

**SKRIPSI**

**ANALISIS SIFAT TERMOFISIK DAN STABILITAS NANOFLUIDA  
TiO<sub>2</sub> – CuO / *AQUADES* DENGAN PENAMBAHAN SURFAKTAN  
*CETYL TRIMETHYLAMMONIUM BROMIDE (CTAB)***



**MUHAMMAD ALIF SEPTIAWAN**

**03051382025085**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2024**



**SKRIPSI**

**ANALISIS SIFAT TERMOFISIK DAN STABILITAS NANOFLUIDA  
TiO<sub>2</sub> – CuO / *AQUADES* DENGAN PENAMBAHAN SURFAKTAN  
*CETYL TRIMETHYLAMMONIUM BROMIDE* (CTAB)**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH**

**MUHAMMAD ALIF SEPTIAWAN**

**03051382025085**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2024**



**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS SIFAT TERMOFISIK DAN STABILITAS NANOFLUIDA  
TiO<sub>2</sub> – CuO / AQUADES DENGAN PENAMBAHAN SURFAKTAN  
*CETYL TRIMETHYLAMMONIUM BROMIDE (CTAB)***

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Oleh:**

**MUHAMMAD ALIF SEPTIAWAN**

**03051382025085**

**Palembang, 12 Desember 2024**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Mesin**

**Prof. Amir Arifin S.T., M.Eng., Ph.D., IPP.**

**NIP. 197909272003121004**

**Diperiksa dan disetujui oleh:**

**Pembimbing Skripsi**

**Ir. Barlin S.T., M.Eng., Ph.D.**

**NIP. 198106302006041001**



**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**Agenda No.**

: 41/TM/AK/2024

**FAKULTAS TEKNIK**

**Diterima Tanggal**

: 2 Januari 2025

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Paraf**

: 

---

**SKRIPSI**

NAMA : MUHAMMAD ALIF SEPTIAWAN  
NIM : 03051382025085  
JURUSAN : TEKNIK MESIN  
JUDUL SKRIPSI : ANALISIS SIFAT TERMOFISIK DAN STABILITAS NANOFLUIDA  $TiO_2 - CuO$  / *AQUADES* DENGAN PENAMBAHAN SURFAKTAN *CETYL TRIMETHYLAMMONIUM BROMIDE* (CTAB)  
DIBUAT TANGGAL : 22 AGUSTUS 2023  
SELESAI TANGGAL : 21 OKTOBER 2024

**Palembang, 12 Desember 2024**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Mesin**


**Prof. Amir Arifin S.T., M.Eng., Ph.D., IPP.**

**NIP. 197909272003121004**

**Diperiksa dan disetujui oleh:**

**Pembimbing Skripsi**



**Ir. Barlin S.T., M.Eng., Ph.D.**

**NIP. 198106302006041001**





## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “**Analisis Sifat Termofisik dan Stabilitas Nanofluida TiO<sub>2</sub> – CuO / Aquades dengan Penambahan Surfaktan Cetyl Trimethylammonium Bromide (CTAB)**” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 12 Desember 2024

Palembang, 12 Desember 2024

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa Skripsi

### 1. Ketua Penguji

Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D.

NIP. 198105102005011005



(.....)

### 2. Anggota Penguji

Dr. H. Ismail Thamrin, S.T., M.T.

NIP. 197209021997021001



(.....)

### 3. Anggota Penguji

Dr. Dendy Adanta, S.Pd., M.T., IPP.

NIP. 199306052019031016



(.....)

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Teknik Mesin**



Prof. Amir Arifin S.T., M.Eng., Ph.D. IPP.

NIP. 197909272003121004

**Diperiksa dan disetujui oleh:**

**Pembimbing Skripsi**



Ir. Barlin S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 198106302006041001



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis atas kehadiran Allah swt. yang telah memberikan Rahmat, Nikmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi yang berjudul “Analisis Sifat Termofisik dan Stabilitas Nanofluida  $\text{TiO}_2 - \text{CuO}$  / *Aquades* dengan Penambahan Surfaktan *Cetyl Trimethylammonium Bromide (CTAB)*” disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini dengan setulus hati penulis menyampaikan rasa hormat dan terimakasih yang tak terhingga atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan skripsi ini kepada:

1. Ibu Yessi Trismasari selaku orang tua dari penulis serta Alysa Careva Putri selaku adik saya yang telah memberikan doa dan dukungan demi keberhasilan penulis.
2. Bapak Prof. Amir Arifin S.T., M.Eng., Ph.D., IPP. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Barlin, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan Skripsi ini.
4. Bapak Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Seluruh teman-teman Teknik Mesin angkatan 2020 yang selalu memberi dukungan dan semangat dalam penyelesaian skripsi.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih banyak sekali kekurangan karena keterbatasan wawasan

penulis. Maka dari itu, bantuan saran dan kritik sangat diharapkan penulis untuk kelanjutan Skripsi ini. Penulis sangat berharap Skripsi ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang.

Palembang, 12 Desember 2024



Muhammad Alif Septiawan

03051382025085

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Alif Septiawan

NIM : 03051382025085

Judul : Analisis Sifat Termofisik dan Stabilitas Nanofluida  $\text{TiO}_2 - \text{CuO}$  /  
*Aquades* Dengan Penambahan Surfaktan *Cetyl Trimethylammonium Bromide* (CTAB)

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 12 Desember 2024



Muhammad Alif Septiawan  
NIM. 03051382025085



## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Alif Septiawan

Nim : 03051382025085

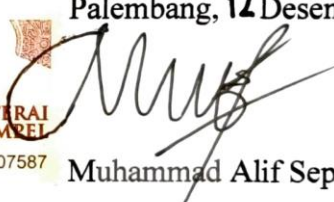
Judul : Analisis Sifat Termofisik dan Stabilitas Nanofluida  $\text{TiO}_2 - \text{CuO}$  /  
*Aquades* Dengan Penambahan Surfaktan *Cetyl Trimethylammonium Bromide* (CTAB)

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Palembang, 12 Desember 2024



Muhammad Alif Septiawan  
NIM. 03051382025085





## RINGKASAN

### ANALISIS SIFAT TERMOFISIK DAN STABILITAS NANOFLUIDA $\text{TiO}_2$ – $\text{CuO}$ / AQUADES DENGAN PENAMBAHAN SURFAKTAN CETYL TRIMETHYLAMMONIUM BROMIDE (CTAB)

Karya tulis ilmiah berupa skripsi,

Muhammad Alif Septiawan ; Dibimbing oleh Ir. Barlin S.T., M.Eng., Ph.D.

xxix + 69 halaman, 28 gambar, 18 tabel

#### RINGKASAN

Nanofluida merupakan suatu suspensi yang mengandung nanopartikel atau fluida dengan nanopartikel yang didispersikan ke dalamnya. Penambahan surfaktan kedalam nanofluida bertujuan untuk meningkatkan sifat penyebaran partikel dengan menurunkan tegangan permukaan cairan. Proses preparasi nanofluida merupakan salah satu peran penting dalam penelitian ini untuk mendapatkan hasil yang akurat. Preparasi nanofluida pada penelitian ini menggunakan metode dua langkah dengan meliputi berbagai parameter seperti rasio nanopartikel, fraksi volume, waktu pengadukan, waktu ultrasonic, dan konsentrasi penambahan surfaktan. Dalam penelitian ini, penulis memvariasikan dua parameter, diantaranya adalah konsentrasi surfaktan dan campuran rasio nanopartikel yang mana dalam setiap parameternya menggunakan 3 level. Pada konsentrasi surfaktan, 3 level yang digunakan adalah 0,1%, 0,3%, 0,5%. Dalam campuran rasio nanopartikel yaitu 0,75  $\text{TiO}_2$  – 0,25  $\text{CuO}$ , 0,5  $\text{TiO}_2$  – 0,5  $\text{CuO}$ , 0,25  $\text{TiO}_2$  – 0,75  $\text{CuO}$ . Proses preparasi nanofluida dimulai dengan perhitungan serta penimbangan massa dari masing masing nanopartikel dan surfaktan, kemudian mencampurkan nanopartikel  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{CuO}$  kedalam fluida dasar yaitu Aquades lalu ditambahkan surfaktan CTAB. Selanjutnya dilakukan pengadukan menggunakan pengaduk magnetik dan dilanjut untuk diultrasonik yang bertujuan untuk memecah aglomerasi. Kemudian dilakukanlah evaluasi stabilitas dari 12 sampel nanofluida yang sudah dipreparasi, 9 diantaranya adalah

sampel yang ditambahkan surfaktan CTAB. Metode pengujian yang dipakai pada penelitian ini untuk menguji stabilitas adalah foto sedimentasi. Selanjutnya, dilakukanlah pengujian sifat termofisik meliputi pengujian densitas untuk menemukan nilai massa jenis dari nanofluida tersebut menggunakan densitimeter. Setelah itu dilakukan juga pengujian viskositas dengan menggunakan viskometer. Selanjutnya, hasil data pengujian densitas dan viskositas diolah kedalam bentuk grafik dan tabel untuk melihat perbandingan surfaktan yang ditambahkan konsentrasi surfaktan dengan nanofluida yang tidak ditambahkan surfaktan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan CTAB dapat meningkatkan stabilitas dan sifat termofisik nanofluida, khususnya pada konsentrasi surfaktan yang lebih tinggi. Data memperlihatkan bahwa nanofluida dengan konsentrasi CTAB 0,5% dan campuran rasio nanopartikel 0,25 TiO<sub>2</sub> - 0,75 CuO menunjukkan kepadatan dan viskositas tertinggi. Selain itu, uji sedimentasi menunjukkan peningkatan stabilitas dispersi selama satu bulan.

Kata Kunci : TiO<sub>2</sub>-CuO, Nanofluida Hibrida, CTAB

## SUMMARY

### ANALYSIS OF THERMOPHYSICAL PROPERTIES AND STABILITY OF TiO<sub>2</sub> – CUO / AQUADES NANOFLUIDS WITH THE ADDITION OF CETYL TRIMETHYLAMMONIUM BROMIDE (CTAB) SURFACTANT

Scientific Writing in the form of a Undergraduate Thesis,

Muhammad Alif Septiawan ; Supervised of Ir. Barlin S.T., M.Eng., Ph.D.

xxix + 69 pages, 28 figure, 18 tables

#### SUMMARY

Nanofluid is a suspension containing nanoparticles or a fluid with nanoparticles dispersed in it. The addition of surfactants to nanofluids aims to increase the dispersion properties of particles by reducing the surface tension of the liquid. The nanofluid preparation process is an important role in this research to obtain accurate results. Nanofluid preparation in this study used a two-step method which included various parameters such as nanoparticle ratio, volume fraction, stirring time, ultrasonic time, and concentration of added surfactant. In this research, the authors varied two parameters, including the surfactant concentration and the nanoparticle mixture ratio, where each parameter used 3 levels. In surfactant concentration, the 3 levels used are 0.1%, 0.3%, 0.5%. In the mixture the ratio of nanoparticles is 0.75 TiO<sub>2</sub> – 0.25 CuO, 0.5 TiO<sub>2</sub> – 0.5 CuO, 0.25 TiO<sub>2</sub> – 0.75 CuO. The nanofluid preparation process begins with calculating and weighing the mass of each nanoparticle and surfactant, then mixing the TiO<sub>2</sub> and CuO nanoparticles into the base fluid, namely Aquades, then adding the CTAB surfactant. Next, stirring was carried out using a magnetic stirrer and continued with ultrasonics which aims to break up the agglomeration. Then an evaluation of the stability of 12 prepared nanofluid samples was carried out, 9 of which were samples with CTAB surfactant added. The test method used in this research to test stability is sedimentation photos. Next, thermophysical properties testing was carried out including density testing to find the density

value of the nanofluid using a densitometer. After that, viscosity testing was also carried out using a viscometer. Next, the results of the density and viscosity test data were processed into graphs and tables to see the comparison of surfactant with added surfactant concentration and nanofluids without added surfactant. Test results show that the addition of CTAB can improve the stability and thermophysical properties of nanofluids, especially at higher surfactant concentrations. The data shows that nanofluid with a CTAB concentration of 0.5% and a mixture of 0.25 TiO<sub>2</sub> - 0.75 CuO nanoparticle ratio shows the highest density and viscosity. In addition, the sedimentation test showed an increase in dispersion stability over one month.

Keywords : TiO<sub>2</sub>-CuO, Hybrid Nanofluid, CTAB

## DAFTAR ISI

SKRIPSI .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	v
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xiii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS .....	xv
RINGKASAN .....	xvii
SUMMARY .....	xix
DAFTAR ISI .....	xxi
DAFTAR GAMBAR .....	xxv
DAFTAR TABEL .....	xxvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xxix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Ruang Lingkup Penelitian.....	2
1.4    Tujuan Penelitian .....	3
1.5    Manfaat Penelitian .....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1    Nanofluida.....	5
2.1.1    Nanopartikel .....	5
2.1.2    Nanofluida Hibrida.....	6
2.1.3    Titanium Dioksida (TiO <sub>2</sub> ) .....	6

2.1.4	Tembaga (II) Oksida (CuO) .....	7
2.1.5	Aquades .....	8
2.2	Surfaktan .....	9
2.2.1	Cetyl Trimethylammonium Bromide (CTAB).....	10
2.3	Preparasi Nanofluida .....	11
2.4	Termofisik Nanofluida .....	12
2.4.1	Densitas .....	12
2.4.2	Viskositas .....	13
2.5	Stabilitas Nanofluida .....	14
2.5.1	Sedimentasi Nanofluida.....	14
2.6	Data Penelitian Sebelumnya.....	15
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>		<b>19</b>
3.1	Diagram Alir .....	19
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian .....	20
3.3	Alat dan Bahan Penelitian .....	20
3.3.1	Alat .....	20
3.3.2	Bahan .....	25
3.4	Pelaksanaan Penelitian .....	25
3.5	Prosedur Penelitian.....	25
3.5.1	Preparasi Nanofluida .....	26
3.6	Parameter Pengamatan .....	27
3.6.1	Prosedur Pengujian Densitas .....	27
3.6.2	Prosedur Pengujian Viskositas .....	28
3.6.3	Prosedur Pengujian Foto Sedimentasi .....	28
3.6.4	Proses Perhitungan Massa Nanopartikel .....	29
3.6.5	Proses Perhitungan Masa Surfaktan .....	30

3.7	Desain Eksperimen.....	31
3.8	Analisa dan Data Penelitian .....	31
3.9	Tabel Pengujian.....	32
3.10	Tabel Waktu Penelitian .....	32
3.11	Analisa Pengolahan Data .....	33
3.12	Hasil yang Diharapkan.....	33
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>35</b>
4.1	Hasil Pengujian Densitas.....	35
4.2	Hasil Pengujian Viskositas.....	38
4.2.1	Viskositas Dinamik .....	39
4.2.2	Viskositas Kinematik .....	42
4.3	Hasil Pengujian Foto Sedimentasi .....	45
4.3.1	Hasil Pengujian Foto Sedimentasi Hari Ke-1.....	46
4.3.2	Hasil Pengujian Foto Sedimentasi Setelah Minggu Ke-2 .....	46
4.3.3	Hasil Pengujian Foto Sedimentasi Setelah Minggu Ke-3 .....	47
4.3.4	Hasil Pengujian Foto Sedimentasi Setelah 1 Bulan .....	47
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>51</b>
5.1	Kesimpulan .....	51
5.2	Saran.....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>53</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>57</b>





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Nanopartikel TiO <sub>2</sub> .....	7
Gambar 2. 2 Nanopartikel CuO.....	8
Gambar 2. 3 <i>Aquades</i> .....	9
Gambar 2. 4 <i>Cetyl Trimethylammonium Bromide</i> .....	11
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	19
Gambar 3. 2 Gelas Beaker.....	20
Gambar 3. 3 Timbangan Analitik.....	21
Gambar 3. 4 <i>Magnetic Stirrer</i> .....	22
Gambar 3. 5 <i>Viscometer Lichen NDJ-5S/8S/9S</i> .....	23
Gambar 3. 6 <i>Densitometer MH300A</i> .....	24
Gambar 3. 7 <i>Ultrasonic Cleaner</i> .....	24
Gambar 3. 8 Preparasi Nanofluida .....	26
Gambar 3. 9 Skema Preparasi Nanofluida .....	27
Gambar 4. 1 Diagram Densitas Menggunakan Surfaktan.....	36
Gambar 4. 2 Diagram Densitas Tanpa Menggunakan Surfaktan .....	37
Gambar 4. 3 Perbandingan Pengujian Densitas .....	37
Gambar 4. 4 Diagram Viskositas Dinamik Dengan Penambahan Surfaktan ...	40
Gambar 4. 5 Diagram Viskositas Dinamik Tanpa Penambahan Surfaktan .....	41
Gambar 4. 6 Perbandingan Pengujian Viskositas Dinamik .....	41
Gambar 4. 7 Diagram Viskositas Kinematik Dengan Penambahan Surfaktan	43
Gambar 4. 8 Diagram Viskositas Kinematik Tanpa Penambahan Surfaktan...	44
Gambar 4. 9 Perbandingan Pengujian Viskositas Kinematik.....	44
Gambar 4. 10 Hasil Pengamatan Foto Sedimentasi Hari ke-1 .....	46
Gambar 4. 11 Hasil Pengamatan Foto Sedimentasi Setelah Minggu ke-2.....	46
Gambar 4. 12 Hasil Pengamatan Foto Sedimentasi Minggu ke-3 .....	47
Gambar 4. 13 Hasil Pengamatan Foto Sedimentasi 1 Bulan.....	47
Gambar 4. 14 Pengamatan Foto Sedimentasi Nanofluida tanpa CTAB .....	48
Gambar 4. 15 Pengamatan Foto Sedimentasi Nanofluida tanpa CTAB setelah Tiga Jam .....	49



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi TiO <sub>2</sub> .....	7
Tabel 2. 2 Spesifikasi CuO.....	8
Tabel 2. 3 Spesifikasi CTAB.....	10
Tabel 2. 4 Data Penelitian Sebelumnya.....	15
Tabel 3. 1 Massa Nanopartikel.....	30
Tabel 3. 2 Desain Eksperimen.....	31
Tabel 3. 3 Analisa dan Data Penelitian .....	31
Tabel 3. 4 Pengujian Nanofluida Dengan Penambahan Surfaktan .....	32
Tabel 3. 5 Pengujian Nanofluida Tanpa Penambahan Surfaktan .....	32
Tabel 3. 6 Waktu Penelitian .....	32
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Densitas Menggunakan Surfaktan.....	35
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Densitas Tanpa Menggunakan Surfaktan.....	36
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian Viskositas Dinamik Dengan Penambahan Surfaktan .....	39
Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian Viskositas Dinamik Tanpa Menggunakan Surfaktan .....	40
Tabel 4. 7 Data Hasil Pengujian Viskositas Kinematik Dengan Penambahan Surfaktan .....	42
Tabel 4. 8 Data Hasil Pengujian Viskositas Kinematik Tanpa Penambahan Surfaktan .....	43
Tabel 4. 10 Data Milimeter Block Pengujian Foto Sedimentasi Nanofluida Dengan Penambahan Surfaktan.....	48
Tabel 4. 11 Data Milimeter Block Pengujian Foto Sedimentasi Nanofluida Tanpa Penambahan Surfaktan .....	49



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Milimeter Block Pengujian Foto Sedimentasi .....	57
Lampiran 2. Pengujian Densitas Menggunakan Densitymeter .....	59
Lampiran 3. Pengujian Viskositas Menggunakan Viskometer .....	60
Lampiran 4. Lembar Konsultasi Tugas Akhir .....	64
Lampiran 5. Hasil Akhir Similaritas (Turnitin).....	65
Lampiran 6. Surat Pernyataan Bebas Plagiarisme.....	67
Lampiran 7. Surat Keterangan Pengecekan Similaritas .....	68
Lampiran 8. Form Pengecekan Format Tugas Akhir .....	69



# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Media perpindahan panas menggunakan fluida seperti air, udara, minyak, dan sistem pendingin lainnya banyak digunakan dalam produksi kimia, transportasi, *air conditioner*, manufaktur mesin serta mikroelektronika. Namun karena perkembangan teknologi industri, media perpindahan ini tidak lagi dapat memenuhi laju perpindahan panas yang sangat tinggi. Untuk meningkatkan konduktivitas termal cairan, para peneliti menambahkan partikel padat berukuran mikro dan berukuran milimeter ke dalam cairan yang mampu meningkatkan konduktivitas termalnya (Li dkk., 2021).

Nanofluid adalah bahan yang mengandung nanopartikel. Menambahkan partikel-partikel ini ke cairan dapat meningkatkan sifat termal, listrik, dan mekanik. Nanopartikel juga membantu meningkatkan ketahanan isolasi dan menurunkan viskositas minyak trafo sehingga memudahkan proses penguraian oleh mikroorganisme. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa nanofluida dapat meningkatkan efisiensi perpindahan panas. Misalnya, menambahkan nanopartikel ke minyak transformator tidak berdampak negatif terhadap resistansi isolasi atau tegangan tembus minyak (Manab dkk., 2018).

Dalam tiga dekade terakhir, nanofluida telah menarik beberapa perhatian dalam dunia nanoteknologi, teknik termal, dan beberapa aplikasi lainnya. Penelitian yang dilakukan Xuan dan Li serta Yu dkk., menyatakan bahwa konduktivitas termal meningkat 78% menggunakan nanofluida Cu-air dan 34% meningkat menggunakan nanofluida  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -minyak tanah (Chakraborty & Panigrahi, 2020).

Preparasi nanofluida adalah langkah pertama dalam pembuatan nanofluida, karena dalam preparasi nanofluida menentukan apakah nanopartikel akan tetap berada dalam suspensi koloid atau sebagai sedimen. Umumnya ada

dua metode dalam membuat nanofluida yaitu menggunakan two-step method dan one-step method. (Dey dkk., 2017).

Ada dua cara yang digunakan untuk membuat nanofluida agar lebih stabil yaitu dengan mengatur pH (*electronic stabilization*) dan dengan menambahkan dispersan atau surfaktan (*steric stabilization*) (Nurhidayati dkk., 2015).

Pada penelitian ini penulis menggunakan nanofluida berbasis  $\text{TiO}_2 - \text{CuO}$  / *Aquades* dengan penambahan surfaktan *Cetyl Trimethylammonium Bromide* (CTAB).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dari penelitian ini, penulis merumuskan masalah yaitu, bagaimana menganalisis sifat termofisik dan stabilitas nanofluida berbasis  $\text{TiO}_2 - \text{CuO}$  / *Aquades*, serta bagaimana pengaruh penambahan surfaktan *Cetyl Trimethyl Bromide* (CTAB) dengan variasi konsentrasi 0.1%, 0.3%, 0.5% terhadap nanofluida  $\text{TiO}_2 - \text{CuO}$  / *Aquades*.

## 1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Batasan masalah pada penelitian ini meliputi:

1. Penelitian ini memfokuskan pengaruh penambahan surfaktan pada karakteristik sifat termofisik nanofluida dengan pengujian viskositas dan densitas.
2. Fluida dasar yang digunakan adalah *Aquades*.
3. Nanopartikel campuran hibrida yang digunakan adalah  $\text{TiO}_2$  dengan  $\text{CuO}$ .
4. Fraksi volume yang digunakan adalah 0.5%.
5. Rasio hibrida yang digunakan adalah 0,75  $\text{TiO}_2 - 0,25 \text{ CuO}$ , 0,5  $\text{TiO}_2 - 0,5 \text{ CuO}$ , dan 0,25  $\text{TiO}_2 - 0,75 \text{ CuO}$ .



6. Surfaktan yang digunakan adalah *Cetyl Trimethylammonium Bromide* (CTAB).
7. Variasi konsentrasi surfaktan 0.1%, 0.3%, 0.5%
8. Pembuatan nanofluida menggunakan metode *two-step*.
9. Pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* selama 60 menit.
10. Menggunakan *ultrasonic cleaner* selama 60 menit.
11. Pengujian karakteristik nanofluida meliputi uji foto sedimentasi, uji viskositas, dan uji densitas.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis sifat termofisik dari nanofluida  $\text{TiO}_2 - \text{CuO}$  / *Aquades* dengan penambahan surfaktan *Cetyl Trimethylammonium Bromide* (CTAB) yang meliputi pengujian densitas dan viskositas.
2. Menganalisis stabilitas dari nanofluida  $\text{TiO}_2 - \text{CuO}$  / *Aquades* dengan penambahan surfaktan *Cetyl Trimethylammonium Bromide* melalui metode foto sedimentasi.
3. Menganalisis perbedaan nanofluida  $\text{TiO}_2 - \text{CuO}$  / *Aquades* dengan penambahan surfaktan CTAB dan nanofluida tanpa penambahan surfaktan CTAB.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini adalah:

1. Memahami prosedur serta langkah-langkah untuk nanofluida  $\text{TiO}_2 - \text{CuO}$  / *Aquades* dengan penambahan surfaktan *Cetyl Trimethylammonium Bromide* (CTAB).

2. Mengetahui perbedaan stabilitas dari nanofluida  $\text{TiO}_2 - \text{CuO}$  / *Aquades* dengan penambahan surfaktan CTAB dan tanpa penambahan surfaktan CTAB menggunakan metode foto sedimentasi.
3. Mengetahui sifat termofisik dari nanofluida  $\text{TiO}_2 - \text{CuO}$  / *Aquades* jika ditambahkan dengan surfaktan CTAB.
4. Mempelajari sifat termofisik, komposisi nanopartikel, serta stabilitas nanofluida dari  $\text{TiO}_2 - \text{CuO}$ .
5. Memberikan kontribusi terhadap ilmu dan teknologi terkhusus pada bidang nanofluida
6. Sebagai acuan atau rujukan bagi penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdassah, M. (2017). Nanopartikel Dengan Gelasi Ionik. *Jurnal Farmaka*, 15(1).
- Akilu, S., Baheta, A. T., & Sharma, K. V. (2017). Experimental Measurements of Thermal Conductivity and Viscosity of Ethylene Glycol-Based Hybrid Nanofluid with  $\text{TiO}_2\text{-CuO/C}$  Inclusions. *Journal of Molecular Liquids*, 246(1), 396–405. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2017.09.017>
- Alfian, D. G. C., Pandapotan, N. B., Syaukani, M., Silitonga, D. J., Sa'adiyah, D. S., & Syawitri, T. P. (2023). Experimental Investigation of The Heat Transfer Characteristics of Hybrid Nanofluid  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{CuO}$ -Distilled Water with The Variation of Concentration Ratios. *Jurnal Tekno Insentif*, 17(1), 11–21. <https://doi.org/10.36787/jti.v17i1.940>
- Dey, D., Kumar, P., & Samantaray, S. (2017). A Review Of Nanofluid Preparation, Stability, And Thermo-Physical Properties. *Heat Transfer - Asian Research*, 46(8), 1413–1442. <https://doi.org/10.1002/htj.21282>
- Fahyuan, H. D., Dahlan, D., & Fisika, A. J. (2013). Pengaruh Konsentrasi Ctab Sintesis Nanopartikel  $\text{TiO}_2$  Untuk Aplikasi Sel Surya Menggunakan Metode Sol Gel. *Jurnal Ilmiah Fisika*, 5(1), 16-23.
- Fiona Rachim, P., Linda Mirta, E., & Yusuf Thoaha, M. (2012). Pembuatan Surfaktan Natrium Lignosulfonat Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Sulfonasi Langsung. *Jurnal Teknik Kimia* 18(1), 41-46.
- Iswari, S., Yunita, A., Pujiastuti, A., Suhu, P., Operasi, D. W., Proses, P., Untuk, D., Adani, S. I., & Pujiastuti, Y. A. (2017). The Effect Of Temperature And Operation Time On The Process Of Distilation For Aquades Processing In Faculty Of Engineering University Mulawarman. *Jurnal Chemurgy* 1(1).
- Ji, J., Yao, X., Gao, J., Lu, W., Wang, W., & Chu, D. (2021). Effect Of Surfactants And Ph Values On Stability Of  $\Gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  Nanofluids. *Chemical Physics Letters*, 781(1), 41. <https://doi.org/10.1016/j.cplett.2021.138996>

- Jothiramalingam, R., Radika, T., Lohedan, H. A., Karnan, M., & Al-Dhayan, D. M. (2023). Synthesis And Characterization Of Tio<sub>2</sub> Nano Fluids Formation And Its Optical, Electrical And Catalytic Property Analysis. *Journal Of Ovonic Research*, 19(3), 283–294. <https://doi.org/10.15251/Jor.2023.193.283>
- Kabedev, A., Hossain, S., & Larsson, P. (2023). Molecular Dynamics Simulations As A Tool To Understand Drug Solubilization In Pharmaceutical Systems. *Comprehensive Computational Chemistry*, First Edition: 4(3), 3, V3-865-V3-885. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821978-2.00114-8>
- Kong, L., Sun, J., & Bao, Y. (2017). Preparation, Characterization And Tribological Mechanism Of Nanofluids. *Rs. Royal Society Of Chemistry* 7(21), 16-19. <https://doi.org/10.1039/C6ra28243a>
- Kusrini, E., Putra, N., Siswahyu, A., Tristatini, D., Prihandini, W. W., Alhamid, M. I., Yulizar, Y., & Usman, A. (2019). Effects Of Sequence Preparation Of Titanium Dioxide-Water Nanofluid Using Cetyltrimethylammonium Bromide Surfactant And Tio<sub>2</sub> Nanoparticles For Enhancement Of Thermal Conductivity. *International Journal Of Technology*, 10(7), 1453–1464. <https://doi.org/10.14716/Ijtech.V10i7.3758>
- Landi, T. (2017). Perancangan Dan Uji Alat Pengolah Sampah Plastik Jenis Ldpe (Low Density Polyethylene) Menjadi Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(1), 1-8.
- Leong, K. Y., Razali, I., Ku Ahmad, K. Z., Ong, H. C., Ghazali, M. J., & Abdul Rahman, M. R. (2018). Thermal Conductivity Of An Ethylene Glycol/Water-Based Nanofluid With Copper-Titanium Dioxide Nanoparticles: An Experimental Approach. *International Communications In Heat And Mass Transfer*, 90, 23–28. <https://doi.org/10.1016/J.icheatmasstransfer.2017.10.005>
- Manab, A., Aulia, A., Putra Waldi, E., Kodrat, M., & Widia, G. (2018). Pengaruh Penuaan Elektrik Terhadap Karakteristik Tegangan Tembus Dan Pdiv

- Minyak Nanonynas. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 7(1).  
<https://doi.org/10.25077/jnte.v7n1.522.2018>
- Mulya, W., & Dani Gustaman Syarif, H. (2018). Nanopartikel, Hasil Green Synthesis Dan Aplikasinya Di Mesin Pendingin Nanoparticle, A Green Synthesis Product And Its Application On Cooling Machines. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(1), 3-6.
- Nurhidayati, P., Syarif, D. G., & Aliah, D. H. (2015). Pengaruh Konsentrasi Polietilen Glikol (Peg) Terhadap Karakteristik Nanofluida Air-Alumina. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 17(2), 77.
- Prakash, Dr. S. B., Kotin, K. N., & Kumar M, P. (2020). Preparation And Characterization Of Nanofluid (Cuo – Water, Tio<sub>2</sub> – Water). *Eph - International Journal Of Science And Engineering*, 6(3), 13–18.  
<https://doi.org/10.53555/eijse.v6i3.70>
- Puspita Dewi, W., Haryati, T., Aris Sulistiyo, Y., & Andarini Jurusan Kimia, N. (2019). Variasi Penambahan Ctabr Sebagai Template Terhadap Pembentukan Tio<sub>2</sub> Anatase Dari Senyawa Natrium Titanat Dan Aplikasinya Sebagai Fotokatalis. *Jurnal Berkala Sainstek*, 7(2), 43-48.
- Ranga Babu, J. A., Kumar, K. K., & Srinivasa Rao, S. (2017). State-Of-Art Review On Hybrid Nanofluids. *Renewable And Sustainable Energy Review*, 77(1), 551-556. Elsevier Ltd.  
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.040>
- Sari, S. P., & Geraldi, Dan A. (2020). Efek Gerak Brown Dan Stabilitas Nanofluida Terhadap Koefisien Konveksi Pada Penukar Kalor Pipa Ganda.
- Suci Ariyanti, E., & Mulyono, A. (2010). Otomatisasi Pengukuran Koefisien Viskositas Zat Cair Menggunakan Gelombang Ultrasonik. *Jurnal Neutrino*, 2(2), 18-22.
- Tiandho, Y., & Afriani, F. (2020). Model Konduktivitas Termal Nanofluida Berdasarkan Grup Tak-Berdimensi Dengan Parameter Termofisika

Kompleks. Jurnal Fisika Flux, 17(1), 30-36.  
<https://doi.org/10.20527/Flux.V17i1.7235>

Vishnu Mahesh, K. R., Narasimha Murthy, H. N., Kumaraswamy, E., Raghavendra, N., Sridhar, R., Krishna, M., Pattar, N., Pal, R., & Sherigara, B. S. (2011). Synthesis And Characterization Of Organomodified Na-Mmt Using Cation And Anion Surfactants. *Frontiers Of Chemistry In China*, 6(2), 153–158. <https://doi.org/10.1007/S11458-011-0239-4>

Wang, J., Li, G., Li, T., Zeng, M., & Sundén, B. (2021). Effect Of Various Surfactants On Stability And Thermophysical Properties Of Nanofluids. *Journal Of Thermal Analysis And Calorimetry*, 143(6), 4057–4070. <https://doi.org/10.1007/S10973-020-09381-9>

Yudandhiss, C. D. R., Salmahaminati, & Sahadad. (2022). Jaminan Mutu pada Pengujian Pour Point ASTM D-97, Flash Point PMcc ASTM D-93 dan Viskositas Kinematik ASTM D-445. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 7(1), 17-26.