

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Salah satu ilmu pengetahuan yang sedang berkembang pesat saat ini adalah nanosains, yaitu ilmu yang mempelajari berbagai gejala alam yang berukuran nanometer. Sedangkan nanoteknologi dapat didefinisikan sebagai aplikasi nanosains dalam berbagai bidang kehidupan [1]. Gejala-gejala alam dengan skala nanometer berada dalam dunia mikroskopik, sehingga sifat fisika, kimia, dan biologi berubah drastis, bahkan, sifat lainnya seperti sifat magnetik, listrik, mekanik dan optis material pun menjadi unik. Sebagai contoh, sifat mekanis suatu material akan maksimum ketika ukuran partikel material tersebut mendekati nanometer [2], keuntungan semacam inilah yang dimanfaatkan dari produk berukuran nano untuk menciptakan suatu rekayasa material, fungsional, maupun sebuah piranti baru yang diharapkan bernilai lebih [3].

Aplikasi nanoteknologi telah diterapkan di berbagai bidang seperti elektronika, industri mobil, konveksi, material dan masih banyak lagi. Pada bidang elektronika, memori komputer dibuat dengan menempelkan *hybrid nanofilter* [4]. Di bidang industri konstruksi, nanomaterial digunakan pada batu bata, besi, semen dan cat dengan ketahanan yang lebih kuat serta bersih dari kotoran [5]. Sedangkan di bidang konveksi, nanoteknologi diaplikasikan dengan melapiskan filamen-filamen nanosilikon pada kain, sehingga kain tersebut tidak basah karena kemampuan filamen tersebut dalam menahan air [6]. Untuk bidang material, dari beberapa penelitian yang dilakukan oleh para ahli, material berukuran nano dapat diaplikasikan ke refrigerator, dengan cara menambahkan zat aditif berupa material oksida berukuran nano ke dalam refrigerant, kemudian memasukkannya ke refrigerator, dengan tujuan untuk meningkatkan kemampuan perpindahan panas refrigeran, sehingga performansi dari refrigerator tersebut meningkat. Pada penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan kinerja yang lebih optimal pada teknik pendinginan [7]. Perkembangan teknik pendinginan sejalan dengan peradaban manusia di wilayah subtropik. Mereka menyadari bahwa bahan pangan yang disimpan pada saat musim dingin lebih awet dibandingkan musim panas. Mereka mulai memanfaatkan es untuk memperpanjang masa simpan bahan pangan. Kini, teknik pendinginan tidak hanya digunakan untuk mengawetkan makanan, tetapi juga sebagai pendingin ruangan. Refrigerator menggunakan sistem kompresi uap. Sistem

kompresi uap pertama kali dipatenkan pada tahun 1835 oleh Jacob Perkins, seorang warga Amerika, dengan menggunakan *ethyl ether* sebagai refrigeran atau fluida pendingin [2]. Paten tersebut mencakup sistem tertutup yang meliputi kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator. Pada tahun 1967, D.J Missimer dan W.L Holladay mengembangkan sistem refrigerasi cascade dengan menggunakan *shell and tube heat exchanger*. Refrigeran yang digunakan adalah R12 pada *high-stage* dan R13 pada *low-stage*. Hasil yang dicapai menunjukkan bahwa sistem refrigerasi cascade lebih ekonomis karena biaya operasi serta kebutuhan listrik yang lebih rendah [8]. Hingga saat ini telah ditemukan berbagai jenis refrigeran seperti Sulfur Dioksida, Hidrokarbon, methyl Klorida, Methylene Klorida, HFC ( R11 dan R22), R-401A, R-134A, dan R-407C. Inovasi refrigerasi ini terus dilanjutkan untuk menemukan refrigeran yang mampu meningkatkan performansi refrigerator.

Untuk meningkatkan performansi refrigerator ada banyak hal yang dapat dilakukan, mulai dari meningkatkan kemampuan dari refrigerator itu sendiri, membuat fluida pendingin yang lebih baik, membuat pelumas kompresor refrigerator yang mampu meningkatkan performa kompresor dan pada akhirnya akan berkorelasi dengan peningkatan performansi refrigerator [9], dan lain lain. Pada kasus membuat fluida pendingin yang lebih baik, para ahli telah banyak melakukan penelitian tentang ini, sebagai contoh dengan cara menambahkan nanopartikel pada refrigeran ke dalam refrigerator [10]. Dengan menambahkan nanopartikel ke dalam refrigeran, nanopartikel tersebut akan menaikkan konduktivitas termal refrigeran, menaikkan koefisien evaporasi perpindahan panas, dll. Sedangkan untuk membuat pelumas kompresor refrigerator dapat dilakukan dengan menambahkan nanopartikel ke dalam oli refrigeran. Dari cara ini ditunjukkan bahwa efisiensi sistem meningkat, sistem bekerja tanpa adanya sumbatan, dll. Akibat dari penambahan nanopartikel ke dalam refrigeran maupun ke dalam oli refrigeran, pada akhirnya menghasilkan performansi refrigerator yang lebih baik [7]. Sendil Kumar dan Elansezhian mempelajari kegunaan penambahan nanopartikel pada refrigerator dengan mencampurkan nanopartikel pada oli refrigeran, disini material nanopartikel yang digunakannya adalah alumina ( $Al_2O_3$ ) sedangkan oli refrigeran yang dipakai adalah poly alkylene glycol (PAG). Penambahan nanopartikel  $Al_2O_3$  pada oli ke dalam refrigerator mampu meningkatkan performansi refrigerator dibandingkan tanpa menambahkan nanopartikel, yaitu sebanyak 10.32% pada saat menggunakan konsentrasi volume nanopartikel pada PAG 0.2% [11].

Pada penelitian ini, peneliti melakukan sintesis nanopartikel  $ZrO_2$  dari zirkonium silikat ( $ZrSiO_4$ ) dengan metode fusi kaustik dan sol-gel, dan nanopartikel  $ZrO_2$  hasil sintesis ini akan dicampurkan dengan pelumas berupa oli refrigeran R134a lalu mengaplikasikannya ke refrigerator. Setelah pengaplikasian akan dipelajari dan diamati efek dari penambahan nanopartikel  $ZrO_2$  pada refrigerator terhadap performansinya. Pemanfaatan nanopartikel  $ZrO_2$  pada penelitian sebelumnya telah diterapkan, dengan mencampurkan ke dalam fluida WEG50. Hasilnya menunjukkan bahwa nanofluida  $ZrO_2$  memiliki potensi digunakan sebagai penghantar panas, karena partikel  $ZrO_2$  dapat menaikkan konduktivitas termal fluida WEG50 [12]. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Dani Gustaman diketahui bahwa pemakaian nanopartikel pada air dengan konsentrasi 1% nanopartikel  $ZrO_2$  menaikkan konduktivitas termal air 5,5% lebih tinggi [13]. Penggunaan nanopartikel  $ZrO_2$  pada penelitian ini selain karena telah teruji kemampuannya dalam menaikkan konduktivitas termal fluida dasarnya, juga karena jumlahnya di alam dalam bentuk  $ZrSiO_4$  melimpah di Indonesia, dan proses pembuatan nanopartikelnya relatif murah dan simpel yaitu dengan metode fusi kaustik dan sol-gel.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar Belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mensintesis nanopartikel  $ZrO_2$  berukuran  $\leq 100$  nm dari  $ZrSiO_4$ .
2. Bagaimana mengkarakterisasi nanopartikel  $ZrO_2$ .
3. Bagaimana efek penambahan nanopartikel  $ZrO_2$  pada oli R134a (nanofluida  $ZrO_2$ -R134a) terhadap performansi refrigerator.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari tugas akhir ini antara lain :

1. Mensintesis nanopartikel  $ZrO_2$  berukuran  $\leq 100$  nm dari  $ZrSiO_4$ .
2. Mengkarakterisasi nanopartikel  $ZrO_2$ .
3. Mempelajari dan mengamati efek penambahan nanopartikel  $ZrO_2$  pada oli R134a (nanofluida  $ZrO_2$ -R134a) terhadap performansi refrigerator.

## 1.4 Batasan Masalah

Pembahasan tugas akhir ini dibatasi oleh:

1. Sintesis nanopartikel  $ZrO_2$  dari  $ZrSiO_4$ .
2. Penelitian ini berfokus pada sintesis nanopartikel  $ZrO_2$ , sedangkan pengaruh dari nanopartikel  $ZrO_2$  terhadap refrigerator dilakukan sebagai awal untuk mengetahui pengaruh yang mungkin ditimbulkan pada kinerja refrigerator.

### 1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi Penelitian yang dilakukan dalam penulisan tugas akhir ini antara lain :

- a. Sintesis Nanopartikel

Pada tahap ini dilakukan sintesis nanopartikel mulai dari tahap persiapan bahan dan proses sintesis.

- b. Karakterisasi Nanopartikel

Pada tahap ini, karakterisasi menggunakan *Surface Area Meter (SAM)*, *Transmission Electron Microscopy (TEM)*, dan *X-Ray Diffraction (XRD)* untuk mengetahui morfologi, kandungan, kristalinitas dan ukuran nanopartikel  $ZrO_2$ .

- c. Pengaplikasian ke Refrigerator

Pengaplikasian ke refrigerator dilakukan untuk mengetahui efek dari penambahan nanopartikel  $ZrO_2$  terhadap performansi mesin tersebut.

### 1.6 Sistematika Penulisan

1. BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bagian ini berisi latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

2. BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan teori-teori penunjang sebagai referensi dalam penulisan tugas akhir ini supaya mendukung dan menguatkan penelitian ini.

3. BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode – metode yang digunakan pada penelitian ini.

4. BAB 4 HASIL DAN ANALISIS

Bagian ini membahas tentang hasil dan analisis dari karakterisasi nanopartikel.

5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan kesimpulan dari penelitian dan saran untuk pengembangan penelitian ini.