

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Penemuan material graphene memberi motivasi pada penelitian bahan 2D material lain seperti logam transisi dikalkogenida/*Transisi Metal Dichalcogenide* (TMDC) untuk menghasilkan semikonduktor. Berbeda dengan graphene nilai band gap TMDC bergantung pada jumlah lapisannya. Bulk logam TMDC memiliki *indirect band gap* berkisar antara 1,09-1,32 eV [1], sedangkan lapisan monolayer TMDC memiliki *direct band gap* berkisar 1,5-2,3 eV [1]. Perubahan band gap ini dapat mempengaruhi sifat listrik dan sifat optik TMDC. Sifat listrik WS₂ yang dibuat menjadi *field-effect transistor* memiliki mobilitas pembawa muatan 300 cm² V⁻¹ s⁻¹ pada suhu antara 83–220 K [2], dan MoS₂ menunjukkan mobilitas pembawa muatan pada suhu ruangan sebesar 200 cm² V⁻¹ s⁻¹ [3].

Untuk menghasilkan piranti elektronik seperti p-n junction atau transistor biasanya bahan TMDC dibuat bersama dalam satu perangkat menjadi heterostruktur [4]. Salah satu bentuk heterostruktur yang pernah diteliti adalah MoS₂/WS₂ multilayer yang membentuk p-n junction transistor melalui metode mekanikal eksfoliasi [5]. Heterostruktur MoS₂/WS₂ multilayer menunjukkan sifat transistor bipolar saat pemberian tegangan *forward-bias* (tegangan positif) dan *reverse-bias* (tegangan negative) pada kaki source-drainnya [5,7]. Perilaku sebagai transistor tipe n ditunjukkan saat diberikan tegangan *forward-bias* sebesar 5 V, sehingga adanya eksitasi elektron dari WS₂ ke MoS₂. Pada saat tegangan gate -10 V dan tegangan V_{sd} divariasikan dari 0 hingga -21 V, arus tetap menunjukkan nilai yang sangat kecil dibawah 10 nA [5] dan menghasilkan arus sangat kecil karena terbentuknya penghalang potensial sehingga pembawa minoritas menjauhi daerah p-n junction dan membuat elektron sulit berpindah. Hal ini menunjukkan adanya sifat bipolar selain proses rektifikasi pada p-n junction transistor berbasis heterostruktur MoS₂/WS₂.

Sejak penemuan efek Raman pada tahun 1928[18], spektroskopi Raman banyak digunakan sebagai alat karakterisasi vibrasi molekul suatu bahan. Potensi karakterisasi Raman Spektroskopi sebagai alat karakterisasi yang telah banyak digunakan untuk mempelajari struktur kristal monostruktur dan bahan heterostruktur. Selain hal tersebut, pengujian sampel menggunakan Raman spektroskopi termasuk dalam karakterisasi sifat optik dengan memanfaatkan interaksi cahaya dengan suatu material serta dapat menentukan ketebalan jumlah lapisan. Seperti yang dilakukan HongLi et al yang berhasil menyelidiki monolayer MoS₂ menggunakan Raman spektroskopi dengan mengamati jarak puncak E_{2g}¹ dan A_{1g} pada mode vibrasi Raman untuk mengidentifikasi jumlah lapisan [1].

Pembuatan sampel heterostruktur dengan metode pengelupasan dapat dilakukan dengan eksfoliasi fasa cair dan eksfoliasi secara mekanik untuk dapat menghasilkan lapisan tipis. Heterostruktur yang dibuat menggunakan metode eksfoliasi fasa cair, dilakukan dengan menggunakan pelarut dengan sonikasi [2]. Meskipun air dapat digunakan untuk media pengelupasan ia memiliki keterbatasan dalam waktu proses yang lama dan membutuhkan suhu proses yang meningkat . Penelitian yang dilakukan Indera dengan menggunakan eksfoliasi cair membutuhkan proses sonikasi selama 120 jam yang menghasilkan lapisan tipis berkisar 4-5 lapisan dari jarak mode vibrasi E_{2g}¹ dan A_{1g} pada Raman Spektroskopi [2]. Sedangkan pengelupasan dengan metode mekanik, tidak membutuhkan proses pembuatan sampel yang lama namun dapat menghasilkan ketebalan lapisan yang sama atau memungkinkan mendapat hasil yang lebih tipis. Metode pengelupasan mekanik yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode yang sama dalam pembuatan graphene dan menjadi salah satu teknik dalam hal pengelupasan dengan menghasilkan lapisan kristalin yang berkualitas tinggi. Kelemahan dari metode ini adalah lebar sampel yang kecil dalam orde mikrometer dan jumlah yang sedikit. Metode Chemical Vapour Deposition (CVD) dapat menghasilkan sampel dengan lebar sekitar 80 μm namun fasilitas tersebut tidak terdapat di Laboratorium Material Teknik Fisika Universitas Telkom.

Dalam penelitian ini, penulis melakukan pembuatan heterostruktur MoS₂/WS₂ pada substrat PET (Polietilena Tereftalat) . Hal ini dilakukan untuk

mengetahui potensi aplikasi pada substrat fleksible elektronik. Proses pembuatan heterostruktur MoS₂/WS₂ dilakukan dengan metode pengelupasan mekanik. Pada saat difabrikasi di ruang terbuka (bukan cleaning room), tantangannya menjadi lebih besar karena faktor suhu dan kelembaban yang dapat mempengaruhi adhesitas sample ke substrat. Dengan segala keterbatasan yang ada saat ini, penelitian tetap dilanjutkan untuk mengamati ketebalan dan luas area heterostruktur di atas substrat fleksible PET yang difabrikasi di ruang terbuka (bukan cleaning room) serta Raman spektra yang dihasilkan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan peluang dikembangkannya heterostruktur diatas fleksibel substrat yang dikembangkan diruang terbuka.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut

1. Berapa panjang penampang lintang terbesar flake heterostruktur MoS₂/WS₂ pada substrat PET yang terbentuk saat dieksfoliasi dengan metode mekanik?
2. Bagaimana hasil spektra Raman sebagai pengakarakterisasian sifat optik pada bahan heterostruktur MoS₂/WS₂ diatas substrat PET ?

1.3. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui panjang penampang lintang terbesar flake heterostruktur MoS₂/WS₂ pada substrat PET dengan menggunakan eksfoliasi mekanik.
2. Mendapatkan spektra Raman sebagai salah satu pengakarakterisasian sifat optik pada bahan heterostruktur MoS₂/WS₂ di atas substrat PET.

Adapun manfaat adalah mengetahui karakteristik heterostruktur MoS₂/WS₂ untuk merancang desain piranti perangkat elektronik *nanodevice* di masa depan.

1.4. Batasan Masalah

Agar penyusunan penulisan karya ilmiah ini terarah dan tidak menyimpang dari tujuan maka penulis membatasi batasan masalah sebagai berikut:

1. Proses pembuatan heterostruktur MoS₂ dan WS₂ menjadi lapisan tipis menggunakan metode mekanikal eksfoliasi.

2. Pengkarakterisasi hetrostruktur MoS₂/WS₂ menggunakan Xplora dan HR Horiba Raman spektrokopi dengan laser panjang gelombang 532 nm.
3. Substrat yang digunakan adalah PET

1.5. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang akan dilakukan selama pembuatan untuk menyelesaikan proposal karya ilmiah ini diantaranya sebagai berikut.

Studi Literatur

Pencarian data informasi dana literatur terkait topik tugas akhir mengenai bahan 2D MoS₂ dan WS₂, heterostruktur van der Waals, metode mekanikal eksfoliasi, Raman spektrum.

Proses Fabrikasi dan Karaterisasi

Proses fabrikasi disiapkan melalui metode eksfoliasi mekanik untuk mendapatkan heterostruktur MoS₂/WS₂. Pengujian Raman spektrum dengan mengkarakterisasi kurva pergeseran Raman pada lapisan masing-masing tunggal dan lapisan heterostruktur.

Analisis Data Hasil Eksperimen

Melakukan pengolahan data dan analisis yang meliputi pengkarakterisian pergeseran Raman heterostruktur MoS₂/WS₂ pada substrat fleksibel PET

1.6. Jadwal Pelaksanaan

Tabel 1. Jadwal Kegiatan Tugas Akhir

| No | Deskripsi Kegiatan | Januari | Februari | Maret | April | Mei | Juli | Agustus | September | Oktober | November |
|----|--|---------|----------|-------|-------|-----|------|---------|-----------|---------|----------|
| 1 | Penulisan Karya Ilmiah dan Proposal | | | | | | | | | | |
| 2 | Modifikasi Material | | | | | | | | | | |
| 3. | Karakterisasi sampel dengan, Raman spektrokopi | | | | | | | | | | |
| 4. | Analisis Data | | | | | | | | | | |
| 5. | Penyusunan Laporan/Buku TA | | | | | | | | | | |