

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pendeteksian cahaya merupakan salah satu proses paling mendasar pada bidang optik. Untuk mendeteksi cahaya, diperlukan suatu proses konversi optoelektronik menggunakan perangkat fotodetektor yang berfungsi mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Fotodetektor merupakan alat yang mengukur fluks foton atau daya optik dengan cara mengubah energi foton yang terserap kedalam bentuk terukur [12]. 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 - 1100 nm (IR)[4], dan sering digunakan pada sistem komunikasi jarak pendek. Namun, material silikon merupakan jenis semikonduktor *indirect-gap* sebesar 1.12 eV yang menghasilkan efisiensi yang sangat rendah pada proses pendeteksian cahaya dan juga memiliki responsivitas yang cukup rendah terhadap spektrum cahaya tampak dengan responsivitas tertingginya sekitar 4.2 A/W pada rentang panjang gelombang 652 nm [4].

WS₂ memiliki sensitivitas di rentang 350- 750nm[7] dengan puncak serapan berada pada rentang 634.9 nm [7] dengan responsivitas tertingginya mencapai 53.3 A/W pada rentang panjang gelombang 365 nm [8]. Lisin memiliki sensitivitas di rentang 200-500 nm dengan puncak serapan kuat berada pada rentang 201.5 nm, hal tersebut dianggap berasal dari transisi electron $n \rightarrow \pi^*$ dari core (C=C/C=O) [2]. Lisin (Lysine) adalah asam amino yang juga telah dipelajari sebagai material potensial dalam sensor cahaya. Meskipun tidak sepopuler silikon atau WS₂, penelitian telah menunjukkan bahwa lisin dapat memiliki sensitivitas terhadap cahaya tertentu pada rentang panjang gelombang tertentu.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka solusi yang ditawarkan adalah dengan merancang fotodetektor dengan material aktif lisin dan WS₂. Yang dinilai memiliki potensi sebagai bahan aktif yang sensitif dan responsif pada rentang panjang

gelombang UV-Vis dan juga dapat dibentuk menjadi film tipis yang memungkinkannya diterapkan pada fotodetektor kecil.

1.2 Informasi Pendukung Masalah

Tungsten Disulfida (WS₂) merupakan salah satu material *Transition Metal Dichalcogenide* (TMDC) yang biasa dijumpai dalam aplikasi perangkat elektronik. Contoh aplikasi perangkat optoelektronik adalah LED, laser, fotodetektor, dan fotovoltaik. WS₂ memiliki mobilitas pembawa muatan yang tinggi yaitu 234 cm²V⁻¹S⁻¹, indirect bandgap sebesar 1,4 eV saat berbentuk bulk dan direct band gap sebesar 2,1 eV saat berbentuk lapisan tunggal, dan excitation binding energy yang besar yaitu 700 – 800 meV[5]. WS₂ memiliki sensitivitas pada rentang cahaya tampak yaitu 350-750 nm, dengan responsivitas tertingginya mencapai hingga 53.3 A/W pada rentang panjang gelombang 365 nm [8].

Lisin memiliki sensitivitas di rentang 200-500 nm dengan puncak serapan kuat berada pada rentang 201.5 nm, hal tersebut dianggap berasal dari transisi electron $n \rightarrow \pi^*$ dari core (C=C/C=O) [2]. Lisin (Lysine) adalah asam amino yang juga telah dipelajari sebagai material potensial dalam sensor cahaya, penelitian telah menunjukkan bahwa lisin dapat memiliki sensitivitas terhadap cahaya tertentu pada rentang panjang gelombang tertentu.

1.3 Analisis Umum

Dalam pembuatan fotodetektor berbasis WS₂ dan Lisin memerlukan metode deposisi dan fabrikasi yang tepat, karena akan berpengaruh pada output yang dihasilkan oleh sensor. Oleh karena itu metode dropcasting digunakan karena telah menghasilkan hasil yang baik pada penelitian yang telah dilakukan.

1.3.1 Aspek Keberlanjutan

Dalam perancangan alat dilihat dari aspek keberlanjutan, tren *miniaturize* dalam bidang teknologi sedang berkembang, dimana industri berusaha menciptakan teknologi sekecil mungkin agar memudahkan dalam pengaplikasiannya. Submikrometer partikel dirasa memiliki prospek yang sangat baik kedepannya karena memungkinkan untuk dilakukannya fabrikasi dan design alat berukuran *compact* dan mudah diganti. Oleh karena itu penulisan Capstone Design dapat menjadi terobosan untuk pengembangan *miniaturize device* dimasa yang akan datang.

1.3.2 Aspek Ekonomi dan Manufakturabilitas

Dalam pembuatan purwarupa fotodetektor berbasis submikrometer partikel lisin dan WS₂ diperlukannya metode pembuatan sensor dan fotodetektor yang dapat dilakukan dengan biaya yang disesuaikan dan tidak terlalu mahal dan pengerjaannya dapat dilakukan dilingkungan Laboratorium Material Telkom University dengan memanfaatkan ketersediaan alat yang tersedia dan pemilihan metode yang sesuai agar tidak memakan biaya yang besar.

1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Berdasarkan analisis masalah yang dibahas, diperlukan beberapa ketentuan untuk mengungkap “Fotodetektor berbasis submikrometer partikel Lisin dan WS₂.” sebagai berikut:

- Sensor cahaya merupakan material aktif pendeteksi cahaya yang *sensitive* pada spektrum UV-Vis.
- Fotodetektor dapat membaca sinyal luaran dan respon optoelektronik sensor yang dibuat.
- GUI (*Graphical User Interface*) mampu menampilkan grafik pengukuran intensitas cahaya oleh purwarupa fotodetektor terhadap waktu secara *real-time*.

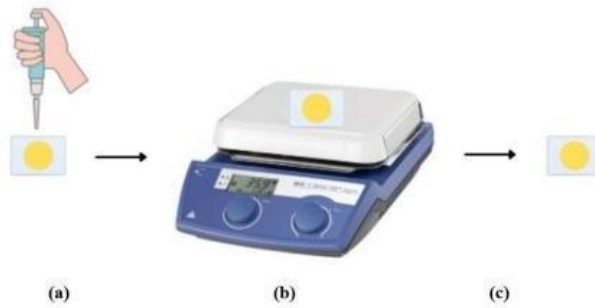
1.5 Solusi Sistem yang Diusulkan

Solusi yang diberikan dari permasalahan ini adalah dengan merancang pembuatan purwarupa fotodetektor berbasis submikrometer lisin dan WS₂ yang dapat memenuhi kebutuhan dari permasalahan dan tujuan yang telah ditentukan.

1.5.1 Karakteristik Produk

1.5.1.1 Fotodetektor Berbasis Submikrometer Partikel Lisin dan WS₂ dengan Metode deposisi *dropcasting*

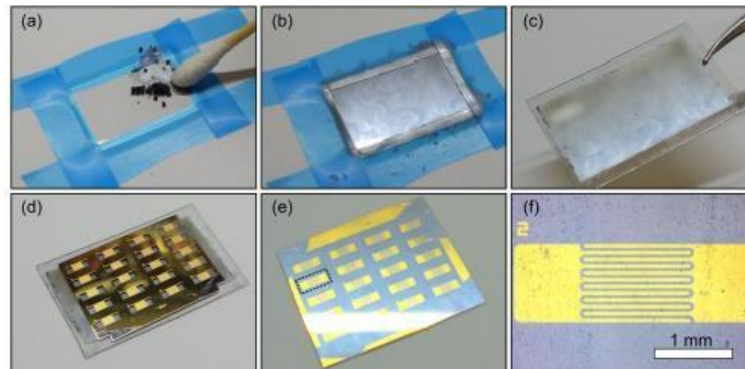
Metode deposisi *drop casting* yaitu proses deposisi bahan cair, dalam bentuk larutan atau suspensi, ke permukaan suatu substrat dengan cara meneteskan bahan tersebut pada substrat. Proses ini dapat digunakan untuk menghasilkan lapisan tipis atau film dari bahan tersebut pada permukaan substrat setelah pelarut atau suspensi menguap dan substrat yang digunakan adalah PET (Polyethylene Terephthalate).



Gambar 1.5.1.1 Proses Fabrikasi (a) *Drop Casting*, (b) Pengeringan dengan *Hot plate*, (c) Sample WS_2 diatas Substrat PET

Gambar 1.5.1.1 merupakan proses pendeposisian sampel pada substrat PET. Pada 2.3.1 (a) sampel yang telah dieksfoliasi diteteskan pada substrat diatas kaca preparat dengan menggunakan micropipette dengan jumlah larutan kurang dari $1 \mu L$. Selanjutnya (b) sampel dikeringkan dengan menggunakan *hotplate* dengan suhu $70^\circ C$. Proses ini bertujuan untuk menguapkan sampel larutan sehingga terbentuk sampel padatan. Lalu (c) merupakan sampel yang telah kering. Sensor terdiri atas PCB yang ditempel kan konektor pada kedua sisi lalu bagian tengah diberikan material aktif lisin dan WS_2 dibuat dengan metode dropcasting diatas substrat PET. Untuk menempatkan material aktif pada purwarupa fotodetektor akan dibuat holder yang menopang sensor dan holder ini akan bersifat *plug and play* yang memudahkan penggantian material aktif pada fotodetektor tanpa merubah komponen pada fotodetektor. Optoelektronik sinyal keluaran dari sensor akan dihubungkan dengan purwarupa fotodetektor yang sudah dibuat sebelumnya. Agar sinyal optoelektronik dari sensor WS_2 dan Lisin dapat dibaca, akan dimodifikasi modul pengondisian sinyal yang sudah ada dengan menggunakan rangkaian *konverter IV*, *buffer*, dan *voltage divider*. Data yang diperoleh dari modul pengondisian sinyal akan diteruskan menuju Analog to Digital Converter (ADC) dan diolah oleh mikrokontroler untuk pemrosesan lebih lanjut. Data yang diambil dari alat ukur ini berupa sinyal tegangan pengondisi sinyal. Sinyal elektronik ini kemudian dikonversi dan dikalibrasi agar diketahui kaitannya dengan nilai intensitas cahaya yang menyinari material aktif sensor. Setelah diproses pada mikrokontroler dan dilakukan konversi dan kalibrasi, data ditampilkan pada LCD 16x2 dan Graphical User Interface. Data yang akan ditampilkan pada LCD 16x2 yaitu berupa nilai intensitas cahaya hasil konversi dari sinyal optoelektronik. Sementara itu, Graphical User Interface yang sudah ada akan dimodifikasi agar dapat menampilkan grafik intensitas cahaya terhadap waktu untuk melihatkestabilan pengukuran.

1.5.1.2 Fotodetektor berbasis WS₂ dan Lisin Dengan Metode Fabrikasi Abrasi



Gambar 1.5.1.2 Langkah-Langkah Fabrikasi Metode *Abrasion-iInduced* [16].

Produk yang dibuat berupa sensor cahaya berbasis lisin dan WS₂ dengan desain seperti pada dan **Gambar 1.5.1.2** Sensor terdiri atas PCB yang ditempelkan konektor pada kedua sisi lalu bagian tengah diberikan material aktif lisin dan WS₂ dibuat diatas substrat *Polycarbonate* (PC) menggunakan metode fabrikasi *abrasion-induced* untuk fabrikasi materialnya. Untuk menempatkan material aktif pada purwarupa fotodetektor akan dibuat holder yang menopang sensor dan holder ini akan bersifat *plug and play* yang memudahkan penggantian material aktif pada fotodetektor tanpa merubah komponen pada fotodetektor. Optoelektronik sinyal keluaran dari sensor akan dihubungkan dengan purwarupa fotodetektor yang sudah dibuat sebelumnya. Agar sinyal optoelektronik dari sensor WS₂ dan Lisin dapat dibaca, akan dimodifikasi modul pengondisian sinyal yang sudah ada dengan menggunakan rangkaian konverter IV, buffer, dan voltagedivider. Data yang diperoleh dari modul pengondisian sinyal akan diteruskan menuju Analog to Digital Converter (ADC) dan diolah oleh mikrokontroler untuk pemrosesan lebih lanjut. Data yang diambil dari alat ukur ini berupa sinyal tegangan pengondisi sinyal. Sinyal elektronik ini kemudian dikonversi dan dikalibrasi agar diketahui kaitannya dengan nilai intensitas cahaya yang menyinari material aktif sensor. Setelah diproses pada mikrokontroler dan dilakukan konversi dan kalibrasi, data ditampilkan pada LCD 16x2 dan Graphical User Interface. Data yang akan ditampilkan pada LCD 16x2 yaitu berupa nilai intensitas cahaya hasil konversi dari sinyal optoelektronik.

1.5.2 Skenario Penggunaan

Prinsip kerja dari alat yang dibuat pada penelitian ini yaitu membaca keluaran dari detektor cahaya berupa tegangan ketika dikenai cahaya. Untuk dapat membaca dan mengolah keluaran tersebut pada mikrokontroler, akan dimodifikasi modul pengondisian sinyal dengan menggunakan rangkaian konverter IV, buffer, dan voltage divider. Data yang diperoleh dari modul pengondisian sinyal akan diteruskan menuju Analog to Digital Converter (ADC) dan diolah oleh mikrokontroler untuk pemrosesan lebih lanjut. Data yang diambil dari alat ukur ini berupa sinyal tegangan pengondisi sinyal. Sinyal ini kemudian dicocokkan dengan data intensitas cahaya yang dibaca dengan fotodetektor pembanding. Setelah diproses pada mikrokontroler, data intensitas cahaya ditampilkan pada LCD 16x2 dan Graphical User Interface. Sementara itu, Graphical User Interface yang dirancang akan menampilkan grafik intensitas cahaya terhadap waktu untuk melihat kestabilan pengukuran.

1.6 Kesimpulan dan Ringkasan CD-1

Pengembangan alat Fotodetektor berbasis submikrometer partikel WS₂ dan Lisin dibutuhkan dalam pengembangan fotodetektor dengan sensor yang sensitive terhadap cahaya ultraviolet tampak (UV-VIS). Konsep yang diterapkan pada alat ini adalah dengan memanfaatkan sifat dan karakteristik listrik dan optoelektronik dari suatu material untuk menghasilkan alat yang memiliki keunggulan dibandingkan fotodetektor komersil. Desain fotodetektor dengan konsep *plug and play* digunakan untuk penggunaan sensor cahaya yang dapat disesuaikan dengan panjang gelombang cahaya yang akan diukur, sehingga dapat menghasilkan hasil yang lebih akurat.