

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi pada zaman ini dapat ditandai dengan adanya berbagai inovasi perangkat elektronik yang serba canggih, misalnya transistor, superkapasitor, dan chip. Namun, dengan seiring berkembangnya teknologi yang pesat, dibutuhkan suatu material baru yang berukuran lebih kecil dan ringan dan bersifat *portable* (Ilhami, 2014).

Pada tahun 2004 ditemukan sebuah material baru yang dinamakan graphene (Artur, 2013). Graphene berbentuk kisi *honeycomb* karbon dua dimensi (2D) yang tertipis di alam semesta seperti lembaran dan memiliki ketebalan hanya satu atom. Akhir-akhir ini graphene diteliti oleh banyak peneliti karena memiliki sifat-sifat yang unik (Nair dkk., 2008). Graphene dengan sifat-sifatnya yang kuat, elastis, memiliki konduktivitas tinggi dan memiliki kemampuan untuk berubah sifat dari metal atau semi metal menjadi semikonduktor dan sebaliknya (Efetov dkk., 2010). Penggunaan graphene memberikan prospek bagus untuk aplikasi masa depan dalam perangkat nanoelektronik (Novoselov dkk., 2004).

Para eksperimentalis berusaha untuk mengeksplorasi bahan dua dimensi (2D) lainnya dengan kisi *honeycomb*. Diantara yaitu silicene yang mirip dengan graphene dan memiliki sifat unggul (Xu, 2013). Silicene merupakan bentuk dua dimensi (2D) dari Silikon yang memiliki struktur seperti sarang lebah (*honeycomb*). Silicene mulai diteliti lebih lanjut mulai tahun 2012 (Vogt dkk., 2012). Kestabilan dan sifat silicene mirip dengan graphene, perbedaan secara teoritis pada silicene yaitu cenderung untuk membentuk ikatan  $sp^3$  sedangkan graphene cenderung untuk membentuk ikatan  $sp^2$  (Durgun dkk., 2005). Kekurangan graphene yaitu tidak memiliki *bandgap* dan interaksi spin-orbital yang kecil. Kekurangan ini telah dilengkapi dengan adanya penelitian tentang bahan monolayer dua dimensi (2D) seperti silicene, h-BN, dan Boron layer yang telah disintesis (Lebègue dan Eriksson, 2009).

Pengaruh doping atom P dan Al pada silicene untuk mengetahui sifat optik telah diteliti pada tahun 2015, dengan

menggunakan *buckled silicene nanosheet* (Das dkk., 2015). Telah diteliti bahwa penggunaan atom pengganti untuk Boron, Nitrid, Alumunium, dan Phosphor dalam ikatan  $sp^3$  lebih reaktif dari pada  $sp^2$ . Dimana Boron, Nitrid, Alumunium, dan Phopor termasuk dalam golongan III A ( Sivek dkk, 2013). Galium termasuk golongan IIIA dan sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan bahwa konduktivitas optik galium menunjukkan ketajaman di daerah energi sekitar 1-3 dan 2-3 eV dengan penurunan tetap terhadap energi yang lebih tinggi (Saleh dan Teich, 1991). Doping galium dan arsenik menjadi peranan penting dalam perkembangan semikonduktor. Alasan diberikan doping atom galium dan arsenik pada silicene karena atom galium mempunyai 3 elektron valensi dan sering digunakan untuk doping pada semikonduktor tipe-p dimana mayoritas pembawa muatannya adalah hole. Untuk doping arsenik disebabkan karena atom arsenik memiliki 5 elektron valensi, yang sering digunakan untuk doping pada semikonduktor tipe-n. Semikonduktor tipe-n, mayoritas pembawa muatannya adalah elektron (Kittle, 1960).

Galium Arsenik (GaAs) merupakan perangkat yang paling penting dalam bidang optoelektronik karena menjadi dasar perangkat elektronik. Selain itu, galium arsenik juga mempunyai kisi yang sama konstan (Saleh dan Teich, 1991). Galium Arsenik merupakan semikonduktor biner, yang dibentuk dengan menggabungkan elemen kelompok III (Boron, Alumunium, Galium) dan V ( Nitrid, Phosphat, Arsenik). Semikonduktor biner ini digunakan untuk membuat detektor foton dan sumber (dioda pemancar cahaya dan laser) (Václavík dan Vápenka, 2013).

Struktur dan sifat optik kristal dalam metode komputasi dapat dihitung secara langsung dengan persamaan Schrödinger, di dalam pemodelan struktur dan sifat optik menggunakan abinit karena dalam *software* abinit *variable* yang dibutuhkan untuk mengetahui struktur dan sifat kristal sudah lengkap. Sedangkan pendekatan yang digunakan menggunakan teori fungsi kerapatan, dikarenakan memberikan keseimbangan antara rumus dan kerumitan perhitungan. Ada berbagai macam pendekatan yang sudah digunakan diantaranya *metode Quantum Monte Carlo (QMC)*, *Many body Perturbation theory* dan teori fungsi kerapatan (Gygi dan Giulia, 2005). Dengan menggunakan teori fungsi kerapatan diharapkan dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh doping atom galium dan arsenik terhadap sifat linier optik silicene murni.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang diatas, maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana sifat optik linier dari silicene dengan pendekatan teori fungsi kerapatan?
2. Bagaimana pengaruh doping atom Galium (Ga) dan Arsenik (As) terhadap sifat optik linier dari silicene dengan pendekatan teori fungsi kerapatan?

## **1.3 Batasan Masalah**

Sesuai dengan latar belakang dan rumusan masalah yang ingin dipecahkan, maka penelitian ini dibatasi pada:

1. Struktur silicene yang digunakan hanya sel 2x2.
2. Sifat optik yang dianalisa dan disimulasikan dibatasi pada indeks bias, koefisien pemantulan dan koefisien penyerapan.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari dilaksanakannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui sifat optik linier dari silicene dengan pendekatan teori fungsi kerapatan.
2. Mengetahui pengaruh doping atom Galium (Ga) dan Arsenik (As) terhadap sifat optik linier dari Silicene dengan pendekatan teori fungsi kerapatan.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari dilaksanakannya penelitian ini adalah diharapkan dapat memberi kontribusi data kepada eksperimentalis di laboratorium.