

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mobilitas muatan merupakan sebuah konsep penting untuk memahami semikonduktor organik. Berbeda dengan semikonduktor inorganik yang menggunakan konsep pita energi, bahan semikonduktor organik menggunakan konsep *hopping* untuk mengamati fenomena mobilitasnya (Köhler & Bässler, 2015). Konsep yang berbeda tersebut mengindikasikan perbedaan keleluasaan muatan untuk bergerak yang menunjukkan bahwa muatan lebih sukar bergerak pada bahan semikonduktor organik daripada bahan semikonduktor inorganik. Untuk menentukan formulasi mobilitas muatan pada bahan semikonduktor organik, penelitian umumnya melakukan pendekatan menggunakan *kinetic Monte Carlo* (Berencei, 2021). Namun, penelitian sebelumnya belum ada yang menggunakan pendekatan analisis dimensi sebagai metode untuk mengamati fenomena mobilitas muatan pada bahan semikonduktor organik.

Mobilitas muatan dapat diartikan sebagai suatu fenomena fisis berupa transpor atau pergerakan muatan. Mobilitas menentukan seberapa cepat sebuah muatan, baik elektron maupun *hole*, bergerak dalam zat padat di bawah pengaruh medan listrik eksternal (Myronov, 2018). Semakin cepat mobilitas muatan suatu bahan, semakin tinggi pula konduktivitasnya. Kondisi tersebut membuat suatu perangkat akan memiliki respons frekuensi yang tinggi sehingga muatan hanya membutuhkan waktu yang sebentar untuk bergerak. Akibatnya, arus listrik yang dihasilkan pada perangkat akan semakin besar sehingga aplikasi bahan pada alat elektronik semakin meluas. Pemahaman akan mobilitas muatan tersebut dapat membantu dalam meningkatkan performa perangkat elektronik (Pasveer *et al.*, 2005).

Fenomena mobilitas muatan dapat ditemukan pada semikonduktor organik. Fenomena tersebut pertama kali dijumpai pada tahun 1970. Semikonduktor organik tersebut merupakan suatu polimer konjugat π yang

memiliki rantai hidrokarbon dengan ikatan tunggal dan rangkap yang berselang seling yang telah di-*doping* (Köhler & Bässler, 2015). Pada awalnya, struktur elektronik bahan tersebut dimodelkan sebagai semikonduktor inorganik. Model tersebut mengabaikan peranan interaksi antarelektrotron yang ada. Kemudian, pada awal 1990, telah diketahui bahwa peranan gaya Coulomb dan interaksi pertukaran muatan sangatlah signifikan. Oleh karena itu, kedua interaksi tersebut lebih cocok untuk mendeskripsikan struktur elektronik pada semikonduktor organik. Kini, bahan tersebut banyak digunakan sebagai *light-emitting diodes* (LED) dan *field-effect transistors* (FET). Penggunaan tersebut disebabkan oleh sifat unik yang dimiliki oleh semikonduktor organik, jika dibandingkan dengan semikonduktor inorganik. Secara struktural, perubahan dalam segi struktur kimia pada bahan dapat dimanfaatkan untuk mengubah struktur pita pada skala molekuler (Scharber & Sariciftci, 2021).

Penelitian mengenai mobilitas muatan pada semikonduktor organik telah menghasilkan berbagai model untuk menggambarkan tranpor muatan yang ada. Pada dasarnya, transpor muatan tersebut didasarkan oleh suatu proses yang dinamakan *hopping*. Proses tersebut didasarkan oleh peristiwa probabilistik melalui fenomena kuantum yang disebut *tunneling*. Pendekatan mula untuk menentukan mobilitas muatan adalah dengan model suhu (Vissenberg & Matters, 1998). Terdapat juga analisis lain yang memodelkan mobilitas bergantung medan listrik (Schober, 2012). Selanjutnya, pada polimer dengan *disordered system*, mobilitas muatan dapat dimodelkan sebagai kuantitas fisis yang bergantung pada suhu dan medan listrik (Novikov *et al.*, 1998). Untuk melengkapi model yang telah ada, Pasveer *et al.* (2005) memberikan sebuah model yang mampu menerapkan pengaruh rapat muatan dalam mobilitas muatan.

Penelitian mengenai model mobilitas muatan pada polimer konjugat telah dikerjakan dengan hasil berupa model persamaan. Namun, literatur yang telah beredar belum ada yang membahas terkait dengan metode analisis dimensi. Definisi dari dimensi adalah suatu besaran fisis yang terdiri atas besaran-besaran pokok. Metode tersebut digunakan untuk mengidentifikasi kombinasi parameter

tak berdimensi yang relevan dari kuantitas fisis yang ada pada model. Analisis dimensi akan mengeliminasi berbagai kuantitas fisis yang tidak berkaitan dengan fenomena yang dibahas. Hasilnya adalah diperolehnya suatu set lengkap dari variabel tak berdimensi sehingga menuju kepada model yang sederhana dan optimal (Szava *et al.*, 2023). Metode tersebut sebelumnya telah berhasil diterapkan pada fenomena fisis yang lain, seperti pada mekanisme fluida (Çengel & Cimbala, 2014), mekanika zat padat, ledakan gelombang, konduksi panas (Tan, 2011), dan masih banyak lagi. Hasil dari analisis dimensi tersebut akan dilanjutkan dengan regresi terhadap data sintetis dari model mobilitas muatan yang telah ada.

Berdasarkan penelitian yang telah ada, peneliti ingin menelaah mobilitas muatan melalui pendekatan analisis dimensi. Penelitian ini menggunakan teori Buckingham sebagai metode analisis dimensi yang kemudian akan diselesaikan melalui regresi. Hasil penelitian ini adalah nilai mobilitas muatan dengan variasi medan listrik, rapat muatan, dan suhu. Penelitian diharapkan mampu menghasilkan persamaan yang akurat. Keuntungan dari metode analisis dimensi adalah diperoleh suatu formulasi dengan cepat melalui kuantitas-kuantitas fisis yang terkait dengan fenomena yang dibahas. Oleh karena itu, penelitian mobilitas muatan pada semikonduktor organik melalui metode tersebut layak untuk dipelajari.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai mobilitas muatan semikonduktor organik dengan menerapkan analisis dimensi pada fenomena mobilitas muatan.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan pandangan baru melalui analisis dimensi terhadap fenomena mobilitas pembawa muatan maupun fenomena fisis lain sehingga diperoleh suatu formulasi cepat, akurat, serta bermanfaat untuk penelitian selanjutnya.