BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, penemuan dalam dunia material terus berkembang. Nanoteknologi merupakan sebuah revolusi terbaru dengan pembuatan zat yang berukuran nanometer. Sifat material ukuran nano dapat ditinjau berdasarkan kepentingan variasi ukuran dan bentuk geometrinya (Zeni *et al.*, 2018). Perbedaan ukuran *quantum dot* juga menyebabkan perbedaan karakteristik dan *energy gap* yang dihasilkan (Setianto *et al.*, 2018). Nanoteknologi sangat menarik untuk dipelajari karena untuk memahaminya hanya perlu menggabungkan teknologi baru dengan keterampilan peneliti untuk memanipulasi dalam skala atomik (Cao, 2004).

Struktur *nanohybrid* menjadi perhatian luas karena keistimewaan respons optis yang dimilikinya, diantaranya gabungan *semiconductor quantum dot* (SQD) dan *metal nanoparticle* (MNP). Penerapan SQD dan MNP dalam fotonik dan optoelektronik digunakan untuk membuat berbagai perangkat pengolah optis (He dan Zhu, 2017). *Nanohybrid* SQD dan MNP merupakan ranah penelitian mendasar dengan observasi dalam membangun, memanipulasi, dan mengkarakterisasi struktur nano aktif secara optis (Ko *et al.*, 2017). Penggabungan nanomaterial SQD dan MNP menyebabkan munculnya perluasan medan elektromagnetik yang dirasakan oleh SQD akibat timbulnya medan induktif kuat di area MNP (Nugroho dan Yulyanto, 2020).

SQD memiliki ukuran ideal 2-10 nm dan termasuk partikel berbahan semikonduktor. SQD mempunyai sifat optis linear dan nonlinear yang unik dibandingkan dengan struktur material berukuran besar (Kumbhakar *et al.*, 2011). Sifat tersebut menggambarkan keistimewaan respons optis karena efek pengurangan kuantum (Nugroho dan Yulyanto, 2020). MNP merupakan nanopartikel yang ketika disinari oleh cahaya, maka sebagian dari energi cahaya tersebut akan diserap. Karena berinteraksi dengan cahaya, hal tersebut dapat menyebabkan osilasi kolektif elektron bebas (plasmon) yang dominan sehingga menghasilkan resonansi *surface plasmon*. Sejumlah besar elektron yang berperan

dalam resonansi *surface plasmon* menghasilkan penyerapan dan hamburan yang kuat terhadap frekuensi MNP plasmonik (Wang *et al.*, 2020). Respons optis SQD digambarkan secara kuantum dengan formalisme *density matrix*, sedangkan respons optis MNP dideskripsikan secara klasik melalui nilai polarisabilitasnya (Nugroho dan Arman, 2018). Perhitungan teoretis pada respons optis SQD, dilakukan dengan operator *density matrix* yang komponen-komponennya didapatkan dari persamaan Liouville-von Neumann (Boyd, 2007).

Suseptibilitas merupakan suatu besaran fisis yang merepresentasikan respons optis material yang berhubungan dengan gelombang elektromagnetik. Medan listrik ataupun magnetik pada material yang dilalui cahaya dapat memengaruhi ukuran kuantitatif pada besaran ini. Suseptibilitas sangat penting karena merupakan parameter yang memberikan respons terhadap medan luar (Gunawan *et al.*, 2019).

Penelitian ini akan menganalisis bentuk suseptibilitas sistem *hybrid* pada SQD model *two-level system* dan MNP berbentuk *core shell*. *Core shell* merupakan nanopartikel yang terdiri dari inti dielektrik yang dikelilingi oleh cangkang logam. Analisis suseptibilitas sistem *hybrid* ini dipengaruhi oleh faktor geometri. Faktor geometri yang ditinjau pada penelitian ini ialah parameter jarak antara SQD-MNP dan ketebalan *core shell* dari MNP. MNP berbentuk *core shell* digunakan untuk menganalisis pergeseran puncak spektrum pada sistem SQD-MNP *hybrid*. Bentuk MNP ini dapat menghasilkan pergeseran spektrum yang signifikan dibandingkan bentuk MNP lainnya. Ketika geometri MNP diubah, maka akan menghasilkan pergeseran puncak spektrum, pergeseran tinggi puncak spektrum dan pergeseran posisi frekuensi puncak spektrum. Hal ini menunjukkan bahwa ketika geometri nanopartikel diubah maka dapat mengubah respons optisnya. Dalam penelitian ini, respons optis sistem *nanohybrid* dapat diperoleh menggunakan formalisme *density matrix*. Formalisme *density matrix* digunakan untuk menyelesaikan bentuk suseptibilitas sistem.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka perumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana memodelkan respons optis sistem yang berupa gabungan dari SQD dan MNP secara teoretis?
2. Bagaimana pengaruh variasi jarak dan ketebalan *core shell* terhadap susceptibilitas SQD-MNP *hybrid*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. SQD yang ditinjau dimodelkan sebagai *two-level system*.
2. MNP yang ditinjau berbentuk *core shell*.
3. Faktor geometri yang ditinjau dibatasi pada jarak antara SQD-MNP dan ketebalan *core shell* dengan memvariasikan jari-jari keseluruhan MNP.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Memodelkan respons optis sistem yang berupa gabungan dari SQD dan MNP secara teoretis.
2. Menjelaskan pengaruh variasi jarak dan ketebalan *core shell* terhadap susceptibilitas SQD-MNP *hybrid*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini adalah mendapatkan informasi dan dapat mengetahui secara teoretis respons optis sistem yang berupa gabungan dari SQD dan MNP serta mengetahui pengaruh variasi jarak dan ketebalan *core shell* terhadap susceptibilitas SQD-MNP *hybrid*. Hasil penelitian ini, diharapkan dapat menjadi literatur dan bermanfaat dalam mengeksplorasi potensi nanostruktur SQD-MNP.