

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Kondisi wilayah geografis yang terdiri dari bukit, lembah dan pegunungan serta didukung iklim tropis menyebabkan wilayah Indonesia rawan terhadap tanah longsor. Dilansir dari Databoks.katadata.id, Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) mencatat terdapat 293 kejadian tanah longsor yang terjadi di wilayah Indonesia sejak 1 Januari – 18 Juni 2021 menimbulkan banyak kerugian diantaranya korban jiwa, kerusakan infrastruktur dan sarana prasarana [1]. Salah satu upaya mengantisipasi terjadinya tanah longsor dapat menggunakan serat optik sebagai sensor pergerakan tanah berdasarkan prinsip rugi daya transmisi akibat *macrobending*. Penerapan serat optik sebagai sensor pergerakan tanah memiliki banyak keunggulan diantaranya sensitivitas yang baik karena dapat mendeteksi pergerakan dan deformasi kecil, ringan, konduktivitas/*bandwidth* besar, tidak mudah berkarat dan teroksidasi, tidak menimbulkan percikan api serta kebal terhadap interferensi gelombang elektromagnetik [2], [3].

Pemanfaatan serat optik sebagai sensor pergerakan tanah telah diteliti oleh beberapa peneliti sebelumnya diantaranya Bayuwati dkk. telah merancang sebuah sensor pergerakan tanah berbasis serat optik berdasarkan efek *macrobending* berupa perubahan radius lekukan yang merepresentasikan pergerakan tanah dan menghasilkan rentang pengukuran perpindahan sebesar 0 – 25 mm dengan sensitivitas tegangan keluaran sebesar 0,014 V/mm [4]. Selanjutnya, Rosman dkk. telah melakukan pengujian model lekukan *macrobending* serat optik sebagai sensor pergerakan tanah dengan melakukan penarikan terhadap tiga jenis model lekukan menghasilkan sensitivitas dan akurasi diantaranya 4,425 K Ω /cm dan 99,48% untuk lingkaran, 7,962 K Ω /cm dan 99,53% untuk potensial tangga serta 12,050 K Ω /cm dan 96,06% untuk potensial tangga [5]. Kemudian, Herlin, dkk. telah membuat sensor pergerakan tanah menggunakan serat optik berbasis *Internet of Things* (IoT) berdasarkan efek *macrobending* berupa lekukan satu putaran gulungan dimana diameter putaran gulungan akan berubah ketika serat optik ditarik menghasilkan sensitivitas sebesar 150 mV/cm dan tegangan keluaran sekitar 1,8 – 3,3 V [6].

Selanjutnya, Costrada, dkk. telah melakukan pengujian variasi jumlah lekukan putaran *macrobending* serat optik dimana jumlah putaran gulungan serat optik sebanyak tiga gulungan menunjukkan sensitivitas 0,03984 V/cm dan nilai koefisien regresi sebesar 0,9964 dengan *error* 0,59% [7].

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, pengaplikasian sistem belum memungkinkan untuk diterapkan secara langsung di lapangan karena implementasi sistem yang membutuhkan alat ukur relatif besar dan mahal sehingga dikhawatirkan menemui gangguan diantaranya sulit untuk dipasang, pencurian dan lain-lain. Dalam penelitian ini, akan dibuat sistem terpadu dengan ukuran yang relatif lebih kecil serta biaya terjangkau untuk mendeteksi gerakan tanah dengan memanfaatkan model lekukan *macrobending* pada serat optik sebagai pengembangan dari penelitian sebelumnya. Sistem ini juga dilengkapi dengan *Internet of Things* (IoT) dan *data logger* sebagai fitur pengembangan sistem untuk memudahkan dalam proses pemantauan jarak jauh dan penyimpanan hasil pengukuran. Sistem ini merupakan studi awal dengan meninjau seberapa jauh efektifitas dan feasibilitas sistem untuk berfungsi sebagai Sistem Peringatan Dini (*Early Warning System*) tanah longsor.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan kondisi yang telah dijelaskan pada latar belakang diatas, maka dapat ditentukan permasalahan yang harus diselesaikan dalam tugas akhir ini adalah bagaimana rancangan sistem pendeteksi gerakan tanah menggunakan serat optik berdasarkan efek *macrobending* dapat direalisasikan.

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan yang hendak dicapai dalam tugas akhir ini adalah terciptanya rancangan sistem pendeteksi gerakan tanah menggunakan serat optik berdasarkan efek *macrobending*.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari tugas akhir ini adalah memperoleh rancangan studi awal sistem pendeteksi gerakan tanah menggunakan serat optik berdasarkan efek *macrobending* yang dapat memberikan data terkait pergerakan tanah dan peringatan dini kepada instansi terkait atau masyarakat yang memerlukannya.

1.5. Batasan Masalah

Untuk menghindari penyimpangan dan pelebaran pokok masalah penelitian adapun batasan masalah dalam pelaksanaan tugas akhir ini sebagai berikut.

1. Rancangan sistem pendeteksi gerakan tanah ini berupa prototipe
2. Penelitian ini hanya memfokuskan pembuatan sistem yang digunakan sebagai studi awal dalam menjelaskan fenomena rugi daya optik akibat *macrobending* yang dapat digunakan untuk mendeteksi pergerakan tanah
3. Dalam penelitian ini, bentuk *macrobending* yang diujikan berbentuk sudut dengan besar rentang perubahan sudut sebesar 0° hingga 110° dan sudut efektif sebesar 30° hingga 60°
4. Dalam penelitian ini, pengukuran daya optik yang hilang merupakan selisih besar perubahan pengukuran daya optik transmisi terhadap pengukuran daya optik penerima akibat perubahan sudut yang dilakukan
5. Penggunaan modul *Small Form-Factor Pluggable* (SFP), *Long Range* (LoRa), dan *Data Logger* hanya diperuntukkan sebagai komponen bantu kelengkapan sistem sehingga tidak akan dijelaskan secara mendetail
6. Platform *Internet of Things* (IoT) ANTARES hanya digunakan sebagai aplikasi untuk menyimpan dan menampilkan hasil data pengukuran yang dapat diakses secara *online* melalui *website* ANTARES
7. Serat optik yang digunakan hanya serat optik *singlemode step index*

1.6. Metode Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir ini, adapun metode penelitian yang digunakan diantaranya sebagai berikut.

1. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan studi dalam memperoleh informasi terkait sistem pendeteksi gerakan tanah dengan memanfaatkan rugi daya optik akibat *macrobending* yang bersumber dari jurnal internasional, buku referensi, *website* resmi, dan mengutip dari sebagian tugas akhir dan thesis yang terkait.

2. Perancangan dan Pengujian

Pada tahap ini, dilakukan perancangan pemodelan sistem dengan memanfaatkan *macrobending* berbentuk sudut pada serat optik sebagai pengambil dan pemroses data serta alat pengujian sistem sebagai perekayasa

pergerakan tanah secara longsor translasi dengan mendeteksi pergerakan suatu objek untuk membantu proses pengujian sistem dalam menunjukkan unjuk kerja sistem sebagai pendeteksi pergerakan tanah

3. Pengamatan dan Pengambilan Data

Pada tahap ini, dilakukan beberapa pengujian sistem serta pengambilan data diantaranya kinerja modul *Small Form-Factor Pluggable* (SFP), variasi jumlah titik *macrobending* sudut serat optik, kalibrasi sistem dan pengujian keseluruhan untuk meninjau karakteristik performa sistem dalam melakukan proses pengukuran dan deteksi pergeseran terhadap suatu objek yang bergerak serta memberikan informasi peringatan.

4. Pembahasan dan Kesimpulan

Pada tahap ini, dilakukan pembahasan mengenai data hasil pengujian dan pengamatan kinerja performa sistem dalam mendeteksi dan mengukur pergeseran terhadap pergerakan suatu objek. Hasil pembahasan akan disesuaikan dengan teori dan perancangan serta pengambilan kesimpulan berdasarkan hasil pembahasan tersebut untuk meninjau efektifitas dan feasibilitas sistem untuk dapat digunakan sebagai sistem peringatan dini (*Early Warning System*). Dengan demikian, dapat diketahui apakah sistem mampu berhasil mencapai harapan yang diinginkan ataupun tidak.