

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Material amorph yang bersifat ferromagnetik dibentuk sebab material amorph pada umumnya memiliki sifat yang hampir isotropik, dan material isotropik memiliki energi anistropi yang hampir nol ataupun benar-benar nol (C. Kittel, 1996). Sifat tersebut yang membuat material amorph memiliki nilai lebih untuk diaplikasikan sebagai material *soft magnetic*.

Meskipun demikian, permasalahan muncul dalam hal pembentukan material amorph *soft magnetic* tersebut, yaitu keterbatasan ukuran *bulk* material yang dapat terbentuk ($\sim 50\mu\text{m}$) serta dibutuhkan laju pendinginan yang cukup besar ($\sim 10^5\text{K/s}$) dalam proses pembentukannya (A. Inoue et al, 2000). Hal tersebut jelas menjadi keterbatasan dari material tersebut untuk dapat diaplikasikan secara luas sebagai material ferromagnetik dan secara tidak langsung mendorong para peneliti untuk mengembangkan material amorph *soft magnetic* tersebut.

Namun *Inoue, et al* kemudian berhasil mengemukakan tiga aturan empiris yang memungkinkan dibentuknya material amorph dengan kemampuan pembentukan gelas (*glass forming ability*) yang tinggi (A. Inoue, 1998). Hal tersebut menyebabkan berkembangnya berbagai material amorph *soft magnetic* dengan ukuran yang cukup tebal ($\sim 100\text{-}200\mu\text{m}$) serta dengan laju pendinginan yang tidak terlalu besar ($\sim 10^3\text{K/s}$). Salah satu dari paduan amorph *soft magnetic* yang telah dibentuk berdasarkan tiga aturan empiris tersebut adalah sistem paduan Fe-(Al-Ga)-P-C-B-Si (A. Inoue & J.S. Gook, 1995).

Salah satu karakteristik yang menarik untuk diteliti dari suatu material adalah struktur atomnya. Analisis struktural pada material amorph berkaitan dengan posisi atom dan jarak antar atom, namun cara yang digunakan untuk melakukan analisis struktur berbeda dengan cara analisis struktur pada material kristal. Metode kristalografi yang umum digunakan dalam kasus analisis struktur material kristal kehilangan kekuatannya jika digunakan untuk menganalisa struktur dalam kasus-kasus tertentu, seperti dalam kasus struktur nano

(*nanostructure*) maupun amorph. Sehingga dibutuhkan metode non-kristalografi untuk dapat mengatasi problem dalam kasus-kasus tersebut.

Salah satu cara yang umum digunakan adalah hamburan total (*total scattering*). Hamburan total merupakan salah satu cara yang telah lama digunakan pada sistem cairan maupun amorph, bahkan menjadi bagian yang cukup penting dalam analisis material kristalin yang memiliki derajat ketidakteraturan tinggi (*high degree of structural disorder*) (D.A. Keen, 2001). Hamburan total dalam hal ini mengacu pada proses pengukuran hamburan oleh suatu material yang mencakup keseluruhan vektor hamburan (*scattering vectors*) serta seluruh perubahan energi yang mungkin terjadi (M.T. Dove et al, 2002) dan biasa dinyatakan dalam suatu fungsi hubungan (*correlation function*). Oleh karena itu, analisis hamburan total akan mencakup analisa pada keseluruhan hasil difraksi, baik puncak Bragg maupun yang berada pada daerah *background*. Metode yang telah banyak digunakan dalam 2 dekade terakhir ini dalam melakukan analisa terhadap kasus hamburan total adalah *Reverse Monte Carlo* (D.A. Keen & M.T. Dove, 1999) serta *PDDFIT* (Th. Profen & S.J.L. Billinge, 1999).

Dalam penelitian kali ini, penulis tidak menggunakan salah satu dari kedua metode analisis tersebut, namun sebagai gantinya penulis menggunakan program analisis struktur buatan sendiri dalam bahasa pemrograman C++. Dasar pemrograman yang digunakan adalah menggunakan fungsi distribusi pasangan (*pair distribution function*) yang telah umum digunakan untuk menganalisa material amorph maupun cairan. Program analisis struktur ini kemudian dikombinasikan dengan algoritma evolusi differensial (*Differential Evolution*) (R. Storn & K. Price, n.d) yang merupakan algoritma untuk menyelesaikan kasus-kasus optimasi global.

Program analisis struktur ini diawali dengan pembuatan simulasi untuk memodelkan fungsi distribusi pasangan suatu material amorph, kemudian dilakukan proses optimasi terhadap fungsi distribusi pasangan hasil eksperimen dengan menggunakan algoritma evolusi differensial (*Differential Evolution*). Optimasi diharapkan akan dapat menghasilkan konfigurasi atom simulasi yang mendekati dengan konfigurasi atom sesungguhnya. Selain itu, diharapkan program yang dibuat ini dapat digunakan tanpa ada campur tangan dari pengguna,

dalam arti pengguna program analisis struktur ini tidak perlu tahu bagaimana struktur atom dari sampel yang akan dianalisis secara teori.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Penelitian mengenai analisis struktur dari material amorph *soft magnetic* pada temperatur ruang belum terlalu banyak dibicarakan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini ditinjau bagaimana struktur dari material amorph tersebut dari hasil difraksi neutron, dan analisis untuk menjelaskannya dengan menggunakan fungsi distribusi pasangan.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan penelitian meliputi hal-hal sebagai berikut:

1. Menganalisa struktur material dari material amorph $\text{Fe}_{73}\text{Al}_5\text{Ga}_2\text{P}_8\text{C}_5\text{B}_4\text{Si}_3$.
2. Membuat *software* analisis struktur berdasarkan fungsi distribusi pasangan.

1.4 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika yang disajikan terbagi dalam empat bab. Bab 1 Pendahuluan berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan. Bab 2 merupakan landasan teori dan literatur dari penulisan skripsi ini. Bab 3 menjelaskan metode eksperimen yang digunakan dalam penelitian. Bab 4 merupakan inti dari penulisan skripsi ini. Didalamnya dijelaskan hasil yang diperoleh dari penelitian serta pembahasan dari hasil yang diperoleh. Bab 5 berisi kesimpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan.