

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Saat ini, bidang nanoteknologi tumbuh secara pesat dan nanomaterial sedang dikembangkan dalam beberapa aspek kehidupan. Beberapa contoh diantaranya, rekayasa jaringan tulang dengan penggunaan nanokomposit HAp/CTS (Zhang, 2008), terapi kanker fotodinamik dengan penghancuran sel kanker oleh laser oksigen yang bersifat sitotoksik (Roi, 2003), pengembangan perangkat baru menggunakan kumpulan elektron pada timbal selenida (PbSe) *quantum dot* untuk membuat sel surya yang sangat efisien (Alim *et al.*, 2013).

Nanoteknologi mendapatkan banyak perhatian dalam bidang sains dan industri serta merupakan area penelitian yang sangat aktif pada bidang sains material. Telah banyak metode fabrikasi dan sintesis yang dikembangkan untuk menciptakan struktur nano dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan. Salah satu struktur nano yang banyak dieksplorasi saat ini adalah nanomaterial berbahan semikonduktor yang disebut *semiconductor quantum dots* (SQD). Proses fluoresensi dapat terjadi ketika SQD dieksitasi dengan listrik atau cahaya. Cahaya yang dihasilkan dalam proses fluoresensi tersebut frekuensinya dapat diatur secara akurat dengan merencanakan bentuk, ukuran, dan komposisi material pembentuk SQD tersebut.

Kemajuan signifikan dalam sintesis SQD cenderung menarik investasi intelektual ke dalam nanopartikel selama dekade terakhir (Ghieve, 2000). *Quantum dot* memiliki banyak aplikasi dalam piranti elektronika dan optik seperti *quantum dot laser* (Raghunathan *et al.*, 2014), *photodetector* (Konstantatos *et al.*, 2010), sel surya (Nozik, 2002), *LED* (Schulz, 2011), dan sensor (Huang *et al.*, 2011). *Quantum dot* mempunyai level energi yang diskrit karena semakin kecil ukuran suatu benda, maka dikritisasi dari level energi semakin jelas (Gunawan, 2011). Karena *quantum dot* memiliki tingkat energi yang diskrit, maka dinamika eksitasi antar tingkat energi dapat teramati dengan mudah.

Jika berinteraksi dengan cahaya (sinar laser), *quantum dot* akan mengalami eksitasi dan emisi terstimulasi. Eksitasi dan de-eksitasi terjadi saat interaksi antara quantum dot dan cahaya terjadi secara periodik yang karakteristiknya dicirikan oleh

osilasi Rabi. Oleh karena itu, dinamika dari osilasi Rabi dari SQD akibat interaksi tersebut menarik untuk diamati dan dieksplorasi. Formulasi respon optik SQD dilakukan dengan menyelesaikan formulasi *density matrix*. Penentuan osilasi Rabi menggunakan *density matrix* karena didalam *density matrix* terdapat faktor damping, sistem *real* yang berinteraksi dan tidak terisolasi dari lingkungan dapat menyebabkan proses *damping* dan relaksasi populasi.

Pada saat berinteraksi dengan cahaya, SQD akan menyerap energi dari medan cahaya tersebut. Jika energi cahaya yang diterapkan ke SQD berbeda-beda maka spektrum energi serapan akan berubah. Analisa perubahan gambaran spektrum energi serapan akibat interaksi dengan cahaya menarik untuk diamati. Pada penelitian ini akan dilakukan analisa mengenai sifat-sifat dan respon optik akibat interaksi antara suatu nanopartikel dan cahaya.

## 1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana rumusan teoritik untuk mempelajari respon optik SQD yang dimodelkan dengan *Two-Level System* saat berinteraksi dengan cahaya.
2. Bagaimana pengaruh konstanta *damping* ( $\gamma$ ) dan *detuning* terhadap karakteristik osilasi Rabi pada *two-level system* SQD
3. Bagaimana gambaran spektrum energi serapan *two-level system* SQD.

## 1.3 Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup yang jelas berdasarkan uraian yang telah dikemukakan pada latar belakang di atas, maka penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. SQD dimodelkan dengan *two-level system*.
2. Cahaya yang digunakan untuk mengeksitasi SQD adalah cahaya monokromatik.
3. Formalisme teoritik yang digunakan adalah metode *density matrix*.
4. Konstanta *damping* yang digunakan adalah *relaxation rate*, *dephasing rate* tidak disertakan dalam penelitian ini

## 1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengetahui pengaruh konstanta *damping* ( $\gamma$ ) terhadap osilasi Rabi *SQD* dua level.
2. Menghitung spektrum energi serapan *SQD*.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat memberi informasi respon optik dari *SQD* saat berinteraksi dengan cahaya.