

SKRIPSI
ANALISIS SIFAT TERMOFISIK DAN STABILITAS
NANOFLUIDA TiO_2 – MWCNT / AQUADES PADA FRAKSI
VOLUME 2%, 4%, 6%



MUHAMMAD ERGI FIRMANSYAH
03051381924089

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2025

SKRIPSI
ANALISIS SIFAT TERMOFISIK DAN STABILITAS
NANOFLUIDA TiO_2 – MWCNT / AQUADES PADA FRAKSI
VOLUME 2%, 4%, 6%

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



OLEH
MUHAMMAD ERGI FIRMANSYAH 03051381924089

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025

HALAMAN PENGESAHAN
ANALISIS SIFAT TERMOFISIK DAN STABILITAS
NANOFLUIDA TiO₂ – MWCNT / AQUADES PADA FRAKSI
VOLUME 2%, 4%, 6%

SKRIPSI

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

Oleh :

MUHAMMAD ERGI FIRMANSYAH
03051381924089

Palembang, 31 Desember 2024

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin


Prof. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197909272003121004

Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing Skripsi


Ir. Barlin, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 198106302006041001

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :028/TM/AK/2025
Diterima Tanggal : 24/09/2025
Paraf :

SKRIPSI

NAMA : MUHAMMAD ERGI FIRMANSYAH
NIM : 03051381924089
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : ANALISIS SIFAT TERMOFISIK DAN STABILITAS NANOFLUIDA TiO₂-MWCNT/AQUADES PADA FRAKSI VOLUME 2%, 4%, 6%
DIBUAT TANGGAL : JULI 2022
SELESAI : DESEMBER 2024

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin



Prof. Amir Arifin S.T., M.Eng., Ph.D. IPM
NIP. 197909272003121004

Palembang, 31 Desember 2024
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_2 – MWCNT / *Aquades* Pada Fraksi Volume 2%, 4%, 6%” telah dipertahankan di hadapan Tim penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 31 Desember 2024

Palembang, 31 Desember 2024

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi Ketua :

Dr. Dendy Adanta, S.Pd., M.T., IPP.
NIP. 199306052019031016

(.....)

Anggota :

Aneka Firdaus, S.T., M.T.
NIP. 197502261999031001

(.....)

Dr. Ir. Gunawan, S.T., M.T.
NIP. 197705072001121001

(.....)

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin



Prof. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.
IPM
NIP. 197909272003121004

Diperiksa dan disetujui Oleh
Pembimbing Skripsi



Ir. Barlin, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 198106302006041001

KATA PENGANTAR

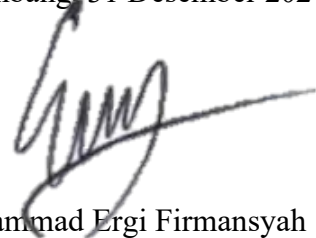
Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang dibuat untuk memenuhi syarat mengikuti Sidang Sarjana pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul “Analisa Sifat Termofisik Dan Stabilitas Nanofluida TiO_2 – MWCNT / Aquades Pada Fraksi Volume 2%, 4%, 6%”.

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungan dalam proses penyelesaian Skripsi ini. Terima kasih kepada yang terhormat :

1. Allah SWT yang telah memberikan kelancaran dan kemudahan kepada penulis.
2. Kedua Orang Tua serta keluarga yang selalu memberi *support* kepada penulis serta doa yang tulus untuk penulis.
3. Bapak Prof. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwin Bizzy, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Bapak Ir. Barlin, S.T., M.Eng., Ph.D . selaku Sekertaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya., Dan sekaligus Dosen Pembimbing yang telah membimbing, mendidik, dan memotivasi penulis sampai dengan skripsi ini selesai.
6. Seluruh dosen dan karyawan serta teman-teman Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

Penulis sangat menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun untuk kelanjutan skripsi ini kedepannya akan sangat membantu.

Palembang, 31 Desember 2024



Muhammad Ergi Firmansyah
NIM. 03051381924089

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Ergi Firmansyah

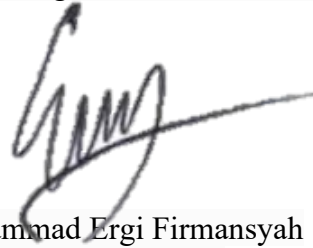
NIM : 03051381924089

Judul : Analisis Sifat Termofisik Dan Stabilitas Nanofluida TiO_2 – MWCNT /Aquades Pada Fraksi Volume 2%, 4%, 6%

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, 31 Desember 2024



Muhammad Ergi Firmansyah
NIM. 03051381924089

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Ergi Firmansyah

NIM : 03051381924089

Judul : Analisis Sifat Termofisik Dan Stabilitas Nanofluida TiO_2 – MWCNT / *Aquades* Pada Fraksi Volume 2%, 4%, 6%

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

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



Palembang, 31 Desember 2024



Muhammad Ergi Firmansyah
NIM. 03051381924089

RINGKASAN

ANALISIS SIFAT TERMOFISIK DAN STABILITAS NANOFLUIDA TiO_2 -
MWCNT/AQUADES PADA FRAKSI VOLUME 2%, 4%, 6%

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 31 Desember 2024

Muhammad Ergi Firmansyah, dibimbing oleh Ir. Barlin, S.T., M.Eng., Ph.D.

L+ 50 Halaman, 24 Tabel, 29 Gambar

RINGKASAN

Penelitian tentang nanofluida mengalami kemajuan pesat selama dekade terakhir. Melanjutkan penelitian pada nanofluida, peneliti telah mencoba menggunakan nanofluida hibrida yang dirancang dengan cara menanggukkan nanopartikel berbeda dalam bentuk campuran. Penggunaan nanofluida hibrida untuk meningkatkan sifat perpindahan panas dan penurunan tekanan dengan menggabungkan kelebihan dan kekurangan masing - masing sistem suspensi individual terkait dengan rasio. Studi menunjukkan bahwa hibridisasi yang tepat dapat membuat nanofluida hibrida sangat menjanjikan dalam meningkatkan perpindahan panas. Penelitian lebih lanjut masih diperlukan di bidang persiapan, stabilitas, sifat dan aplikasi untuk mengatasi masalah ini. Penelitian terkini tentang sintesis, sifat termofisika, perpindahan panas dan karakteristik penurunan tekanan, aplikasi dan tantangan nanofluida hibrida. Metode ini paling efektif untuk menumbuhkan nanostruktur pada berbagai macam logam, semikonduktor, non - logam, dan sistem hibrida. Nanofluida yang disiapkan dengan metode ini menunjukkan konduktivitas yang lebih tinggi daripada metode satu langkah. Pada tujuan penggunaan nanofluida ialah mencapai kualitas fluida yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan fluida dasar biasa. Penambahan partikel nano, variasi fraksi volume, durasi pengadukan nanofluida merubah sifat termofisik serta stabilitas dari nanofluida. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa variasi konsentrasi dengan fraksi volume rendah 0,2, 0,4, 0,6% pada perbandingan komposisi yaitu 70% : 30%, 50% : 50%, 30% : 70% . Hasil yang diperoleh dari penelitian ini sangat beragam dalam hal konduktivitas karena kondisi.

Kata Kunci : Nanopartikel, Nanofluida. Nanofluida Hibrida.

SUMMARY

Analysis of Thermophysical Properties and Stability of TiO₂-MWCNT/Aquades Nanofluid at Volume Fractions of 2%, 4%, 6%**

Scientific paper in the form of a thesis, December 31, 2024

Muhammad Ergi Firmansyah, supervised by Ir. Barlin, S.T., M.Eng., Ph.D.

L+ 50 Pages, 24 Tables, 29 Figures

SUMMARY

Research on nanofluids has advanced rapidly over the past decade. Continuing research on nanofluids, researchers have attempted to use hybrid nanofluids by suspending different nanoparticles in a mixture. The idea behind using hybrid nanofluids is to further enhance heat transfer properties and reduce pressure by combining the strengths and weaknesses of individual suspension systems according to their ratios. Studies have shown that proper hybridization can make hybrid nanofluids very promising for improving heat transfer. However, further research is needed in areas of preparation, stability, properties, and applications to address these challenges. Recent studies on synthesis, thermophysical properties, heat transfer, pressure drop characteristics, applications, and challenges of hybrid nanofluids show that this method is most effective for growing nanostructures in various metals, semiconductors, non-metals, and hybrid systems. Nanofluids prepared by this method show higher conductivity compared to the single-step method. The goal of using nanofluids is to achieve better fluid quality compared to conventional base fluids. The addition of nanoparticles, volume fraction variations, and stirring duration of the nanofluids significantly affect their thermophysical properties and stability. This study was conducted with varying concentrations of low volume fractions of 0.2%, 0.4%, and 0.6% with composition ratios of 70%:30%, 50%:50%, and 30%:70%. The results varied in terms of conductivity due to the conditions of the nanofluid composites.

Keywords: Nanoparticles, Nanofluid, Hybrid Nanofluid

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xi
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	xiii
RINGKASAN	xv
SUMMARY	xvii
DAFTAR ISI.....	xix
DAFTAR GAMBAR.....	xxiii
DAFTAR TABEL.....	xxv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Nanofluida.....	5
2.2 Nanoteknologi	5
2.3 Nanofluida Hibrida.....	5
2.4 Nanopartikel	6
2.4.1 Titanium Oksida.....	6
2.5 Sintesis Nanofluida	9
2.6 Sedimentasi Nanofluida	11
2.7 Densitas	11
2.8 Viskositas	14
2.9 Sentrifugasi.....	14
2.12 Metode Taguchi	15
2.13 Review Penelitian Sebelumnya.....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	17
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	17

3.2	Prosedur Penelitian	19
3.2.1	Preparasi Nanofluida Berbasis TiO_2 - MWCNT	19
3.2.2	Proses Perhitungan Massa Nanofluida	20
3.2.3	Pengujian Sifat Termofisik Nanofluida.....	21
3.2.3.2	Pengujian Densitas :	21
3.3	Desain Eksperimen	22
3.4	Analisa dan Data Penelitian.....	23
3.5	Jadwal Pengujian	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		25
4.1	Hasil Uji Karakteristik Termofisik Nanofluida yang Mengandung TiO_2 – MWCNT/Aquades Terkait dengan Densitas dan Viskositas	25
4.1.1	Hasil Uji Densitas.....	25
4.1.2	Hasil Uji Viskositas	26
4.1.3	Hasil Pengujian Stabilitas Nanofluida Berbasis TiO_2 – MWCNT/Aquades Dengan Metode Foto Sedimentasi	28
4.1.4	Hasil Pengujian Stabilitas Nanofluida Berbasis TiO_2 - MWCNT/Aquades Dengan Metode Foto Sentrifugasi.....	30
4.2	Menentukan Settingan Level Terbaik dari Faktor-Faktor yang Berpengaruh terhadap Hasil yang Optimal dengan Metode Taguchi	32
4.2.1	Menentukan Settingan Level Terbaik pada Densitas	32
4.2.1.2	Menghitung Nilai Respons Mean dan SNR pada Setiap Faktor dan Level Faktor dari Densitas	34
4.2.2.1	Interval Kepercayaan pada Nilai Optimal Densitas	33
4.2.2.2	Interval Eksperimen Validasi Pada Densitas.....	34
4.3	Menentukan Settingan Level Terbaik Pada Viskositas	36
4.3.1	Perhitungan Nilai Mean dan SNR Pada Viskositas.....	36
4.3.2	Menghitung Nilai Respons Mean dan SNR (Signal to Noise Ratio) Pada Setiap Faktor dan Level Faktor Dari Viskositas	39
4.3.3	Interval Kepercayaan Pada Nilai Optimal Pada Viskositas.....	44
4.3.4	Interval Eksperimen Validasi Pada Viskositas	45
4.4	Hasil Pengamatan Struktur Mikro dengan Uji SEM dan Menghitung Diameter Partikel Menggunakan Image-J	47
4.4.1	Hasil Pengamatan Struktur Mikro dengan Uji SEM	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		49

5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA		51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 1 Cairan Nanopartikel TiO ₂	6
Gambar 2.2 Serbuk Nanopartikel MWCNT	7
Gambar 2.3 Cairan Aquades	8
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	15
Gambar 3.2 Alat Penelitian	16
Gambar 3.3 Bahan Penelitian.....	17
Gambar 3.4 Diagram Alir Proses Pembuatan Nanofluida	17
Gambar 4.1 Grafik Hasil Rata-Rata Densitas	24
Gambar 4.2 Viskositas Nanofluida Pada Tempnatur 28°C, 50 °C, dan 93.5 °C.....	26
Gambar 4.3 Sedimentasi Sampel Nanofluida Setelah 7 Hari	27
Gambar 4.4 Sedimentasi Sampel Nanofluida Setelah 14 Hari	27
Gambar 4.5 Sedimentasi Sampel Nanofluida Setelah 21 Hari	29
Gambar 4.6 Sedimentasi Sampel Nanofluida Setelah 30 Hari	30
Gambar 4.7 Foto Sentrifuge Nanofluida TiO ₂ -MWCNT/Aquades	31
Gambar 4.8 Grafik Nilai Respon Rata - rata Densitas	33
Gambar 4.9 Nilai Respon SNR (<i>Signal to Noise Ratio</i>) Densitas.....	34
Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Selang Kepercayaan Pada Densitas	36
Gambar 4.11 Interaction Plot Densitas	37
Gambar 4.12 Nilai Respon Rata – rata Viskositas	39
Gambar 4.13 Grafik SNR (<i>Signal to Noise Ratio</i>) Viskositas	39
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Selang Kepercayaan Pada Viskositas	42
Gambar 4.15 Interaction Plot Viskositas	42
Gambar 4.16 Pengamatan Sedimentasi SEM dengan Perbesaran 15.000 X.....	43
Gambar 4.17 Pengamatan Sedimentasi SEM dengan Perbesaran 20.000 X.....	44
Gambar 4.18 Pengamatan Sedimentasi SEM dengan Perbesaran 25.000 X.....	44
Gambar 4.19 Pengaturan Mode <i>Tresh Hold</i> pada 51,88%.....	46
Gambar 4.20 Pengaturan Mode <i>Tresh Hold</i> pada 51,88%.....	46
Gambar 4.21 Pengambilan Data Luas Area Nanopartikel	47
Gambar 4.22 Grafik Analisis Diameter Partikel	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat – sifat Titanium Oksida	6
Tabel 2.2 Review Penelitian Sebelumnya	14
Tabel 3.1 Massa Nanofluida TiO ₂	16
Tabel 3.2 Massa Nanofluida MWCNT	16
Tabel 3.3 Perbandingan Massa Nanopartikel.....	16
Tabel 3.4 Kode Level Nilai Variabel	16
Tabel 3.5 Matriks <i>Orthogonal Array</i> dan Distribusi Faktor	17
Tabel 3.6 Data penelitian	19
Tabel 3.7 Jadwal Kegiatan Penelitian	19
Tabel 4.1 Tabel Hasil Pengujian Dan Perhitungan Densitas	21
Tabel 4.2 Tabel Hasil Perhitungan Viskositas Pada 28 C.....	23
Tabel 4.3 Tabel Hasil Perhitungan Viskositas Pada 50 C.....	23
Tabel 4.4 Tabel Hasil Perhitungan Viskositas Pada 93,3 C.....	23
Tabel 4.5 Tabel Mean Dan SNR Densitas Di Setiap Sampel	28
Tabel 4.6 Nilai Respons Mean Densitas	30
Tabel 4.7 Nilai Respons SNR (<i>Signal to Noise Ratio</i>) Densitas	32
Tabel 4.8 Nilai ANOVA Densitas	35
Tabel 4.9 Tabel Hasil Eksperimen Validasi Densitas	36
Tabel 4.10 Tabel Rata – Rata Dan SNR Viskositas.....	38
Tabel 4.11 Nilai Respons Mean Viskositas.....	38
Tabel 4.12 Tabel Nilai Respons SNR (<i>Signal to Noise Ratio</i>) Viskositas	40
Tabel 4.13 Tabel ANOVA Viskositas.....	41
Tabel 4.14 Tabel Hasil Eksperimen Validasi Viskositas	42
Tabel 4.15 Tabel Frekuensi Diameter Partikel	47

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penelitian mengenai nanofluida telah berkembang maju dalam dasawarsa terakhir. Dalam penelitian yang berlanjut tentang nanofluida, para peneliti juga berusaha memanfaatkan nanofluida hibrida yang dibuat dengan menggantung berbagai nanopartikel dalam bentuk campuran atau agregat. Konsep pemanfaatan nanofluida hibrida untuk meningkatkan sifat perpindahan panas dan penurunan tekanan dengan menggabungkan kelebihan dan kekurangan dari setiap sistem suspensi individual berkaitan dengan rasio. Penelitian mengungkapkan bahwa dengan hibridisasi yang tepat, nanofluida hibrida dapat menjadi pilihan yang sangat baik untuk meningkatkan transfer panas. Namun, penelitian lebih lanjut masih diperlukan dalam hal persiapan, stabilitas, karakteristik, dan penerapan untuk menyelesaikan permasalahan ini. (Wanatasanappan, 2022).

Penelitian terbaru berfokus pada sintesis, sifat termofisika, karakteristik perpindahan panas dan penurunan tekanan, aplikasi yang mungkin serta tantangan pada nanofluida hibrida. Metode ini paling efektif untuk mengembangkan nanostruktur di berbagai jenis logam, non-logam, dan sistem hibrida. Nanofluida yang disiapkan dengan metode ini menunjukkan konduktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode dua langkah (Said, 2022).

Secara umum, tujuan penggunaan nanofluida adalah untuk memperoleh kualitas fluida yang lebih baik dibandingkan dengan fluida dasar biasa. Penambahan nanopartikel, variasi fraksi volume, lama proses pengadukan nanofluid menggunakan pengaduk magnetik, serta waktu sonikasi dengan pembersih ultrasonik pasti akan mempengaruhi sifat termofisika dan stabilitas nanofluida. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa variasi konsentrasi dengan fraksi volume rendah sebesar 0,2, 0,4, 0,6% dalam perbandingan komposisi, yaitu TiO_2 - MWCNT 70% : 30%, 50% : 50%, 30% : 70%. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini bervariasi dalam hal konduktivitas karena kondisi optimal dari komposit nanofluida TiO_2 - MWCNT tidak dapat ditentukan dari hasil penelitian

yang ada. Berdasarkan penjelasan di atas, penulis melakukan tesis yang berjudul

Analisis Sifat Termofisika dan Stabilitas Nanofluida TiO_2 - MWCNT / Aquades dengan rasio Volume 2, 4, dan 6%.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan latar belakang yang ada, peneliti mampu menemukan permasalahan, yaitu metode untuk menganalisis sifat termofisika dan stabilitas dari nanofluida yang memanfaatkan Aquades sebagai media fluida serta nanopartikel TiO_2 - MWCNT. Analisis ini dilakukan melalui kombinasi karakteristik termofisika dan kestabilan dengan variasi fraksi volume 2, 4, 6% dan fraksi nanopartikel 70:30%, 50:50% dan 30:70%. Selain itu, peneliti juga ingin mengetahui cara menentukan pengaturan yang terbaik untuk faktor-faktor yang berpengaruh terhadap sifat termofisika dan kestabilan nanofluida dengan menambahkan hibrida nanofluida berbasis Aquades sebagai bahan utamanya.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah bisa diambil batasan masalah penelitian ini sebagai berikut :

1. Nanopartikel terdiri dari TiO_2 – MWCNT dengan proporsi 70/30, 50/50, dan 30/70
2. Cairan dasar yang dipakai dalam penelitian ini adalah air yang sudah suling (aquades).
3. Metode *two step* digunakan dalam tahap persiapan.
4. Penelitian ini mengubah variasi nanopartikel sebesar 2%, 4%, dan 6% sebagai bagian dari volume dalam rasio campuran yaitu TiO_2 -MWCNT 70%:30%, 50%:50%, 30%:70%.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis kestabilan nanofluida yang dibuat dari Aquades dan TiO_2 - MWCNT, yang mencakup viskositas, densitas, dan kestabilan.
2. Mengidentifikasi struktur mikro yang terdiri dari bentuk partikel, ukuran

partikel, dan distribusi ukuran partikel.

3. Menganalisis sifat termofisik dari nanofluida Aquades, TiO_2 - MWCNT, yang mencakup kestabilan nanofluida dengan menerapkan metode sedimentasi, sentrifugasi, viskositas, densitas, serta metode Taguchi.
4. Mengidentifikasi dan menemukan perbedaan massa nanopartikel dengan cairan dasar pada fraksi volume 2%, 4%, dan 6%.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Mengkaji sifat termofisik, struktur mikro, komposisi, dan stabilitas nanofluida yang terbuat dari Aquades serta partikel nano Titanium Oksida serta *Multi Wall Carbon Nano Tube*.
2. Memeriksa langkah – langkah dalam proses pembuatan pendingin dengan menggunakan nanopartikel TiO_2 – MWCNT dan Aquades sebagai fluida dasar.
3. Menjadi sumber acuan untuk studi nanofluida yang menggunakan metode hibrida di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Amira Othman, S. (2020). Potensi Nanoteknologi Nanotechnology Potential. POTENSI NANOTEKNOLOGI, 1(1), 87–100. <https://doi.org/10.30880/ahcs.2020.01.01.008>
- Andriani, D. P. (2019). Metode Taguchi 14.3-Pengendalian Kualitas.
- Aziz, A., & Wulandari, T. (2007). Pengaruh Suhu dan Konsentrasi Terhadap Sifat Termofisik dan Rheologi Ekstrak Jus Buah Mengkudu.
- Bagaskara, I. F. (t.t.). Pengujian Densitas Dan Biodegradable Material Filament 3d Print Bio - Komposit Berbahan PCL, PLA Dan Hidroksiapatit Cangkang Rajungan. Dalam *Jurnal Teknik Mesin S-I* (Vol. 10, Nomor 1).
- Basri, H., & Diniardi, E. (2021). Studi Pengembangan Hibrida Nanofluida Untuk Aplikasi di Bidang Teknik. Studi Pengembangan Hibrida Nanofluida Untuk Aplikasi di Bidang Teknik, 13(2). <https://doi.org/10.24853/jurtek.13.2.237-246>
- Ciptaningtyas, D. (2016). SIFAT Termofisik Arang Sekam. *Teknotan*, 10(2), 1–6. <https://doi.org/10.24198/jt.vol10n2.1>
- Khotimah, H., Anggraeni, E. W., Hasil, K., Air, P., Menggunakan, A. S., Destilasi, A., & Setianingsih, A. (2017). Characterization Of Water Processing Using Distillation Equipment.
- Laksono, M. A. (t.t.). Dampak Lama Penggunaan Minyak Pelumas Terhadap Viskositas Dengan Menggunakan Metode Bola Jatuh Berdasarkan Hukum Stokes. 2.
- Mohammed, A., & Abdullah, A. (2018). Scanning Electron Microscopy (Sem): A Review.
- Pratapa, S. (2013). Sintesis Titanium Dioksida (TiO₂) Menggunakan Metode Logam Terlarut Asam. Sintesis Titanium Dioksida (TiO₂) Menggunakan

Metode Logam-Terlarut Asam.

- Regina, O., Fisika, P., & Riau, U. (2018). Measurement Of Viscosity Uses An Alternative Viscometer Pengukuran Viskositas Menggunakan Viskometer Alternatif. *Jurnal Geliga Sains*, 6(2), 127–132.
- Said, Z., Sundar, L. S., Tiwari, A. K., Ali, H. M., Sheikholeslami, M., Bellos, E., & Babar, H. (2022). Recent Advances On The Fundamental Physical Phenomena Behind Stability, Dynamic Motion, Thermophysical Properties, Heat Transport, Applications, And Challenges Of Nanofluids. Dalam *Physics Reports* (Vol. 946, hlm. 1–94). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2021.07.002>
- Septiadi, W. N., Trisnadewi, I. A. N. T., Putra, N., & Setyawan, I. (2018). Synthesis Of Hybrid Nanofluid With Two-Step Method. *E3S Web Of Conferences*, 67. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20186703057>
- Setyadi, P., Wayan, I. S., & Rekayasa Keselamatan Kebakaran, S. J. (2021). Perancangan Multi Speed Centrifuge Sebagai Alat Pemisah Cairan. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat* (Vol. 2021). <http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/snppm>
- Wahid Nuryadin, B. (2020). UIN Sunan Gunung Djati Bandung Pengantar Fisika Nanomaterial Teori dan Aplikasi.
- Wanatasanappan, V. V., Rezman, M., & Abdullah, M. Z. (2022). Thermophysical Properties of Vegetable Oil-Based Hybrid Nanofluids Containing Al₂O₃-TiO₂ Nanoparticles as Insulation Oil for Power Transformers. *Nanomaterials*, 12(20). <https://doi.org/10.3390/nano12203621>
- Zainul, R., Pd, S., Si, M., Md, I., Assoc, I., Norhayati, H., Guspatni, S., & Pd, M. A. (2020). Prototype Dan Desain Elektroda Berbasis Multi-Wall Carbon Nanotube (Mwcnt) Yang Dimodifikasi Silikon Parafin Untuk Sensor Elektrokimia.