

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Suhu *Curie* adalah suhu kritis terjadinya transisi fase feromagnetik suatu bahan padat menjadi paramagnetik akibat pemanasan dan dapat diamati dengan terlepasnya suatu bahan feromagnetik yang dipanasi dari magnet permanen (Okimustava, 2009). Bahan-bahan feromagnetik seperti besi, nikel, cobalt, ferit dan neodmium ataupun paduannya, spin atom-atomnya terpolarisasi secara spontan sehingga bahan ini telah bersifat magnetik meskipun tanpa kehadiran medan magnet luar. Keadaan ini terjadi hanya pada saat karakteristik magnet permanen muncul di bawah suhu *Curie* sekitar  $400^{\circ}C$  ( $673K$ ) untuk bahan umum feromagnetik seperti ferit atau neodmium. Di atas suhu karakteristik ini spin-spinnya cenderung menjadi random yang mengakibatkan keadaannya berubah menjadi fase paramagnetik. Perubahan keadaan dari fase feromagnetik ke fase paramagnetik disebut fase transisi. Dengan demikian parameter yang penting dalam gejala ini adalah suhu transisi/titik kritis yaitu suhu *Curie* ( $T_C$ ) (Fabian, 2013). Gejala transisi dari feromagnetik ke paramagnetik dapat diamati pada pengukuran tegangan bahan feromagnetik sebagai fungsi suhu. Sehingga pengukuran tegangan sebagai fungsi suhu ( $T$ ) dapat ditentukan suhu transisi  $T_C$  dari bahan yang bersangkutan (Waters & Al, 2017).

Dengan demikian suhu *Curie* ( $T_C$ ) juga merepresentasikan kekuatan interaksi pertukaran antar spin elektron atom. Setiap spin yang berada pada kisi dapat berinteraksi dengan sekitarnya. Salah satu model untuk mengkaji bentuk spin magnetik pada transisi fasa adalah model Ising. Simulasi model Ising secara matematis dapat menganalisis titik kritis transisi fasa pada bahan magnetik. Momen magnet spin berinteraksi dengan momen magnet spin lainnya dalam struktur. Model Ising ini

penting untuk memecahkan dan memahami konsep transisi fasa dan magnetisasi dari sifat bahan magnet. Suatu magnet diharapkan memiliki ketahanan yang baik terhadap suhu, terutama pada aplikasi-aplikasi dinamik, seperti motor dan generator (Melnikov & Reser, 2016). Dalam kasus ini perubahan suhu diharapkan tidak merubah sedikitpun magnetisasi magnet agar kerja magnet tetap tinggi dan baik. Hal ini dapat terjadi apabila magnet tersebut memiliki  $T_C$  yang tinggi.

Velasco pada tahun 2007, melakukan penelitian mengenai suhu *Curie* dengan menggunakan pendulum *Curie point* dan menggunakan magnet kecil yang melekat pada kawat feromagnetik horizontal. Bandul atau kawat feromagnetik yang dipanaskan melalui pemanas listrik akan berubah menjadi bahan paramagnetik ketika mencapai suhu *Curie* sehingga bandul atau magnet akan jatuh (Velasco & Roman, 2007). Penelitian lain juga dilakukan oleh Dedi Mardiansyah ditahun 2017, dengan menganalisis sifat feromagnetik material menggunakan metode Monte Carlo. Metode Monte Carlo merupakan suatu metode yang menggunakan langkah-langkah acak dalam menjelaskan proses-proses fisis. Simulasi Monte Carlo dibuat untuk mensimulasikan proses penyearahan momen magnet oleh medan magnet luar pada suhu-suhu tertentu (Mardiansyah, 2017). Padahal, Kizowski dkk telah berhasil menunjukkan metode pemanasan magnet/kawat sehingga memungkinkan penentuan kuantitatif suhu *Curie* dengan parameter pengukuran dan perhitungan yang cukup kompleks (Kizowski et al., 2007).

Metode pemanasan magnet merupakan salah satu penelitian mengenai suhu *Curie* yang mudah dilakukan. Dalam penelitian ini berfokus pada pengembangan alat pengukur suhu *Curie* dari bahan feromagnetik (magnet permanen) secara kuantitatif menggunakan aplikasi physics toolbox magnetometer pada *smartphone*. Kemudian yang akan dilakukan pada penelitian ini yaitu mengukur perubahan magnetisasi magnet permanen terhadap suhu dan menentukan suhu *Curie* bahan feromagnetik dilakukan dengan menggunakan pendekatan *mean field theory* (MFT), sehingga suhu *Curie* magnet permanen dapat dengan mudah ditentukan atau diukur.

## 1.2 Kerangka dan Ruang Lingkup

### 1.2.1 Kerangka Penelitian

Penelitian ini menjelaskan mengenai model prediksi dan memperkirakan pengukuran suhu *Curie*. Suhu *Curie* adalah suhu di mana magnetisasi spontan lenyap dan memisahkan fase paramagnetik (keadaan kacau atau *disordered*) pada suhu tinggi

( $T$ ). Suhu *Curie* bisa dihitung dengan menggunakan persamaan *mean field theory*

## 1.2.2 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian difokuskan pada masalah utama yaitu mengembangkan perangkat pengukur suhu *Curie* menggunakan *smartphone* magnetometer dan menganalisis suhu *Curie* magnet permanen menggunakan pendekatan *mean field theory* (MFT).

## 1.3 Rumusan Masalah

Dengan menggunakan kawat berarus listrik penelitian suhu *Curie* telah dilakukan oleh Okimustava dkk (2009). Kemudian pada tahun 2007, Kizowski telah berhasil menunjukkan metode pemanasan magnet/kawat sehingga memungkinkan penentuan suhu *Curie*, dengan parameter pengukuran dan perhitungan yang cukup kompleks (Kizowski et al., 2007). Penelitian kali ini, perangkat perlu diubah suhu ke dalam titik kritis seperti magnet permanen memerlukan material yang dapat merubah suhunya. Alat apa yang digunakan untuk mengukur suhu magnet. Bagaimana mengukur magnetisasi magnet permanen terhadap perubahan suhu menggunakan *smartphone* magnetometer dan menganalisis menggunakan pendekatan *mean field theory*, yang pada umumnya pengukuran suhu *Curie* menggunakan alat-alat mahal dan tidak *mobile*.

## 1.4 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Mengembangkan alat pengukur suhu *Curie* ( $T_C$ ) terdiri dari magnet permanen, material yang bisa merubah suhu magnet permanen, termometer, dan *smartphone* magnetometer.
2. Mengukur perubahan magnetisasi magnet permanen terhadap suhu.
3. Menentukan suhu *Curie* ( $T_C$ ) dari data magnetisasi terhadap suhu menggunakan *mean field theory* (MFT).

## 1.5 Metode Penelitian

### 1. Studi Literatur

Metode yang pertama digunakan yaitu metode studi literatur, yaitu mengumpulkan sebanyak mungkin materi tentang topik penelitian untuk digunakan sebagai referensi. Adapun sumber yang digunakan yaitu dari jurnal, buku, dan skripsi yang berkaitan dengan penelitian serta data-data penelitian dan percobaan yang telah dilakukan sebelumnya.

### 2. Eksperimen

Eksperimen penentuan suhu *Curie* dilakukan dengan metode lebih sederhana yang menggunakan *smartphone* untuk pengukuran medan magnet, termometer untuk mengukur suhu pada magnet dan memvariasikan jenis magnet permanen (iron, neodymium, dan ferit).

### 3. Observasi

Proses pengambilan data, hubungan medan magnet dan suhu magnet (iron, neodymium, dan ferit) diukur (catat manual) dari kondisi suhu tinggi atau suhu rendah ke suhu ruang secara perlahan dan alami, dengan interval  $0,2 - 0,4^{\circ}C$ . Tahap pengolahan data dan analisis dengan literatur. Untuk analisis magnet di bawah suhu *Curie* ( $T \ll T_C$ ), *mean field theory* (MFT) memprediksi bahwa medan magnet dari bahan feromagnetik berkurang dengan meningkatnya suhu dan bertambah dengan menurunnya suhu pada material magnet.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang akan diuraikan dalam laporan skripsi (laporan tugas akhir) ini terbagi dalam bab-bab yang akan dibahas. Bab 1 pendahuluan berisi tentang gambaran umum permasalahan yang dibahas. Bab 2 teori dasar, tentang teori yang berhubungan dengan permasalahan yang diteliti. Bab 3 metode penelitian, berisi tahap pengukuran dan pengambilan data medan magnet dan suhu untuk menentukan suhu *Curie*. Bab 4 hasil dan pembahasan. Menampilkan hasil penelitian tentang suhu *Curie* material magnet neodymium, ferit, dan iron disertai pembahasan dan analisis. Terakhir Bab 5 penutup, berisi tentang kesimpulan yang diambil dari analisa dan pembahasan permasalahan serta beberapa saran untuk peneliti.