



Monitoring Pergeseran Tanah Tapak Tower Transmisi PT (PLN) Persero Dengan Menggunakan SMS Sebagai Notifikasi Peringatan

Wahyuni Khabzli¹, Yanda Pranapis², Muhammad Diono³

¹Politeknik Caltex Riau, Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi, email: ayu@pcr.ac.id

²Politeknik Caltex Riau, Teknik Elektronika, email: yandapranapis10@gmail.com

³Politeknik Caltex Riau, Teknik Elektronika, email: diono@pcr.ac.id

Abstrak

Tanah longsor merupakan salah satu penyebab robohnya tower transmisi PT PLN (Persero) yang mengakibatkan listrik padam, oleh karena itu monitoring pergeseran tanah tapak tower transmisi sangat diperlukan agar listrik padam akibat tower roboh lebih cepat dapat diantisipasi. Pada penelitian ini Penulis membuat suatu penelitian untuk memonitor pergeseran tower dengan menggunakan sensor Ultrasonik dan sensor LVDT (Linier Variable Differential Transducer), sensor Ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi pergeseran dari tower dan sensor LVDT berfungsi untuk mendeteksi pergeseran dari tanah tapak tower sisi kiri dan kanan. Pada penelitian ini memiliki tiga sensor utama yaitu 2 sensor LVDT dan satu sensor Ultrasonik tiap – tiap sensor diletakkan pada posisi yang aman dari gangguan dan memiliki sedikit kemungkinan terkena dampak longsor, sensor Ultrasonik membaca pergeseran tower terhadap sensor dipasang pada sisi tengah dan sensor LVDT membaca pergeseran tanah tapak tower pada sisi kiri dan kanan tower. Sensor mengirim sinyal lalu dikonversi oleh mikrokontroler ATmega8535 menjadi satuan millimeter untuk sensor LVDT dan centi meter untuk sensor Ultrasonik. Untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada tower dan tanah tapak tower. Setiap perubahan jarak atau terjadinya pergeseran mikrokontroler mengirim data kejadian berupa nomor tower dan jarak pergeseran tower dari masing - masing pembacaan sensor dengan menggunakan komunikasi SMS (Short Message Service). Sensor LVDT yang dipasang memiliki persentase tingkat keakuratan pembacaan sebesar 98,05% untuk LVDT 1 dan 98,98% untuk LVDT 2 pada satuan mili meter sedangkan sensor ultrasonik memiliki persentase tingkat keakuratan pembacaan sebesar 99,44% pada satuan centi meter. Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi PT PLN sebagai langkah awal dalam perancangan system yang lebih sempurna untuk dapat diimplementasikan.

Kata kunci: Tower Transmisi, PLN, longsor

Abstract

Landslides are one of the causes of the collapse of the transmission tower of PT PLN (Persero) which caused power outages, therefore monitoring the shifting of the transmission tower tread is very necessary so that power outages due to the collapsed tower can be anticipated faster. In this study the authors made a study to monitor tower shifts by using Ultrasonic sensors and LVDT sensors (Linear Variable Differential Transducer), Ultrasonic sensors function to detect shifts from towers and LVDT sensors function to detect shifts from the left and right tread tower ground. In this research, there are three main sensors, namely 2 LVDT sensors and one Ultrasonic sensor - each sensor is placed in a safe position from interference and has the least possibility of being affected by landslides, Ultrasonic sensors read the tower shift towards the sensor mounted on the center side and LVDT sensors read the shift ground tread tower on the left and right side of the tower. The sensor sends the signal then is

converted by the ATmega 8535 microcontroller into a millimeter unit for LVDT sensors and centimeter meter for Ultrasonic sensors. To find out the changes that occur in the tower and tower ground. Every change in distance or the occurrence of a microcontroller shift sends event data in the form of tower numbers and tower shift distances from each sensor reading using SMS (Short Message Service) communication. The installed LVDT sensor has a reading accuracy rate of 98,05% for LVDT 1 and 98,98% for LVDT 2 in millimeters and an Ultrasonic sensor has a reading accuracy rate of 99,44% in centimeters. The results of this study are expected to be useful for PT PLN as a first step in designing a more perfect system to be implemented.

Keywords: *Transmission Tower, PLN, Landslides*

1. Pendahuluan

Tanah longsor merupakan bencana alam yang diakibatkan oleh pergeseran tanah yang sering terjadi di Indonesia. Pada tanggal 20 Januari 2018 terjadi longsor di Pacitan yang menyebabkan dua buah tower PT PLN (Persero) roboh, sehingga aliran listrik di wilayah Pacitan padam dan Pada tanggal 10 Maret 2019 longsor di wilayah kerinci yang mengakibatkan satu buah tower PT PLN (Persero) roboh, sehingga listrik di wilayah Kabupaten Kerinci dan kota sungai penuh padam. Permasalahn ini yang mendasari munculnya ide pembuatan system monitoring pergeseran tanah tapak tower PT. PLN.

Penelitian terkait yang digunakan sebagai rujukan pada penelitian ini antara lain penelitian [1]. Pada penelitian ini dilakukan perancangan system monitoring peringatan longsor dan deteksi pergeseran tanah menggunakan metode telemetri. Hasil yang diperoleh adalah alarm peringatan yang terpasang di daerah rawan tersebut akan berbunyi jika sensor LVDT membaca pergeseran tanah >30 mm, rheostat >51 mm, sensor accelerometer membaca data lebih dari 45 derajat, dan sensor rain gauge tipping bucket membaca data lebih dari 70 mm/jam. Penulis menyerankan sistem telemetri peringatan potensi longsor dapat mengirimkan data secara rutin dengan baik sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan sehingga dapat menyampaikan laporan kepada warga sekitar daerah rawan sesuai tingkat risiko potensi bencana longsor.

Penelitian berikutnya [2] dan [3], penulis melakukan pengembangan sensor LVDT dengan berbagai konfigurasi dan desain prototype sensor pergeseran tanah menggunakan Linear Variable Differential Transformer. Hasil dari penelitian ini yaitu telah berhasil membuat rancangan desain prototype sensor LVDT yang memiliki spesifikasi nilai skalaterkecil (NST) 0.1 mm dengan jangkauan pengukuran sampai 140 mm.

Pada penelitian [4] berhasil dilakuan simulasi penentuan status resiko tingkatan bencana potensi terjadinya longsor dan memunculkan notifikasi di LCD, sirine dan buzzer. Monitoring system dapat diakses melalui web. Kekurangan hasil penelitian ini adalah jangkauan suara sirine dan buzzer tidak terlalu jauh.

Penelitian selanjutnya adalah [5]. Pada penelitian ini dirancang suatu alat telemetri pergeseran tanah menggunakan sensor LVDT secara ddigital dan dilengkapi potensiometer yang terpasang di setiap lintasan. Sensor LVDT yang digunakan mendeteksi pergeseran rata-rata lebih kurang 0.2 mm. Persentase keberhasilan sebesar 80%.

Pada penelitian [6], dibuat sebuah system realtime monitoring dan peringatan dini longsor. Parameter yang dimonitoring adalah curah hujan, kelembaban tanah, kemiringan dan pergeseran tanah. Sistem pengolahan data menggunakan Raspberry Pi dimana notifikasi hasil berupa buzzer dan sirine.

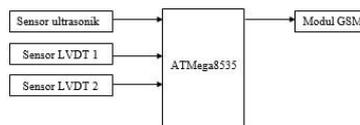
Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu tersebut, penulis membuat sebuah alat untuk memonitor pergeseran tanah tapak tower transmisi PT PLN (Persero). Alat ini dipasang di lokasi tower untuk mendeteksi terjadinya pergeseran tanah sehingga apabila terjadi pergeseran maka alat akan mengirim SMS (Short Message Service) yang berisikan data kejadian ke petugas PT PLN (Persero). Sehingga petugas PT PLN (Persero) akan melakukan peninjauan ke lokasi untuk menentukan langkah perbaikan tower atau evakuasi daya sementara dengan membangun tower emergency. Komunikasi SMS (Short

Message Service) digunakan karena hanya komunikasi ini yang tersedia. Hal ini dikarenakan kebanyakan tower transmisi yang berpotensi longsor berada di lokasi yang jauh dari pemukiman dan sulit untuk di akses. Diharapkan penelitian ini dapat bermanfaat dan efisien dalam penggunaannya untuk mengamankan sistem ketenagalistrikan PT PLN (Persero) dan membantu petugas PT PLN (Persero) dalam mengawasi tower yang berada di lokasi rawan longsor.

2. Perancangan

2.1 Blok Diagram Sistem

Dalam perancangan suatu sistem dibutuhkan suatu blok diagram yang dapat menjelaskan kerja sistem secara keseluruhan supaya sistem yang dibuat dapat berfungsi sesuai dengan yang diinginkan. Secara umum blok diagram cara kerja sistem yang akan direalisasikan dapat dilihat pada Gambar

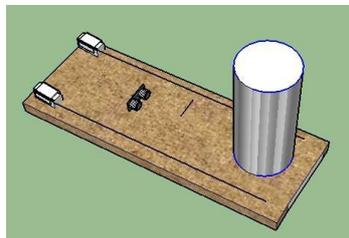


Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Sensor ultrasonik dan sensor LVDT merupakan input dari sistem ini yang berfungsi untuk membaca pergeseran atau perubahan yang terjadi pada tanah tapak tower transmisi PLN, ATMega8535 berfungsi untuk mengelola dan mengkonversi data yang diberikan oleh inputan sensor menjadi data yang bisa dipahami dan dimengerti oleh pengguna sedangkan modul GSM berfungsi sebagai output yang akan mengirim data yang sudah diolah dan dikonversi oleh ATMega8535 ke pengguna.

2.2 Perancangan Hardware

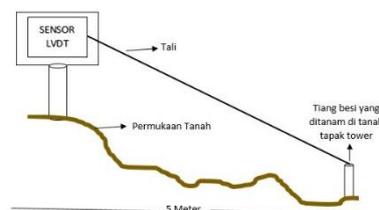
Sensor ultrasonik dipasang tidak sejajar dengan sensor LVDT, hal ini dilakukan guna mengantisipasi gangguan yang bersamaan terhadap kedua sensor.



Gambar 1. Rancangan Penempatan Posisi Sensor

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa posisi sensor ultrasonik dan sensor LVDT dipasang tidak sejajar, dimana sensor LVDT dipasang lebih jauh dari objek tower dibanding dengan sensor ultrasonik, hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya gangguan di daerah yang sama.

Pada Gambar 2 menggambarkan pemasangan sensor LVDT terhadap tanah tapak tower yang dimonitor, sensor LVDT berada di posisi yang lebih tinggi dengan jarak 5 meter dari tiang besi yang ditanam di tanah tapak tower. Apabila terjadi longsor di tanah tapak tower, maka tiang besi akan terseret dan menarik tali yang terhubung dengan sensor LVDT. Tarikan tersebut akan terbaca oleh sensor LVDT dan mengirim sinyal ke mikrokontroler dan dikonversi menjadi satuan meter untuk dikirim ke petugas PLN.



Gambar 2. Rancangan Pemasangan Sensor LVDT

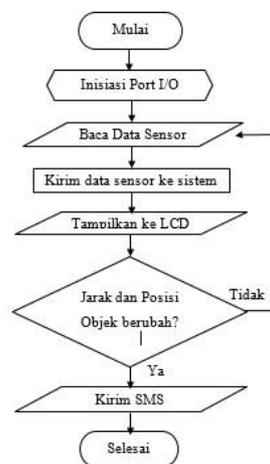
2.3 Perancangan Software

2.3.1 Flowchart Sistem

Pada alat ini menggunakan mikrokontroller AT Mega 8535 sebagai pusat pengendalian sistem agar berjalan dengan baik, program yang disusun dalam sistem ini adalah inisialisasi port input dan output, program kalibrasi data sensor, program menampilkan data di LCD dan program utama adalah pembacaan data sensor ultrasonik dan sensor lvdt terhadap pergeseran tanah tapak tower.

Sistem ini akan bekerja apabila tanah tapak tower mengalami longsor atau pondasi tower bergeser atau jarak awal sensor dengan tower berubah, maka alat akan mengirim SMS notifikasi kepada pengguna untuk dilakukan pengecekan dilapangan.

Pada Gambar 3 dilihat alur sistem penelitian ini, dimana data proses pembacaan hasil pengukuran objek tanah tapak tower yang dilakukan oleh sensor menjadi bagian utama untuk mengetahui apakah proyek ini berjalan dengan baik atau tidak, lalu modul GSM akan mengirim data yang sudah dikelola dari pembacaan sensor oleh mikrokontroller.



Gambar 3. Flowchart Sistem

2.3.2 Flow Chart Ambil Data Sensor

Program utama pada sistem ini adalah pembacaan hasil pengukuran oleh sensor ultrasonik dan lvdt, berikut adalah flowchart pembacaan data sensor:



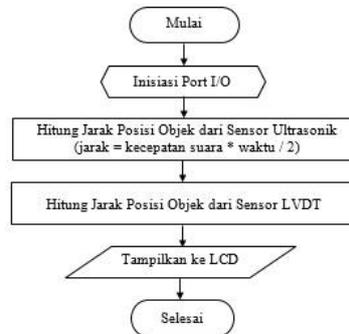
Gambar 4. Flowchart Pengiriman Data ke LCD

Pada

Gambar 4 adalah proses pembacaan data hasil pengukuran jarak objek dengan sensor, data yang diambil akan ditampilkan ke LCD.

2.3.3 Flow Chart Pengiriman Data

Sistem ini bertujuan untuk memonitoring pergeseran tanah tapak tower apabila terjadi perubahan atau pergeseran dari jarak objek dengan sensor, apabila terjadi perubahan maka sistem akan mengirim SMS kepada pengguna. Berikut adalah gambar flowchart pengiriman data.



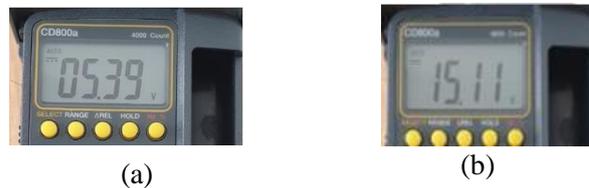
Gambar 5. Data ke Modul GSM

Pada Gambar 5 adalah proses pengiriman data jarak sensor dengan menggunakan SMS (Short Message Service), data yang dikirim berupa jarak sensor dari tower.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian catu daya

Pengujian rangkaian catu daya ini bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian catu daya menghasilkan *output* tegangan sesuai dengan kebutuhan. Rangkaian catu daya ini menggunakan IC *regulator* untuk output tegangan 5V untuk *supply* mikrokontroler dan sensor ultrasonik serta 15V untuk *supply* sensor LVDT, Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan *multimeter*.



Gambar 6. Pengujian Catu Daya 5V dan 15V

Pada Gambar 7 pengujian catu daya yang pertama dilakukan pada rangkaian catu daya untuk mikrokontroler dan sensor ultrasonik, maka didapat tegangan output sebesar 5,39V. Pengujian kedua dilakukan pada rangkaian catu daya untuk sensor LVDT, didapat tegangan output sebesar 15,11V. Dari data di atas menunjukkan bahwa rangkaian catu daya ini bekerja dengan baik.

3.2 Pengujian kinerja sensor ultrasonik

Sensor ultrasonik merupakan sebuah sensor yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik, begitupun sebaliknya. Sensor ultrasonik ini bekerja berdasarkan pantulan gelombang yang dipancarkan oleh sensor menuju suatu benda dan dipantulkan kembali ke sensor. Pada proses pengujian ini sensor ultrasonic terpasang sejajar dengan tower, lalu hasil pembacaan dikalibrasi dengan cara membandingkan hasil pembacaan sensor dengan hasil pengukuran penggaris.



Gambar 7. Kalibrasi Posisi Sensor Ultrasonik

Pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa sensor ultrasonik dikalibrasi untuk menentukan posisi yang sesuai agar mendapatkan hasil pembacaan yang akurat, untuk posisi jarak aman dari sensor terhadap tower yaitu sebesar 59 centimeter namun hasil pembacaan sensor ultrasonik sebesar 59,39 centimeter terdapat error sebesar 0,6 %. Sensor ultrasonik akan mendeteksi tower dalam posisi bahaya apabila terjadi pergeseran ≥ 1 centimeter.



(a)



(b)

Gambar 8. (a) Pengujian Sensor Ultrasonik
Pembacaan sensor (b) Pengukuran Penggaris

Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa tower bergeser sebesar 3 cm sehingga jarak antara sensor dengan tower sebesar (Jarak = $59 + 3 = 62$ centimeter), dengan hasil pembacaan sensor ultrasonik sebesar 61,65 centimeter, terdapat error sebesar 0,56 %.

3.3 Pengujian kinerja sensor LVDT

Sensor LVDT (linier variable differential transformer) merupakan sensor perpindahan yang memanfaatkan pergerakan inti magnet yang bergerak garis lurus dari struktur komponen didalamnya. Pengujian sensor LVDT ini dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi dan presisi dari tiap tiap sensor yang terpasang. Pada proses pengujian sensor LVDT ini dilakukan dengan cara menghubungkan inti besi (*core*) dengan seutas benang. Lalu benang tersebut ditarik secara manual dari posisi awal hingga posisi maksimal dari kemampuan sensor yaitu 0 mm sampai dengan 50 mm.

Berikut adalah hasil pengujian dari sensor LVDT:

Tabel 1. Data hasil pengujian sensor LVDT

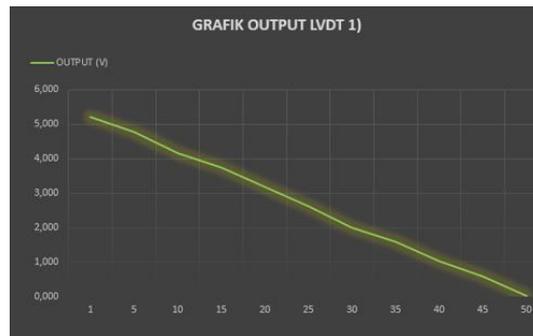
No	Jarak (cm)	LVDT 1 (cm)	Output (V)	% Error (%)	LVDT 2 (cm)	Output (V)	% Error (%)
1	0,10 cm	0,11cm	5,210 V	10,00 %	0,11 cm	5,250 V	10,00 %
2	0,20 cm	0,22 cm	5,040 V	10,00 %	0,19 cm	5,140 V	5,00 %
3	0,30 cm	0,31 cm	4,940 V	3,33 %	0,31 cm	4,980 V	3,33 %
4	0,40 cm	0,43 cm	4,880 V	7,50 %	0,41 cm	4,910 V	2,50 %
5	0,50 cm	0,51 cm	4,790 V	2,00 %	0,48 cm	4,820 V	4,00 %
6	0,60 cm	0,63 cm	4,650 V	5,00 %	0,61 cm	4,740 V	1,67 %
7	0,70 cm	0,74 cm	4,570 V	5,71 %	0,70 cm	4,600 V	0,00 %
8	0,80 cm	0,80 cm	4,500 V	0,00 %	0,78 cm	4,530 V	2,50 %
9	0,90 cm	0,92 cm	4,390 V	2,22 %	0,91 cm	4,410 V	1,11 %
10	1,00 cm	1,10 cm	4,160 V	10,00 %	1,03 cm	4,230 V	3,00 %
11	1,10 cm	1,13 cm	4,110 V	2,73 %	1,09 cm	4,180 V	0,91 %
12	1,20 cm	1,23 cm	4,030 V	2,50 %	1,19 cm	4,100 V	0,83 %

13	1,30 cm	1,31 cm	3,900 V	0,77 %	1,31 cm	3,970 V	0,77 %
14	1,40 cm	1,44 cm	3,790 V	2,86 %	1,40 cm	3,870 V	0,00 %
15	1,50 cm	1,50 cm	3,740 V	0,00 %	1,51 cm	3,750 V	0,67 %
16	1,60 cm	1,62 cm	3,600 V	1,25 %	1,58 cm	3,680 V	1,25 %
17	1,70 cm	1,75 cm	3,470 V	2,94 %	1,72 cm	3,490 V	1,18 %
18	1,80 cm	1,84 cm	3,380 V	2,22 %	1,81 cm	3,390 V	0,56 %
19	1,90 cm	1,91 cm	3,320 V	0,53 %	1,93 cm	3,320 V	1,58 %
20	2,00 cm	2,01 cm	3,190 V	0,50 %	2,01 cm	3,210 V	0,50 %
21	2,10 cm	2,09 cm	3,110 V	0,48 %	2,09 cm	3,130 V	0,48 %
22	2,20 cm	2,21 cm	2,970 V	0,45 %	2,22 cm	3,020 V	0,91 %
23	2,30 cm	2,33 cm	2,840 V	1,30 %	2,31 cm	2,930 V	0,43 %
24	2,40 cm	2,42 cm	2,750 V	0,83 %	2,38 cm	2,840 V	0,83 %
25	2,50 cm	2,54 cm	2,620 V	1,60 %	2,48 cm	2,720 V	0,80 %
26	2,60 cm	2,62 cm	2,530 V	0,77 %	2,62 cm	2,540 V	0,77 %
27	2,70 cm	2,74 cm	2,400 V	1,48 %	2,69 cm	2,460 V	0,37 %
28	2,80 cm	2,83 cm	2,330 V	1,07 %	2,80 cm	2,390 V	0,00 %
29	2,90 cm	2,94 cm	2,190 V	1,38 %	2,93 cm	2,170 V	1,03 %
30	3,00 cm	3,10 cm	2,010 V	3,33 %	3,01 cm	2,140 V	0,33 %
31	3,10 cm	3,18 cm	1,960 V	2,58 %	3,11 cm	2,020 V	0,32 %
32	3,20 cm	3,25 cm	1,880 V	1,56 %	3,20 cm	1,930 V	0,00 %
33	3,30 cm	3,32 cm	1,800 V	0,61 %	3,29 cm	1,870 V	0,30 %
34	3,40 cm	3,40 cm	1,720 V	0,00 %	3,38 cm	1,770 V	0,59 %
35	3,50 cm	3,53 cm	1,590 V	0,86 %	3,51 cm	1,620 V	0,29 %
36	3,60 cm	3,63 cm	1,490 V	0,83 %	3,60 cm	1,550 V	0,00 %
37	3,70 cm	3,71 cm	1,360 V	0,27 %	3,70 cm	1,428 V	0,00 %
38	3,80 cm	3,83 cm	1,260 V	0,79 %	3,79 cm	1,330 V	0,26 %
39	3,90 cm	3,97 cm	1,120 V	1,79 %	3,91 cm	1,220 V	0,26 %
40	4,00 cm	4,06 cm	1,030 V	1,50 %	3,98 cm	1,160 V	0,50 %
41	4,10 cm	4,11 cm	0,957 V	0,24 %	4,10 cm	0,979 V	0,00 %
42	4,20 cm	4,18 cm	0,886 V	0,48 %	4,20 cm	0,894 V	0,00 %
43	4,30 cm	4,30 cm	0,792 V	0,00 %	4,30 cm	0,818 V	0,00 %
44	4,40 cm	4,41 cm	0,670 V	0,23 %	4,38 cm	0,708 V	0,45 %
45	4,50 cm	4,50 cm	0,577 V	0,00 %	4,49 cm	0,591 V	0,22 %
46	4,60 cm	4,58 cm	0,481 V	0,43 %	4,60 cm	0,517 V	0,00 %
47	4,70 cm	4,69 cm	0,408 V	0,21 %	4,69 cm	0,418 V	0,21 %
48	4,80 cm	4,81 cm	0,240 V	0,21 %	4,80 cm	0,238 V	0,00 %
49	4,90 cm	4,89 cm	0,151 V	0,20 %	4,89 cm	0,137 V	0,20 %
50	5,00 cm	5,00 cm	0,010 V	0,00 %	5,00 cm	0,015 V	0,00 %

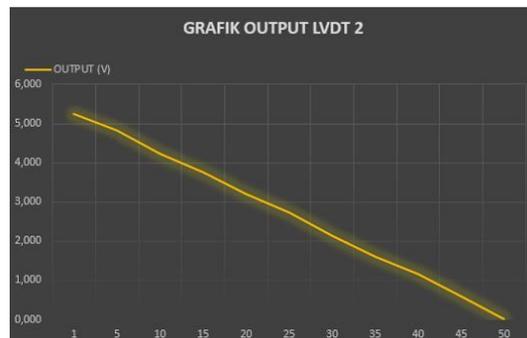
Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa pergeseran inti besi dari posisi 0 cm menuju 5 cm menunjukkan perubahan output tegangan dari 5V menuju 0V. Pada pengujian sensor LVDT 1 dilakukan dengan menggeser inti besi dari sensor LVDT kemudian mengukur output tegangan yang dikeluarkan oleh sensor LVDT sehingga dari output tegangan tersebut dikonversi kedalam centi meter dan dibandingkan dengan pengukuran secara manual menggunakan penggaris.

Pada Tabel 1 juga dapat dilihat bahwa persentase error dari pembacaan sensor ini sangat kecil yaitu rentang 0% sampai dengan 10% sehingga akurasi dari sensor ini sebesar $\geq 90\%$. Pada sensor LVDT 1 menunjukkan error yang cukup besar pada pergeseran 0,1 cm sampai dengan 0,7 cm, namun semakin besar rentang pergeseran yang diuji maka semakin kecil error yang dihasilkan. Untuk pengujian sensor LVDT 2 menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik, dapat dilihat bahwa error yang cukup besar hanya terjadi pada pembacaan dengan pergeseran 0,1 cm dan 0,2 cm yaitu sebesar 10% dan 5%.

Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa sensor LVDT pada pengujian kali ini menunjukkan bahwa tingkat akurasi yang dihasilkan sangat bagus yaitu sebesar $\geq 90\%$, dan semakin besar rentang pergeseran yang diuji maka semakin kecil error yang dihasilkan.



Gambar 9. Output sensor LVDT 1 berbanding dengan Pergeseran

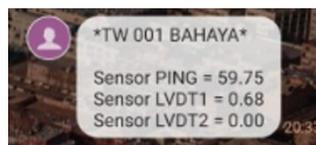


Gambar 10. Output sensor LVDT 2 berbanding dengan Pergeseran

Pada grafik output sensor LVDT 1 dan 2 pada Gambar 9 dan Gambar 10 menunjukkan bahwa perubahan output yang dihasilkan linear terhadap pergeseran inti besi.

3.4 Pengujian modul GSM

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah modul GSM bekerja dengan baik dan dapat mengirim SMS kepada pengguna yang berisikan data hasil pembacaan tiap – tiap sensor, pengujian pengiriman SMS menggunakan modul GSM dilakukan dengan cara menggeser posisi sensor untuk masing – masing pengujian, sehingga menyebabkan hasil pembacaan sensor terdapat pergeseran, maka sistem akan mengirim SMS kepada pengguna.



Gambar 11. Hasil pembacaan sensor yang dikirim melalui SMS

Pada Gambar 11 dapat dilihat bahwa kondisi tanah pada tower nomor TW 001 terjadi pergeseran disisi sensor LVDT 1 sebesar 0,68 centi meter, tanah pada sisi sensor LVDT 2 tidak terjadi pergeseran dan jarak dari sensor ping dengan tower sepanjang 59,75 centi meter.

3.5 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan dengan cara melakukan kombinasi pergeseran pada tiap – tiap sensor, dan melihat respon dari sensor hingga pengiriman sms oleh modul GSM. Adapun kombinasi yang dilakukan yaitu :

1. Kombinasi pergeseran pada semua sensor.
2. Kombinasi pergeseran sensor LVDT 1 sementara LVDT 2 dan Ultrasonik tidak bergeser.
3. Kombinasi pergeseran sensor LVDT 2 sementara LVDT 1 dan Ultrasonik tidak bergeser.
4. Kombinasi pergeseran sensor Ultrasonik sementara LVDT 1 dan 2 tidak bergeser

Dari pengujian keseluruhan system untuk kombinasi 1, 2, 3 dan kombinasi 4 menunjukkan bahwa kinerja yang cukup bagus terhadap alat ini, tiap-tiap sensor bekerja dengan baik dalam membaca pergeseran dan modul GSM

dapat mengirim SMS kepada pengguna. Sehingga keseluruhan pengujian yang sudah dilakukan, dapat dikatakan bahwa sistem berjalan dengan baik dan bekerja sesuai dengan apa yang sudah direncanakan, dengan tingkat akurasi $\geq 90\%$ dan error $\leq 10\%$ pada sensor LVDT pada satuan pengukuran mili meter sedangkan tingkat akurasi $\geq 99\%$ dan error $\leq 1\%$ pada pengujian pengukuran dijarak 62 centi meter dengan satuan pengukuran dalam centi meter.

4. Kesimpulan

Alat ini mendeteksi pergeseran 3 (tiga) sisi dari tower yaitu sisi kiri, kanan dan tengah.

1. Dari hasil pengujian sensor LVDT 1 dan 2 menunjukkan pembacaan yang akurat dengan persentase keakuratan $> 90\%$ pada satuan pembacaan milimeter.
2. Dari hasil pengujian sensor ultrasonik menunjukkan kinerja sensor yang cukup baik dengan persentase keakuratan $\geq 99\%$ pada satuan pembacaan dalam centi meter.
3. Dari hasil pengujian keseluruhan dapat dilihat bahwa hasil pembacaan sensor LVDT lebih baik dari pada hasil pembacaan sensor ultrasonik dengan ketelitian sensor LVDT dalam satuan mili meter sedangkan ketelitian sensor Ultrasonik dalam satuan centi meter.
4. Dari hasil pengujian keseluruhan untuk tiap – tiap kombinasi pergeseran kondisi bahaya, modul GSM berhasil mengirimkan SMS kepada pengguna dengan baik.
5. Secara keseluruhan alat ini bekerja dengan baik dan sesuai dengan perencanaan.
6. Pengembangan yang perlu dilakukan adalah alat ini sebaiknya terhubung dengan sistem kelistrikan PLN, agar proteksi yang dilakukan oleh PLN tidak hanya fokus pada jaringannya saja, melainkan juga kepada penopang jaringan tersebut.

5. Daftar Pustaka

- [1] T. A. A. L. H. A. D. W. A. W. Sunardi Sunardi, "Perancangan Sistem Peringatan Longsor dan Deteksi Pergeseran Tanah Menggunakan Metode Telemetry," Pusjaka, Jakarta, 2020.
- [2] B. G. M. S. M. D. Wilson Jefriyanto, "Desain Prototype Sensor Pergeseran Tanah dengan Menggunakan Sensor LVDT (Linear Variable Differential Transformer)," UKI Toraja , Tana Toraja, 2019.
- [3] E. S. M. D. Wilson Jefriyanto, "Pengembangan Sensor LVDT (Linear Variable," Seminar Kontribusi Fisika, Bandung, 2017.
- [4] L. H. H. A. N. A. T. S. H. M. Suharni, "Pengembangan sistem real time monitoring dan peringatan dini longsor berbasis risiko," Seminar Nasional Fisika (SiNaFi) 5.0, Bandung, 2019.
- [5] J. Priyanto, "Sistem Instrumentasi dan Monitoring Pergeseran Tanah MengguLVDT Berbasis Mikrokontroler," ABEC, Pekanbaru, 2015.
- [6] d. Suharni, "Pengembangan sistem real time monitoring dan peringatan dini longsor berbasis risiko," Prosiding Seminar Nasional Fisika 5.0, Bandung, 2019.