

# BAB I PENDAHULUAN

## I.1 Latar belakang

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menghimpun data dari Data Informasi Bencana Indonesia – Badan Nasional Penanggulangan Bencana (DIBI-BNPB) dengan mencatat 1.800 kejadian bencana pada periode 2005 hingga 2015. Lebih dari 78% kejadian bencana yang terjadi merupakan bencana hidrometeorologi dan sekitar 22% merupakan bencana geologi. Bencana geologi berupa gempa bumi, tsunami, dan letusan gunung api sedangkan untuk bencana geologi yang sering terjadi adalah banjir, gelombang ekstrim, kebakaran lahan dan hutan, kekeringan, cuaca ekstrim dan tanah longsor<sup>[1]</sup>.

Tanah longsor merupakan suatu peristiwa perpindahan material pembentuk lereng seperti batuan, tanah, atau material campuran yang bergerak ke bawah atau keluar lereng yang dapat terjadi secara spontan ataupun perlahan<sup>[2]</sup>. Peristiwa tanah longsor sering terjadi pada daerah lereng perbukitan. Tanah longsor terjadi disebabkan oleh adanya faktor pemicu seperti pergeseran permukaan tanah, sudut kemiringan lereng, tekanan aliran air melalui pori-pori tanah, dan intensitas curah hujan. Peristiwa tanah longsor terjadi akibat terganggunya kestabilan penyusun lereng dan berpotensi besar terjadi ketika atau setelah turun hujan. Curah hujan yang tinggi dan berlangsung dalam durasi yang lama akan menyebabkan terjadinya longsor. Air yang berasal dari curah hujan yang tinggi menyebabkan kohesi antar butiran tanah dan memungkinkan bergerak bebas. Penambahan air meningkatkan tekanan pori dan mengurangi tekanan normal yang bekerja di lereng. Akibatnya terjadi kegagalan lereng dan menyebabkan longsor karena air yang berasal dari curah hujan tinggi mendorong ketidakstabilan lereng<sup>[3]</sup>.

Penelitian terdahulu telah dilakukan untuk mengamati dan memonitoring terjadinya tanah longsor dengan menggunakan ekstensometer sebagai sensor pergeseran. Ekstensometer memiliki beberapa jenis seperti *wireline extensometer* dan *optical extensometer*. *Wireline extensometer* merupakan salah satu ekstensometer elektrik yang dapat memonitor pergeseran tanah dengan memanfaatkan frekuensi kawat yang bervibrasi. Salah satu contoh *wireline extensometer* yaitu sensor LVDT yang memanfaatkan transduser elektromagnetis dengan mengkonversi gerakan suatu benda yang digabungkan secara mekanis menjadi sinyal listrik yang sesuai<sup>[4]</sup>. Penggunaan *wireline extensometer* memiliki kelemahan yaitu dapat mengalami *noise* akibat dari gangguan elektrik yang dapat menyebabkan kerusakan pada ekstensometer. *Noise* dari gangguan elektrik dapat dikurangi dengan menggunakan ekstensometer optik untuk mencegah gangguan listrik pada ekstensometer.

Ekstensometer optik adalah alat yang berfungsi untuk mengukur pergeseran suatu benda pada sumbu horizontal berbasis cahaya. Ekstensometer optik menggunakan serat optik sebagai pendeteksi pergeseran tanah yang terjadi. Serat optik digunakan karena terbuat dari bahan isolator yang dapat memandu cahaya sehingga meminimalisir terjadinya *noise* dan pengaruh gelombang elektromagnetik yang dapat mengganggu alat. Prinsip sensor ini adalah dengan mengukur perubahan intensitas cahaya yang merambat di dalam serat optik. Serat optik akan mengalami perubahan rugi lekukan (*bending loss*) akibat terjadinya pergeseran tanah<sup>[5]</sup>.

Kuang<sup>[6]</sup> menggunakan serat optik sebagai sensor pergeseran dengan metode *dual cycling bending*. Serat optik diberi lekukan 180<sup>0</sup> dan variasi jumlah *roller* agar membentuk lekukan *zig-zag* ketika ditekan. Perlakuan ini menyebabkan semakin besarnya rugi-rugi daya yang terjadi pada serat optik. Melalui metode ini didapatkan pergeseran yang terjadi dibawah 5 mm.

Bayuwati<sup>[7]</sup> membuat ekstensometer optik dengan serat optik fujikura. Sensor dibentuk dari seutas serat optik yang dilengkungkan. Sensor serat optik ini berbasis *macrobending* yang merupakan jenis sensor instrinsik, dimana properti fisik dari serat optik itu sendiri mengubah aksi lingkungan ke dalam modulasi cahaya. Lekukan makro

atau *macrobending* yaitu lekukan berskala makro yang akan menghasilkan rugi-rugi daya pada serat optik dimana daya optis yang diterima oleh detektor cahaya akan berkurang<sup>[8]</sup>. Rugi-rugi daya pada penggunaan serat optik untuk sistem komunikasi harus dihindari atau diminimalisir, namun untuk sistem serat optik, rugi-rugi ini dimanfaatkan untuk membuat sensor.

Herlin<sup>[9]</sup> membuat sensor pergeseran tanah menggunakan serat optik berbasis IoT. Sensor serat optik ini menggunakan 1 lilitan dengan variasi perubahan diameter lilitan serat optik ketika ditarik. Hasil karakterisasi ini didapatkan persentase kesalahan rata-rata 1,53 % dengan alat pembanding. Agar tegangan keluaran dan rugi daya yang dihasilkan dapat mencapai maksimal maka diperlukan penambahan jumlah lilitan serat optik. Berdasarkan penelitian ini dibutuhkan instrumen yang dapat mengukur suatu parameter penyebab terjadinya tanah longsor, salah satunya adalah intensitas curah hujan.

Berdasarkan permasalahan dan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa penelitian sebelumnya, maka akan dilakukan penelitian dengan judul Sistem Monitoring Tanah Longsor Berbasis Sensor Serat Optik dan CCD TSL1401CL *Linear Sensor Array*. Sistem alat yang dirancang terdiri dari blok sensor intensitas hujan, blok sensor serat optik, pengirim data dan penampil. Sistem pengukuran intensitas curah hujan terdiri dari laser He-Ne, lensa dan CCD TSL1401CL. Penggunaan CCD TSL1401CL memiliki kelebihan dalam mendeteksi butiran hujan. Butiran hujan yang dideteksi dapat menghasilkan sinyal analog dan digital. Sinyal analog akan diproses untuk menghasilkan citra dari butiran hujan. Pergeseran tanah longsor akan dideteksi menggunakan sensor serat optik yang terdiri dari serat optik tipe FD-620-10 *step index multimode*, fotodiode, dan laser diode.

Rugi-rugi lengkungan yang akan digunakan yaitu *macrobending* dengan menggunakan pemodelan *multiple bending* pada sensor. Penggunaan *multiple bending* dapat meningkatkan sensitivitas. Pemodelan *multiple bending* memiliki prinsip kerja dimana pergeseran direpresentasikan dengan adanya tekanan pada permukaan lekukan serat optik<sup>[10]</sup>. Saat pergeseran tanah terdeteksi lebih dari 4 cm dan intensitas curah

hujan mencapai rerata 300 mm/hari, maka berpotensi terjadi longsor dan memberikan peringatan bahaya di PC.

## **I.2 Tujuan dan manfaat penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan alat monitoring pada tanah longsor berbasis sensor serat optik dan CCD TSL1401CL *linear sensor array*.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi pemerintah dan masyarakat dalam mitigasi bencana tanah longsor sehingga dapat mengurangi dampak yang ditimbulkan.

## **I.3 Ruang lingkup dan batasan penelitian**

Ruang lingkup penelitian ini meliputi perancangan alat pengukuran intensitas curah hujan, pengukuran pergeseran pada tanah longsor dan pengiriman data dengan metode telementri nirkabel serta analisis terhadap hasil uji sistem. Batasan masalah yang perlu ditentukan agar penelitian terarah dan sesuai tujuan yaitu :

1. Parameter fisis yang diamati adalah intensitas curah hujan dan pergeseran pada tanah longsor.
2. Jenis tanah longsor yang digunakan untuk tempat penelitian adalah longsor translasi dengan kondisi tanah gundul tanpa tutupan vegetasi.
3. Pengujian sensor dilakukan pada prototipe lereng buatan di Lubuk Lintah, Kota Padang dengan kemiringan lereng 45°.
4. Blok sensor pengukuran intensitas curah hujan yang digunakan terdiri dari fotodioda *array* CCD TSL1401CL sebagai fotodetektor, Laser He-Ne sebagai sumber cahaya, dan lensa *beam expander* sebagai pelebar berkas cahaya laser.
5. Blok sensor serat optik untuk pengukuran pergeseran pada tanah longsor terdiri dari dioda laser sebagai sumber cahaya, OPT 101 sebagai fotodetektor, dan serat optik tipe *step index multimode* FD-620-10 sebagai pandu gelombang cahaya laser.
6. Metode yang digunakan untuk pembuatan sensor serat optik yaitu metode intrinsik *macro-bending*.