

Desain Prototype Sensor Pergeseran Tanah Dengan Menggunakan Sensor LVDT (*Linear Variable Differential Transformer*)

Wilson Jefriyanto¹⁾, Bergita Gela M. Saka²⁾,
Mitra Djamal³⁾

^{1,2)}Program Studi Pendidikan Fisika
Universitas Kristen Indonesia Toraja
Jl. Nusantara No. 12 Makale
Kabupaten Tana Toraja, Sulawesi Selatan

³⁾Program Studi Fisika
Fakultas MIPA, Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

¹⁾ wjefriyanto@ukitoraja.ac.id, ²⁾ silka@ukitoraja.ac.id ³⁾ mitra@fi.itb.ac.id

ABSTRAK

Telah dikembangkan sensor Linear Variabel Differential Transformer (LVDT) yang merupakan sensor posisi yang dapat dijadikan sebagai sensor pergeseran tanah. Perkembangan sensor LVDT banyak mengalami perkembangan dan sudah mulai diproduksi dalam bentuk prototipe, namun harga jualnya masih tergolong mahal sehingga tidak mudah untuk mendapatkannya. Pada penelitian ini sensor LVDT dibuat dengan menggunakan bahan yang terjangkau sehingga harganya lebih murah. Sensor LVDT ini telah dikalibrasi dengan membandingkan pengukuran jarak menggunakan mistar. Hasil dari penelitian ini yaitu telah berhasil membuat rancangan desain prototype sensor LVDT yang memiliki spesifikasi nilai skala terkecil (NST) 0.1 mm dengan jangkauan pengukuran sampai 140 mm.

Kata kunci: LVDT, Pergeseran tanah, Sensor

I. Pendahuluan

Kebutuhan sensor meningkat setiap tahunnya, tidak hanya pada bidang industri, tapi juga merambah pada bidang lain, seperti bidang otomotif, teknologi pengolahan, bangunan, medis, komunikasi, teknologi informasi dan bidang lainnya. Salah satu jenis sensor yang dikembangkan saat ini yaitu sensor untuk mengetahui perubahan pergeseran tanah untuk mengantisipasi terjadinya bencana

longsor yang merupakan bencana alam yang sangat sering terjadi di Indonesia [1].

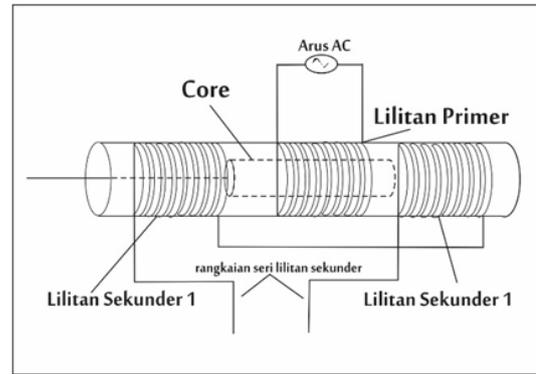
Sensor pergerakan tanah telah dikembangkan dengan beberapa alat instrumen antara lain extensometer listrik, inclinometer dan FBG strainmeter. Pada pendeteksian daya tekan antar lapisan tanah menggunakan sensor FBG strainmeter. Adapun Inclinometer untuk mendeteksi pergerakan relatif lapisan tanah. Sedangkan extensometer listrik untuk mendeteksi pergeseran permukaan tanah

[5, 8, dan 12]. Disamping itu telah dikembangkan sistem instrumentasi dan monitoring pergeseran tanah menggunakan sensor LVDT (*Linear Variabel Differential Transformer*) berbasis mikrokontroler [9].

Pada penelitian ini, telah dilakukan pembuatan desain dan prototype sensor LVDT. Sensor LVDT merupakan salah satu sensor magnetik yang biasa digunakan sebagai sensor perpindahan. Sensor ini terdiri dari kumparan sekunder dan kumparan primer yang dialiri arus listrik AC sehingga menghasilkan induksi magnetik. Di bagian dalam sensor terdapat inti besi (bahan feromagnetik) yang akan menginduksi kumparan sekunder sehingga terjadi fluks magnetik, sehingga menghasilkan tegangan keluaran yang besarnya sebanding dengan posisi dari inti besi tersebut. Kemampuan sensor dalam menentukan posisi ini, dapat dikembangkan menjadi instrumen yang dapat mengamati perpindahan atau pergeseran tanah [1]. Pengamatan pergeseran tanah ini juga dapat dianalisis dengan melihat perubahan kelembaban tanah dengan menggunakan sensor kelembaban.

II. Kajian Teori

Sensor LVDT (*Linear Variable Differential Transformer*) bekerja didasari oleh prinsip-prinsip transformator differential dimana variabelnya ditentukan oleh pasangan lilitan primer-sekunder yang ada pada sensor ini. Sensor LVDT ini pertama kali dirintis oleh Schaevitz pada tahun 1940. Sejak itulah bentuk-bentuk sensor ini banyak dikembangkan dan diaplikasikan dalam berbagai keperluan. Selain itu, LVDT juga telah dimodelkan dan dianalisis dengan teori medan elektromagnetik. Kinerja LVDT ditentukan oleh geometri transduser, variasi eksitasi, arus dan frekuensi untuk menentukan kinerja yang diusulkan [8]. Sensor LVDT ini dapat dilihat pada Gambar 1, dimana pada lilitan primer dihubungkan dengan sumber arus AC, dengan sinyal sinusoidal yang akan membuat lilitan-lilitan sekunder terbangkit dengan tegangan induksi [4]. Karena lilitan-lilitan se-



Gambar 1: Kumparan pada sensor LVDT

kunder tersebut dipasang secara seri, maka tegangan (sinyal) keluaran dari pasangan lilitan sekunder tersebut merupakan hasil selisih dari kedua tegangan sekunder tersebut [11]. Menurut Hukum Faraday, dinyatakan bahwa besar tegangan induksi yang terjadi dalam lilitan sekunder (U) adalah [1]:

$$U = -N \frac{d\phi}{dt} = -M \frac{dI}{dt} \quad (1)$$

Keterangan:

N = Jumlah lilitan

ϕ = fluks magnetik

M = induksi timbal balik antara lilitan primer dan lilitan sekunder

I = kuat arus pada lilitan primer

Maka untuk trafo differensial berlaku:

$$U = U_2 - U_1 = -M_2 \frac{dI}{dt} - \left(-M_1 \frac{dI}{dt} \right) \quad (2)$$

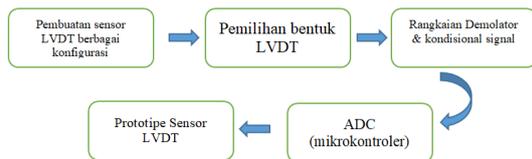
Karena M_1 dan M_2 merupakan fungsi dari x (posisi batang magnetik), maka:

$$U = (M_1 - M_2) = M(x) \quad \text{sehingga} \quad (3)$$

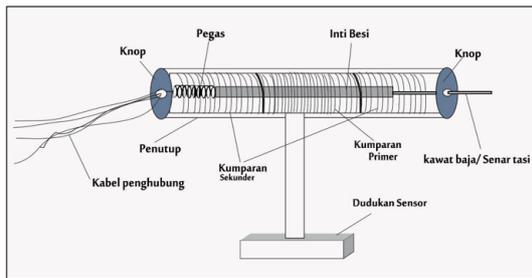
$$U = M(x) \frac{dI}{dt}$$

III. Metode Penelitian

Secara garis besar, keseluruhan tahapan dalam penelitian ini digambarkan pada skema pada Gambar 2 berikut ini. Pembuatan sen-



Gambar 2: Tahapan penelitian pengembangan sensor LVDT

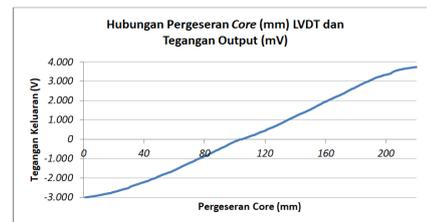


Gambar 3: Desain sensor LVDT

sensor ini dilakukan secara manual dengan menggunakan alat penggulung kawat yang memiliki counter lilitan sehingga memudahkan dalam perhitungan jumlah lilitan. Adapun bagian dalam pipa terdapat inti besi (core) dari bahan feromagnetik yaitu ferit. Inti besi ini berfungsi untuk membangkitkan induksi magnetik pada kumparan sekunder. Desain sensor LVDT ini dapat dilihat pada Gambar 5. Pada penelitian ini dilakukan variasi ukuran diameter LVDT serta kawat email yang digunakan. Sinyal keluaran rangkaian demolator dan kondisional sinyal dihubungkan dengan sistem Analog to Digital (ADC) yaitu dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R3 agar pembacaan sinyal dapat dikonversi dalam bentuk digital. Arduino Uno adalah arduino board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler [4].



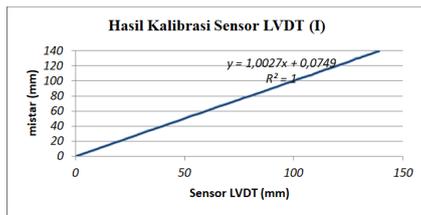
Gambar 4: Sensor LVDT



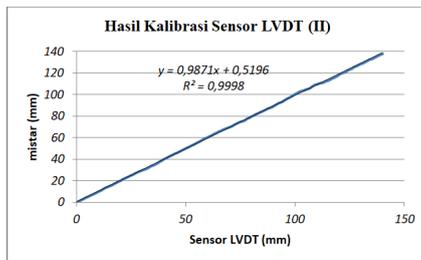
Gambar 5: Kurva Karakteristik Sensor LVDT

IV. Hasil Pengamatan

Pada penelitian ini, telah dibuat sensor LVDT yang akan dikembangkan menjadi sensor pergeseran tanah. Adapun gambar sensor yang telah berhasil dibuat dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini. Adapun karakteristik dari kelinearan sensor LVDT yang telah dibuat ini dapat dilihat pada Gambar 5. Pada kurva ini terlihat kelinearan dari sensor dan juga jangkauan pengukuran dari sensor. Data dari sensor ini dari $-3\text{ V} - 3,8\text{ V}$, tanda minus (-) ini menunjukkan posisi inti besi (core) berada di sisi kiri sensor sedangkan angka 0 sendiri merupakan posisi tengah dari core. Adapun untuk nilai tegangan yang positif menunjukkan posisi sisi sebelah kanan. Pada pengujian alat instrumentasi ini, dilakukan dengan membandingkan perpindahan core dengan alat ukur Standar Internasional yaitu mistar dengan nilai skala terkecil (NST) 1.0 mm. Adapun data pergeseran dapat dilihat



(a)



(b)

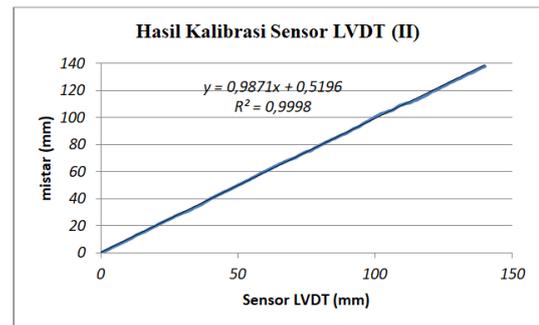
dari tampilan LCD yang terhubung dengan sensor LVDT. NST dari sensor yaitu 0,1 mm dan berdasarkan hasil pengukuran didapatkan data dari mistar dan sensor tidak jauh berbeda.

Data kalibrasi sensor LVDT dapat kita lihat pada gambar 3 yang dimana pengujian dilakukan sebanyak 3 kali dan kelinearannya sudah mendekati 1. Hal ini menunjukkan bahwa sensor yang telah dibuat memiliki sensitifitas yang baik sehingga dapat digunakan untuk pengukuran panjang dalam hal ini akan dikembangkan menjadi sensor pengukuran pergeseran tanah. Jangkauan pengukuran dari sensor LVDT ini yaitu dari 0- 140 mm atau 14 cm. Hasil kalibrasi dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini.

Data hasil pergeseran tanah dapat dilihat pada LCD yang telah terpasang pada prototype. Pada tahap penelitian selanjutnya akan dilakukan komunikasi menggunakan modul wifi, sehingga interface dapat diakses melalui PC/laptop ataupun handphone yang dapat terhubung dengan internet/wireless.

V. Kesimpulan

Telah berhasil dibuat desain



(c)

Gambar 6: Hasil kalibrasi sensor LVDT (a) data pengukuran I (b) data pengukuran II (c) data pengukuran III

REFERENSI

- [1] Boll, R., Overshott, K.J. Sensors A Comprehensive Survey. Volume 5. W.Gopel, J. Hesse, J. N. Zemel, (1991).
- [2] Federico, A., Popescu, M., Fidelibus, C., Interno, G. On the prediction of the time of occurrence of a slope failure: A review. Proc. 9th Int. Symp. Landslides, vol. 2, (979–983) (2004)
- [3] H. Y. Pamungkas, E. Puspita and T., Alat Monitoring Kelembaban Tanah dalam Pot Berbasis Mikrokontroler ATmega 168 dengan Tampilan Output pada Situs Jejaring Sosial Twitter untuk Pembudidaya dan Penjual Tanaman Hias Anthurium, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, (2016)
- [4] Jefriyanto, W., dkk. Rancang Bangun Neraca Digital Untuk Mengetahui Massa Material Penyusun Alloy. Prosiding Seminar Kontribusi Fisika, Bandung (2016).
- [5] Kanchi, R. R. and Gosala, N. Design and Development of an Embedded System for Testing the Potentiometer Linearity. Sensors & Transducers Journal, (2010)
- [6] Kapoor, S., Pahuja, H., Singh, B., Real Time Monitoring & Alert System for

- Landslide.2nd International Conference on Contemporary Computing and Informatics (IC3I) (584 -589) (2016)
- [7] Karnawati, D . Development of Socio-Technical Approach for Landslide Mitigation and Risk Reduction Program in Indonesia. World Academy of Science: Engineering and Technology (34-53) (2012)
- [8] Othman, A. M. Design of Economical Equipment for Water and Fuel Level Detection in Jordan. American Journal of Applied Sciences, America (2008)
- [9] Priyanto, J., Subagiyo, H., Madona, P., (2015). Sistem Instrumentasi dan Monitoring Pergeseran Tanah Menggunakan Sensor LVDT Berbasis Mikrokontroler. Proceeding of 3rd Applied Business and Engineering Conference (ABEC), Batam, (2015)
- [10] Scaionil M., Lu, P., Chen W., Wu H.B., Qiao G., Feng T., Wang, W.,, Li, R.(: Wireless Sensor Network based Monitoring on a Landslide Simulation Platform. Jurnal IEEE 978-1-61284-683-5/12. (2012)
- [11] Tae, Y. The Analysis on The Performance Characteristics for Design of a Linear Variable Differential Transformer(LVDT), (2015)
- [12] Vudhivanich, V. and Sriwongsa,W. Development of a Canal Automation Model: A Laboratory Experiment. Kasetsart J. (2011)