

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang rawan terhadap bencana letusan gunungapi dan gempa bumi karena termasuk kedalam wilayah *Pacific ring of fire* (deretan gunung berapi Pasifik atau cincin api Pasifik). Dimana secara astronomis Indonesia terletak di posisi $6^{\circ} LU - 11^{\circ} LS$ dan $95^{\circ} BT - 141^{\circ} BT$ (Rahmanelli, 2013). Sebanyak 13% gunungapi aktif dunia berasal dari Indonesia. Hasil dari letusan gunungapi adalah jenis tanah pelapukan yang bersifat subur dengan sebagian besar komposisinya lempung dengan sedikit pasir. Jika tanah berada di atas batuan kedap air tepatnya di perbukitan dengan kemiringan sedang hingga terjal pada musim hujan dengan curah hujan yang tinggi dapat mengakibatkan tanah longsor (Sumber daya, 2005).

Tanah longsor merupakan perpindahan material pembentuk lereng seperti massa batuan yang bergerak ke bawah atau keluar lereng. Tanah longsor ada 6 jenis diantaranya longSORAN translasi, longSORAN rotasi, pergerakan blok, runtuh batu, rayapan tanah, dan aliran bahan rombakan. Di Indonesia jenis longSORAN yang paling banyak terjadi yaitu longSORAN translasi dan rotasi (Sumber daya, 2005).

Berdasarkan data bencana yang dikeluarkan BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana) pada tahun 2022 terdapat bencana tanah longsor sebanyak 820 ((PDSI) dkk., 2022) yang diakibatkan karena intensitas curah hujan yang cukup tinggi disertai dengan kondisi tanah yang labil yang memicu tanah mengalami pergerakan ((BNPB), 2022). Penyebab terjadinya tanah longsor dibagi menjadi 2 faktor, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal merupakan faktor dari lereng itu sendiri diantaranya gempa bumi, iklim (curah hujan yang tinggi), vegetasi, morfologi, batuan atau tanah, tingkat kelembaban tanah, patahan, rekahan, dan liniasi. Sedangkan faktor eksternal merupakan faktor yang berasal dari luar lereng diantaranya pelapukan, erosi, penurunan tanah, deposisi, getaran, dan aktivitas seismic (Afif dkk., 2019).

Untuk menghindari kerugian akibat bencana tanah longsor diperlukan sebuah sistem pendeteksi dini pergerakan tanah sebagai salah satu upaya dalam meminimalisir resiko terjadinya tanah longsor. Alat ini dapat digunakan dalam mendeteksi adanya potensi tanah longsor sehingga memudahkan proses evakuasi karena dapat dilakukan dari sebelumnya. Namun minimnya teknologi yang mampu mendeteksi pergerakan tanah menjadi permasalahan utama.

Proses memonitor kondisi pergerakan tanah telah dilakukan menggunakan GPS (*Global Positioning System*) (Raharja dkk., 2017) dan metode survei GPS yang bekerja dengan cara membandingkan koordinat dari beberapa lokasi di daerah rawan longsor yang didapatkan dari beberapa survei GPS dalam jangka waktu tertentu (Anisah dkk., 2010). Namun penggunaan GPS untuk mendeteksi pergerakan tanah dianggap tidak efektif karena GPS sangat bergantung pada kualitas sinyal satelit sehingga mengurangi akurasi ketika menentukan posisi. Kualitas cuaca yang buruk atau terganggunya GPS karena keberadaan benda lain dapat mengurangi kualitas sinyal pada satelit yang dapat mengakibatkan salahnya deteksi karena GPS menganggapnya sebagai pergerakan tanah. Selain itu, GPS tidak cukup baik dalam mendeteksi pergerakan tanah dalam skala mikro.

Teknologi lainnya dalam merancang sistem pendeteksi dini pergerakan tanah yaitu menggunakan sensor *accelerometer*. Cara kerja sensor ini yaitu dengan mengukur percepatan total beserta percepatan gravitasi bumi. Sehingga saat diaplikasikan untuk memantau pergerakan tanah dalam skala yang kecil dalam arah gravitasi dapat menyebabkan kesalahan dalam interpretasi data. Dengan kata lain sensor ini memiliki keterbatasan resolusi dalam mendeteksi perubahan dalam skala mikro. Penggunaan sensor *accelerometer* pada penelitian (Nursuwars dkk., 2019) hanya dapat membaca data pergerakan tanah dengan kategori aman dan bahaya dengan persentase error sebesar 0,53%.

Pergerakan tanah longsor cenderung terjadi pada skala mikro. Dalam menganalisis pergeseran mikro (Saputro dkk., 2014) menggunakan sensor serat optik FD 620-10. Namun sensor ini memiliki resolusi jangkauan yang terbatas,

dimana sensitivitas tertinggi didapatkan pada rentang yang sangat terbatas yaitu $1-2mm$.

Sensor merupakan salah satu piranti penting yang mendukung dalam perkembangan dunia industri. Sensor merupakan komponen yang digunakan untuk mendeteksi perubahan dalam lingkungan fisik seperti tekanan, suhu, cahaya atau posisi. Sensor menghasilkan sinyal yang mewakili nilai kuantitas yang sedang diukur. Seiring dengan berjalannya waktu penggunaan sensor merambah ke berbagai bidang diantaranya aplikasi pada bidang otomotif, kesehatan, pertambangan, dan transportasi. Selain itu sensor juga digunakan untuk menghadapi berbagai permasalahan seperti bencana alam diantaranya gempa bumi, tsunami, gunung meletus, serta polusi lingkungan.

Selain sensor, transducer juga menjadi piranti penting lain dalam mendukung perkembangan dunia industri. Transducer adalah jenis sensor unik yang mentransfer perubahan lingkungan fisik dari satu bentuk ke bentuk energi ke bentuk energi lainnya, selain mendeteksinya. Karena sensor dan transducer berperan dalam mengukur atau mendeteksi perubahan dalam lingkungan fisik dan menerjemahkannya ke dalam bentuk yang dapat diukur atau ditafsirkan oleh peralatan elektronik atau manusia, maka sensor dan transducer sangat erat kaitannya satu sama lain.

Saat ini, salah satu sensor yang cukup banyak dikembangkan yaitu sensor magnetik. Cara kerja sensor ini yaitu dengan mengukur besaran-besaran fisika berdasarkan perubahan medan magnet akibat pergerakan suatu benda yang menjadi objek pengukuran. Kelebihan dari sensor ini yaitu tidak melakukan pengukuran secara langsung pada sifat fisik besaran yang diukur namun melalui pendeteksian perubahan pada medan magnet, selain itu sensor ini juga memiliki sensitivitas yang tinggi dengan kestabilan temperatur tinggi, konsumsi daya rendah, ukuran kecil dengan harga terjangkau, dan sifat magnetik yang dapat bervariasi dalam rentang yang sangat luas. Karena penggunaan sensor GMR yang tidak bersentuhan secara

langsung pada rangkaian yang diukur hal ini dapat mengurangi kesalahan pada saat pengukuran (Mitra Djamal, 2011).

Sensor GMR memiliki peranan penting dalam bidang teknologi dan ilmu pengetahuan. Salah satu penerapan dari sensor GMR yaitu mendeteksi *ferric chloride* (Aminudin dkk., 2017). Pada penelitian tersebut dilakukan uji respon sensor GMR terhadap jarak magnet. Uji respon ini dilakukan dengan mengubah jarak atau melakukan pergeseran setiap 0,5cm oleh sensor GMR terhadap magnet. Hasil uji respon yaitu pada rentang 0 – 0,5cm sensor GMR berada pada keadaan jenuh di 0,35 – 0,23mV; pada rentang 0,5 – 2cm sensor GMR berada pada keadaan sensitif di 0,23 – 0,08 mV; pada rentang 2 – 6cm sensor GMR berada pada keadaan cenderung konstan di 0,08 – 0mV. Dapat disimpulkan bahwa ketika jarak antara sensor dan magnet semakin jauh maka nilai tegangan keluaran yang dihasilkan akan mendekati nol.

Selain itu, aplikasi sensor GMR dalam bidang teknologi yaitu digunakan dalam mendeteksi pergeseran posisi untuk memonitor prototipe lendutan jembatan akibat beban berjalan (Aminudin dkk., 2019). Metode penelitiannya dilakukan dengan meletakkan magnet permanen pada sensor statis dan sensor GMR di bagian yang mudah bergeser pada jembatan. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa sensor GMR dapat mendeteksi pergeseran pada orde $10\mu m$ dengan sensitivitas sebesar 0,0131 Volt/mm.

Berdasarkan riset, sensor GMR dapat digunakan sebagai transducer pergeseran. Teknologi GMR menggunakan efek magnetoresistansi raksasa untuk mendeteksi perubahan medan magnet. Sensor GMR mengukur perubahan resistansi listrik dari material sebagai tanggapan dari perubahan medan magnet, dan perubahan ini dapat diindikasikan ke dalam pergeseran atau perubahan posisi.

Meninjau dari latar belakang yang telah dipaparkan, maka dibuat sebuah penelitian untuk merancang sistem *transducer* pergeseran untuk deteksi pergerakan tanah pada lereng berbasis mikrokontroler ATmega328 menggunakan sensor *giant magnetoresistance* (GMR). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah

Erni Nuraini, 2023

DESAIN TRANSDUCER PERGESERAN UNTUK DETEKSI LONGSORAN PADA LERENG MENGGUNAKAN SENSOR GIANT MAGNETORESISTANCE

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

konsep pergeseran posisi yang didapatkan dari hasil deteksi sensor GMR mampu digunakan dalam memonitoring potensi tanah longsor akibat adanya pergerakan posisi permukaan tanah pada lereng. Untuk mengetahui kemampuan sensor GMR dalam mendeteksi pergeseran posisi dilakukan uji respon tegangan keluaran sensor terhadap perubahan dari medan magnet permanen. Jenis sensor yang digunakan yaitu sensor *Giant Magnetoresistance* (GMR) dengan tipe AB001-02 hasil produksi NVE dengan jenis material yang terbuat dari bahan magnetoresistif. Apabila karakterisasi sensitivitas dari sensor GMR mendapatkan hasil yang baik dalam mendeteksi pergerakan posisi permukaan tanah, maka sensor GMR dapat dikatakan layak digunakan dalam memantau dan mendeteksi potensi pergerakan tanah longsor pada lereng.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan dari latar belakang tersebut menghasilkan masalah yang dapat menjadi dasar penelitian ini diantaranya :

- a. Bagaimana pengaruh medan magnet bumi dan medan magnet permanen terhadap kinerja dari *transducer* pergeseran untuk deteksi longsor pada lereng menggunakan sensor GMR?
- b. Bagaimana karakteristik sensitivitas sensor GMR dalam mendeteksi pergeseran posisi?
- c. Bagaimana hasil dari desain *transducer* pergeseran untuk deteksi longsor pada lereng menggunakan sensor GMR dan bagaimana pola keruntuhan lerengnya?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Untuk mengetahui pengaruh medan magnet bumi dan medan magnet permanen terhadap kinerja dari *transducer* pergeseran untuk deteksi pergerakan tanah longsor pada lereng menggunakan sensor GMR

- b. Untuk mengetahui karakteristik sensitivitas sensor GMR dalam mendeteksi pergeseran posisi
- c. Untuk mengetahui hasil dari desain *transducer* pergeseran untuk deteksi longsor menggunakan sensor GMR dan untuk mengetahui pola keruntuhan lerengnya.

1.4 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini maka dibuat beberapa batasan masalah. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Sensor *giant magnetoresistance* yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor *giant magnetoresistance* jenis gradiometer NVE AB001-02.
- b. Pada penelitian ini hanya membuat prototipe dari *transducer* pergeseran untuk deteksi longsor pada lereng menggunakan sensor *giant magnetoresistance*.
- c. Pada penelitian ini hanya membahas mengenai uji respon sensor GMR untuk deteksi longsor pada 3 kemiringan lereng yang berbeda yaitu kemiringan 30°, 45° dan 60°.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini berupa informasi mengenai desain dan rangkaian elektronik dari *transducer* pergeseran untuk deteksi longsor pada lereng menggunakan sensor *giant magnetoresistance*. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menambah kepustakaan bagi peneliti lain untuk mengembangkan dan melanjutkan penelitian.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari lima bab, dimana pada setiap bab terdapat pengelompokan sub-babnya. Sistematika penulisan dijelaskan secara rinci sebagai berikut :

Erni Nuraini, 2023

DESAIN TRANSDUCER PERGESERAN UNTUK DETEKSI LONGSORAN PADA LERENG MENGGUNAKAN SENSOR GIANT MAGNETORESISTANCE

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- a. Bab I : Pendahuluan membahas mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dari penelitian, dan manfaat dari penelitian yang dilakukan serta sistematika penulisan skripsi.
- b. Bab II : Kajian pustaka membahas mengenai teori dan literatur yang akan digunakan dalam melakukan penelitian.
- c. Bab III : Metode penelitian membahas mengenai sistem instrument yang dirancang dan digunakan dalam proses penelitian, metode yang digunakan, bagaimana proses keseluruhan sistem serta langkah-langkah yang dicapai untuk melakukan penelitian.
- d. Bab IV : Hasil dan pembahasan mencakup pembahasan dari seluruh data penelitian.
- e. Bab V : Kesimpulan berisi tentang penyimpulan hasil dan pembahasan penelitian yang telah dijabarkan pada bab sebelumnya yang menjawab tujuan dari penelitian serta memberikan saran kepada penelitian selanjutnya.