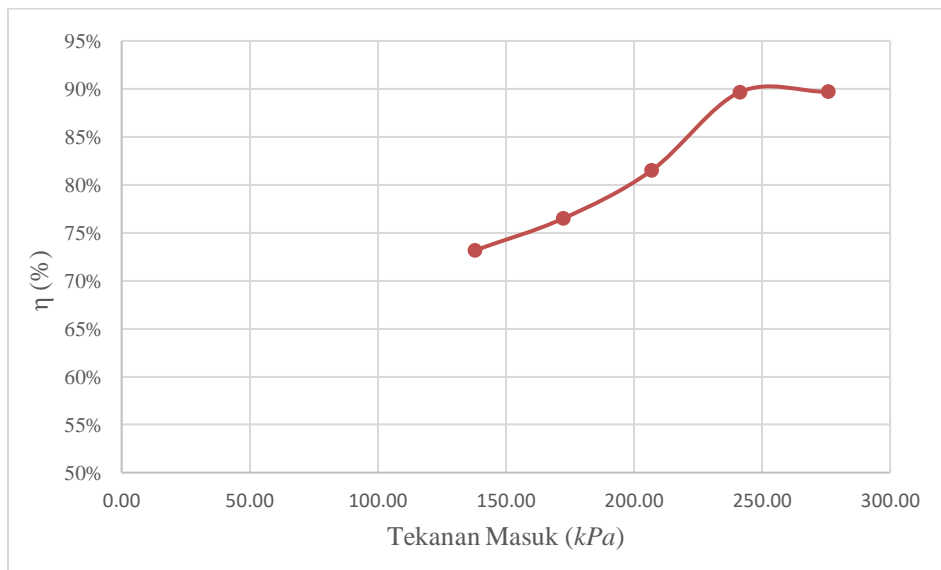
Berikut merupakan grafik nilai dari kerja fluida berbanding tekanan masuk:



Gambar 6. Kerja fluida berbanding tekanan masuk

Dari Gambar 6, Berdasarkan hasil pengujian dengan 5 variasi data menghasilkan perhitungan yang direpresentasikan dalam bentuk grafik perbandingan kerja fluida berbanding tekanan masuk, sehingga dapat dilihat pada grafik dimana semakin banyak tekanan uap masuk maka kerja fluida yang terjadi semakin meningkat.

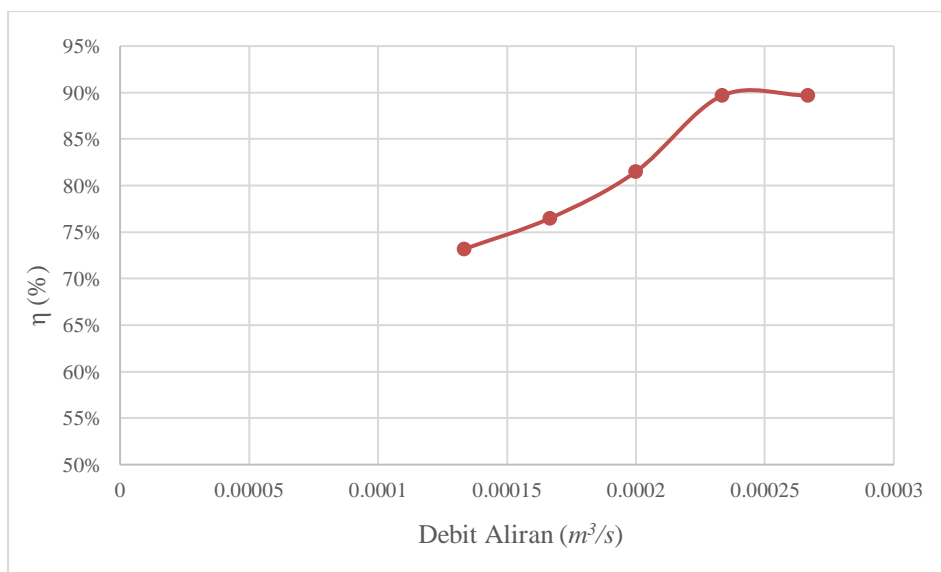
Berikut merupakan grafik nilai dari efisiensi berbanding tekanan:



Gambar 7. Efisiensi berbanding tekanan

Dari Gambar 7, Berdasarkan hasil pengujian dengan 5 variasi data menghasilkan perhitungan yang direpresentasikan dalam bentuk grafik perbandingan efisiensi berbanding tekanan masuk uap, sehingga dapat dilihat pada grafik dimana semakin banyak tekanan masuk maka efisiensi kondensor yang terjadi semakin meningkat.

Berikut merupakan grafik nilai dari efisiensi berbanding debit:



Gambar 8. Efisiensi berbanding debit

Dari Gambar 8, Berdasarkan hasil pengujian dengan 5 variasi data menghasilkan perhitungan yang direpresentasikan dalam bentuk grafik perbandingan efisiensi berbanding debit air, sehingga dapat dilihat pada grafik dimana semakin banyak debit air maka efisiensi kondensor yang terjadi semakin meningkat.

VII. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dari penelitian diatas maka Mekanisme kerja alat penukar panas kondensor adalah merubah uap sisa keluaran low pressure turbine menjadi air kembali, proses perubahannya dilakukan dengan cara mengalirkan uap yang berada di shell dan air pendingin berada di tube. Dari pembahasan laju perpindahan panas bahwa debit aliran yang berbeda maka akan berpengaruh terhadap laju perpindahan panas yang didapat dari

perhitungan laju perpindahan panas menyeluruh dengan debit aliran 0.03 Kj/s sebesar 0.000133333 m³/s , 0.04 Kj/s sebesar 0.000166667 m³/s , 0.06 Kj/s sebesar 0.0002 m³/s, 0.08 Kj/s sebesar 0.000233333 m³/s dan debit aliran 0.12 Kj/s sebesar 0.000266667 m³/s. Dari grafik dilihat bahwa semakin besar debit aliran maka semakin besar pula laju perpindahan panas yang terjadi.

Dengan adanya perubahan pada tekanan kondensor maka mempengaruhi nilai efisiensi turbin. Pada rata rata nilai tekanan kondensor dengan efisiensi yang mengalami kenaikan dari 137.90 kPa menjadi 73.17%, 172.37 kPa menjadi 76.49%, 206.84 kPa menjadi 81.49%, 241.32 kPa menjadi 89.65%, 275.79 kPa menjadi 89.68%, Jadi nilai tekanan kondensor harus selalu dijaga karena berpengaruh efisiensi turbin uap

Ucapan Terima Kasih

Dengan rasa hormat , penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, khususnya Program Studi Teknik Mesin, yang telah memberikan kesempatan, fasilitas, dan dukungan selama pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih yang tulus disampaikan kepada Dr. A'rasy Fahrudin, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing, atas bimbingan, arahan, dan masukan yang berharga selama proses penelitian dan penulisan artikel ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada staf Laboratorium Teknik Mesin atas bantuan teknis dalam pengoperasian alat, seperti wind tunnel, serta dukungan dalam penyediaan peralatan yang diperlukan untuk eksperimen ini. Dukungan ini sangat membantu dalam memastikan kelancaran penelitian. Tidak lupa, apresiasi yang tinggi diberikan kepada teman-teman dan rekan mahasiswa yang turut memberikan saran dan dukungan moral selama proses penyelesaian penelitian. Kepada keluarga tercinta, penulis berterima kasih atas doa, motivasi, dan dukungan emosional yang tiada henti selama proses ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pada kondensor, mendukung nilai efisiensi, serta berkontribusi dalam upaya global untuk menciptakan teknologi.

References

1. J. Power Plant and A. Reza Effendi, "Analysis of Vacuum Pressure Changes in Condenser on Turbine Performance and Power Generation at PLTU Unit 1 Sebalang Using Cycle Tempo Simulation," *Jurnal Power Plant*, vol. 8, no. 1, 2020.
2. A. L. S. Haans, A. K. Razak, H. Habibi, N. Ilham, and D. Gracecia, "Design and Development of Coconut Fiber Peeling Machine," *Jurnal Sinergi Teknik Mesin*, vol. 16, no. 1, 2019.
3. R. Fan Akbari, Y. Sirodz Gaos, and T. Hafzara Siregar, "Performance Analysis of Condenser in Water Chiller Cooling System Capacity 300 TR," 2021.
4. J. Vokasi Teknik and E. Pardede, "Heat Transfer Rate in Condenser Heat Exchanger," 2020.
5. K. H. Mahmud, "Effect of Cooling Water Temperature Variation on Condenser Pressure Under Constant Load," 2019.
6. S. S. M. T. Daniswara Dwinata La, "Analysis of Condenser Vacuum Effect on Heat Transfer Rate and Effectiveness in Power Plant," Universitas Gadjah Mada Repository, 2015.
7. I. D. Alber and N. Sinaga, "Effect of Vacuum Pressure Changes in Condenser on Efficiency and Heat Rate of Steam Turbine," *Jurnal Simetris*, vol. 12, no. 2, 2021.
8. M. A'rasy Fahrudin, "Design of Head Loss Test Equipment with Flow Rate Variation in Piping System," 2020.
9. D. Mugisidi, A. Fajar, and O. Heriyani, "Improving Condenser Efficiency in Solar Still System," 2021.
10. A. Ahmad and S. Anis, "Effect of Cooling Water Flow Rate and Condenser Position on Pine Resin Pyrolysis Condensation," 2020.