

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Akhir-akhir ini Semikonduktor menjadi topik yang banyak diteliti dalam perkembangan sains dan teknologi abad ini. Pemanfaatannya dalam bidang elektronika seperti transistor, dioda, telepon genggam dan kamera menjadi bahasan yang sangat menarik di bidang teknologi. Semikonduktor merupakan bahan dasar pembuatan komponen aktif elektronika seperti dioda, transistor, dan IC. Silikon dan germanium, yang termasuk kelompok IV dalam sistem periodik, merupakan semikonduktor yang paling banyak digunakan sebagai bahan dasar komponen elektronika, karena keduanya banyak tersedia di alam (Triyana, 2006).

Semikonduktor adalah suatu material yang sifat kemampuannya sebagai penghantar listrik berada di antara isolator dan konduktor. Perbedaannya didasarkan atas ukuran celah pita ( $E_g$ ) yang didefinisikan sebagai ukuran energi orbital-orbital tertinggi yang terisi (pita valensi) dengan orbital-orbital terendah yang masih kosong (pita konduksi). Ditinjau dari celah energinya, suatu bahan dapat dikategorikan sebagai bahan semikonduktor apabila celah berada diantara interval 0 – 3 eV (Strehlow dan Cook, 1973). Berdasarkan elektron valensinya, suatu bahan yang dikatakan semikonduktor harus memiliki elektron valensi sebanyak empat elektron valensi (Malvino, 1985).

Berdasarkan jenis bahannya, semikonduktor terdiri dari dua bagian yaitu semikonduktor anorganik dan semikonduktor organik. Semikonduktor anorganik terbuat dari logam sedangkan semikonduktor organik terbuat dari bahan organik yang dapat diekstrak dari tumbuhan (Raya, 2014). Semikonduktor berbasis material organik memiliki berbagai keuntungan dibandingkan dengan semikonduktor berbasis material anorganik yang selama ini dipergunakan dalam berbagai divais optik dan elektronik antara lain rendahnya ongkos produksi, dapat dimodifikasi, dapat disintesis dari tumbuhan yang melimpah di Indonesia (Triyana, 2006).

Bagian yang berperan penting lainnya dalam sifat semikonduktor organik adalah jenis atom logam yang dikonjungasikan pada bahan organik tersebut. Logam yang memiliki energi ionisasi kecil akan mudah melepaskan elektron pada saat dikonjungasikan dengan bahan organik. Semakin mudah melepaskan elektron, maka sifat konduktivitasnya (semikonduktor dan konduktor) akan bertambah. Semakin luas spektrum absorpsi, semakin baik kemampuan mengeksitasi elektron menuju ke elektroda, dalam hal ini menyerupai klorofil. Klorofil sebagai salah satu agen pada proses fotosintesis melibatkan penyerapan sinar matahari (foton), transfer energi, dan transfer elektron (Hikmah, 2014).

Salah satu bahan organik yang menyerupai struktur senyawa dalam klorofil yaitu *Phthalocyanine*. Struktur *Phthalocyanine* mempunyai ikatan rangkap terkonjungasi yang memungkinkan terjadinya proses serapan gelombang elektromagnetik untuk mengeksitasi elektron dari *ground-state* ke *excitation state*. Beda energi antara *ground-state* dengan *excitation state* mempunyai hubungan yang sangat erat dengan celah energi (Hikmah, 2014). *Phthalocyanine* adalah suatu bahan yang belum banyak diteliti dan merupakan semikonduktor bahan celupan organik. Bahan semikonduktor *Phthalocyanine* memiliki aspek potensi komersial dan menawarkan aplikasi yang lebih unggul dibanding dengan silikon (Whitlock et al., 1993).

Pada penelitian sebelumnya, Hikmah, dkk (2014) melakukan pengkajian celah energi terhadap Ag-*Phthalocyanine* diperoleh celah energi sebesar 2,34 eV. Disusul oleh yang melakukan Raya (2014), melakukan kajian untuk menentukan besarnya celah energi terhadap Be-Porfirin mendapatkan hasil celah energi sebesar 1,12 eV. Hal ini menunjukkan bahwa Be-Porfirin dapat digunakan sebagai bahan semikonduktor.

Indeks bias merupakan salah satu dari beberapa sifat optis yang penting dari medium. Indeks bias memainkan peran yang cukup penting di dalam beberapa bidang diantaranya dalam teknologi film tipis dan fiber optik, dan lain-lain.

Senyawa semikonduktor memiliki aplikasi potensial dalam bidang elektronik, optik, perangkat optoelektronik dan saat ini dalam bioteknologi. Karena pentingnya teknologi bahan-bahan tersebut, studi eksperimental dan teoritis dasar sifat dari senyawa tersebut telah menarik perhatian. Indeks bias optik adalah salah satu sifat dasar dari bahan karena erat kaitannya dengan polarisabilitas elektronik ion dan bidang lokal dalam material, yang memainkan peran penting dalam menentukan sifat listrik dari bahan-bahan tersebut (Bhadur, 2013).

Celah energi merupakan hasil interaksi antara fungsi gelombang elektron konduksi dengan badan atom. Suatu bahan dapat disebut bahan semikonduktor apabila celah energinya  $0 - 3$  eV. Indeks bias dan celah energi adalah dua kuantitas penting yang menentukan perilaku optik dan elektronik semikonduktor. Indeks bias dapat menurun dengan celah energi. Indeks bias material diketahui menurun dengan celah energi karena dua kuantitas material diyakini memiliki korelasi tertentu. Selama periode waktu ada banyak upaya untuk menemukan hubungan yang cocok, baik empiris dan semi empiris, antara celah energi dan indeks bias semikonduktor. Banyak hubungan empiris yang berhubungan dengan indeks bias  $n$  ke celah energi  $E_g$  secara langsung, sedangkan hubungan yang dimaksud untuk menghitung  $E_g$  adalah dari elektronegativitas dahulu, kemudian didapat hasil  $E_g$ , sehingga nilai  $n$  dapat ditentukan (Tripathy, 2015).

Ada tiga cara yang dapat digunakan dalam penyelesaian masalah suatu semikonduktor yaitu penyelesaian secara teoritis, eksperimen dan komputasi. Berkembangnya ilmu pengetahuan dalam hal eksperimen menggunakan komputer memiliki peranan penting. Program-program *software* terus mengalami perkembangan, termasuk *software* berbasis sains dalam rangka mempermudah eksperimen untuk mendeskripsikan suatu metode fisika dan teori yaitu eksperimen komputer, yang lebih dikenal dengan nama komputasi sains.

Penentuan indeks bias untuk semikonduktor telah diteliti oleh Tripathy (2015) dengan metode eksperimen. Tripathy melakukan pengukuran indeks bias pada senyawa halida alkali untuk semikonduktor menggunakan relasi empiris berdasarkan celah energi yang kemudian diterapkan ke biner serta semikonduktor terner untuk berbagai celah energi. Relasi Ravindra mendapatkan nilai indeks bias

4,1 untuk semikonduktor memiliki celah energi lebih besar dari 6,587 eV; Relasi Herve-Vandamme pada nilai celah energi yang rendah ( $E_g < 1,4\text{eV}$ ) gagal untuk memprediksi nilai indeks bias secara eksperiment, untuk  $E_g > 1,4\text{eV}$  Herve mendapat nilai indeks bias yaitu 3,9; Relasi Moss dapat memprediksi nilai indeks bias yaitu  $0,17\text{eV} < E_g < 3,68\text{eV}$  dari celah energi, dan mendapatkan nilai indeks bias yaitu 5,6; Kumar dan Singh telah mentabulasi nilai-nilai eksperimental suatu indeks bias yang sesuai dengan celah energi, baik jumlah semikonduktor elemental dan biner. Relasi ini memprediksi nilai indeks bias yang rendah yaitu  $2\text{eV} < E_g < 4\text{eV}$  dengan nilai indeks bias  $n < 6,5$  dan nilai indeks bias yang lebih tinggi yaitu  $6,2\text{eV} < E_g < 8,5\text{eV}$ , dan mendapat nilai indeks bias  $n < 2,5$ .

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan tentang penentuan indeks bias berdasarkan celah energi semikonduktor dengan metode eksperimen telah mendapatkan hasil, namun belum efisien. Oleh karena itu, untuk mendapatkan hasil yang lebih efisien, penelitian tentang penentuan indeks bias berdasarkan celah energi semikonduktor organik akan dilakukan dengan metode komputasi. Karena berdasarkan penelitian tentang semikonduktor yang lain, menggunakan metode komputasi didalam penelitian suatu semikonduktor akan lebih menarik, lebih mudah, lebih hemat, dan mendapatkan hasil yang lebih tepat.

Berdasarkan Uraian latar belakang di atas peneliti tertarik penelitian indeks bias dari nilai celah energi menggunakan metode komputasi dengan judul “ **Studi Penentuan Indeks Bias Senyawa Be-Phthalocyanine Berdasarkan Celah Energi Menggunakan Metode Komputasi**”

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka peneliti mengidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Terbatasnya penelitian tentang penentuan indeks bias semikonduktor dari nilai celah energi.
2. Membutuhkan waktu yang cukup lama melalui kajian penelitian.
3. Terbatasnya instrumen yang digunakan dalam penelitian.

### 1.3 Batasan Masalah

Peneliti memberikan batasan masalah pada:

1. Nilai celah energi ditentukan dengan metode *Zemer's Intermediate Neglect of Differential Overlap/1* (ZINDO/1) menggunakan *software* Hyperchem.
2. Rancangan program penentuan nilai relasi indeks bias melalui nilai celah energi menggunakan Guide pada *software* Matlab
3. Kajian indeks bias berdasarkan nilai celah energi yang dihitung menggunakan metode komputasi sains dengan *software* Matlab

### 1.4 Rumusan Masalah

Mengacu pada permasalahan yang ada, maka dalam penelitian ini diutamakan pada hal-hal sebagai berikut :

1. Berapakah besar nilai celah energi Senyawa *Be-Phthalocyanine* yang dapat mendukung penentuan nilai suatu indeks bias ?
2. Bagaimana rancangan program yang akan digunakan untuk menentukan nilai indeks bias dari celah energi semikonduktor?
3. Berapa besar nilai indeks bias senyawa *Be-Phthalocyanine* berdasarkan nilai celah energi yang dihitung menggunakan metode komputasi dengan *software* Matlab ?

### 1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini dilakukan adalah :

1. Menentukan nilai celah energi *Be-Phthalocyanine* yang dapat mendukung penentuan nilai suatu indeks bias.
2. Membuat grafik perbandingan indeks bias dari tiap relasi menggunakan GUI
3. Menentukan nilai indeks bias senyawa *Be-Phthalocyanine* berdasarkan nilai celah energi yang dihitung dengan metode komputasi dengan *software* Matlab.

### 1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat :

1. Mengembangkan ilmu pengetahuan fisika khususnya di bidang komputasi Sains untuk menentukan celah energi & Indeks Bias dari Be-*Phthalocyanine* sebagai bahan semikonduktor baru yang lebih efisien.
2. Sebagai Pengetahuan untuk mengetahui kajian dalam permasalahan komputasi Sains untuk menentukan celah energi & Indeks Bias dari bahan semikonduktor organik Be-*Phthalocyanine*
3. Memberi informasi mengenai pengaplikasian metode komputasi pada relasi-relasi yang ada untuk menentukan indeks bias berdasarkan nilai celah energi pada semikonduktor organik.

