

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGUJIAN *THERMOSYPHON*
DENGAN VARIASI *FILLING RATIO* UNTUK APLIKASI
PADA SISTEM PENGKONDISIAN UDARA**



*Mencerdaskan &
Memartabatkan Bangsa*

Disusun Oleh:

RIZKY NAHDATUL

1502619024

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2024

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Studi Eksperimental Pengujian *Thermosyphon* Dengan Variasi *Filling Ratio* Untuk Aplikasi Pada Sistem Pengkondisian Udara
Penyusun : Rizky Nahdatul
NIM : 1502619024
Tanggal Ujian : 19 Januari 2024

Disetujui Oleh:

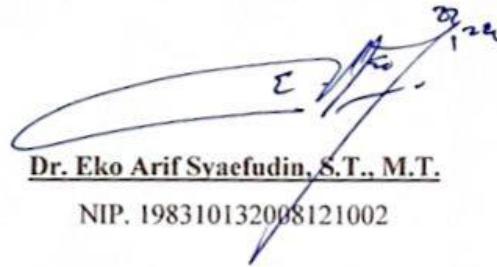
Pembimbing I



Dr. Ragil Sukarno, S.T., M.T.

NIP. 197902112012121001

Pembimbing II

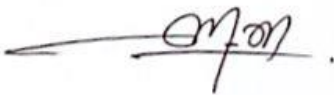


Dr. Eko Arif Syaefudin, S.T., M.T.

NIP. 198310132008121002

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi:

Ketua Sidang



Drs. Sopiyan, M.Pd.

NIP. 196412231999031002

Sekretaris Sidang



Rani Anggrainy, S.T., M.T.

NIP. 199201102022032005

Dosen Ahli



Nugroho Gama Yoga, S.T., M.T.

NIP. 197602052006041001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin



Drs. Sopiyan, M.Pd.

NIP. 196412231999031002

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Rizky Nahdatul
No. Registrasi : 1502619024
Tempat, tanggal lahir : Cirebon, 23 Oktober 2000
Alamat : Jl. Gudang Air Rt.07/Rw.002 No.27, Kel. Rambutan, Kec.
Ciracas, Jakarta Timur 13830

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan secara tertulis kecuali tercantum sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang diperoleh, serta sanksi dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, Desember 2023



Rizky Nahdatul

NIM. 1502619024

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT karena berkat rahmat, hidayah, dan karunia-nya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi dengan judul “**Studi Eksperimental Pengujian *Thermosyphon* dengan Variasi *Filling Ratio* untuk Aplikasi Pada Sistem Pengkondisian Udara**”. Laporan proposal skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan skripsi pada Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Dalam menyelesaikan laporan ini penulis mendapatkan banyak sekali bantuan, dukungan, serta kritik dan saran dari berbagai pihak demi melancarkan proposal skripsi ini, maka dari itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua serta anggota keluarga lainnya yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Drs. H. Sopiyan, M.Pd.. selaku Koordinator Program Studi S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
3. Dr. Ragil Sukarno, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan semangat kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Dr. Eko Arif Syaefudin, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan semangat kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Staff Tata Usaha Program Studi S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
6. Keluarga besar Pendidikan Teknik Mesin terutama angkatan 2019, yang telah memberikan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
7. Nefaorin Atara Sayyidina, S.Pd. sebagai *supporting system* dari awal perkuliahan hingga tahap ini, serta memberikan motivasi sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Rizky Nahdatul
NIM : 1502619024
Fakultas/Prodi : FT/ Pendidikan Teknik Mesin
Alamat email : rizkynahdatul@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi Tesis Disertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

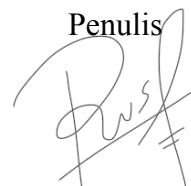
**STUDI EKSPERIMENTAL PENGUJIAN THERMOSYPHON DENGAN BEBERAPA VARIASI
FILLING RATIO UNTUK APLIKASI PADA SISTEM PENGKONDISIAN UDARA**

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 30 Januari 2024

Penulis


(Rizky Nahdatul)
nama dan tanda tangan

Penulis menyadari proposal skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar lebih baik lagi dalam menyusun laporan dikemudian hari. Semoga laporan ini bermanfaat sehingga ada kemajuan pengetahuan terutama bagi rekan-rekan mahasiswa Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 20 Desember 2023



Rizky Nahdatul

NIM. 1502619024



STUDI EKSPERIMENTAL PENGUJIAN *THERMOSYPHON* DENGAN VARIASI *FILLING RATIO* UNTUK APLIKASI PADA SISTEM PENGKONDISIAN UDARA

Rizky Nahdatul

Ragil sukarno.,S.T,M.T. dan Dr. Eko Arif Syaefudin., S.T.M.T.

ABSTRAK

Seiring dengan pembangunan pesat saat ini sistem *Heating, Ventilation & Air Conditioning* (HVAC) merupakan penggunaan energi yang signifikan dan penyumbang energi terbesar yaitu 40-60%. Hal tersebut menunjukkan diperlukan sebuah efisiensi energi salah satunya *Thermosyphon Heat Exchanger* (THE) yang dapat mengurangi konsumsi energi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *filling ratio* terhadap kinerja *thermosyphon tunggal* dan efektivitas *thermosyphon* untuk mengurangi konsumsi energi pada sistem HVAC. Pada penelitian ini kinerja *thermal* didapatkan dari hasil pengujian *thermosyphon tunggal* sedangkan untuk mengetahui pengaruh terhadap penghematan energi di sistem HVAC dilakukan dengan analisis teoritis menggunakan *Sp number*. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan menggunakan *thermosyphon tunggal* dan memvariasikan *filling ratio* fluida, yaitu 20, 30, 40, dan 50% serta menggunakan fluida kerja *acetone* dan pengujian dilakukan pada temperatur 30, 35, 40, 45, dan 50°C. *Thermosyphon* terbuat dari pipa tembaga dengan spesifikasi $\varnothing 10$ mm, 700 mm. Hasil penelitian menunjukkan tahanan *thermal* terbaik terjadi pada variasi FR 20% yaitu 0,27°C/W pada temperatur 50°C. Berdasarkan tahanan *thermal* tersebut, efektifitas tertinggi yang dihasilkan dari analisis teoritis *Sp number* diperoleh 6,87% pada pengujian 9 baris dengan kecepatan 2,5(m/s). Hasil analisis kinerja *thermosyphon* menunjukkan bahwa semakin kecil tahanan *thermal* pada *thermosyphon*, semakin baik efektivitasnya, dan konsumsi energi listrik pada sistem HVAC menjadi lebih rendah.

Kata kunci: Energi *recovery*, *filling ratio*, *heat exchanger*, Sistem HVAC, *thermosyphon*.

Experimental Study of Thermosyphon Testing with Variations in Filling Ratio for Application in Air Conditioning Systems

Rizky Nahdatul

Ragil sukarno.,S.T,M.T. dan Dr. Eko Arif Syaefudin., S.T.M.T.

ABSTRACT

Along with the rapid development of today's Heating, Ventilation & Air Conditioning (HVAC) system is a significant energy use and the largest energy contributor of 40-60%. This shows that an energy efficiency is needed, one of which is Thermosyphon Heat Exchanger (THE) which can reduce energy consumption. This study aims to determine the effect of filling ratio on the performance of a single thermosyphon and the effectiveness of thermosyphon to reduce energy consumption in HVAC systems. In this study, thermal performance was obtained from the results of a single thermosyphon test while to determine the effect on energy savings in the HVAC system was carried out by theoretical analysis using Sp number. This research uses an experimental method using a single thermosyphon and varying the fluid filling ratio, namely 20, 30, 40, and 50% and using acetone working fluid and testing is carried out at temperatures of 30, 35, 40, 45, and 50 °C. Thermosyphon is made of copper pipe with specifications Ø10 mm, 700 mm. The results showed that the best thermal resistance occurred in the 20% FR variation, which was 0.27°C/W at 50°C. Based on the thermal resistance, the highest effectiveness resulting from the theoretical analysis of Sp number was obtained 6.87% in the 9-line test with a speed of 2.5 (m/s). The results of the thermosyphon performance analysis show that the smaller the thermal resistance of the thermosyphon, the better its effectiveness.

Keywords: *Recovery energy, filling ratio, heat exchanger, HVAC system, thermosyphon.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	ii
HALAMANPERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	5
1.3. Pembatasan Masalah.....	5
1.4. Perumusan Masalah	5
1.5. Tujuan Penelitian	6
1.6. Kegunaan Penelitian	6
BAB II KAJIAN TEORI	7
2.1. <i>Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC)</i>	7
2.1.1. Tipe Dasar Sistem HVAC.....	9
2.2. <i>Heat pipe</i> Untuk Konservasi Energi	10
2.3. <i>Heat pipe / Thermosyphon Heat Exchanger</i>	11
2.3.1. Teknologi <i>Heat Recovery</i>	13
2.3.2. <i>Heat pipe</i> Pada Sistem Pengkondisian Udara	13
2.4. Tipe <i>Heat pipe</i>	14
2.5. <i>Thermosyphon</i>	15
2.5.1. Komponen <i>Thermosyphon</i>	17
2.5.2. Hambatan Thermal <i>Thermosyphon</i>	18
2.5.3. <i>Filling ratio</i>	19
2.6. Penerapan THE Pada Sistem HVAC	19
2.7. Studi Literatur <i>Thermosyphon</i>	21
2.8. Kerangka Berpikir.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	24
3.1.1. Waktu Pelaksanaan Penelitian	24
3.1.2. Tempat Pelaksanaan Penelitian.....	24
3.2. Alat dan Bahan.....	24

3.2.1.	Alat Penelitian.....	24
3.2.2.	Bahan Penelitian	25
3.3.	Diagram Alir Penelitian	26
3.4.	Desain <i>Thermosyphon</i>	27
3.5.	Skematik Proedur <i>Vacuum Filling</i> dan Pengisian Fluida Kerja pada <i>Thermosyphon</i>	28
3.6.	Skematik Proses Pengujian Data <i>Thermosyphon</i> Tunggal.....	30
3.7.	Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data.....	32
3.8.	Analisis Data.....	32
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		33
4.1	Pengujian Awal Fluida.....	33
4.2.	Profil Temperatur.....	34
4.2.1.	Profil Temperatur <i>Filling ratio</i> 20%	35
4.2.2.	Profil Temperatur <i>Filling ratio</i> 30%	37
4.2.3.	Profil Temperatur <i>Filling ratio</i> 40%	39
4.2.4.	Profil Temperatur <i>Filling ratio</i> 50%	41
4.3.	Analisis Kinerja Thermal <i>Thermosyphon</i>	43
4.4.	Analisis Teoritis <i>Thermosyphon</i>	44
4.4.1.	Analisis Perhitungan Efektifitas THE Pada <i>Filling ratio</i> 20%	44
4.4.2.	Analisis Perhitungan Efektifitas THE Pada <i>Filling ratio</i> 30%	47
4.4.3.	Analisis Perhitungan Efektifitas THE Pada <i>Filling ratio</i> 40%	49
4.4.4.	Analisis Perhitungan Efektifitas THE Pada <i>Filling ratio</i> 50%	52
BAB V		55
KESIMPULAN DAN SARAN		55
5.1.	Kesimpulan	55
7.2.	Saran	56
DAFTAR PUSTAKA		57
LAMPIRAN		63

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Properti Udara Pada Tekanan 1 atm	12
Tabel 2. 2 Rentang Temperatur Fluida	17
Tabel 2. 3 Studi Literatur Pengujian	21



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem full fresh air	9
Gambar 2. 2 Sistem Resirkulasi	10
Gambar 2. 3 Sistem Ekstraksi	10
Gambar 2. 4 Kontruksi dan Prinsip Operasi <i>Thermosyphon</i>	16
Gambar 2. 5 Pemasangan THE Pada Sistem HVAC	20
Gambar 2. 6 Kerangka Berpikir	23
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 3. 2 (a) <i>Thermosyphon</i> (b) Rancangan <i>Thermosyphon</i>	28
Gambar 3. 3 Skematik Pengujian Tunggal	28
Gambar 3. 4 Proses <i>vacuum</i> pada <i>Thermosyphon</i>	29
Gambar 3. 5 Proses <i>filling</i> pada <i>thermosyphon</i>	30
Gambar 3. 6 Skematik pengujian <i>thermosyphon</i> tunggal	31
Gambar 4. 1 Garfik Pengujian Fluida Kerja	33
Gambar 4. 2 Grafik temperatur pengujian FR 20%	35
Gambar 4. 3 Grafik temperatur 50°C pengujian FR 20%	36
Gambar 4. 4 Grafik temperatur pengujian FR 30%	37
Gambar 4. 5 Grafik temperatur 50°C pengujian FR 30%	38
Gambar 4. 6 Grafik temperatur pengujian FR 40%	39
Gambar 4. 7 Grafik temperatur 50°C pengujian FR 40%	40
Gambar 4. 8 Grafik temperatur pengujian FR 50%	41
Gambar 4. 9 Grafik temperatur 50°C pengujian FR 50%	42
Gambar 4. 10 Grafik Tahanan <i>Thermal</i> (RTH)	43
Gambar 4. 11 Hasil Perhitungan Efektifitas Kinerja THE Pada <i>Filling ratio</i> 20%.	46
Gambar 4. 12 Hasil Perhitungan Efektifitas Kinerja THE Pada <i>Filling ratio</i> 30%.	49
Gambar 4. 13 Hasil Perhitungan Efektifitas Kinerja THE Pada <i>Filling ratio</i> 40%.	51
Gambar 4. 14 Hasil Perhitungan Efektifitas Kinerja THE Pada <i>Filling ratio</i> 50%.	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Perhitungan Efektifitas Kinerja THE Pada <i>Filling ratio</i> 20%. 63
Lampiran 2. Hasil Perhitungan Efektifitas Kinerja THE Pada <i>Filling ratio</i> 30%. 64
Lampiran 3. Hasil Perhitungan Efektifitas Kinerja THE Pada <i>Filling ratio</i> 40%. 65
Lampiran 4. Hasil Perhitungan Efektifitas Kinerja THE Pada <i>Filling ratio</i> 50%. 66
Lampiran 5. Persiapan Penelitian dan Pengambilan Data.67

