BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Memasuki era yang modern ini, nanoteknologi mendapatkan perhatian yang sangat besar di bidang sains maupun industri. Nanoteknologi berkembang pesat dalam penelitian-penelitian di bidang material seperti pengaplikasian *quantum dot* pada teknologi sel surya di generasi ketiga (Abdin *et al.*, 2013), penggunaan nanopartikel emas pada biosensor elektrokimia (Fazrin *et al.*, 2020), dan aplikasi nano-tex pada industri tekstil (Wong *et al.*, 2006). Perkembangan nanoteknologi ditandai dengan penemuan bahan-bahan oksida yang disebut sebagai material cerdas seperti CeO, ZnO, MgO, MnO, SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, dan Y₂O₃ (Munasir *et al.*, 2012).

Nanoteknologi merupakan pembuatan dan penggunaan materi yang berukuran nano (Rasid and Mardiana, 2011). Materi yang berukuran 1 sampai 100 nanometer disebut nanomaterial. *Semiconductor quantum dot* (SQD) adalah salah satu nanomaterial yang berdiameter kurang dari 10 nanometer. Karakteristik elektronik *energy gap* SQD merupakan fungsi dari ukuran atau radius diameter bahan (*dot size*). *Energy gap* SQD bergantung pada ukuran diameter dari SQD tersebut. Diameter SQD semakin kecil akan menghasilkan *energy gap* yang semakin besar, begitu pula sebaliknya (Setianto *et al.*, 2018). Selain SQD, *metal nanoparticle* (MNP) juga merupakan bahan dari nanomaterial. MNP adalah nanopartikel yang terbuat dari logam murni seperti emas, perak, dan titanium yang berukuran 1-100 nm.

Respons optik nonlinier terdiri dari SQD yang digabungkan dengan MNP selama dekade terakhir ini telah menyita banyak perhatian. Ketertarikan tersebut muncul dari adanya fakta bahwa hibridisasi SQD-MNP menunjukkan respons optik seperti *optical bistability* (Nugroho *et al.*, 2013), *optical instability* (Nugroho *et al.*, 2016), osilasi Rabi termodifikasi (Nugroho and Arman, 2018), efek Fano (He and Zhu, 2017), dan transparansi terinduksi elektromagnetik dengan mediasi plasmon (Hatef *et al.*, 2012). Respons optik SQD digambarkan secara kuantum dengan

formalisme *density matrix* (Yulyanto and Nugroho, 2018) sedangkan respons optik MNP digambarkan secara klasik dari nilai polarisabilitasnya (Nugroho and Arman, 2018). Materi-materi dari sistem *hybrid* yang cukup populer diantaranya adalah SQD, MNP, dan *nanowires* (Ko *et al.*, 2018).

Penelitian ini menganalisis spektrum serapan sistem *hybrid* SQD-MNP. SQD dimodelkan sebagai *two-level system* dan berbentuk bola. Model SQD ini cukup baik dalam mendeskripsikan modifikasi respons optik yang muncul akibat hibridisasi. Selain itu, penelitian ini juga meninjau MNP berbentuk *ellipsoid* yang dianalisis dari nilai polarisabilitasnya. Penelitian ini berfokus pada spektrum serapan SQD yang dipengaruhi oleh keberadaan MNP *ellipsoid* yang faktor geometrinya (aspek rasio q) divariasikan. Penggunaan MNP *ellipsoid* ini, untuk melihat pergeseran dan tinggi puncak pada spektrum. Keluaran yang dihasilkan pada penelitian ini adalah grafik dinamika waktu pada populasi keadaan dasar dan keadaan eksitasi dan daya serapan pada sistem *hybrid* terhadap energi frekuensi.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana memodelkan secara teoretis respons optik dari sistem *hybrid* SQD-MNP?
2. Bagaimana pengaruh aspek rasio dari MNP pada spektrum serapan sistem *hybrid* SQD-MNP?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Sinar laser dimodelkan sebagai gelombang elektromagnetik klasik.
2. Sistem *hybrid* yang ditinjau adalah sistem gabungan SQD *two-level system* berbentuk bola dan MNP berbentuk *ellipsoid*.
3. Formalisme teoretis yang digunakan adalah metode *density matrix*.
4. Perhitungan numerik menggunakan metode RKF 45.
5. Faktor geometri yang ditinjau adalah aspek rasio dari MNP *ellipsoid*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memodelkan secara teoretis respons optik dari sistem *hybrid* SQD-MNP.
2. Menjelaskan pengaruh aspek rasio dari MNP terhadap spektrum serapan sistem *hybrid* SQD-MNP.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini adalah mendapatkan informasi dan dapat mengetahui secara teoretis respons optik dari sistem *hybrid* SQD-MNP dan mengetahui pengaruh aspek rasio dari MNP terhadap spektrum serapan sistem *hybrid* SQD-MNP. Gabungan dari material ini diharapkan dapat berguna dalam berbagai aspek teknologi berukuran nano.