

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Superkonduktivitas merupakan salah satu fenomena kuantum yang paling menarik dalam fisika material, dimana suatu bahan dapat menghantarkan arus listrik tanpa hambatan pada suhu tertentu. Penemuan material superkonduktor dengan suhu kritis yang tinggi terus menjadi fokus penelitian para ilmuwan, mengingat potensi aplikasinya yang sangat luas dalam berbagai bidang teknologi seperti transmisi listrik, kedokteran dan transportasi levitasi magnetik. Sejak penemuan pertama superkonduktor oleh Heike Kamerlingh Onnes pada tahun 1911, pencarian material superkonduktor suhu tinggi telah menjadi salah satu tantangan terbesar dalam fisika material (Sukirman *et al.*, 2003).

Beberapa tahun terakhir, logam hidrida telah menarik perhatian besar para peneliti superkonduktor karena memiliki potensi termasuk dalam superkonduktor suhu tinggi. Penemuan besar dalam penelitian terjadi saat para ilmuwan menemukan bahwa campuran logam dengan hidrogen yang diberikan tekanan tinggi dapat menghasilkan sifat superkonduktor pada suhu yang lebih tinggi dibandingkan superkonduktor suhu rendah. Khususnya, gabungan unsur lantanum dengan hidrogen (La-H) menjadi perhatian banyak peneliti setelah perhitungan teori menunjukkan bahwa bahan ini berpotensi menjadi superkonduktor pada suhu di atas 200 K (Liu *et al.*, 2017).

Pengembangan teknik yang tepat untuk menyimpan hidrogen adalah salah satu masalah dari energi hidrogen: 1) metode penyimpanan fisik ketika hidrogen disimpan dalam silinder sebagai gas terkompresi atau cairan *kriogenik*; (2) metode kimia ketika hidrogen diikat secara kimiawi dengan bahan penyimpanan. Cara yang paling mudah untuk merealisasikan penyimpanan kimia didasarkan pada penggunaan *hidrida* logam, dimana senyawa yang dibentuk oleh hidrogen dengan senyawa logam dan *intermetalik*. Karena *reversibilitas* reaksi hidrogenasi dalam kondisi ringan dan kepadatan hidrogen sangat tinggi dalam *hidrida* logam, metode ini memberikan penyimpanan hidrogen yang paling efisien dan aman. Selain itu, disosiasi *hidrida* menghasilkan pelepasan hidrogen dengan kemurnian yang tinggi (99,9999%) (Zadorozhnyya *et al.*, 2017).

LaH₁₀ telah terbukti secara eksperimental menunjukkan superkonduktivitas pada suhu kritis mencapai 260 K (-13°C) di bawah tekanan sekitar 170-200 GPa, yang merupakan rekor suhu kritis tertinggi yang pernah dilaporkan untuk material superkonduktor. Pencapaian ini membuka jalan baru dalam pengembangan superkonduktor suhu tinggi dan membawa kita

semakin dekat dengan impian superkonduktor pada suhu kamar. Namun, sintesis dan karakterisasi LaH_{10} masih menghadapi berbagai tantangan teknis yang signifikan.

Metode *ball milling* dipilih sebagai teknik sintesis dalam penelitian ini karena beberapa keunggulan. Pertama, teknik ini mampu menghasilkan reaksi mekanokimia yang dapat mengubah struktur material pada skala nanometer. Kedua, *ball milling* memungkinkan pencampuran yang homogen antara LaH_2 dengan H_2 dan dapat meningkatkan reaktivitas material melalui pembentukan kisi kristal dan peningkatan luas permukaan. Ketiga, metode ini relatif sederhana dan dapat dilakukan pada suhu dan tekanan ruang (Suryanarayana, 2001), meskipun produk akhirnya memerlukan treatment pada tekanan tinggi (Somiya, 2013).

Uji karakterisasi menggunakan tiga alat diperlukan untuk memahami proses dan hasil material. Alat *X-Ray Diffraction* (XRD) digunakan untuk mengetahui jenis-jenis fase dan susunan kristal yang terbentuk. *Scanning Electron Microscopy* (SEM) digunakan untuk mengamati bentuk permukaan dan struktur material. *Particle Size Analysis* (PSA) berfungsi untuk mengukur sebaran ukuran butiran yang dihasilkan. Penggunaan ketiga alat uji ini membantu memahami hubungan antara metode sintesis, struktur material, dan sifat-sifat yang dihasilkan. Struktur kristal dari hasil XRD selanjutnya dilakukan analisis menggunakan *software* Highscore (Parameswari, 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk menambah pemahaman dasar tentang reaksi antara LaH_2 dan H_2 dalam pengembangan material superkonduktor. Melalui analisis dan karakterisasi yang mendalam, diharapkan akan muncul wawasan baru tentang mekanisme reaksi, perubahan fase, dan faktor-faktor penting yang mempengaruhi pembentukan LaH_{10} . Keberhasilan dalam mengoptimalkan sintesis dan karakterisasi pada sistem La-H dapat menjadi model untuk pengembangan logam hidrida lain yang berpotensi menunjukkan sifat superkonduktor pada suhu lebih tinggi. Ini akan membawa kita lebih dekat ke superkonduktor suhu kamar yang berpotensi merevolusi berbagai teknologi masa depan.

B. Batasan Masalah

Berikut adalah batasan masalah dari penelitian yang dilaksanakan agar terstruktur sehingga dapat menyederhanakan ruang lingkup masalah atau objek penelitian:

1. Material superkonduktor yang digunakan adalah LaH_2 (*lanthanum dihidrida*).
2. Sintesis yang digunakan pada LaH_2 dan gas hidrogen menggunakan metode *ball milling*.
3. Analisis reaksi LaH_2 dan gas hidrogen dan analisis karakterisasi LaH_{10} ini menggunakan uji XRD untuk menentukan struktur kristal dan fasa-fasa yang

dihasilkan oleh sampel yang sudah disintesis, uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*) untuk mengidentifikasi bentuk dan elemen komposisi dari hasil *milling* dan uji PSA untuk mengukur ukuran partikel suatu sampel.

4. Olah data XRD menggunakan *software* Highscore.

C. Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diatas, berikut adalah rumusan masalahnya:

1. Bagaimana reaksi LaH_2 dengan H_2 pada saat sintesis superkonduktor menggunakan metode *Ball Milling*?
2. Bagaimana karakterisasi hasil produk reaksi LaH_2 dengan H_2 menggunakan XRD,SEM dan PSA?

D. Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang diperoleh, memiliki tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui reaksi yang terjadi antara LaH_2 dengan H_2 pada saat proses *Ball Milling*.
2. Mengetahui karakterisasi hasil produk reaksi LaH_2 dengan H_2 menggunakan XRD,SEM dan PSA?

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan harapan dapat memberikan manfaat secara teoritis dan praktis. Berikut adalah manfaat dari penelitian ini:

1. Manfaat Teoritis, penelitian ini dapat dijadikan sebagai :
 - a) Tinjauan tentang reaksi LaH_2 dengan H_2 yang terjadi pada saat disintesis menggunakan metode *Ball Milling*.
 - b) Sumber informasi mengenai perkembangan material superkonduktor tanah jarang untuk mengaplikasikannya pada kawat superkonduktor. Serta sumber informasi dasar tentang sifat karakteristik pada material superkonduktor LaH_{10} melalui uji XRD, SEM dan PSA.
2. Manfaat praktis, penelitian ini dapat digunakan sebagai:
 - a) Solusi untuk masalah meningkatnya pemakaian energi listrik dan penggunaan teknologi mutakhir seperti kereta maglev (*magnetic levitation*).
 - b) Data yang dihasilkan dari penelitian ini diharapkan bisa menjadi referensi penelitian lanjutan mengenai superkonduktor LaH_{10} melalui reaksi yang terjadi antara LaH_2 dengan H_2 menggunakan metode *Ball Milling*.