

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nanoteknologi merupakan kajian ilmu yang berkembang pesat saat ini sehingga menarik perhatian para peneliti. Nanoteknologi adalah ilmu pengetahuan dan teknologi untuk rekayasa material pada skala nanometer (Band and Avishai, 2013). Berbagai penelitian menunjukkan nanoteknologi memberikan manfaat dalam berbagai bidang keilmuan, misalnya pada bidang medis (*nanomedicine*) sebagai pengiriman agen terapi, detektor atau pelindung yang melawan penyakit dini dan memperbaiki cacat metabolik atau genetik. Selain itu, nanoteknologi bermanfaat dibidang industri diantaranya kaset rekaman magnetik, hard drive komputer, *bumper* pada mobil, lapisan pelindung pada kaca mata dan jendela (Nuryadin, 2020). Penelitian mengenai nanoteknologi akan terus berkembang karena mempunyai potensi yang besar dan diharapkan memberikan kontribusi untuk berbagai aplikasi teknologi.

Penelitian nanoteknologi memanfaatkan material berukuran nanometer. Salah satu struktur dasar material nano yang menarik untuk dipelajari adalah *semikonduktor quantum dot* (SQD). SQD adalah material berbahan semikonduktor yang mempunyai ukuran sekitar 2-100 nm. SQD mempunyai sifat yang menyerupai elektron dalam atom berupa spektrum energi sehingga dikenal sebagai “atom buatan” atau “*artificial atoms*”. Salah satu sifat dari SQD ialah memiliki ukuran yang kecil yang dapat dibentuk dari berbagai material (Tartakovskii, 2012). Penelitian mengenai rekayasa SQD telah banyak dilakukan dan digunakan, misalnya sebagai material fotodetektor (Shen *et al.*, 2019), panel sel surya (Ngaderman and Srivajawaty, 2017), dan sarana telekomunikasi optis (Huyer *et al.*, 2017).

Penelitian mengenai respons optis SQD telah banyak dilakukan. Salah satu contohnya yaitu studi kasus SQD pada *two-level system* menunjukkan bahwa intensitas cahaya memberikan pengaruh pada frekuensi Rabi. Intensitas cahaya memengaruhi spektrum daya serapan melalui energi cahaya (Elfriana *et al.*, 2018).

Selain itu, ketika sistem *hybrid* antara SQD dan *metal nanoparticle* (MNP) berinteraksi, respons optis osilasi Rabi dapat dikontrol oleh jarak antara SQD dan MNP (Nugroho and Arman, 2018). Di antara rekayasa pada aplikasi teknologi nano, *nanohybrid* merupakan rekayasa yang sering dilakukan. *Quantum dimer* merupakan salah satu contoh sistem dari *nanohybrid*. *Quantum dimer* merupakan penggabungan antara dua SQD yang saling berinteraksi. Pengetahuan mengenai respons optis dan karakteristik dari *quantum dimer* pada *three-level system* belum dieksplorasi lebih terperinci dan masih menjadi pertanyaan terbuka.

Penelitian ini menganalisis secara teoretis respons optis *quantum dimer* yang dimodelkan sebagai *three-level system*. Interaksi antara cahaya datang dan SQD menghasilkan respons optis yang unik berupa dinamika osilasi Rabi dan energi serapan pada beberapa variasi intensitas dan jarak antara dua SQD. Selain itu, kebergantungan populasi terhadap intensitas cahaya datang juga dipelajari pada penelitian ini. Dalam penelitian ini, studi teoretis respons optis SQD diperoleh secara numerik menggunakan formalisme *density matrix*. Oleh karena itu, karakteristik SQD hasil interaksi tersebut menarik untuk diamati dan dipelajari.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana memodelkan secara teoretis respons optis *quantum dimer* simetris yang dibentuk dari dua SQD?
2. Bagaimana kebergantungan respons optis *quantum dimer* simetris terhadap intensitas cahaya pengeksitasi?
3. Bagaimana spektrum serapan pada *quantum dimer* simetris pada beberapa variasi intensitas?

1.3 Batasan masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. SQD berbentuk bulat sempurna.
2. Cahaya pengeksitasi dimodelkan secara klasik sebagai gelombang elektromagnetik monokromatik.

3. Dinamika sistem ditinjau dalam kerangka *rotating wave approximation* (RWA).

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang telah dipaparkan, tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memodelkan secara teoretis respons optis *quantum dimer* simetris yang dibentuk dari dua SQD.
2. Mengetahui kebergantungan respons optis *quantum dimer* simetris terhadap intensitas cahaya pengeksitasi.
3. Mengetahui spektrum serapan pada *quantum dimer* simetris pada beberapa variasi intensitas.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah dapat menambah informasi mengenai respons optis SQD dengan sistem dimodelkan *three level system*. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dan digunakan dalam berbagai aspek teknologi nano seperti optika kuantum dan komputasi kuantum serta kemungkinan penggunaannya dalam *device* elektronik.