

SKRIPSI

**ANALISIS SIFAT TERMOFISIK DAN STABILITAS
NANOFLUIDA TiO_2 – MWCNT / AQUADES PADA FRAKSI
VOLUME 0,1%, 0,3%, 0,5%**



**OLEH
AHMAD AULIA AKBAR
03051381924108**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2024

SKRIPSI

**ANALISIS SIFAT TERMOFISIK DAN STABILITAS
NANOFLUIDA TiO₂ – MWCNT / AQUADES PADA FRAKSI
VOLUME 0,1%, 0,3%, 0,5%**

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



**OLEH
AHMAD AULIA AKBAR
03051381924108**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS SIFAT TERMOFISIK DAN STABILITAS
NANOFLUIDA TiO₂ – MWCNT / AQUADES PADA FRAKSI
VOLUME 0,1%, 0,3%, 0,5%**

SKRIPSI

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

Oleh:

AHMAD AULIA AKBAR

03051381924108

Palembang, Desember 2024

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing Skripsi



A blue ink signature of Prof. Amir Arifin, written over a faint circular stamp of the Faculty of Engineering, Sriwijaya University.

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

NIP. 197909272003121004



A blue ink signature of Ir. Barlin, written in a stylized cursive script.

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

NIP. 198106302006041001

JURUSAN TEKNIK MESIN

Agenda No. : 48/TM/Ak/2024

FAKULTAS TEKNIK

Diterima Tanggal : 16 Januari 2025

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Paraf



NAMA : AHMAD AULIA AKBAR
NIM : 03051381924108
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : ANALISIS SIFAT TERMOFISIK DAN STABILITAS NANOFLUIDA TiO_2 - MWCNT / AQUADES PADA FRAKSI VOLUME 0,1%, 0,3%, 0,5%
DIBUAT TANGGAL : 7 JUNI 2022
SELESAI TANGGAL : 26 DESEMBER 2024

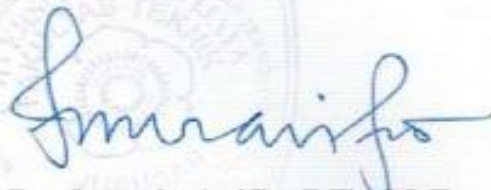
Palembang, Desember 2024

Mengetahui,

Diperiksa dan disetujui oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Pembimbing Skripsi



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

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

NIP. 197909272003121004

NIP. 198106302006041001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “ Analisis Sifat Termofisik dan Stabilitas Nanofluida TiO₂ – MWCNT / Aquades Pada Fraksi Volume 0,1%, 0,3%, 0,5% ” 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

Ketua Penguji :

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

NIP. 199306052019031016



(.....)

Anggota :

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

NIP. 197209021997021001



(.....)

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

NIP. 198105102005011005



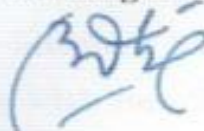
(.....)


Ketua Jurusan Teknik Mesin

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

NIP. 197909272003121004

Pembimbing Skripsi



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

NIP. 198106302006041001

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang melimpahkan karunia rahmat dan juga petunjuk sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka Tugas Akhir (Skripsi) yang dibuat untuk memenuhi syarat seminar dan sidang sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul. “ Analisis Sifat Termofisik dan Stabilitas Nanofluida TiO_2 – MWCNT / Aquades Pada Fraksi Volume 0,1%, 0,3%, 0,5%”. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Akbar Saefudin S.P, M.Sc,M.Si dan Elok Ilunanwati S.P, M.P selaku orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan penuh serta doa penulis dalam menyusun tugas akhir ini hingga selesai dengan baik. Kesuksesan dan segala hal baik kedepannya yang akan penulis dapatkan serta lalui adalah karena dan untuk keduanya.
2. Ir. Barlin, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing, mendidik, memotivasi, serta banyak memberikan saran kepada penulis dari awal hingga skripsi ini selesai.
3. Prof. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Ir. Barlin, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Prof. Dipl-Ing. Ir. Amrifan Saladin Mohruni, SM, Ph.D selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis dalam menjalani perkuliahan.
6. Seluruh sahabat karib dan teman seperjuangan Teknik Mesin 2019 yang telah memberikan banyak dukungan dan menemani penulis dalam menyelesaikan kuliah di Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

7. Akas H. M. Nasziruddin dan Umbai Hayati serta Dr. Eng. Riya Liu Hartana, S.T.P, M.Si, yang penulis cintai dan sayangi atas dukungan tulus tak terhingga.
8. Pamanda H. Heru Hermawan, S.STP, S.H, M.Si beserta keluarga yang selalu menjadi panutan penulis sejak kecil, serta telah banyak membantu dan merangkul penulis seperti orang tua sendiri sejak awal perkuliahan di Fakultas Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
9. Pamanda Andri Kurniagusti, S.E, S.H, M.Si, M.M dan keluarga yang telah memberikan dukungan secara moril maupun materi selama penulis mengerjakan tugas akhir ini.
10. Segenap Dosen Fakultas Teknik Mesin Universitas Sriwijaya yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama kuliah dan seluruh staf yang selalu sabar melayani segala administrasi selama proses penelitian ini.
11. Sahabat – sahabat setia seperjuangan lulusan 2019 SMKN 2 Palembang yang telah banyak memberikan dukungan moral dan menjaga silaturahmi sehingga penulis tetap semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dikarenakan kekurangan penulis dari keterbatasan ilmu dan wawasan yang penulis miliki. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun untuk kelanjutan skripsi ini kedepannya akan sangat membantu. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang di kemudian hari.

Palembang, 1 September 2024



Ahmad Aulia Akbar

NIM.03051381924108

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ahmad Aulia Akbar

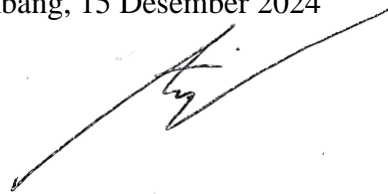
NIM : 03051381924108

Judul : Analisis Sifat Termofisik dan Stabilitas Nanofluida TiO₂ – MWCNT
/ Aquades Pada Fraksi Volume 0,1%, 0,3%, 0,5%

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

Palembang, 15 Desember 2024



Ahmad Aulia Akbar
NIM. 03051381924108

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ahmad Aulia Akbar

NIM : 03051381924108

Judul : Analisis Sifat Termofisik dan Stabilitas Nanofluida TiO₂ – MWCNT
/ Aquades Pada Fraksi Volume 0,1%, 0,3%, 0,5%

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



Ahmad Aulia Akbar
NIM. 03051381924108

RINGKASAN

ANALISIS SIFAT TERMOFISIK DAN STABILITAS NANOFLUIDA TiO_2 –
MWCNT / AQUADES PADA FRAKSI VOLUME 0,1%, 0,3%, 0,5%

Karya tulis ilmiah berupa skripsi,

Ahmad Aulia Akbar ; Dibimbing oleh Ir. Barlin S.T., M.Eng., Ph.D.

xxix + 67 halaman, 13 gambar, 14 tabel

RINGKASAN

Nanofluida merupakan klasifikasi fluida perpindahan panas yang merupakan nanopartikel suspensi yang direkayasa (1-100 nm) yang didispersikan dalam fluida. Nanofluida didefinisikan sebagai fluida yang mengandung nanopartikel, yaitu partikel berukuran nanometer. Proses preparasi nanofluida meliputi penggunaan jumlah fraksi volume, campuran rasio nanopartikel yang akan digunakan, waktu pengadukan, dan durasi waktu sistem ultrasonik. Dalam setiap parameter menggunakan 3 level. 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 penggunaan campuran rasio nanopartikel yang digunakan adalah 70% TiO_2 – MWCNT, 30%, 50% TiO_2 – MWCNT 50%, 30% TiO_2 – MWCNT – 70% . Dalam fraksi volume, 3 level yang akan digunakan adalah 0,2%, 0,4%, serta 0,6%. Serta waktu pengadukan 30, 60 dan 90 menit. Dalam durasi waktu sistem ultrasonik adalah 60, 90, dan 120 menit. Selanjutnya, dilakukanlah pengujian sifat termofisik meliputi pengujian densitas untuk menemukan nilai massa jenis dari nanofluida tersebut menggunakan piknometer dan timbangan analitik. Setelah itu dilakukan juga pengujian viskositas dengan menggunakan *digital viscometer*. Kemudian, hasil data pengujian densitas dan viskositas diolah kedalam bentuk grafik dan tabel dengan menggunakan Metode Taguchi serta

ANOVA. Pada pengujian densitas didapat sampel 3 (S3) memiliki densitas yang paling tinggi, sementara sampel 1 (S1) memiliki densitas paling rendah. Untuk pengujian viskositas didapat sampel 4 (S4) memiliki nilai viskositas yang terbaik, sementara sampel 2 (S2) memiliki nilai yang paling rendah. Selain itu, uji foto sedimentasi dilakukan untuk melihat stabilitas dispersi yang diawasi perubahannya selama satu bulan. Kemudian sampel yang terlihat paling optimal dilanjutkan untuk pengamatan dari hasil uji lab di Universitas Sriwijaya dari pengujian *Scanning Electron Microscopy* (SEM) terhadap nanofluida TiO₂ - MWCNT/Aquades, yang mana didapatkan morfologi nanopartikel didominasi oleh TiO₂ disebabkan oleh jumlah dari massa partikel TiO₂ yang lebih besar dibandingkan MWCNT, sehingga pada hasil SEM morfologi dari MWCNT hanya sedikit.

Kata Kunci : TiO₂-MWCNT, Nanofluida Hibrida, SEM

SUMARRY

ANALYSIS OF THERMOPHYSICAL PROPERTIES AND STABILITY OF
TiO₂ – MWCNT / AQUADES AT VOLUME FRACTIONS OF 0,1%, 0,3%,
0,5%

Scientific Writing in the form of a Undergraduate Thesis,

Ahmad Aulia Akbar; Supervised of Ir. Barlin S.T., M.Eng., Ph.D.

xxix + 67 pages, 13 figure, 14 tables

SUMMARY

Nanofluids are a classification of heat transfer fluids that are engineered suspension nanoparticles (1-100 nm) dispersed in a fluid. Nanofluids are defined as fluids containing nanoparticles, i.e. nanometre-sized particles. The nanofluid preparation process includes the use of the number of volume fractions, the mixture ratio of nanoparticles to be used, the stirring time, and the time duration of the ultrasonic system. In each parameter, 3 levels are used. In this study, the authors varied two parameters, including surfactant concentration and nanoparticle ratio mixture, which in each parameter uses 3 levels. In the surfactant concentration, the 3 levels used are 0.1%, 0.3%, 0.5%. In the use of nanoparticle ratio mixture used is 70% TiO₂ - MWCNT, 30%, 50% TiO₂ - MWCNT 50%, 30% TiO₂ - MWCNT - 70%. In volume fraction, the 3 levels to be used are 0.2%, 0.4%, and 0.6%. And the stirring time is 30, 60 and 90 minutes. The time duration of the ultrasonic system was 60, 90, and 120 minutes. Next, thermophysical properties testing was carried out including density testing to find the density value of the nanofluid using a pycnometer and analytical balance. After that, viscosity testing was also carried out using a digital viscometer. Then, the results of density and viscosity test data are processed into graphs and tables using the Taguchi Method and ANOVA. In the density test,

sample 3 (S3) had the highest density, while sample 1 (S1) had the lowest density. For viscosity testing, sample 4 (S4) had the best viscosity value, while sample 2 (S2) had the lowest value. In addition, photo sedimentation test was conducted to see the stability of the dispersion which was monitored for one month. Then, the samples that look the most optimal are proceeded for observation from the results of lab tests at Sriwijaya University from Scanning Electron Microscopy (SEM) testing of TiO₂ - MWCNT/Aquades nanofluids, which obtained nanoparticle morphology dominated by TiO₂ due to the amount of TiO₂ particle mass which is greater than MWCNT, so that in the SEM results the morphology of MWCNT is very small.

Keywords : TiO₂-MWCNT, Hybrid Nanofluid, SEM

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PERSETUJUAN	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xiii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	xv
RINGKASAN	xvii
SUMARRY	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	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Nanofluida</i>	5
2.2 <i>Nano Teknologi</i>	5
2.3 <i>Nanopartikel</i>	6
2.3.1 Titanium Oksida.....	6
2.3.2 <i>Multiwalled carbon nanotubes (MWCNT)</i>	7
2.3.3 <i>Aquades</i>	8
2.4 Preparasi nanofluida.....	9
2.5 Densitas	10
2.6 Viskositas	11
2.6.1 Viskositas Dinamik	12
2.6.2 Indeks Viskositas	13

2.7	<i>Sentrifugasi</i>	13
2.8	<i>Centrifuge</i>	13
2.9	<i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i>	14
2.10	Metode Taguchi.....	15
2.10.1	<i>Signal Noise Ratio (SNR)</i>	16
2.10.2	<i>Analysis of Variance (ANOVA)</i>	16
2.11	<i>Review Penelitian Sebelumnya</i>	17
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		21
3.1	Prosedur Penelitian.....	21
3.2	Persiapan Alat dan Bahan	22
3.2.1	Bahan.....	22
3.2.2	<i>Alat</i>	22
3.3	Preparasi nanofluida berbasis TiO ₂ – MWCNT	23
3.3.1	Proses Perhitungan Massa Nanofluida.....	24
3.3.2	Karakterisasi Nanofluida TiO ₂ – MWCNT / Aquades.....	25
3.3.2.1	Pengujian Viskositas	25
3.3.2.2	Pengujian Densitas	25
3.3.2.3	Pengujian SEM (Scanning Electron Microscopy).....	26
3.4	Desain Eksperimen.....	26
3.5	Analisa dan Data Penelitian	29
3.6	Jadwal Pengujian.....	29
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Hasil Pengujian Sifat Termofisik Nanofluida Berbasis TiO ₂ – MWCNT/Aquades	31
4.1.1	Hasil Pengujian Densitas.....	31
4.1.2	Hasil Pengujian Viskositas.....	33
4.2	Hasil Pengujian Stabilitas Nanofluida Berbasis TiO ₂ – MWCNT/Aquades dengan Metode Foto Sedimentasi dan Foto Sentrifugasi.....	34
4.2.1	<i>Stabilitas Nanofluida Berbasis TiO₂–MWCNT/Aquades dengan Metode Foto Sedimentasi</i>	34
4.2.2	Stabilitas Nanofluida Berbasis TiO ₂ –MWCNT/Aquades dengan Metode Foto Sentrifugasi	36
4.3	Setting Level Terbaik dari Faktor - Faktor yang Berpengaruh terhadap Densitas dan viskositas dengan Metode Taguchi.....	37

4.3.1	<i>Setting Level Optimal Densitas</i>	37
4.3.2	<i>Perhitungan nilai mean dan SNR densitas dilakukan pada setiap sampel TiO₂ – MWCNT/Aquades</i>	37
4.3.3	Perhitungan Nilai Respons Mean dan SNR pada Setiap Faktor dan Level Faktor Densitas	38
4.3.4	Perhitungan <i>Analysis Number of Variance</i> (ANOVA) Densitas	39
4.3.5	<i>Interval Kepercayaan Pada Nilai Mean Optimal Densitas</i>	40
4.3.6	<i>Interval Eksperimen Validasi Densitas</i>	41
4.4	Setting Level Optimal Viskositas	42
4.4.1	Perhitungan Nilai <i>Mean</i> dan SNR Viskositas	43
4.4.2	Perhitungan Nilai Respons <i>Mean</i> dan SNR Pada Setiap Faktor dan Level Faktor Viskositas.....	43
4.4.3	Perhitungan <i>Analysis Number of Variance</i> (ANOVA) Viskositas	45
4.4.4	Interval cayaan Pada Nilai <i>Mean</i> Optimal Viskositas.....	45
4.4.5	Interval Eksperimen Validasi Viskositas	46
4.5	Hasil Pengamatan Struktur Mikro dengan Uji SEM.....	47
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		51
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....		53
LAMPIRAN		57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Serbuk nanopartikel TiO ₂ (https://sainskimia.com/titanium-dioksida-sifat-dan-kegunaan/)	7
<u>Gambar 2.2 Struktur MWCNT (https://tuball.com/articles/multi-walled-carbon-nanotubes, 2021)</u>	<u>8</u>
Gambar 2.3 Cairan <i>Aquades</i> (Bukalapak.com/jual-aquadest-100-ml).....	9
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	21
Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengujian Densitas	32
Gambar 4.2 Foto awal pembanding (<i>coolant & aquades</i>) beserta sedimentasi TiO ₂ – MWCNT/Aquades setelah preparasi	34
Gambar 4.3 Foto sedimentasi TiO ₂ – MWCNT/Aquades setelah 7 hari.....	34
Gambar 4.4 Foto Sedimentasi TiO ₂ – MWCNT/Aquades Setelah 14 hari	35
Gambar 4.5 Foto pembanding (<i>coolant & aquades</i>) beserta sedimentasi TiO ₂ – MWCNT/Aquades setelah 30 hari	35
Gambar 4.6 Foto Hasil Sentrifugasi Nanofluida TiO ₂ – MWCNT/Aquades ..	36
Gambar 4.7 Grafik Nilai Respon Rata – Rata dan SNR Densitas.....	39
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Selang Kepercayaan Pada Densitas	42
Gambar 4.9 Grafik Nilai Respons <i>mean</i> dan SNR Viskositas	44
Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Selang Kepercayaan Pada Viskositas	46
Gambar 4.11 Hasil pengamatan SEM dari Nanofluida TiO ₂ MWCNT/Aquades dengan Perbesaran 1500x.....	47
Gambar 4.12 Hasil pengamatan SEM dari Nanofluida TiO ₂ MWCNT/Aquades dengan Perbesaran 2500x.....	48
Gambar 4.13 Hasil pengamatan SEM dari Nanofluida TiO ₂ MWCNT/Aquades dengan Perbesaran 3500x.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Review Penelitian sebelumnya.....	20
Tabel 3.1 alat dan bahan.....	22
Tabel 3.2 Massa Nanofluida TiO ₂	24
Tabel 3.3 Massa Nanofluida MWCNT	24
Tabel 3.4 Perbandingan massa Nano Partikel	25
Tabel 3.5 Tabel Variabel dan Variasi Metode Taguchi	27
Tabel 3.6 Matrik Orthogonal Array dan Distribusi Faktor	27
Tabel 3.7 Data Pengujian	29
Tabel 3.8 Jadwal kegiatan Penelitian	29
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Densitas	31
Tabel 4.2 Nilai Viskositas	33
Tabel 4.3 Tabel Mean dan SNR Densitas di Setiap Sampel	37
Tabel 4.4 Nilai Respons Mean Densitas	38
Tabel 4.5 Nilai Respon SNR Densitas	39
Tabel 4.6 Tabel Nilai ANOVA Densitas.....	40
Tabel 4.7 Tabel Hasil Eksperimen Validasi Densitas	41
Tabel 4.8 Tabel mean dan SNR Viskositas	43
Tabel 4.9 Nilai Respons Mean Viskositas.....	43
Tabel 4.10 Nilai Respons SNR Viskositas	44
Tabel 4.11 merupakan hasil ANOVA viskositas yang menunjukkan faktor	45
Tabel 4.12 Tabel Hasil Eksperimen Validasi Viskositas	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar hasil uji lab	57
Lampiran 2 Lembar Kartu Bimbingan Skripsi.....	60
lampiran 3 Hasil Cek Similaritas.....	61
lampiran 4 Surat Pernyataan Bebas Plagiarisme	64
lampiran 5 Surat Keterangan Pengecekan Similarity	65
lampiran 6 Form Cek Format Yang Telah Disetujui.....	66

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nanofluida merupakan klasifikasi fluida perpindahan panas yang merupakan nanopartikel suspensi yang direkayasa (1-100 nm) yang didispersikan dalam fluida. Nanofluida didefinisikan sebagai fluida yang mengandung nanopartikel, yaitu partikel berukuran nanometer. Biasanya fluida dasar menggabungkan air, cairan organik (misalnya etilen, trietilen, dan sebagainya) oli mesin, larutan polimer, cairan hayati, dan cairan dasar lainnya. Medium yang biasanya digunakan sebagai nanopartikel meliputi karbon dalam struktur yang berbeda (misalnya tabung nano karbon, grafit, berlian) logam (misalnya tembaga, perak, emas), oksida logam (misalnya titania, zirkonia), dan nanopartikel yang difungsikan. Pemanfaatan nanofluida telah menemukan berbagai macam aplikasi potensial. Choi & Eastman (1995) adalah orang pertama yang mempelajari peningkatan konduktivitas termal dalam cairan nano. Cairan nano terdaftar sebagai cairan perpindahan panas, cairan nano bio dan farmasi, cairan nano obat, cairan nano lingkungan, dan lain - lain. Banyak analisis mempertimbangkan bagaimana ukuran, konsentrasi, bentuk, dan sifat-sifat lain mempengaruhi laju perpindahan panas fluida. Faktor penting dalam pembuatan hybrid nanofluida adalah fraksi volume yang sangat menentukan karakter konduktivitas dari nanofluida. Yang dkk. (2012) menyebutkan bahwa penggabungan dua atau lebih nanopartikel dalam kimia fluida dasar dan tipe nano sangat penting untuk menciptakan nanofluida yang stabil.

Penggunaan alat penukar kalor (heat exchanger) semakin banyak digunakan dalam berbagai industri untuk menurunkan dan menaikkan temperatur dalam memenuhi kebutuhan teknis. Para peneliti telah menemukan potensi karakteristik nanofluida dibandingkan dengan cairan konvensional yang telah memperluas konsep penggunaannya dalam berbagai sistem. Sifat termal dan

hidrodinamik nanofluida menjadikannya kandidat terbaik untuk digunakan terutama didalam manajemen termal otomotif.

Desain sistem termal dan pilihan fluida kerja yang akan digunakan dalam sebuah sistem adalah dua faktor kunci yang harus direkayasa untuk meningkatkan efisiensi sistem termal. Oleh karena itu, sifat termofisik fluida kerja perlu dipelajari secara akurat untuk dapat memilih opsi terbaik.

Fluida murni dan campuran nanopartikelnya adalah dua opsi populer yang digunakan sebagai fluida kerja. Nanofluida hibrida adalah fluida nano yang terdiri dari dua atau lebih material nano. Menambahkan nanopartikel ke fluida dasar telah terbukti secara signifikan meningkatkan karakteristik perpindahan panas fluida dasar seperti air dan etilen glikol. Media pemindahan panas berperan sangat besar dalam memindahkan jumlah panas yang diinginkan dari suatu sistem. Kemajuan teknologi menuntut untuk menciptakan sebuah sistem yang ringkas dan efektif.

Titanium dioksida (TiO_2) merupakan jenis material semikonduktor yang tidak terdapat di alam secara alami, namun diekstrak dari leucocene dan bijih ilmenite. Untuk mendapatkan fase rutil, ilmenite FeTiO_3 direduksi oleh grafit/karbon di dalam hidrogen pada suhu $510\text{ }^\circ\text{C}$ Dewan dkk. (2010). Nanopartikel, nanorods, nanotube, nanowire dan struktur mesoporous merupakan macam-macam morfologi yang dimiliki oleh titanium dioksida. Nur Abdillah Siddiq (2016)

Carbon nanotube memiliki struktur kristal yang unik, mudah dimurnikan dari nanopartikel karbon yang ada di sekitarnya dan perhitungan teoritisnya menunjukkan bahwa mereka akan radiasi inframerah. Hasil dari baik logam atau semikonduktor tergantung pada karakterisasi tabung MWCNT yang dimurnikan dengan SEM, TEM dan diameter serta kiralitas Y. Ando (1999).

Banyaknya faktor yang dapat dikontrol dan juga faktor yang tidak dapat dikontrol menjadikan penulis menggunakan Metode Taguchi untuk menentukan kondisi terbaik untuk mendapatkan nilai yang optimal. Berdasarkan hal tersebut, penulis mencoba untuk menganalisa Sifat Termofisik Dan Stabilitas Nanofluida TiO_2 – MWCNT / Aquades dengan menggunakan Metode Taguchi

1.2 Rumusan Masalah

Untuk penerapan nanofluida di masa depan, para peneliti telah mencoba menggunakan cairan nano hibrida yang dirancang untuk menanggulangi nanopartikel yang berbeda dalam bentuk campuran komposit. Ide penggunaan cairan nanofluida hibrida cair bertujuan untuk mengetahui dan mempelajari permukaan nanopartikel logam atau semikonduktor non-logam yang terdispersi dalam variasi yang sangat beragam seperti air yang dapat dipersiapkan dengan teliti untuk menciptakan struktur nano yang dapat terdispersi secara tunggal (*monodisperse*).

Dari latar belakang diatas diambil rumusan masalah yaitu pentingnya menganalisis karakteristik sifat termofisik dan stabilitas *Hybrid* nanofluida yang berbasis *Aquades* sebagai bahan dasar, dan nanopartikel TiO₂ – MWCNT dengan beberapa variasi dari fraksi volume rendah (0,1%, 0,3%, 0,5%) pada komposisi rasio 3 yaitu TiO₂ – MWCNT (70%:30%), (50%:50%), (30%:70%).

1.3 Batasan Masalah

Penelitian yang dilakukan memiliki ruang lingkup agar lebih terfokus, dan tidak keluar dari inti permasalahan yang dibahas sesuai dengan tema penelitian mengenai nanofluida hibrida dengan *aquades*. Batasan masalah ini adalah sebagai berikut :

1. *Aquades* sebagai fluida dasar dan nanopartikel yang di gunakan adalah TiO₂ – MWCNT sebagai padatan yang tersuspensi.
2. Sintesis nanofluida yang digunakan pada proses pembuatan sampel uji yaitu metode two step process yang terdiri dari Magnetic Stirrer dan Centrifuge 6 hole.
3. Penelitian ini memvariasikan persentasi nanopartikel yaitu 0,1%, 0,3%, 0,5% sebagai fraksi volumenya. Komposisi rasio yang digunakan yaitu TiO₂ – MWCNT (70%:30%), (50%:50%), (30%:70%).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis sifat termofisik nanofluida TiO_2 - MWCNT / Aquades (70:30), (50:50), (30:70) meliputi viskositas dan densitas.
2. Menganalisis stabilitas nanofluida TiO_2 - MWCNT / Aquades (70:30), (50:50), (30:70) meliputi sedimentasi dan sentrifugasi
3. Mendapatkan struktur mikro yang terdiri dari (*particle shapes, particle size, particle size distribution*)

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dari penelitian ini adalah :

1. Membuat *Coolant* berbasis nanofluida Aquades / TiO_2 – MWCNT.
2. Mempelajari sifat termofisik , struktur mikro, komposisi nanopartikel, struktur kristal, dan stabilitas nanofluida Aquades / TiO_2 – MWCNT.
3. Sebagai rujukan untuk penelitian nanofluida selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Turgut, I. Tavman, M. Chirtoc, H. P. Schuchmann, C. Sauter, S. Tavman, "Thermal Conductivity and Viscosity Measurements of Water-Based TiO₂ Nanofluids," *Int J Thermophys*, vol. 30, pp. 1213-1226, 2009
- Andriani, D. P. (2019). Metode Taguchi 14.3-Pengendalian Kualitas.
- Ahn, Kang-ho; Kim, Sun-Man; Yu, Il Je (2011). Multi-Walled Carbon Nanotube (MWCNT) Dispersion and Aerosolization with Hot Water Atomization without Addition of Any Surfactant. *Safety and Health at Work*, 2(1), 65–69. doi:10.5491/SHAW.2011.2.1.65
- Babar, Hamza (2020). Hybrid Nanofluids for Convection Heat Transfer || Hybrid nanofluids as a heat transferring media. , (), 143–177. doi:10.1016/B978-0-12-819280-1.00004-5
- Bagchi, T.P.1993. Taguchi Method Explained: Practical Step to Robust Design. Prentice Hall of India Privative Limited. New Delhi.
- Choi, S U.S., dan Eastman, J A. Enhancing thermal conductivity of fluids with nanoparticles. United States: N. p., 1995. Web.
- Feynman, R. . There's plenty of room at the bottom. in Feynman and Computation (ed. Hey, A.) 22–36 (CRC Press, 2018).
- H. A. Mohammed, A. A. Al-Aswadi, N. H. Shuaib, dkk., *Renewable Sustainable Energy Rev.*, 2011, 15(6), 2921–2939.
- H. Yu, S. Hermann, S. E. Schulz, dkk., *Chem. Phys.*, 2012, 408(408), 11–16.
- Halliday, D. and Resnick, R. and Merrill, J. *Fundamentals of physics: third edition extended*. J. Wiley & Sons, 1988
- Hayat, Tanzila; Nadeem, S. (2017). Heat transfer enhancement with Ag–CuO/water hybrid nanofluid. *Results in Physics*, 7(), 2317–2324. doi:10.1016/j.rinp.2017.06.034
- Hidayat, Anwar (2021). *Penjelasan Lengkap ANOVA sebagai Analisis Statistik*. <https://www.statistikian.com/2017/06/anova-sebagai-analisis-statistik.html>
- Qian Xu, dkk (2022). Experimental study on synergistic enhancement of thermal

performance of a closed two-phase thermosyphon by a TiO₂ nanofluid doped with Al₂O₃.
<https://doi.org/10.1016/j.csite.2022.102192>

Lehninger, Albert L. 2019. Dasar - Dasar Biokimia. Jilid 1. Jakarta: Erlangga.

Li, Yicheng; Moradi, Iman; Kalantar, Mahdi; Babadi, Elmira; Malekahmadi, Omid; Mosavi, Amirhosein (2020). Synthesis of new dihybrid nanofluid of TiO₂/MWCNT in water–ethylene glycol to improve mixture thermal performance: preparation, characterization, and a novel correlation via ANN based on orthogonal distance regression algorithm. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, (), -. doi:10.1007/s10973-020-10392-9

Longo, G.A., Zilio, C. Experimental Measurements of Thermophysical Properties of Al₂O₃ – and TiO₂ – Ethylene Glycol Nanofluids. *Int J Thermophys* 34, 1288–1307 (2013).
<https://doi.org/10.1007/s10765-013-1478-z>

Maddah, Heydar; Aghayari, Reza; Mirzaee, Mojtaba; Ahmadi, Mohammad Hossein; Sadeghzadeh, Milad; Chamkha, Ali J. (2018). Factorial experimental design for the thermal performance of a double pipe heat exchanger using Al₂O₃-TiO₂ hybrid nanofluid. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 97(), 92–102. doi:10.1016/j.icheatmasstransfer.2018.07.002

Marina (2021). What are multi walled carbon nanotubes? MWCNT production, properties, and applications.
<https://tuball.com/articles/multi-walled-carbon-nanotubes>

Mohammad Hemmat Esfe, Soheyl Alidoust, Davood Toghraie (2023). Comparison of the thermal conductivity of hybrid nanofluids with a specific proportion ratio of MWCNT and TiO₂ nanoparticles based on the price performance factor.
<https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2023.105411>

Nur Abdillah Siddiq (2016). Titanium Dioksida (TiO₂) sang Material Superstar.
<https://warstek.com/tio2/>

Petrucci, Ralph H. 2008. Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern Edisi Keempat Jilid 3. Jakarta: Erlangga.

Rachmawati, H., Reker-Smit, C., Hooge, M.N.L., Loenen-Weemaes, A.M.V., Poelstra, K., Beljaars, L. 2007. Chemical Modification of Interleukin10 with Mannose 6-Phosphate Groups Yield a Liver-Selective Cytokine. *DMD*, 35 : 814-821.

Ross, P. J. 1996. Taguchi Techniques for Quality Engineering, Second Edition.

Mc Graw – Hill Companies Inc. New York.

- Septiadi, Wayan Nata; Trisnadewi, Ida Ayu Nyoman Titin; Putra, Nandy; Setyawan, Iwan; Kusriani, E.; Juwono, F.H.; Yatim, A.; Setiawan, E.A. (2018). Synthesis of hybrid nanofluid with two-step method. *E3S Web of Conferences*, 67(), 03057–. doi:10.1051/e3sconf/20186703057
- Urmi, Wajihah Tasnim; Rahman, M.M.; Hamzah, W.A.W. (2020). An experimental investigation on the thermophysical properties of 40% ethylene glycol based TiO₂-Al₂O₃ hybrid nanofluids. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 116(), 104663–. doi:10.1016/j.icheatmasstransfer.2020.104663
- Von Ardenne M. Improvements in electron microscopes. GB 511204, convention date (Germany) 18 February 1937
- X. Q. Wang and A. S. Mujumdar, *J. Colloid Interface Sci.*, 2007, 46(1), 1–19.
- Y. Ando; X. Zhao; H. Shimoyama; G. Sakai; K. Kaneto (1999). Physical properties of multiwalled carbon nanotubes., 1(1), 0–82. doi:10.1016/s1463-0176(99)00012-5
- Yang. Y, Oztekin, A., Neti, S. & Mohapatra, S. 2012. Particle agglomeration and properties of nanofluids. *Journal of Nanoparticle Research*, 14, 852.
- Yijun Yang; Alparslan Oztekin; Sudhakar Neti; Satish Mohapatra (2012). Particle agglomeration and properties of nanofluids. , 14(5), 852–0.
- Yuwono, T. (2007). *Biologi Molekular*. Jakarta: Erlangga.
- Zworykin VA, Hillier J, Snyder RL (1942) A scanning electron microscope. *ASTM Bull* 117, 15–23.