



**PENGARUH PENAMBAHAN NANOPARTIKEL  $\text{SiO}_2$   
DAN  $\text{ZnO}$  PADA KINERJA MESIN REFRIGERASI**

**TESIS**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program Studi  
Magister Teknik Mesin**

**OLEH**

**DANDI IRWANSYAH**

**55821110001**

**UNIVERSITAS  
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA**



## PENGESAHAN TESIS

**Judul** : Pengaruh Penambahan Nanopartikel SiO<sub>2</sub> dan ZnO pada  
Kinerja Mesin Refrigerasi  
**Nama** : Dandi Irwansyah  
**NIM** : 55821110001  
**Program Studi** : Magister Teknik Mesin  
**Tanggal** : 6 Februari 2024

Mengesahkan

Pembimbing

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

(Dr. Rita Sundari, M.Sc)

Dekan Fakultas Teknik

(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T)

Ketua Program Studi Magister Teknik Mesin

(Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D)

## PERSETUJUAN LAPORAN TESIS

**Judul** : Pengaruh Penambahan Nanopartikel SiO<sub>2</sub> dan ZnO pada Kinerja  
Mesin Refrigerasi

Nama Mahasiswa : Dandi Irwansyah

NIM : 55821110001

Program Studi : Magister Teknik Mesin

Tanggal : 6 Februari 2024

Menyetujui,

1. Ketua Sidang : Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D

1. ....

2. Pembimbing : Dr. Rita Sundari, M.Sc

2. ....

3. Penelaah 1 : I Gusti Ayu, M.Si., Ph.D

3. ....

4. Penelaah 2 : Dr. Nanang Ruhyat MT

4. ....

## PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa semua pernyataan dalam Tesis ini:

Judul : Pengaruh Penambahan Nanopartikel SiO<sub>2</sub> Dan ZnO Pada Kinerja  
Mesin Refrigerasi  
Nama : Dandi Irwansyah  
NIM : 55821110001  
Program Studi : Magister Teknik Mesin  
Tanggal : 7 Februari 2024

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan, dan karya saya sendiri dengan bimbingan Komisi Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Karya ilmiah ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahannya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Depok, 7 Februari 2024

  
Dandi  
(Dandi Irwansyah)

## PERNYATAAN SIMILARITY CHECK

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh:

Nama : Dandi Irwansyah

NIM : 55821110001

Program Studi : Magister Teknik Mesin

Dengan Judul

“PENGARUH PENAMBAHAN NANOPARTIKEL SiO<sub>2</sub> DAN ZnO PADA KINERJA MESIN REFRIGERASI”

Telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal 24 Oktober 2023 didapatkan nilai persentase sebesar 21%.

Jakarta, 19 Februari 2024  
Administrator Turnitin



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA



**Miyono, S. Kom**

## ABSTRAK

Kinerja sebuah mesin refrigerasi akan berkurang seiring pemakaian dimana hal tersebut akan menjadi masalah karena dapat meningkatkan konsumsi energi. Nanopartikel adalah salah satu bahan aditif yang mampu meningkatkan kinerja dari sebuah mesin refrigerasi. Tesis ini memaparkan tentang analisa pengaruh nanopartikel Silikon Dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) dan Seng Oksida ( $\text{ZnO}$ ) terhadap kinerja mesin refrigerasi dimana di dalam eksperimen penambahan  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{ZnO}$  ini dilakukan secara terpisah. Pada penelitian ini ada tiga langkah untuk mengetahui pengaruh penambahan nanopartikel terhadap kinerja mesin refrigerasi, yaitu menghitung dan menganalisa *Refrigeration Effect (RE)*, *Work Done by Compressor (WC)* dan *Coefficient of Performance (COP)* mesin refrigerasi tanpa penambahan nanopartikel sebagai data dasar, menghitung dan menganalisa RE, WC dan COP mesin refrigerasi dengan penambahan nanopartikel  $\text{SiO}_2$ , menghitung dan menganalisa RE, WC dan COP mesin refrigerasi dengan penambahan nanopartikel  $\text{ZnO}$ . Dari hasil penelitian diperoleh kenaikan RE, WC dan COP dimana nanopartikel  $\text{SiO}_2$  dengan massa 1,5 gr menunjukkan peningkatan nilai RE dan COP lebih tinggi yaitu sebesar 3,2% dan 50,12% dan penurunan nilai WC sebesar 30,98% kemudian nanopartikel  $\text{ZnO}$  dengan massa 1,5 gr menunjukkan peningkatan nilai RE dan COP lebih tinggi yaitu sebesar 2,59% dan 32,43% dan penurunan nilai WC sebesar 22,54% dibandingkan dengan massa lainnya. Kemudian dengan penambahan nanopartikel  $\text{SiO}_2$  dengan massa 1,5 gr terjadi penurunan konsumsi energi sebesar 12,5% dan dengan penambahan nanopartikel  $\text{ZnO}$  dengan massa 1,5 gr terjadi penurunan konsumsi energi sebesar 12,5%. Hasil eksperimen ini menunjukkan bahwa nanopartikel bekerja lebih efisien daripada mesin refrigerasi normal tanpa nanopartikel.

Kata kunci: mesin refrigerasi, nanopartikel, koefisien unjuk kerja, konsumsi energi.

## **ABSTRACT**

*The performance of a refrigeration machine will decrease with use, which will be a problem because it can increase energy consumption. Nanoparticles are an additive that can improve the performance of a refrigeration machine. This thesis describes on the analysis of the influence of Silicon Dioxide (SiO<sub>2</sub>) and Zinc Oxide (ZnO) nanoparticles on the performance of refrigeration machines where in the experiment the addition of SiO<sub>2</sub> and ZnO was carried out separately. In this research there are three steps to determine the effect of adding nanoparticles on the performance of refrigeration machines, namely calculating and analyzing Refrigeration Effect (RE), Work Done by Compressor (WC) and Coefficient of Performance (COP) of refrigeration machines without adding nanoparticles as basic data, calculating and analyzing the RE, WC and COP of refrigeration machines with the addition of SiO<sub>2</sub> nanoparticles, calculating and analyzing the RE, WC and COP of refrigeration machines with the addition of ZnO nanoparticles. From the research results, it was found that there was an increase in RE, WC and COP where SiO<sub>2</sub> nanoparticles with a mass concentration of 1.5 gr showed a higher increase in RE and COP values, namely 3.2% and 50.12% and a decrease in WC value of 30.98% while nanoparticles ZnO with a mass concentration of 1.5 gr shows a higher increase in RE and COP values, namely 2.59% and 32.43% and a decrease in WC value of 22.54% compared to other mass concentrations. Then, by adding SiO<sub>2</sub> nanoparticles with a mass concentration of 1.5 gr, there was a decrease in energy consumption by 12.5% and by adding ZnO nanoparticles with a mass concentration of 1.5s gr, there was a decrease in energy consumption by 12.5%. The results of this experiment show that nanoparticles work more efficiently than normal refrigeration machines without nanoparticles.*

*Keywords: refrigeration machine, nanoparticles, coefficient of performance, energy consumption.*

## PENGHARGAAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat Rahmat dan KaruniaNya penulis dapat menyelesaikan Penyusunan Penulisan Tesis ini dengan judul “PENGARUH PENAMBAHAN NANOPARTIKEL SiO<sub>2</sub> DAN ZnO PADA KINERJA MESIN REFRIGERASI”

Penulisan Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercubuana. Penyusunan Penulisan Tesis ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng Selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
- 2) Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
- 3) Bapak Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D Selaku Kaprodi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
- 4) Ibu Dr. Rita Sundari Msc. Dosen Pembimbing Tesis Universitas Mercu Buana.
- 5) Orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan motivasi untuk menyelesaikan studi S2.
- 6) Rekan- rekan seperjuangan S2 Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang memberikan bantuan dan semangatnya.
- 7) Seluruh rekan dan berbagai pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa dalam Penulisan Tesis ini masih terdapat kekurangan maupun kesalahan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Depok, Juli 2023

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PENGESAHAN TESIS .....	ii
PERSETUJUAN LAPORAN TESIS .....	iii
PERNYATAAN KARYA SENDIRI .....	iv
PERNYATAAN SIMILARITY.....	v
ABSTRAK.....	vi
PENGHARGAAN.....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian .....	5
1.5. Novelty .....	6
1.6. Batasan Masalah .....	7
1.7. Sistematika Penulisan .....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	9
2.1. Prinsip Kerja Sistem Refrigerasi .....	9

2.2. Komponen Sistem Refrigerasi.....	10
2.3. Nanopartikel dan Pelumas Polyolester .....	13
2.4. Perhitungan <i>Refrigeration Effect</i> , <i>Work Done by Compressor</i> dan <i>Coefficient of Performance</i> .....	21
2.5. Penelitian Tentang Pengaruh Nanopartikel Terhadap Kinerja Sistem Refrigerasi.....	24
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>29</b>
3.1. Diagram Alir.....	29
3.2. Objek Penelitian .....	30
3.3. Diagram Skematik Eksperimen.....	30
3.4. Alat dan Bahan Eksperimen .....	30
3.5. Langkah – Langkah Eksperimen.....	35
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>39</b>
4.1. Hasil Pengujian Refrigeran Murni (Tanpa Nanopartikel) .....	39
4.2. Hasil Pengujian Refrigeran + Nanopartikel SiO <sub>2</sub> Dengan Massa 0,5; 1 dan 1,5 gram.....	42
4.3. Hasil Pengujian Refrigeran + Nanopartikel ZnO Dengan Massa 0,5; 1 dan 1,5 gram .....	48
4.4. Hasil Pengujian Refrigeran + Nanopartikel SiO <sub>2</sub> Dengan .....	54
Massa 1,5 gram + Pelumas POE + Beban Pendinginan	
4.5. Analisa dan Pembahasan Hasil Pengujian.....	58
<b>BAB V KESIMPULAN.....</b>	<b>61</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>63</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>70</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3.2. Diagram Skematik Eksperimen	30
Gambar 3.3. Alat Eksperimen	31
Gambar 4.1. Persentase nilai <i>Refrigeration effect</i> Nanopartikel SiO <sub>2</sub>	44
Gambar 4.2. Persentase Nilai <i>Work Done by Compressor</i> Nanopartikel SiO <sub>2</sub>	45
Gambar 4.3. Persentase Nilai COP Nanopartikel SiO <sub>2</sub>	46
Gambar 4.4. Persentase Nilai Konsumsi Energi Nanopartikel SiO <sub>2</sub>	47
Gambar 4.5. Persentase nilai <i>Refrigeration effect</i> Nanopartikel ZnO	50
Gambar 4.6. Persentase Nilai <i>Work Done by Compressor</i> Nanopartikel ZnO	51
Gambar 4.7. Persentase Nilai COP Nanopartikel ZnO	52
Gambar 4.8. Persentase Nilai Konsumsi Energi Nanopartikel ZnO	53
Gambar 4.9. Perbandingan COP nanopartikel SiO <sub>2</sub> + beban dan tanpa beban	56

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. <i>Properties</i> Refrigeran R600a	12
Tabel 2.2. <i>Properties</i> Nanopartikel SiO <sub>2</sub>	14
Tabel 2.3. <i>Properties</i> Nanopartikel ZnO	19
Tabel 2.4. <i>Properties</i> Polyolester Oil	21
Tabel 2.5. PH Diagram refrigeran R600a	22
Tabel 2.6. Penelitian – Penelitian Terdahulu Terkait Pengaruh Nanopartikel	24
Tabel 3.1. Spesifikasi Lemari Es Mini Portabel	31
Tabel 3.2. Spesifikasi Thermometer Digital	32
Tabel 3.3. Spesifikasi <i>Thermocouple</i>	32
Tabel 3.4. Spesifikasi <i>Thermocontrol</i>	33
Tabel 3.5. Spesifikasi <i>Pressure Gauge</i>	33
Tabel 3.6. Spesifikasi <i>Magnetic Stirrer</i>	33
Tabel 3.7. Spesifikasi Watt Meter Digital	34
Tabel 3.8. Spesifikasi Refrigeran R600a	34
Tabel 3.8. Spesifikasi POE	35
Tabel 4.1. Data Temperatur & Tekanan Hasil Pengujian Tanpa Nanopartikel	39
Tabel 4.2. Hasil Perhitungan Entalphy RE, WC dan COP	39
Tabel 4.3. Data Temperatur, Tekanan & Konsumsi Energi Hasil Pengujian Menggunakan Nanopartikel SiO <sub>2</sub>	42
Tabel 4.4. Hasil Perhitungan Entalphy RE, WC dan COP Menggunakan Nanopartikel SiO <sub>2</sub>	43

Tabel 4.5. Data Temperatur, Tekanan & Konsumsi Energi Hasil Pengujian Menggunakan Nanopartikel ZnO	48
Tabel 4.6. Hasil Perhitungan Entalphy RE, WC dan COP Menggunakan Nanopartikel ZnO	49
Tabel 4.7. Data Temperatur dan Tekanan Hasil Pengujian Menggunakan Nanopartikel SiO <sub>2</sub> + Beban Pendinginan	54
Tabel 4.8. Hasil Perhitungan Entalphy RE, WC dan COP Menggunakan Nanopartikel SiO <sub>2</sub> + Beban Pendinginan	55
Tabel 4.9. Perubahan Warna Pada Ayam dan Tomat Yang Disimpan di Dalam Alat Uji Selama 4 Hari	57
Tabel 4.10. Perubahan Bau Pada Ayam dan Tomat Yang Disimpan di Dalam Alat Uji Selama 4 Hari	57

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. PROSES PEMVAKUMAN ALAT UJI	63
LAMPIRAN 2. GAMBAR PROSES PENGISIAN REFRIGERAN R600a	63
LAMPIRAN 3. GAMBAR PROSES PENGISIAN NANOPARTIKEL	63
LAMPIRAN 5. GAMBAR PENEMPATAN SENSOR SUHU	64
LAMPIRAN 6. PERHITUNGAN COP	64
LAMPIRAN 7. LEMBAR REVISI SIDANG TESIS	91

