

SKRIPSI

KARAKTERISASI NANOFLUIDA BERBASIS MINYAK KELAPA MURNI DAN *MULTI WALL* *CARBON NANO TUBE*

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



Muhammad Reza Tinambunan

03051381823078

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

SKRIPSI

**KARAKTERISASI NANOFLUIDA BERBASIS
MINYAK KELAPA MURNI DAN *MULTI WALL*
*CARBON NANO TUBE***

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



**Oleh :
Muhammad Reza Tinambunan**

03051381823078

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

KARAKTERISASI NANOFLUIDA BERBASIS MINYAK KELAPA MURNI DAN *MULTI WALL CARBON NANO TUBE*

SKRIPSI

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

Oleh:

Muhammad Reza Tinambunan

03051381823078

Palembang, Juni 2022

Diperiksa dan disetujui oleh,
Pembimbing Skripsi



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

The image shows a blue ink signature in a cursive style, positioned above the name and NIP of the supervisor.

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :**

SKRIPSI

NAMA : MUHAMMAD REZA TINAMBUNAN
NIM : 03051381823078
JURUSAN : TEKNIK MESIN
**JUDUL SKRIPSI : KARAKTERISASI NANOFLUIDA
BERBASIS MINYAK KELAPA MURNI
DAN *MULTI WALL CARBON NANO
TUBE***
DIBUAT TANGGAL : Agustus 2021
SELESAI TANGGAL : Mei 2022



Palembang, Mei 2022

Diperiksa dan disetujui oleh,
Pembimbing Skripsi

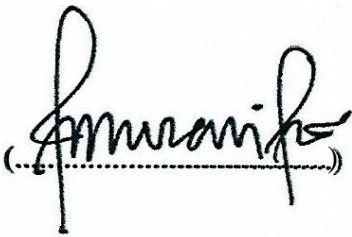
**Barlin, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 198106302006041001**

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul “KARAKTERISASI NANOFLUIDA BERBASIS MINYAK KELAPA MURNI DAN *MULTI WALL CARBON NANO TUBE*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 18 Mei 2022.

Palembang, Mei 2022
Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi
Ketua :

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



(.....)

Sekretaris :

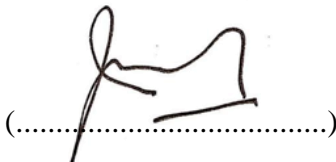
2. Zulkarnain, S.T, M.Sc, Ph.D
NIP. 198105102008011005



(.....)

Anggota :

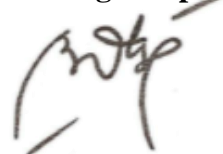
3. Gunawan, S.T, M.T, Ph.D
NIP. 197705072001121001



(.....)



Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi



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 proposal skripsi ini.

Skripsi yang berjudul “Karakterisasi Nanofluida Berbasis Minyak Kelapa Murni Dan Multi Wall Carbon Nano Tube”, 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. Bapak Simon dan Ibu Lely selaku orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan baik moral maupun materil.
2. Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
3. Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Gunawan, S.T, M.T, Ph.D selaku Pembina Mahasiswa Jurusan teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Barlin, ST, M.Eng, PhD. Selaku pembimbing tugas skripsi.
6. Ir. Zainal Abidin, M.T. Selaku pembimbing akademik sekaligus dosen pembimbing kerja praktek.
7. Seluruh Dosen dan karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan proposal ini masih banyak sekali kekurangan karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun untuk kelanjutan skripsi ini akan sangat membantu. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang.

Palembang, Juni 2022

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Reza', with a stylized flourish underneath.

Muhammad Reza Tinambunan

NIM. 03051381823078

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Reza Tinambunan

NIM : 03051381823078

Judul : Karakterisasi Nanofluida Berbasis Minyak Kelapa Murni Dan *Multi Wall Carbon Nano Tube*

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, Juni 2022



Muhammad Reza Tinambunan

NIM. 03051381823078

HALAMAN PERNYATAAN INTERGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Reza Tinambunan

Nim : 03051381823078

Judul : Karakterisasi Nanofluida Dengan Minyak Kelapa Murni Dan Multi Wall Carbon Nano Tube

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.



Palembang, juni 2022



Muhammad Reza Tinambunan

NIM.03051381823078

RINGKASAN

KARAKTERISASI NANOFLUIDA BERBASIS MINYAK KELAPA MURNI DAN *MULTI WALL CARBON NANO TUBE*

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi, Mei 2022

Muhammad Reza Tinambunan ; Dibimbing oleh Barlin, S.T., M.Eng., Ph.D
xxvii + 50 halaman, 14 Tabel, 19 gambar, 5 lampiran

RINGKASAN

Salah satu jenis fluida, yang disebut fluida nano, telah banyak digunakan di bidang teknik karena sifatnya yang luar biasa. Dikenal sebagai suspensi partikel berukuran nano dalam fluida yang disebut fluida dasar. Suspensi partikel nano dalam fluida dasar menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap sifat fisiknya, dengan kata lain penambahan partikel nano ke fluida dasar akan menghasilkan beberapa perubahan sifat termofisika dari fluida dasar, termasuk konduktivitas termal, viskositas dinamis, dan densitas. Nanofluida adalah campuran heterogen padat dan cair. Padatan disini adalah partikel kecil berukuran nanometer (<100 nm). yang dapat berupa nanopartikel, nanotube, atau kawat nano. Fluida bisa menjadi fluida dasar tunggal atau fluida cairan yang berbeda. Fluida nano berbasis partikel Multi Wall Carbon Nanotube (MWCNT) yang didapat dari dispersi CNT yang sudah dikeringkan, dan minyak kelapa murni sebagai fluida dasar telah berhasil dibuat, pembuatan fluida nano dimulai dari perhitungan dan pencampuran fraksi volume (0,1, 0,3, dan 0,5) yang akan dicampurkan ke dalam minyak kelapa murni sebanyak 250 ml, proses mixing dilakukan selama 10 menit, dengan menggunakan magnetic stirer , lalu fluida nano yang sudah tercampur dimasukkan ke dalam ultrasonic cleaner agar fluida nano lebih terdispersi dengan baik dengan bantuan ultrasonifikasi dengan temperature 40°C selama 10 menit. Kemudian dilakukan pengujian densitas, viskositas, sedimentasi, serta pengujian Scanning Electron Microscopy (SEM),

dan X-Ray Diffraction (XRD) pada partikel MWCNT. Hasil Pengujian menunjukkan bahwa viskositas nanofluida akan semakin kental seiring bertambah konsentrasi. Suhu memiliki pengaruh penting dalam viskositas, dimana semakin tinggi nilai suhu atau saat suhu meningkat nilai viskositas akan semakin berkurang. Nilai viskositas maupun densitas nanofluida VCO-MWCNT terbukti lebih besar dari VCO atau minyak kelapa murni sebagai fluida dasarnya. Hal ini terbukti dengan nanofluida VCO-MWCNT fraksi volume 0,5% memiliki nilai densitas, dan viskositas terbesar. Berdasarkan penelitian dapat diketahui struktur mikro MWCNT dari pengujian SEM memiliki bentuk yang tidak beraturan, dan partikelnya tersebar, dan memiliki panjang diameter partikel dominan antara 10-30 mikrometer atau 103 – 3.103 nm. Dari pengujian EDX, diketahui sebagian besar komposisi nanopartikel MWCNT terdiri dari unsur oksigen dan karbon yang menjadi unsur paling dominan dengan persentase lebih dari 80% Kestabilan nanofluida dapat dilihat dengan metode foto sedimentasi. Kecepatan sedimentasi nanofluida VCO-MWCNT semakin cepat seiring bertambahnya fraksivolume, karena semakin banyak partikel semakin cepat kecepatan sedimentasi nanofluida. Nanofluida VCO-MWCNT kurang stabil karena dilihat dari proses sedimentasi hanya dalam waktu satu hari atau 7 jam, dimana Sebagian besar partikel MWCNT dalam nanofluida sudah mengendap.

Kata Kunci : MWCNT, Nanofluida , Minyak kelapa murni

Kepustakaan : 25 (1995-2021)

SUMMARY

NANOFLUIDE CHARACTERIZATION BASED ON PURE COCONUT OIL AND MULTI WALL CARBON NANO TUBE

Scientific Writing in the form of a thesis, May 2022

Muhammad Reza Tinambunan ; Supervised of Barlin, S.T., M.Eng., Ph.D

xxvii + 50 pages, 14 tables, 19 figures, 5 attachment

SUMMARY

One type of fluid, called nanofluid, has been widely used in engineering because of its extraordinary properties. It is known as a suspension of nano-sized particles in a fluid called base fluid. The suspension of nanoparticles in the base fluid shows a significant effect on its physical properties, in other words, the addition of nanoparticles to the base fluid will result in several changes in the thermophysical properties of the base fluid, including thermal conductivity, dynamic viscosity, and density. Nanofluid is a heterogeneous mixture of solid and liquid. The solids here are small nanometer-sized (<100 nm) particles. which can be nanoparticles, nanotubes, or nanowires. The fluid can be a single base fluid or a different fluid. Nano fluid based on Multi Wall Carbon Nanotube (MWCNT) particles obtained from dried CNT dispersion, and virgin coconut oil as base fluid has been successfully made, the manufacture of nano fluid starts from calculating and mixing volume fractions (0.1, 0.3, and 0.5) which will be mixed into 250 ml of pure coconut oil, the mixing process is carried out for 10 minutes, using a magnetic stirrer, then the mixed nano fluid is inserted into the ultrasonic cleaner so that the nano fluid is more well dispersed with the help of ultrasound. at 40°C for 10 minutes. Then tested for density, viscosity, sedimentation, as well as testing Scanning Electron Microscopy (SEM), and X-Ray Diffraction (XRD) on MWCNT particles. The test results show that the viscosity of the nanofluid will be thicker as the concentration increases. Temperature has an important influence on viscosity, where the higher the

temperature value or when the temperature increases the viscosity value will decrease. The value of viscosity and density of VCO-MWCNT nanofluid was proven to be greater than that of VCO or virgin coconut oil as the base fluid. This is proven by the volume fraction of VCO-MWCNT nanofluids of 0.5% having the highest density and viscosity values. Based on the research, it can be seen that the MWCNT microstructure from the SEM test has an irregular shape, and the particles are scattered, and the dominant particle diameter is between 10-30 micrometers or 103-3,103 nm. From the EDX test, it is known that most of the compositions of MWCNT nanoparticles consist of oxygen and carbon which are the most dominant elements with a percentage of more than 80%. The stability of nanofluids can be seen by the photo sedimentation method. The sedimentation rate of VCO-MWCNT nanofluids gets faster as the volume fraction increases, because the more particles, the faster the nanofluid sedimentation rate. The VCO-MWCNT nanofluid is less stable because it can be seen from the sedimentation process in only one day or 7 hours, where most of the MWCNT particles in the nanofluid have already settled.

Keywords : MWCNT, Nanofluids, Virgin Coconut Oil

Literatures: 25 (1995-2021)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PERSETUJUAN	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xiii
HALAMAN PERNYATAAN INTERGRITAS	xv
RINGKASAN	xvii
RINGKASAN	xvii
SUMMARY	xix
SUMMARY	xix
DAFTAR ISI	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR TABEL	xxv
DAFTAR LAMPIRAN	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 <i>Bio Lubricant</i> dan Minyak Kelapa Murni	5
2.2 Nanofluida	6
2.2.1 Klasifikasi Nanofluida.....	7
2.2.2 Metode Pembuatan Nanofluida	8
2.3 Nanopartikel	8
2.3.1 Karbon <i>Nanotube</i>	10

2.4	Fraksi Volume.....	11
2.5	Densitas.....	12
2.6	Viskositas.....	12
2.6.1	Viskositas Dinamis	13
2.6.2	Viskositas Kinematis	13
2.6.3	Indeks Viskositas	14
2.7	<i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM).....	14
2.7.1	<i>Energy Dispersive X-Ray</i> (EDX).....	15
2.8	<i>X-ray Diffraction</i> (XRD)	16
2.9	Review Penelitian Terdahulu.....	17
2.10	Kecepatan Sedimentasi	21
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		23
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	23
3.2	Persiapan Bahan dan Peralatan Pengujian.....	24
3.2.1	Bahan	24
3.2.2	Alat Penelitian.....	24
3.3	Alur Penelitian	26
3.4	Prosedur Penelitian	26
3.4.1	Pembuatan Nanofluida Berbasis VCO-MWCNT.....	26
3.4.2	Karakterisasi Nanofluida VCO-MWCNT	28
3.5	Analisa dan Pengolahan Data	30
3.6	Jadwal Kegiatan Pelaksanaan Penelitian	31
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		33
4.1	Hasil Pengujian.....	33
4.1.1	Hasil Pengujian Densitas	33
4.1.2	Pengujian Viskositas.....	34
4.1.4	Stabilitas Nanofluida Dengan Sedimentasi.....	40
4.1.5	Hasil Pengujian Scanning SEM-EDX	43
4.1.6	Hasil Pengujian <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	47
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		49
5.1.	Kesimpulan	49
5.2.	Saran	50
DAFTAR PUSTAKA.....		51
LAMPIRAN		55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Minyak Kelapa Murni	6
Gambar 2. 2. Bentuk-bentuk Nanopartikel	10
Gambar 2. 3. Serbuk MWCNT	11
Gambar 2. 4. <i>State of The Art</i> Penelitian	20
Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian.....	23
Gambar 3. 2. Alat Penelitian	25
Gambar 3. 3. Proses <i>Mixing</i> Nanofluida Menggunakan <i>Magnetic Stirrer</i>	27
Gambar 3. 4. Proses Ultrasonikasi Nanofluida VCO-MWCNT	28
Gambar 4. 1. Grafik Densitas Nanofluida.....	34
Gambar 4. 2. Hasil Pengujian Viskositas Fraksi Volume	38
Gambar 4. 3. Grafik Viskositas Oli SAE 10W-40	38
Gambar 4. 4. Foto Sedimentasi Nanofluida 0,1%	40
Gambar 4. 5. Foto Sedimentasi Nanofluida 0,3%	41
Gambar 4. 6. Foto Sedimentasi Nanofluida 0,5%	41
Gambar 4. 7. Hasil Pengamatan SEM dengan Perbesaran 1500x.....	43
Gambar 4. 8. Pegujian EDX pada salah satu titik	44
Gambar 4. 9. Hasil Pengujian EDX pada salah satu titik.....	44
Gambar 4. 10. Grafik Analisa Distribusi Partikel	46
Gambar 4. 11. Spektrum Hasil Pengujian XRD.....	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Klasifikasi Nanofluida.....	8
Tabel 2. 2. Perbedaan SWCNT dann MWCNT	11
Tabel 3. 1. Bahan Penelitian.....	24
Tabel 3. 2. Komposisi Nanofluida VCO-MWCNT.	27
Tabel 3. 3. Data Pengujian	30
Tabel 3. 4. Uraian Kegiatan Pelaksanaan Penelitian.....	31
Tabel 4. 1. Hasil Pengujian Densitas.....	33
Tabel 4. 2. Pengujian Viskositas Fraksi Volume 0%	35
Tabel 4. 3. Hasil Pengujian Viskositas Nanofluida.....	36
Tabel 4. 4. Hasil Pengujian Viskositas Nanofluida.....	37
Tabel 4. 5. Indeks Viskositas.....	39
Tabel 4. 6. Kecepatan Sedimentasi Nanofluida	42
Tabel 4. 7. Hasil Pengujian EDX pada enam titik.....	45
Tabel 4. 8. Nilai Peak Hasil Pengujian XRD	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Massa Nanofluida	55
Lampiran 2. Perhitungan Densitas	57
Lampiran 3. Perhitungan Viskositas	59
Lampiran 4. Perhitungan Kecepatan Sedimentasi	60
Lampiran 5. Spesifikasi Alat Penelitian.....	61

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu jenis fluida, yang disebut nanofluida, telah banyak digunakan di bidang teknik karena sifatnya yang luar biasa. Dikenal sebagai suspensi partikel berukuran nano dalam fluida yang disebut fluida dasar. Suspensi partikel nano dalam fluida dasar menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap sifat fisiknya, dengan kata lain penambahan partikel nano ke fluida dasar akan menghasilkan beberapa perubahan sifat termofisika dari fluida dasar, termasuk konduktivitas termal, viskositas dinamis, dan densitas (Alarifi et al., 2020).

Nanopartikel telah menarik perhatian besar di berbagai bidang karena mereka menunjukkan sifat unik yang tidak dapat dicapai oleh bahan makroskopik konvensional. Sebagai aditif berbiaya rendah seperti nanopartikel memiliki peran penting dalam pelumas modern. Ini meningkatkan kinerja dan masa pakai alat berat dengan mengurangi gesekan bekerja, memakai dan mencegah kegagalan komponennya. Dalam situasi pemuatan termal tinggi dan panas tinggi fluks fluida nano dengan partikel nano yang distabilkan muncul sebagai kunci untuk perpindahan panas yang efisien (Jose et al., 2013).

Pada tahun 1995, Choi S., dkk mengusulkan pembuatan nanofluida dengan mendispersikan material skala nano di basis fluida. Karena bahan-bahan ini memiliki konduktivitas termal yang tinggi, fluida nano yang terbentuk memiliki kemampuan transfer panas yang tinggi (Choi S. et al., 1995). Pada tahun 2001, Qiu, dkk melakukan percobaan pada mekanisme gesekan, di mana mereka menambahkan partikel nano bola 10 nm ke minyak. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sifat gesekan pelumas ditingkatkan dengan distribusi nanopartikel nikel. Diameter keausan berkurang dari 0,71 menjadi 0,49 nm dan koefisien gesekan relatif sebesar 26% (Qiu et al., 2001).

Dispersi nano-aditif dalam fluida dasar adalah alasan mengapa fluida nano memiliki konduktivitas termal yang lebih tinggi dibandingkan untuk fluida tradisional dan telah menjadi subjek populer penelitian. Di sisi lain, ini mengarah pada peningkatan campuran viskositas, yang merupakan efek yang tidak menguntungkan. Viskositas adalah properti penting dari fluida nano, menunjukkan gaya resistensi terhadap mengalir. Ini memainkan peran penting dalam perpindahan panas konveksi dan daya sistem pemompaan. Viskositas pelumas nano hibrida yang dihasilkan ternyata 35% lebih besar daripada pelumas oli mesin murni (Rejvani *et al.*, 2019).

Nanopartikel biasanya menunjukkan peningkatan konduktivitas termal karena ukurannya yang sangat kecil, tetapi efek ukurannya yang kecil dapat menghasilkan gaya Van Der Waals antara nanopartikel, menyebabkan mereka untuk berkumpul dalam cairan. Penambahan zat seperti surfaktan dapat membantu meningkatkan dispersi CNT (*Carbon Nano Tube*). Namun, reaksi kimia surfaktan dapat menyebabkan polusi pada CNT ketika panas dihasilkan, yang mempengaruhi kecepatan transmisi. Penelitian saat ini sudah banyak menggunakan konduksi panas yang menguntungkan karakteristik CNT dikombinasikan dengan minyak nabati untuk menciptakan sebuah nanofluida. Sekarang dengan adanya kavitas ultrasonik sudah tidak diperlukan untuk menambahkan zat lain seperti surfaktan (Huang, Liu dan Wu, 2016).

Pada penelitian ini menggunakan nanofluida berbasis minyak kelapa murni sebagai fluida dasar dan nanopartikel *Multi Wall Carbon Nanotube* (MWCNT), pencampuran nanofluida menggunakan metode satu langkah (*single step*) untuk kemudian dianalisis karakterisasinya. Variasi volume fraction yang digunakan adalah dengan pencampuran konsentrasi rendah, yaitu variasi volume fraksi yang digunakan adalah 0,1; 0,3; 0,5. *Virgin Coconut Oil* (VCO) sebagai fluida dasar dipilih karena merupakan campuran nabati yang lebih ramah lingkungan yang dikombinasikan dengan partikel MWCNT dari hasil pengeringan dispersi CNT sehingga membentuk suatu nanofluida tunggal (*single nanofluid*).

Berdasarkan uraian tersebut peneliti mengambil tugas akhir/skripsi berjudul : "Karakterisasi Nanofluida Berbasis Minyak Kelapa Murni Dan *Multi Wall Carbon Nano Tube*".

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diambil adalah bagaimana mengevaluasi, dan mengkarakterisasi nanofluida berbasis minyak kelapa murni sebagai fluida dasar, dan nanopartikel *Multi Wall Carbon Nano Tube* (MWCNT) dengan variasi fraksi volume yang digunakan adalah 0,1 % , 0,3 , dan 0,5 %.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diambil pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Minyak kelapa murni (*Virgin Oil Coconut/VCO*) adalah *basefluid* yang digunakan.
2. *Multi Wall Carbon Nano Tube* (MWCNT) adalah partikel nano yang digunakan.
3. Nanofluida dicampurkan dengan fluida dasar pada konsentrasi rendah, yaitu fraksi volume 0.1, 0.3, dan 0.5%.
4. Proses preparasi nanofluida menggunakan metode *single step*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengkarakterisasi sifat termofisik, berbasis VCO-MWCNT yang meliputi densitas, viskositas, dan indeks viskositas, dan stabilitas nanofluida dengan metode foto sedimentasi.
2. Menganalisis struktur mikro (*particle size, particle shape, dan particle size distribution*), dan komposisi nanopartikel MWCNT menggunakan SEM-EDX.
3. Mengidentifikasi fasa kristalin nanopartikel MWCNT menggunakan pengujian *X-Ray Diffraction* (XRD).

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dari penelitian ini adalah :

1. Membuat *Bio-Lubricant* berbasis nanofluida VCO-MWCNT.
2. Mempelajari sifat termofisik, struktur mikro, komposisi, struktur kristal, dan stabiilitas nanofluida VCO-MWCNT
3. Sebagai rujukan untuk penelitan selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdalla, S. et al. (2015). ‘Different Technical Applications of Carbon Nanotubes’, *Nanoscale Research Letters* 2015 10:1, 10(1), pp. 1–10. doi: 10.1186/S11671-015-1056-3.
- Afrand, M., Nazari Najafabadi, K. and Akbari, M. (2016). ‘Effects of temperature and solid volume fraction on viscosity of SiO₂-MWCNTs/SAE40 hybrid nanofluid as a coolant and lubricant in heat engines’, *Applied Thermal Engineering*, 102, pp. 45–54. doi: 10.1016/J.Applthermaleng.2016.04.002.
- Agus Mulyono, E. S. A. (2012). ‘Otomatisasi Pengukuran Koefisien Viskositas Zat Cair Menggunakan Gelombang Ultrasonik’, *JURNAL Neutrino*. doi: 10.18860/NEU.V0I0.1640.
- Alarifi, I. M., Asadi, A. and Foong, L. K. (2020). ‘An experimental study on characterization, stability and dynamic viscosity of CuO-TiO₂ /water hybrid nanofluid’. doi: 10.1016/j.molliq.2020.112987.
- Asadi, A. et al. (2019). ‘An experimental investigation on the effects of ultrasonication time on stability and thermal conductivity of MWCNT-water nanofluid: Finding the optimum ultrasonication time’, *Ultrasonics Sonochemistry*, 58, p. 104639. doi: 10.1016/J.Ultsch.2019.104639.
- Awais, M. et al. (2021). ‘Heat transfer and pressure drop performance of Nanofluid: A state-of- the-art review’, *International Journal of Thermofluids*, 9, p. 100065. doi: 10.1016/J.IJFT.2021.100065.
- Buzea, C. and Pacheco, I. (2017). ‘Nanomaterial and Nanoparticle: Origin and Activity’, pp. 71–112. doi: 10.1007/978-3-319-46835-8_3.
- Choi S., A. J. et al (1995). Enchancing Thermal Conductivity of Fluid With Nano Particle. Available at: <https://www.osti.gov/servlets/purl/196525/> (Accessed: 14 October 2021).
- Dey, D., Kumar, P. and Samantaray, S. (2017). ‘A review of nanofluid preparation, stability, and thermo-physical properties’, *Heat Transfer—Asian Research*, 46(8), pp. 1413–1442. doi: 10.1002/HTJ.21282.

- Ettefaghi, E. o. Ila. et al. (2013). 'Preparation and thermal properties of oil-based nanofluid from multi-walled carbon nanotubes and engine oil as nano-lubricant', *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 46, pp. 142–147. doi: 10.1016/J.Icheatmasstransfer.2013.05.003.
- Gupta, N. K., Tiwari, A. K. and Ghosh, S. K. (2018). 'Heat transfer mechanisms in heat pipes using nanofluids – A review', *Experimental Thermal and Fluid Science*, 90(May 2017), pp. 84–100. doi: 10.1016/j.expthermflusci.2017.08.013.
- Hamida, R. S. et al. (2020). '<p>Cyanobacteria – A Promising Platform in Green Nanotechnology: A Review on Nanoparticles Fabrication and Their Prospective Applications</p>', *International Journal of Nanomedicine*, 15, pp. 6033–6066. doi: 10.2147/IJN.S256134.
- Holder, C. F. and Schaak, R. E. (2019). 'Tutorial on Powder X-ray Diffraction for Characterizing Nanoscale Materials', *ACS Nano*, 13(7), pp. 7359–7365. doi: 10.1021/ACSNANO.9B05157.
- Huang, W. T., Liu, W. S. and Wu, D. H. (2016). 'Investigations into lubrication in grinding processes using MWCNTs nanofluids with ultrasonic-assisted dispersion', *Journal of Cleaner Production*, 137, pp. 1553–1559. doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2016.06.038.
- Jose, J. V et al. (2013). 'Performance Analysis Of Nanofluid Based Lubricant', *International Journal of Innovative Research in Science*, 2(1). Available at: www.ijirset.com.
- Kappally, S., Shirwaikar, Arun and Shirwaikar, Annie (2015). 'Coconut Oil-A Review Of Potential Applications', *Hygeia.J.D.Med*, 7(2), p. 3590. doi: 10.15254/H.J.D.Med.7.2015.149.
- Khan, M. S. et al. (2019). 'Measurement of tribological properties of Cu and Ag blended coconut oil nanofluids for metal cutting', *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 22(6), pp. 1187–1192. doi: 10.1016/J.JESTCH.2019.04.005.
- Krishna, P. V., Srikant, R. R. and Parimala, N. (2018). 'Experimental Investigation on Properties and Machining Performance of CNT Suspended Vegetable oil Nanofluids', *International Journal of*

Automotive and Mechanical Engineering, 15(4), pp. 5957–5975. doi: 10.15282/IJAME.15.4.2018.17.0454.

Linghui Kong, Jianlin Sun and Yueyue Bao (2017). ‘Preparation, characterization and tribological mechanism of nanofluids’, RSC Advances, 7(21), pp. 12599–12609. doi: 10.1039/C6RA28243A.

Qiu, S. et al. (2001). ‘Preparation of Ni Nanoparticles and Evaluation of Their Tribological Performance as Potential Additives in Oils’, Journal of Tribology, 123(3), pp. 441–443. doi: 10.1115/1.1286152.

Rejvani, M. et al. (2019). ‘Experimental investigation of hybrid nano-lubricant for rheological and thermal engineering applications’, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry 2019 138:2, 138(2), pp. 1823–1839. doi: 10.1007/S10973-019-08225-5.

Scimeca, M. et al. (2018). ‘Energy Dispersive X-ray (EDX) microanalysis: A powerful tool in biomedical research and diagnosis’, European Journal of Histochemistry : EJH, 62(1), pp. 89–99. doi: 10.4081/EJH.2018.2841.

Strambeanu, N. et al. (2015). ‘Nanoparticles: Definition, Classification and General Physical Properties’, Nanoparticles’ Promises and Risks: Characterization, Manipulation, and Potential Hazards to Humanity and the Environment, pp. 3–8. doi: 10.1007/978-3-319-11728-7_1.

Xian, H. W. et al. (2018). ‘Review on Preparation Techniques, Properties and Performance of Hybrid Nanofluid in Recent Engineering Applications’, Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences, 45(1), pp. 1–13. Available at: <https://akademiarbaru.com/submit/index.php/arfmts/article/view/2176> (Accessed: 15 October 2021).

Zadkhast, M., Toghraie, D. and Karimipour, A. (2017). ‘Developing a new correlation to estimate the thermal conductivity of MWCNT-CuO/water hybrid nanofluid via an experimental investigation’, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry 2017 129:2, 129(2), pp. 859–867. doi: 10.1007/S10973-017-6213-8.