

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendeteksian cahaya merupakan salah satu proses paling mendasar pada bidang optik [1]. Untuk mendeteksi cahaya, diperlukan suatu proses konversi optoelektronik menggunakan perangkat fotodetektor yang berfungsi mengubah energi cahaya menjadi energi listrik [2]. Prinsip kerja dari perangkat ini ialah membentuk elektron bebas akibat adanya energi foton yang diserap oleh elektron dan digunakan untuk melompat ke pita konduksi. Salah satu aplikasi fotodetektor di bidang komunikasi optik yaitu mengubah sinyal cahaya menjadi sinyal listrik pada akhir proses transmisi dari sistem fotonik [2]. Selain dalam bidang komunikasi optik, fotodetektor juga diaplikasikan dalam bidang *imaging*, biomedis, instrumen ukur, dan sebagainya.

Fotodetektor menggunakan material semikonduktor untuk mendeteksi cahaya seperti silikon, InGaAs, GaAs, dan Ge. Fotodetektor berbasis silikon banyak diminati karena memiliki beberapa keunggulan seperti mudah diintegrasikan pada perangkat optoelektronik, stabilitas terhadap suhu cukup baik, dan jumlahnya melimpah. Panjang gelombang yang digunakan fotodetektor berbasis silikon berada pada rentang 850 nm sampai 1100 nm dan sering digunakan pada sistem komunikasi jarak pendek [3]. Namun, material silikon merupakan jenis semikonduktor *indirect-gap* yang dapat menghasilkan efisiensi yang sangat rendah pada proses pendeteksian cahaya [3] dan juga memiliki responsivitas yang cukup rendah terhadap spektrum cahaya tampak. Oleh karena itu, dibutuhkan material fotodetektor yang mempunyai tingkat efisiensi deteksi cahaya lebih baik dibandingkan silikon dan mampu memberikan respon lebih baik pada spektrum cahaya tampak. Dilihat dari masalah tersebut, maka dalam tugas akhir ini akan dirancang fotodetektor berbasis *Molybdenum disulphide* yang diperkirakan mempunyai sifat-sifat fisis baru untuk aplikasi optoelektronik khususnya direntang spektrum cahaya tampak.

Molybdenum disulphide (MoS_2) merupakan tipe semikonduktor dari keluarga material *transition-metal dichalcogenide* (TMD) [4]. Material MoS_2 dapat

menjadi semikonduktor *indirect-gap* dan juga semikonduktor *direct-gap* tergantung dari jumlah layernya. MoS₂ lapisan tunggal merupakan tipe semikonduktor *direct bandgap* yang mempunyai potensi untuk dijadikan material fotodetektor dengan nilai *photoresponsivity* $\sim 10^6$ lebih baik dibandingkan fotodetektor berbasis grafin [4]. Keunggulan dari MoS₂ lapisan tunggal bagi perangkat optoelektronik yaitu memiliki koefisien penyerapan tinggi dan proses pembentukan pasangan elektron-hole akibat *photoexcitation* lebih efisien [4].

Pada penelitian ini, akan dirancang terlebih dahulu fotodetektor berbasis silikon sebelum merancang fotodetektor berbasis MoS₂. Pada perancangan fotodetektor berbasis silikon, akan dibuat rangkaian elektronika untuk mengkondisikan sinyal keluaran dari detektor dan selanjutnya akan dilakukan pengolahan data menggunakan mikrokontroler. Setelah rangkaian fotodetektor berbasis silikon telah berfungsi dengan baik, maka rangkaian tersebut akan digunakan untuk fotodetektor berbasis MoS₂. Diharapkan fotodetektor berbasis MoS₂ mampu menghasilkan respon yang lebih baik dibandingkan fotodetektor berbasis silikon pada spektrum cahaya tampak.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dijadikan acuan pada perancangan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan fotodetektor berbasis silikon dan MoS₂ yang dapat mengukur rentang intensitas cahaya 0 – 1000 W/m².
2. Bagaimana merancang fotodetektor dengan resolusi pengukuran 5 W/m².
3. Bagaimana merancang purwarupa fotodetektor yang mampu mendeteksi intensitas cahaya pada panjang gelombang spektrum tampak khususnya biru, hijau, merah dan halogen.
4. Bagaimana cara merekam data pengukuran berupa intensitas cahaya terhadap waktu secara *real-time* dan menampilkan data dalam bentuk grafik.

1.3 Tujuan

Tujuan dari perancangan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang dan mengimplementasikan fotodetektor berbasis silikon dan MoS₂ yang dapat mengukur intensitas cahaya pada rentang 0 – 1000 W/m².
2. Merancang fotodetektor dengan resolusi pengukuran 5 W/m².
3. Merancang purwarupa fotodetektor yang mampu mendeteksi intensitas cahaya pada panjang gelombang spektrum tampak khususnya biru, hijau, merah dan halogen.
4. Merekam data pengukuran berupa intensitas cahaya terhadap waktu dari detektor secara *real-time* dan menampilkan data dalam bentuk grafik.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada perancangan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Fokus utama dari penelitian ini adalah perancangan instrumen ukur, bukan fabrikasi material yang digunakan sebagai detektor.
2. Material yang digunakan sebagai pendeteksi cahaya adalah silikon dan MoS₂.
3. Sumber cahaya yang digunakan memiliki panjang gelombang yang divariasikan yaitu 406 nm, 532 nm, 652 nm dan spektrum cahaya halogen dengan puncak panjang gelombang 604 nm.
4. Pengaruh temperatur terhadap sistem tidak diperhitungkan.
5. Informasi yang akan ditampilkan pada LCD berupa intensitas cahaya dan informasi yang akan ditampilkan pada GUI berupa grafik intensitas cahaya terhadap waktu.
6. Pengujian alat dilakukan dengan menggunakan Keithley 2400 dan Solarmeter 10.0 di Laboratorium Material Elektronika Universitas Telkom.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini terbagi menjadi beberapa bagian. Bagian tersebut adalah sebagai berikut.

1. Studi Literatur

Metode ini dilakukan dengan cara mencari, mengumpulkan, dan memahami teori yang berkaitan dengan penelitian ini melalui *textbook*, jurnal, publikasi dan referensi-referensi yang relevan.

2. Perancangan dan Realisasi Sistem

Merancang suatu instrumen ukur untuk mendeteksi cahaya menggunakan material aktif berupa silikon dan MoS₂ yang dapat mengukur intensitas cahaya pada rentang 0 – 1000 W/m².

3. Kalibrasi Sistem

Sistem yang telah dirancang selanjutnya akan dikalibrasi dengan tujuan untuk membandingkan nilai pengukuran dengan alat ukur standar.

4. Pengujian dan Eksperimen

Sistem akan diuji melalui eksperimen sesuai dengan parameter pengujian dan batasan masalah yang telah ditentukan diawal serta data yang dibutuhkan.

5. Analisa dan Kesimpulan

Seluruh data yang diperoleh dari hasil eksperimen selanjutnya akan diolah dan dianalisa untuk mendapatkan kesimpulan akhir pada penelitian ini.

6. Penyusunan Laporan

Seluruh hasil eksperimen dan analisa akan ditulis dalam bentuk laporan tugas akhir atau skripsi.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari 5(lima) bab. Bab tersebut adalah sebagai berikut.

Bab I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, metodologi penelitian serta sistematika penulisan.

Bab II Landasan Teori

Bab ini menjelaskan teori-teori pendukung yang berkaitan dengan fotodetektor, jenis fotodetektor, rangkaian pengondisi sinyal, dan material aktif MoS₂.

Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan tentang perancangan sistem dan sistem kerja secara umum serta diagram blok yang dilakukan dalam penelitian.

Bab IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini menjelaskan hasil, analisis, dan pembahasan yang dilakukan dalam penelitian.

Bab V Penutup

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan yang didapat dalam penelitian serta saran yang dapat dilakukan dalam pengembangan penelitian selanjutnya.