

**SKRIPSI**

**KARAKTERISASI SIFAT TERMOFISIK DAN  
STABILITAS FLUIDA NANO  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$  /AQUADES  
PADA FRAKSI VOLUME 2%,4%,6%**



**IRVANDI PRATAMA PUTRA  
03051181823110**

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

**2023**

**SKRIPSI**

**KARAKTERISASI SIFAT TERMOFISIK DAN  
STABILITAS FLUIDA NANO  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ /AQUADES  
PADA FRAKSI VOLUME 2%,4%,6%**

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



**OLEH  
IRVANDI PRATAMA PUTRA  
03051281823110**

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

**2023**

## HALAMAN PENGESAHAN

### KARAKTERISASI SIFAT TERMOFISIK DAN STABILITAS FLUIDA NANO $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ /AQUADES PADA FRAKSI VOLUME 2%,4%,6%

#### SKRIPSI

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

Oleh:

**IRVANDI PRATAMA PUTRA**

**03051181823110**

Indralaya, Februari 2023

Diperiksa dan disetujui oleh,

Pembimbing Skripsi

Mengetahui,



Irsyadi Yanf, S.T., M.Eng, Ph.D.

NIP. 197112251997021001

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

NIP. 198106302006041001

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No. : 001/17M/1AK/2023  
Diterima Tanggal : 15-3-2023  
Paraf : Af**

---

**SKRIPSI**

**NAMA : IRVANDI PRATAMA PUTRA  
NIM : 03051181823110  
JURUSAN : TEKNIK MESIN  
JUDUL SKRIPSI : KARAKTERISASI SIFAT TERMO  
FISIK DAN STABILITAS FLUIDA  
NANO Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiO<sub>2</sub>/AQUADES PADA  
FRAKSI VOLUME 2%, 4%, 6%  
DIBUAT TANGGAL : Februari 2022  
SELESAI TANGGAL : Desember 2022**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Mesin**



**Irsyadi Yahi, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 197112251997021001**

**Indralaya, Februari 2023  
Diperiksa dan disetujui oleh,  
Pembimbing Skripsi**

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

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Karakterisasi Sifat Termofisik dan Stabilitas Fluida Nano  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ /Aquades pada Fraksi Volume 2%, 4%, 6%” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 4 Januari 2023.

Palembang, Februari 2023

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi

Ketua Penguji :

Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D

NIP. 197112251997021001

Sekretaris Penguji :

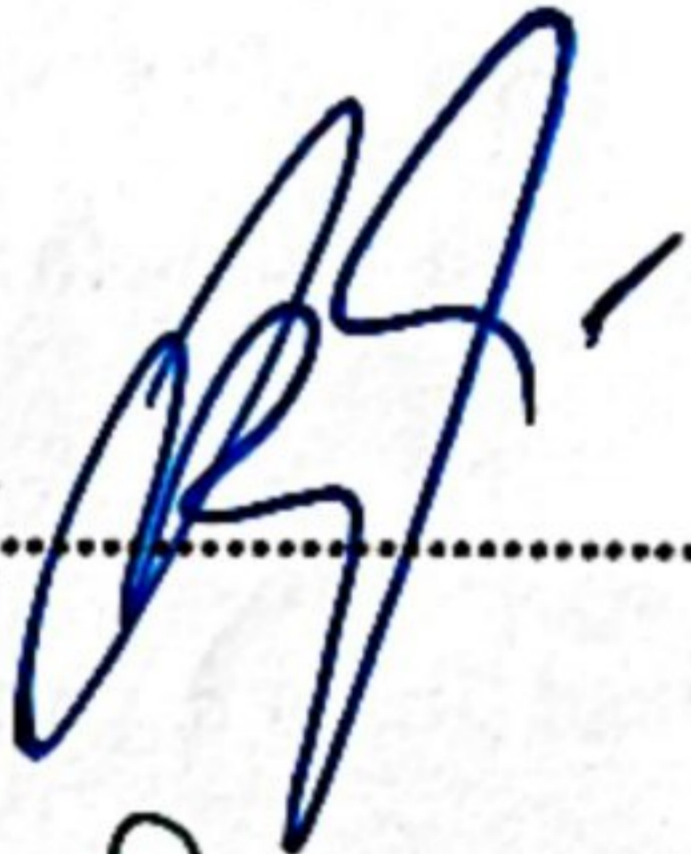
Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D

NIP. 197909272003121004

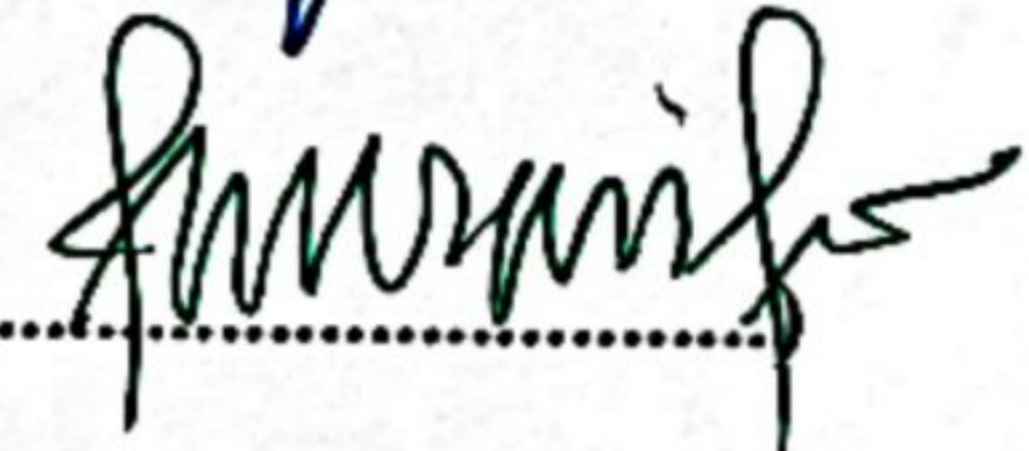
Penguji

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

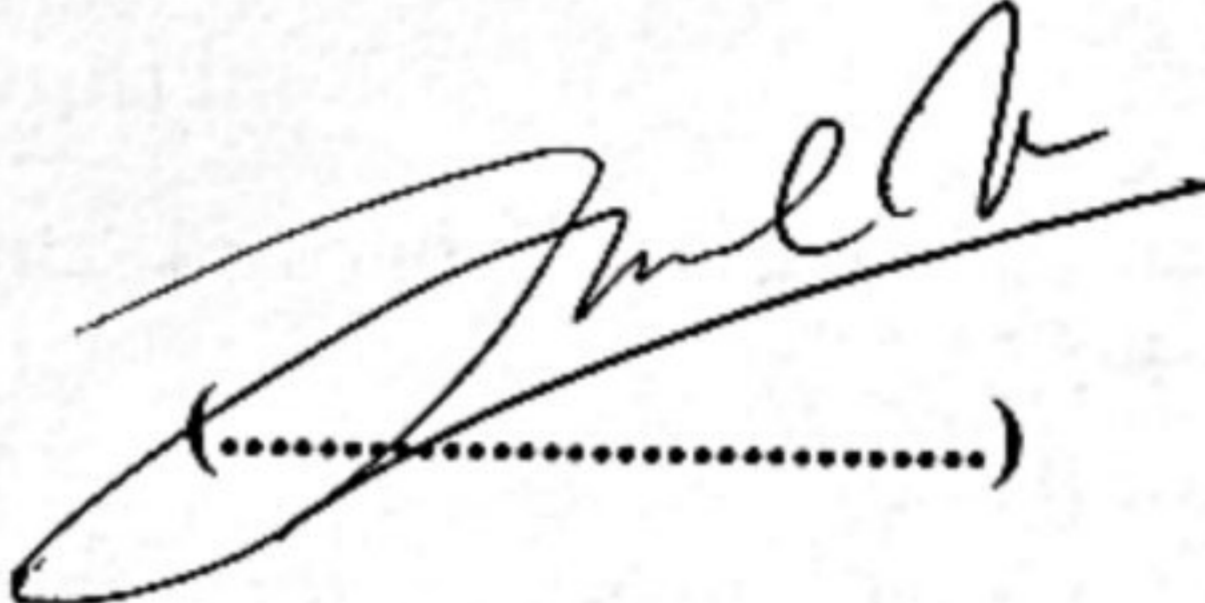
NIP. 197209021997021001



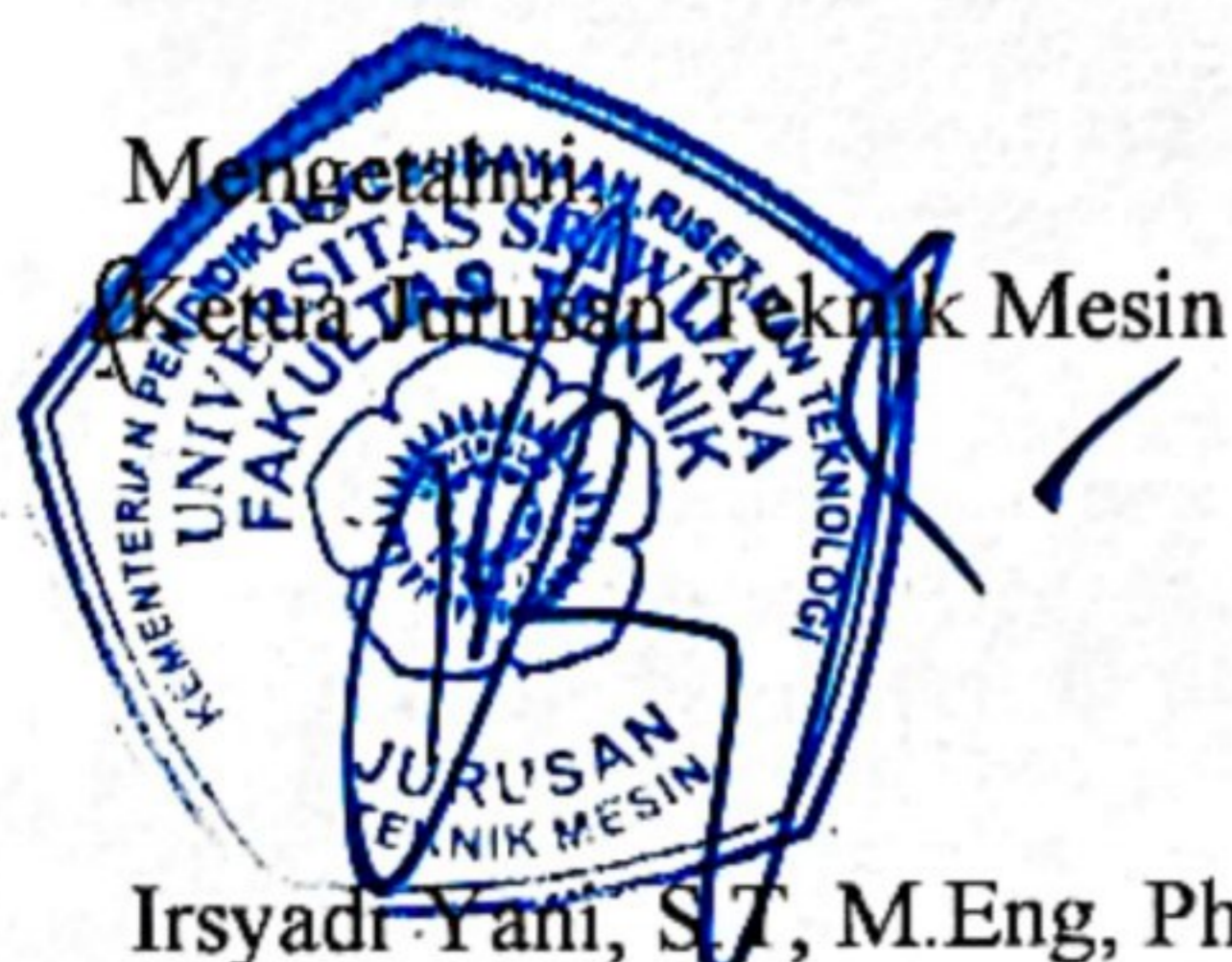
(.....)



(.....)



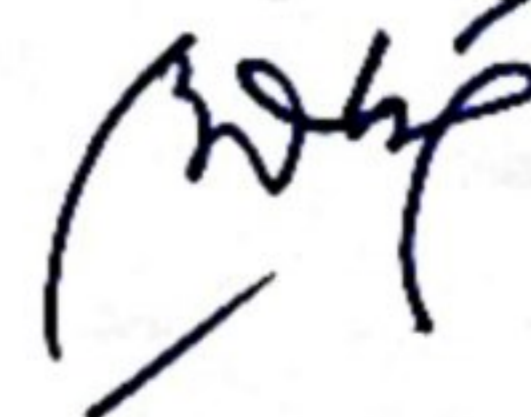
(.....)



Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D.

NIP. 197112251997021001

Diperiksa dan disetujui oleh,  
Pembimbing Skripsi



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

NIP. 198106302006041001

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah Subhanahuwata'ala atas rahmat-Nya lah saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini berjudul "Karakterisasi Sifat Termofisik Dan Stabilitas Fluida Nano  $Al_2O_3-TiO_2$ /Aquades Pada Fraksi Volume 2%,4%,6% ". Skripsi ini dibuat bertujuan sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini baik secara langsung ataupun tak langsung kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan dukungan moril, bantuan, nasihat, dan materil.
2. Barlin, S.T., M.Eng., Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan banyak waktu, ilmu yang bermanfaat dan motivasi untuk terus berkembang dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
3. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Amir Arifin, S.T., M.Eng. Ph.D selaku Sekertaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Gunawan, S.T., M.T. Ph.D selaku Dosen pengarah Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Dipl.-Ing. Ir. Amrifan Saladin Mohruni, Ph.D selaku pembimbing akademik penulis di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
7. Seluruh Dosen di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya atas ilmu, nasihat dan bimbingan selama proses perkuliahan.

Hanya terima kasih yang dapat penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu, semoga Allah Subhanahuwata'ala membalas semua kebaikan yang sudah diberikan kepada penulis dengan rahmat dan karunia-Nya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan karena keterbatasan ilmu dan pengalaman yang penulis miliki. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun untuk kelanjutan skripsi ini kedepannya akan sangat membantu.

Akhir kata Penulis mengharapkan agar skripsi ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang datang.

Indralaya, Februari 2023



Irvandi Pratama Putra

NIM: 03051181823110

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Irvandi Pratama Putra

NIM : 03051181823110

Judul : Karakterisasi Sifat Termofisik dan Stabilitas Fluida Nano  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{TiO}_2$ /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.

Indralaya, Februari 2023



Irvandi Pratama Putra

NIM.03051181823110



## HALAMAN PERNYATAAN INTERGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Irvandi Pratama Putra

Nim : 03051181823110

Judul : Karakterisasi Sifat Termofisik dan Stabilitas Fluida Nano  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ /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, saya buat pernyataan ini dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Februari 2023



Irvandi Pratama Putra

NIM.03051181823110

## RINGKASAN

KARAKTERISASI SIFAT TERMOFISIK DAN STABILITAS FLUIDA NANO  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ /AQUADES PADA FRAKSI VOLUME 2%, 4%, 6%

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi, Februari 2023

Irvandi Pratama Putra : Dibimbing oleh Barlin, S.T., M.Eng., Ph.D

xxvii + 68 halaman, 22 tabel, 32 gambar

### RINGKASAN

Nanofluida merupakan campuran suatu cairan (fluida dasar) dengan partikel yang berukuran 1-100 nm (nanopartikel). Penambahan nanopartikel kedalam fluida dasar sudah pasti merubah sifat karakteristik dari fluida dasar tersebut. Pada penelitian sebelumnya ditunjukkan bahwa penggunaan nanopartikel  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$  mampu meningkatkan koefisien perpindahan panas hingga 221%. Proses preparasi dari nanofluida merupakan salah satu parameter terpenting dalam menentukan kualitas dari nanofluida. Proses preparasi meliputi jumlah fraksi volume yang digunakan, campuran ratio nanopartikel yang digunakan, lama pengadukan, serta durasi dalam sistem ultrasonik. Pada tiap parameter ini juga disertai dengan 3 level. Pada fraksi volume 3 level yang digunakan yaitu 2%, 4%, dan 6%. Pada ratio nanopartikel 30%-70%, 50%-50%, dan 70%-30%. Pada durasi pengadukan yaitu 30, 60, dan 90 menit. Pada durasi ultrasonik yaitu 60, 90, dan 120 menit. Dengan jumlah parameter serta level yang ada tidak memungkinkan bagi peneliti untuk melakukan penelitian penuh sehingga penulis menggunakan metode taguchi untuk menemukan parameter optimal dari nanofluida. Proses preparasi dimulai dengan mencampur campuran nanopartikel  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$  dan fluida dasar berupa *aquades* yang kemudian diaduk dalam pengaduk magnetik. Kemudian dimasukkan ke dalam alat *ultrasonic cleaner* untuk memecah aglomerasi yang ada. Kemudian dilakukan evaluasi terhadap stabilitas ke-9 sampel nanofluida yang telah dipreparasi dengan metode sedimentasi dan sentrifugasi. Selanjutnya, pengujian densitas untuk menemukan nilai massa jenis dari nanofluida dengan alat piknometer. Kemudian dilakukan pengujian viskositas dengan alat viskometer bola jatuh, yang mana

prinsip kerjanya ialah mengamati waktu yang diperlukan oleh bola untuk jatuh pada titik yang telah ditentukan. Kemudian data dari densitas serta viskositas akan dikumpulkan yang kemudian dilakukan perhitungan statistik metode taguchi untuk menemukan *setting level* optimal dari nanofluida. Setelah itu, perhitungan statistik *analysis of variance* dilakukan dengan tujuan mengetahui parameter mana yang memiliki pengaruh signifikan maupun tidak signifikan terhadap densitas serta viskositas dari nanofluida Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiO<sub>2</sub>/Aquadess. Setelah menemukan *setting level* optimal dari nanofluida, nanofluida kembali dipreparasi mengikuti *setting level* optimal yang ada yang kemudian sampel optimal ini dilakukan uji terhadap *scanning electron microscope* (SEM) untuk mengamati bentuk, ukuran, serta distribusi partikel nano tersebut. Hasil dari SEM menunjukkan bentuk partikel berupa kubik serta didominasi oleh partikel dengan bentuk bulatan-bulatan kecil. Selanjutnya pengamatan dilakukan dengan software image-J untuk mendapatkan ukuran serta distribusi partikel nano tersebut.

**Kata Kunci:** Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiO<sub>2</sub>, Hybrid Nanofluida, ANOVA

## SUMMARY

### CHARACTERIZATION OF THERMOPHYSICAL PROPERTIES AND STABILITY OF $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{TiO}_2$ /AQUADES NANO FLUID IN 2%, 4%, 6% VOLUME FRACTION

Scientific Writing in the form of a thesis, February 2023

Irvandi Pratama Putra : Supervised of Barlin, S.T., M.Eng., Ph.D

xxvii + 68 pages, 22 tables, 32 figure

### SUMMARY

Nanofluids is a mixture of nano-sized materials and basic fluids. The addition of nanoparticles into the base fluid certainly changes the characteristic properties of the base fluid. In previous studies it was shown that the use of  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{TiO}_2$  nanoparticles can increase the heat transfer coefficient up to 221%. The preparation process of the nanofluid is one of the most important parameters in determining the quality of the nanofluid. The preparation process includes the number of volume fractions used, the mixed ratio of nanoparticles used, the duration of stirring, and the duration of the ultrasonic system. Each parameter is also accompanied by 3 levels. In the volume fraction, the 3 levels used are 2%, 4%, and 6%. At the ratio of nanoparticles 30% -70%, 50% -50%, and 70% -30%. The stirring duration was 30, 60 and 90 minutes. The ultrasonic duration is 60, 90 and 120 minutes. With the number of parameters and levels that exist, it is not possible for researchers to carry out full research, so the authors use the Taguchi method to find the optimal parameters of the nanofluid. The preparation process begins by mixing a mixture of  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{TiO}_2$  nanoparticles and basic fluid in the form of distilled water which is then stirred in a magnetic stirrer. Then it is put into an ultrasonic cleaner tool to break down the existing agglomeration. Then an evaluation of the stability of the 9 nanofluid samples that had been prepared by the sedimentation and centrifugation methods was carried out. Next, testing the density to find the density value of the nanofluid with a pycnometer. Then testing the viscosity with a falling ball viscometer, where the working principle is to observe the time needed

for the ball to fall at a predetermined point. Then data from density and viscosity will be collected and then statistical calculations will be carried out using the Taguchi method to find the optimal setting level of the nanofluid. After that, statistical analysis of variance calculations carried out with the aim of knowing which parameters had a significant or insignificant effect on the density and viscosity of the  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$  /Aquades nanofluid. After finding the optimal level setting of the nanofluid, the nanofluid was again prepared following the existing optimal level setting. Then this optimal sample was tested against a scanning electron microscope (SEM) to observe the shape, size, and distribution of the nanoparticles. The results of the SEM show that the particle shape is cubic and is dominated by particles with small dots. Furthermore, observations were made with image-J software to obtain the size and distribution of the nanoparticles.

**Keywords:**  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ , Hybrid Nanofluid, ANOVA

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	v
KATA PENGANTAR .....	xi
DAFTAR ISI.....	xxi
DAFTAR GAMBAR .....	xxv
DAFTAR TABEL.....	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Rumusan Masalah.....	3
1.3    Batasan Masalah .....	3
1.4    Tujuan Penelitian .....	3
1.5    Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1    Nanoteknologi.....	5
2.1.1    Nanopartikel.....	6
2.1.2    Nanofluida.....	7
2.1.3    Titanium dioksida (TiO <sub>2</sub> ) .....	7
2.1.4    Aluminium Oksida (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ).....	8
2.1.5    Aquades.....	9
2.2    Densitas.....	9
2.3    Viskositas.....	10
2.3.1    Viskositas Dinamik .....	10
2.3.2    Viskositas Kinematik .....	11
2.4    Sedimentasi.....	11
2.5    Metode Sentrifugasi.....	11
2.6 <i>Scanning electron microscopy</i> (SEM) .....	12
2.7    Metode Taguchi .....	12
2.7.1    Kelebihan dan Kekurangan Metode Taguchi.....	13
2.8 <i>Review</i> Penelitian Terdahulu .....	14
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1    Diagram Alir Perancangan.....	19

3.2	Rangkaian Pengujian.....	20
3.3	Bahan dan Peralatan Pengujian .....	20
3.3.1	Bahan .....	20
3.3.2	Alat .....	22
3.4	Prosedur Percobaan .....	26
3.4.1	Proses Persiapan Nanofluida .....	26
3.4.2	Prosedur Percobaan Pengukuran Viskositas Nanofluida.....	29
3.4.3	Perhitungan Prosedur Percobaan Pengukuran Densitas .....	29
3.4.4	Prosedur Percobaan Metode Foto Sedimentasi .....	29
3.5	Teknik Pengambilan Data .....	30
3.6	Desain Eksperimen Metode Taguchi .....	31
3.6.1	Faktor dan Level Faktor .....	31
3.6.2	<i>Orthogonal Array</i> (OA).....	32
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....		33
4.1	Hasil Pengujian Densitas.....	33
4.2	Analisa Metode Taguchi Densitas.....	35
4.2.1	Perhitungan Efek Rata-rata dan SNR Densitas .....	35
4.2.2	Perhitungan Analisis Variansi (ANOVA) Densitas .....	38
4.2.3	Menentukan Pengaturan Level Optimal .....	39
4.3	Hasil Pengujian Viskositas.....	39
4.4	Analisa Metode Taguchi Viskositas.....	42
4.4.1	Perhitungan Efek Nilai Rata – rata dan SNR Viskositas.....	42
4.4.2	Perhitungan Analisis Variansi (ANOVA) Viskositas .....	45
4.4.3	Setting Level Optimal.....	45
4.4.4	Selang Kepercayaan Optimal .....	46
4.4.5	Konfirmasi Percobaan .....	46
4.5	Evaluasi Stabilitas nanofluida dengan metode sedimentasi dan sentrifugasi .....	48
4.5.1	Metode sedimentasi .....	48
4.5.2	Metode sentrifugasi .....	51
4.6	Hasil Pengamatan <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) .....	52
4.6.1	Hasil Pengamatan <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) Dengan <i>Free Software Image-J</i> .....	54
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		57

5.1	Kesimpulan .....	57
5.2	Saran .....	58
DAFTAR RUJUKAN .....		59
LAMPIRAN .....		63



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir .....	19
Gambar 3.2 Nano Partikel Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Dokumentasi Pribadi).....	20
Gambar 3.3 Nano Partikel TiO <sub>2</sub> (Dokumentasi Pribadi).....	21
Gambar 3.4 <i>Aquades</i> (Dokumentasi Pribadi).....	21
Gambar 3.5 Gelas <i>Beaker</i> 100ml, 250ml, 500ml (Dokumentasi Pribadi) .....	22
Gambar 3.6 <i>Magnetic stirrer</i> (Dokumentasi Pribadi) .....	22
Gambar 3.7 Timbangan Analitik (Dokumentasi Pribadi) .....	23
Gambar 3.8 Piknometer (Dokumentasi Pribadi) .....	23
Gambar 3.9 <i>Viskometer Falling Ball Haake D-1080</i> (Dokumentasi Pribadi) .....	24
Gambar 3.10 <i>Ultrasonic Cleaner</i> (Dokumentasi Pribadi) .....	24
Gambar 3.11 <i>Centrifuge</i> (Dokumentasi Pribadi) .....	25
Gambar 3.12 <i>Scanning Electron Microscopy</i> .....	25
Gambar 3.13 Diagram Proses Pembuatan Nanofluida.....	26
Gambar 4.1 Diagram Densitas .....	34
Gambar 4.2 Grafik <i>Interaction Plot</i> Densitas .....	34
Gambar 4.3 Grafik Nilai Respon Rata-rata Densitas .....	36
Gambar 4.4 Grafik nilai respon SNR densitas .....	37
Gambar 4.5 Diagram Viskositas .....	41
Gambar 4.6 Grafik <i>Interaction Plot</i> Viskositas .....	42
Gambar 4.7 Grafik Nilai Respon Rata-rata Viskositas .....	43
Gambar 4.8 Grafik Nilai Respon SNR Viskositas .....	44
Gambar 4.9 Perbandingan Hasil Nilai Selang Kepercayaan.....	47
Gambar 4.10 Foto Sampel Nanofluida 1-9 (Tepat Setelah Preparasi).....	49
Gambar 4.11 Foto Sedimentasi (1-4 Minggu Setelah Preparasi).....	50
Gambar 4.12 Foto Sampel 1-9 (Tepat Setelah di Sentrifugasi) .....	51
Gambar 4.13 Pengamatan SEM Pada Perbesaran 250X.....	52
Gambar 4.14 Pengamatan SEM Pada Perbesaran 500X.....	53
Gambar 4.15 Pengamatan SEM Pada Perbesaran 750X.....	53
Gambar 4.16 Pengamatan SEM Pada Perbesaran 1000X.....	54

Gambar 4.17 Perubahan Gambar SEM Ke <i>Thresold</i> .....	55
Gambar 4.18 Pengambilan Data Diameter Nanopartikel .....	55
Gambar 4.19 Grafik Analisa Distribusi Nanopartikel .....	56

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat-sifat basa TiO <sub>2</sub> .....	8
Tabel 2.2 Studi Literatur .....	18
Tabel 3.1. Perbandingan massa nano partikel.....	27
Tabel 3.2 Analisa dan Pengambilan Data .....	30
Tabel 3.3 Tabel Variabel dan Variasi Metode Taguchi .....	31
Tabel 3.4 Matrik <i>Orthogonal Array</i> dan Distribusi Faktor.....	32
Tabel 4.1 Hasil pengujian densitas .....	33
Tabel 4.2 Hasil perhitungan <i>Mean</i> dan SNR densitas .....	35
Tabel 4.3 Respon rata-rata nilai densitas .....	36
Tabel 4.4 Nilai respon SNR densitas .....	37
Tabel 4.5 ANOVA Rata-rata densitas.....	38
Tabel 4.6 Level optimal densitas (Sampel 9).....	39
Tabel 4.7 Data hasil pengujian viskositas pada suhu 28°C.....	40
Tabel 4.8 Data hasil pengujian viskositas pada suhu 50°C.....	40
Tabel 4.9 Data hasil pengujian viskositas pada suhu 93,5°C.....	41
Tabel 4.10 Hasil perhitungan <i>Mean</i> dan SNR viskositas .....	43
Tabel 4.11 Respon rata-rata nilai viskositas .....	43
Tabel 4.12 Nilai Respon SNR viskositas .....	44
Tabel 4.13 ANOVA Rata-rata viskositas.....	45
Tabel 4.14 <i>Setting Level</i> optimal viskositas.....	46
Tabel 4.15 Konfirmasi eksperimen dari hasil uji viskositas .....	47
Tabel 4.16 Perbandingan nilai interval kepercayaan nilai <i>mean</i> .....	48

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Hal ini sangat menjanjikan untuk bidang perpindahan panas karena Choi (1995) pertama kali mengusulkan ide penggunaan nanofluida untuk meningkatkan konduktivitas termal fluida kerja. Belakangan ini nanofluida mulai dilirik oleh kalangan peneliti dan industri. Karena sudah menjadi rahasia umum bahwa nanofluida adalah partikel logam kecil atau oksida logam yang dicampur dengan fluida dasar untuk membentuk suspensi dengan sifat termal yang lebih baik, fluida nano ini dapat digunakan sebagai fluida kerja dalam penukar dingin atau panas (Septiadi dkk., 2017).

Cairan dasar berfungsi sebagai media pendispersi dalam cairan nano, dan partikel nano berfungsi sebagai media terdispersi. Dalam campuran fluida dasar, fluida nano juga dapat dianggap sebagai dispersi partikel nano dengan ukuran lebih kecil dari 100 nm. Proses pendispersian partikel padat dalam skala nanometer menjadi fluida dasar untuk menciptakan kondisi khusus, seperti suspensi yang stabil dan tahan lama, bebas dari penggumpalan atau aglomerasi dan pengendapan, dikenal sebagai stabilitas fluida nano (Safitri dkk., 2021).

Selama beberapa dekade, disiplin teknik yang berkembang berkaitan dengan perpindahan panas yang cepat. Kemajuan nanoteknologi telah menyebabkan pengembangan generasi baru cairan perpindahan panas yang disebut cairan Nano. Para peneliti telah menemukan bahwa cairan ini menawarkan konduktivitas termal yang tinggi dibandingkan dengan pendingin konveksi. Untuk meningkatkan laju perpindahan panas, konduktivitas termal dan pada saat yang sama mereka juga berusaha untuk mengurangi kerugian gesekan, penurunan tekanan dan daya pemompaan untuk fluida perpindahan panas (HTF). Jenis baru HTF direkayasa yang memberikan peningkatan sifat termal untuk perpindahan panas yang disebut sebagai nanofluida. Nanofluid dibuat dengan mensuspensikan sejumlah kecil

nanopartikel dalam cairan dasar seperti air, gliserol, etilen glikol dll. dengan atau tanpa teknik stabilisasi. Ukuran rata-rata nanopartikel di bawah 100 nm (Raihan dkk., 2020).

Sebenarnya tujuan utama mensintesis hibrida nanofluida adalah untuk mendapatkan karakter sifat bahan penyusunnya baik itu sifat termofisik maupun stabilitasnya. Nanofluida mungkin memiliki sifat termal atau reologi yang baik, tetapi dalam beberapa aplikasi praktis, perlu untuk menukar beberapa sifat, yang mana nanofluida hibrida digunakan. Tidak semua nanomaterial memiliki sifat yang dibutuhkan untuk kinerja tertentu. Karena efek sinergis dari bahan konvensional lainnya, nanofluida hibrida diharapkan menghasilkan konduktivitas termal yang lebih baik daripada nanofluida individu. Kekuatan, stabilitas kimia, ketahanan mekanik, konduktivitas listrik dan termal, dan sifat fisik unik lainnya dari karbon *nanotube* hanyalah beberapa di antaranya. Karena sifat ini, para peneliti tertarik pada karbon *nanotube* untuk pembuatan kelas baru bahan nano hibrida yang terdiri dari komposit karbon *nanotube* dan partikel nano logam yang bersifat semikonduktif atau nonkonduktif. Menurut penulis, nanofluida hibrid belum menjadi subjek penelitian sebelumnya (Diniardi dkk., 2021).

Pada penelitian nanofluida berbasis  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan  $\text{TiO}_2$  dan Variasi fraksi volume yang digunakan dengan *aquades* sebagai media pendingin pada sistem penghantar panas ini berbeda dengan yang digunakan oleh peneliti sebelumnya. Variasi fraksi volume ini adalah 2%; 4%; 6%. Tujuan diikut sertakan nanopartikel dalam fluida dasar (*aquades*) untuk meningkatkan karakteristik perpindahan panas fluida dasar melalui kombinasi sifat termofisik nanomaterial. sintesis nanopartikel memberikan perbaikan pada sifat fisik dan sifat kimia.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  digunakan sebagai nanopartikel karena memiliki konduktivitas termal yang tinggi, aman untuk manusia dan hewan, umumnya mudah ditemukan, dan oksida logam  $\text{TiO}_2$  memiliki stabilitas termal yang tinggi, tahan terhadap korosi, dan mudah tersedia di alam. berlimpah, sehingga menghasilkan biaya yang relatif rendah.

Maka oleh karena itu, penulis mencoba menganalisis karakterisasi dan stabilitas fluida nano dari *Aquades* dan partikel nano berbasis aluminium oksida ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dan titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ).

## 1.2 Rumusan Masalah

Di karenakan banyaknya parameter yang dapat mempengaruhi sifat termofisik serta stabilitas dari nanofluida. Masalah yang hendak dicari solusinya dalam penelitian ini adalah bagaimana cara menganalisa karakteristik sifat termofisik *Hybrid* nano fluida yang berbasis Aquades sebagai bahan dasar, dan nano partikel  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$  dengan beberapa variasi dari fraksi volume (2%,4%,6%,) pada komposisi rasio 3 yaitu  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$  70%: 30%, 50%: 50%, 30%: 70%.

## 1.3 Batasan Masalah

Untuk dapat mengetahui pelebaran pada suatu masalah, maka penelitian ini diberi batasan masalah sebagai berikut:

1. Nanopartikel yang digunakan adalah  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan  $\text{TiO}_2$ .
2. Fluida dasar yang digunakan adalah Aquades
3. Metode penelitian yang digunakan pada proses preparasi yaitu metode single step.
4. Penelitian ini memvariasikan persentasi nanopartikel yaitu 2, 4, 6% sebagai fraksi volumenya pada komposisi rasio yaitu  $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{TiO}_2$  70% : 30 %, 50%: 50%, 30%: 70%.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Berikut ini adalah tujuan dari penelitian ini :

1. Dapat digunakan sebagai *coolant* (Pendingin radiator).
2. Menganalisis karakteristik nanopartikel berupa  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan  $\text{TiO}_2$  yaitu densitas , viskositas , foto sedimentasi , dan SEM.
3. Menganalisis dan mendapatkan perbandingan massa nanopartikel dengan fluida dasar pada konsentrasi tinggi : (2% , 4% , 6%).

4. Mendapatkan struktur mikro yang terdiri dari (*particle shaps, particle size, paticle size distribution* ).

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuktikan keefektifan bahwa pendingin nano lebih baik dari pada pendingin konvensional.
2. Mengetahui pengaruh perbedaan penambahan nanopartikel terhadap viskositas, densitas, sedimentasi, SEM.
3. Membekali mahasiswa teknik mesin dengan pemahaman ide dan pengalaman eksperimen sehingga menjadi pertimbangan dan pengetahuan mendasar untuk penelitian nanofluida yang lebih baik.
4. Semoga menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

## DAFTAR RUJUKAN

- Adani, S.I., Pujiastuti, Y.A., 2018. Pengaruh Suhu dan Waktu Operasi pada Proses Destilasi untuk Pengolahan Aquades di Fakultas Teknik Universitas Mulawarman. *J. Chemurg.* 1, 31. <https://doi.org/10.30872/CMG.V1i1.1137>
- Agista, D.R., 2018. Uji Eksperimental Pengaruh Temperatur dan Fraksi Volume terhadap Perpindahan Kalor Konveksi Nanofluida Air – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pada Shell and Tube Heat Exchanger Abstrak 2–6.
- Al-Awsat, U.T.A., Al-Awsat, U.T.A., 2021. Cairan Nano sebagai Pendingin Radiator Mesin Otomotif: Studi Tinjauan Cairan Nano sebagai Pendingin Radiator Mesin Otomotif: Studi Tinjauan.
- Anggraini, D., Dewi, S.K., Saputro, T.E., 2015. Aplikasi Metode Taguchi untuk Menurunkan Tingkat Kecacatan pada Produk Paving 16, 1–9.
- Barun, A., Rukmana, E., Jakarta, U.M., Mesin, J.T., Panas, F., N.D. Analisis Performansi Pada Heat Exchanger Jenis Sheel and Tube Tipe Bem Dengan Menggunakan Perubahan Laju Aliran Massa Fluida Panas ( Mh ) 1–7.
- Chamkha, A., 2018. Desain Eksperimental Faktorial untuk Kinerja Termal Penukar Panas Pipa Ganda menggunakan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - TiO<sub>2</sub> Hy ...
- Diniardi, E., Basri, H., Ramadhan, A.I., Almanda, D., 2021. Studi Pengembangan Hibrida Nanofluida untuk Aplikasi di Bidang Teknik 13, 237–246.
- Halimah, P., Ekawati, Y., 2020. Penerapan Metode Taguchi untuk Meningkatkan Kualitas Bata Ringan pada Ud . Xy Malang Application Of The Taguchi Method To Improve The Quality Of Lightweight Bricks At Ud . Xy Malang 13–26. <https://doi.org/10.30813/Jiems.V13i1.1694>
- Hanif, Saxena, G., Raj, J., 2017. Tinjauan Kritis Tentang Aplikasi Nano-Fluid sebagai Pendingin 304–311.



- Hardian, A., Ramadhiany, A., Syarif, D., Budiman, S., 2017. , Alvi Aristia Ramadhiany 13, 133–146. <https://doi.org/10.20961/Alchemy.V13i2.4348>
- Hartono, M., 2012. Meningkatkan Mutu Produk Plastik dengan Metode Taguchi 93–100.
- Irawansyah, H., Ramadhan, N., Yasmina, R., Siswanto, R., 2018. Model Prediksi Sifat Termofisik Fluida Nano TiO<sub>2</sub> / Air Raksa Prediction Model On Thermophysical Properties Of TiO<sub>2</sub> / Mercury Nanofluid 3, 267–270.
- Kasyfurrahman. (2021). Analisa Parameter Proses untuk Sambungan Dissimilar Baja Karbon Rendah dan Stainless Steel dengan Metode Taguchi.
- Kirom, M.R., Syarif, D.G., 2016. Sintesis Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Nanopartikel dari Bahan Biji Bauksit untuk Aplikasi pada Model Radiator ( Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Nanoparticle Synthesis From Bauxite Ore for Radiator Model Application ) 3, 2108–2115.
- Kolo, M.M., Pembimbing, D., Magister, P., Keahlian, B., Analitik, K., Kimia, J., Matematika, F., Ilmu, D.A.N., Alam, P., 2016. Sintesis Nanopartikel Aluminium Oksida Synthesis of Aluminium Oxide With.
- Kong, L., Sun, J., 2017. Kemajuan Rsc 12599–12609. <https://doi.org/10.1039/C6ra28243a>
- Kurniasari, D., Atun, S., 2017. Pembuatan dan Karakterisasi Nanopartikel Ekstrak Etanol Temu Kunci ( Boesenbergia Pandurata ) pada Berbagai Variasi Komposisi Kitosan The Preparation and Characterization Of Fingerroot ( Boesenbergia Pandurata ) Etanol Extract Nanoparticles With Various C 6, 31–35.
- Mohammed, A., Abdulah, A., 2018. Mikroskopi Elektron Pemindai (Sem): Tinjauan 77–85.
- Mukesh, P.C., Palanisamy, K., Vijayan, V., 2019. Materi Hari Ini : Prosiding Analisis Stabilitas Perpindahan Panas Hibrid / Nanofluida Air. <https://doi.org/10.1016/J.Matpr.2019.06.743>
- Mukyaningsih, Neng Nenden, Widiyatun, F., Wahyuni, Sri Endang, 2020.

Rekomendasi Teknik Analisis Citra Sem dengan Menggunakan Free Software Imagej 6.

- Mulya, W., Dr. Abrar, S.Si., M.S., Syarif, D.G.M.E., 2018. Nanopartikel , Hasil Green Synthesis dan Aplikasinya di Mesin Pendingin Nanoparticle , A Green Synthesis Product And Its Application 5, 894–901.
- Muzammil, M., Seraj, Z., Faizan, M., Anas, M., Mohd, S., 2021. Studi Eksperimental Perpindahan Panas Radiator Mesin dengan TiO<sub>2</sub> / Eg Nano Air Pendingin. <https://doi.org/10.1007/S42452-021-04441-7>
- Nasution, N., 2018. Synthesis of Rutile TiO<sub>2</sub> Nanoparticles By Co- 2, 18–25.
- Nurhidayati, P., Gustaman, D., Aliah, H., Konsentrasi, P., Glikol, P., terhadap, P.E.G., 2015. Air-Alumina 77–81.
- Raihan, A., Ali, I., Tubuh, S., 2020. Ulasan Tentang Nanofluida : Persiapan , Stabilitas , Sifat Termofisika , Karakteristik Perpindahan Panas dan Aplikasi. <https://doi.org/10.1007/S42452-020-03427-1>
- Safitri, Y., Irwan, Rahmawati, 2021. 2 ) 1,2,3 21, 26–31.
- Santoso, Sudarmadji, Maskuri, 2021. Analisis Efektivitas Panas pada Sistem Pendingin Mesin Diesel 7, 1–6.
- Septiadi, W.N., Astawa, K., Yonathan, F., Tamba, M., 2019. Fenomena Pendidihan Sumbu Kapiler Pipa Kalor Berbasis Sintered Powder Tembaga Pada Fluida Kerja Hybrid Nanofluida Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – TiO<sub>2</sub> – H<sub>2</sub>O 2019, 353–359.
- Septiadi, W.N., Putra, N., Saleh, R., 2017. Karakterisasi Konduktivitas Termal Nanofluida Oksida Berbasis Fluida Dasar H<sub>2</sub>O 219–224.
- Soejanto, I., 2009. Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Souder, J., Gopalakrishnan, B., 2021. Simple Application of Nano Technology- A Review Simple Application of Nano Technology- A Review.
- Sukarsono, K., Indras Marhaendrajaya, K.S.F., 2008. Studi Efek Kerr Untuk Pengujian Tingkat Kemurnian Aquades , Air Pam dan Air Sumur 11, 1–10.

- Suroso, B., Kamal, S., Kristiawan, B., 2015. Pengaruh Temperatur dan Fraksi Volume Terhadap Nilai Perpindahan Kalor Konveksi Fluida Nano  $\text{TiO}_2$  / Oli Termo Xt32 Pada Penukar Kalor Pipa Keywords : Abstract : 13, 79–85.
- Wanatasanapan, V.V., Abdullah, M.Z., Gunnasegaran, P., 2020. Nanopartikel Pada Konduktivitas Termal , Sifat Reologi , dan Viskositas Dinamis Nanofluid Hibrida Berbasis Air 9, 13781–13792. <https://doi.org/10.1016/J.Jmrt.2020.09.127>
- Wardiyati, S., Fisli, A., Kerja, C., 2014. Jurnal Sains Materi Indonesia Larutan Elektrolit Dengan Metode Sol Gel Bahan Dan Alat 153–157.
- Wicaksono, Y.A., Akhmad, N.S., 2020. Simulasi Cfd Pengaruh Konsentrasi Nanofluida  $\text{Al}_2\text{O}_3$  / Air Terhadap Performa Perpindahan Panas Pipa Radiator 13, 54–58.
- Yuliana, S., Asdi, Y., Yanuar, F., 2017. Penerapan Metode Taguchi untuk Analisis Kekuatan Tekan Batako. J. Mat. Unand 6, 76. <https://doi.org/10.25077/Jmu.6.3.76-83.2017>