

SISTEM PERANCANGAN ALAT PENDETEKSI TANAH LONGSOR

MENGGUNAKAN ARDUINO MEGA BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

M. Aditya Bintang Septian Nugraha¹

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang
Gedung B Lantai 3, Kampus 1 Jl. Sidodadi Timur 24, Semarang

E-mail : aditbintang24@gmail.com¹

Abstrak

Kereta api adalah moda transportasi yang dapat mengangkut orang maupun barang dalam jumlah yang cukup banyak. Jalur kereta api merupakan salah satu infrastruktur penting yang berperan dalam mobilitas pergerakan dari satu tempat ke tempat lainnya. Namun, jalur kereta api sering melewati daerah-daerah rawan yang terjadinya pergerakan tanah yang dapat menyebabkan longsor sehingga menjadi salah satu ancaman serius bagi kelancaran dan keselamatan operasional kereta api khususnya yang terdapat di Daerah Operasi V Purwokerto. Dalam mengantisipasi dampak dari pergerakan tanah yang dapat membuat longsor dijalur kereta api, maka dibuatlah rancangan sistem peringatan dini berbasis mikrokontrolleur arduino mega yang bersumber dari panel surya yang disimpan melalui baterai untuk catu daya, sehingga dapat aktif secara mandiri meskipun tanpa disuplai dari PLN. Dalam hal ini terdapat tiga sensor utama yang digunakan yaitu sensor Ombrometer untuk mendeteksi curah hujan, sensor sonoff soil moisture untuk mendeteksi kelembaban tanah, dan sensor Bno055 untuk mendeteksi kemiringan tanah. Alat ini menggunakan sistem *internet of things* yang dapat memantau keadaan yang terjadi dengan jarak jauh. Penelitian bertujuan untuk mendeteksi potensi longsor dengan memanfaatkan data curah hujan, kelembapan tanah, dan kemiringan. Dengan implementasi sistem ini, diharapkan dapat mengurangi risiko kecelakaan akibat longsor pada jalur kereta api dan meningkatkan respons terhadap situasi darurat.

Kata Kunci: Longsor, Arduino Mega, Sensor Bno055, *internet of things*

I. PENDAHULUAN

D. Latar Belakang

Berdasarkan data yang diperoleh di Daerah Operasi 5 Purwokerto terdapat beberapa titik rawan longsor disekitar jalur rel kereta api. Diantaranya di lintas Cirebon – Kroya Km 339+600/340+400 petak stasiun Karangsari – Karanggandul dan petak stasiun Prupuk – Linggapura Km 299+800. Wilayah-wilayah tersebut terdapat lereng tanah dan juga curah hujan tinggi yang dapat mengakibatkan longsor yang dapat menimbulkan jalur rel kereta api. Salah satunya terdapat kejadian pada tanggal 04 Desember 2024 lintas Karangsari - Karanggandul di titik 339+8/340+2 pada jam 00.58 yang mendapat laporan dari KA Argo Lawu bahwa jalur hilir menutupi petak jalan rel. Sehingga setelah melakukan koordinasi dengan pihak terkait dengan PPKA Stasiun Karangsari – Karanggandul pada pukul 01.44 jalur hilir dipasang semboyan 3. Kemudian terjadi longsoran susulan yang mengakibatkan jalur hulu dan hilir tertimbun tanah longsor dan kemudian dipasang semboyan 3 untuk kedua

jalur tersebut. Pada kejadian tersebut sebagian besar perjalanan kereta api seperti angkutan penumpang serta gerbong pengangkut barang logistik mengalami keterlambatan.

Penanganan bencana tanah longsor yang ada pada jalan rel kereta menjadi menjadi salah satu ancaman serius bagi kelancaran dan keselamatan operasional kereta api dan menjadi suatu aspek penting dalam memastikan keamanan dan kelancaran perjalanan kereta api. Melibatkan tindakan seperti pemasangan trucuk, normalisasi saluran, dan perbaikan bronjong serta pancangan rel untuk mencegah tanah longsor. Pembuatan Sistem perancangan alat pendekksi tanah longsor harus dipasang untuk memberikan sinyal kepada petugas kereta tentang resiko yang mungkin terjadi. Dengan pemasangan sistem peringatan dini, petugas kereta api dapat merespon terhadap situasi darurat dan mengambil tindakan yang diperlukan untuk mencegah terjadi kecelakaan atau gangguan pada jalan rel [1].

Sistem pendekksi tanah longsor ini diharapkan dapat mengurangi resiko kecelakaan kereta api seperti tanah longsor maupun pergeseran tanah dengan memberikan peringatan sedini mungkin kepada petugas agar bisa menghindari atau meminimalkan akibat yang ditimbulkan [2]. Dengan memberikan peringatan sedini mungkin, sistem ini tidak hanya membantu mengurangi risiko kecelakaan, tetapi juga memungkinkan pengguna untuk menghindari atau meminimalisir dampak yang mungkin terjadi. Selain itu, kemampuan sistem peringatan dini untuk menerima informasi secara realtime mengenai kondisi di lapangan, agar petugas dapat segera memperingati kecepatan kereta api yang akan melintas dan jadwal perjalanan dengan lebih efektif. Hal ini juga dapat membantu dalam penghematan waktu dan optimalisasi sumber daya manusia yang terlibat dalam dampak bencana yang akan terjadi.

Maka, dalam mengantisipasi dampak dari pergerakan tanah yang dapat membuat longsor dijalur kereta api, maka dibuatlah sistem perancangan alat pendekksi tanah longsor arduino mega berbasis *Internet of things* sehingga dapat termonitor secara berkala dengan stasiun terdekat agar dapat membantu proses penanganan sebelum terjadinya bencana.

E. Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa rumusan masalah untuk menjadi pembahasan yang terdiri sebagai berikut :

1. Bagaimana perancangan sistem pendekksi tanah longsor menggunakan sumber catudaya dari panel surya?
2. Bagaimana akurasi sensor Ombrometer, Sonof soil moisture MS01, Bno055 pada sistem pendekksi tanah longsor?
3. Bagaimana hasil pengujian sistem pendekksi tanah longsor dengan menggunakan aplikasi *Blynk*?

F. Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk membuat alat yang dapat memberikan peringatan dini terhadap bencana tanah longsor kepada petugas sehingga penyesuaian

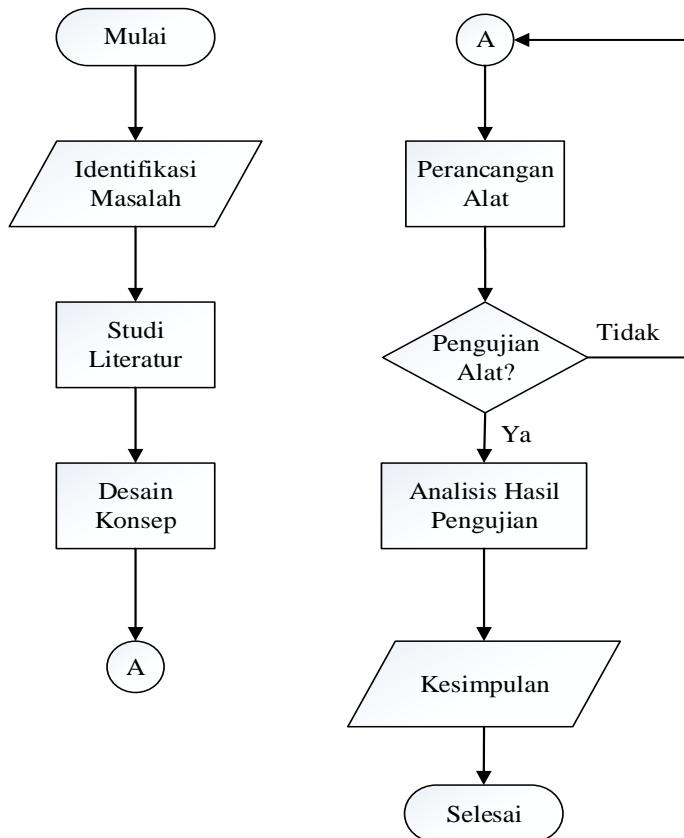
terhadap perjalanan kereta api bisa segera dilakukan. Selain itu tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui perancangan panel surya sebagai sumber utama pada alat pendekripsi tanah longsor.
2. Memahami cara kerja sistem pendekripsi tanah longsor menggunakan program Arduino IDE.
3. Mengetahui hasil pengujian sistem pendekripsi tanah longsor berbasis *internet of things*.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Diagram Alir

Diagram alir dibutuhkan saat melakukan penelitian untuk mempresentasikan secara visual berupa gambaran grafis yang menggambarkan urutan langkah-langkah atau tindakan dalam suatu proses untuk memahami alur kerja. Diagram alir penelitian ini dijelaskan pada gambar berikut :



Gambar 1. Diagram alir

B. Konsep Rancangan Alat

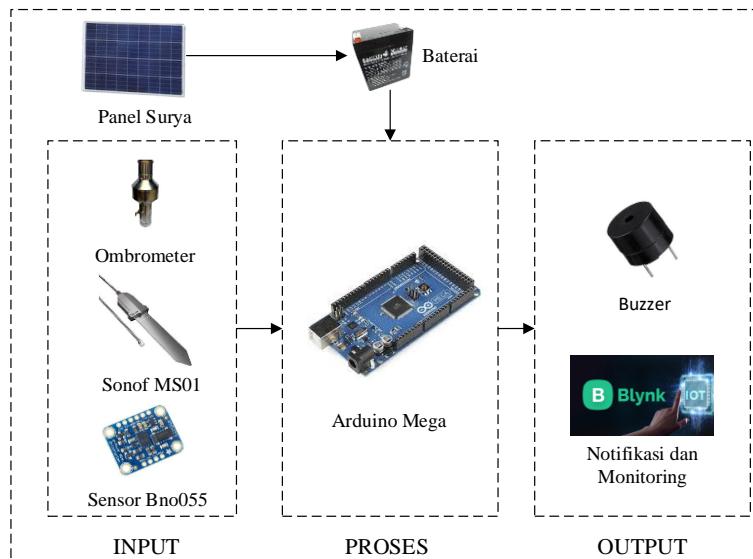
Konsep rancangan alat secara umum bertujuan sebagai proses pengembangan ide dan pemahaman awal terkait model alat yang akan diciptakan. Selain itu, konsep rancangan alat juga berperan sebagai landasan untuk mengidentifikasi secara jelas komponen-komponen yang akan digunakan untuk memciptakan alat pada sistem peringatan dini bencana tanah longsor. Komponen-komponen tersebut meliputi :

1. Panel Surya
2. Baterai
3. *Solar control charger*
4. Mikrokontroller Arduino Mega
5. Ombrometer
6. Sonof Soil Moisture MS01
7. Sensor Bno055
8. Modul Wifi Esp8266
9. Buzzer
10. Aplikasi *Blynk*

Alat ini bersumber catu daya dari panel surya yang tersimpan pada baterai. Kemudian baterai menyalurkan daya pada alat sehingga dapat aktif dan berfungsi dengan baik. Alat ini menggunakan 3 sensor sebagai indikator sebelum terjadinya longsor. yaitu sensor curah hujan, sensor kelembapan tanah, dan juga sensor kemiringan. Alat ini menggunakan modul *wifi* untuk *internet of things* yang terhubung pada aplikasi *Blynk* sehingga dapat terkoneksi dari jarak yang jauh.

C. Desain Sistem

Pendeteksi bencana tanah longsor ini memiliki tegangan yang bersumber dari panel surya sebagai sumber daya utama. Energi yang dihasilkan panel surya dialirkan menuju baterai untuk penyimpanan. Kemudian daya yang tersimpan dalam baterai diteruskan ke mikrokontroller sesuai dengan kebutuhan yang cukup untuk menjalankan fungsi. Alat ini deprogram menggunakan program Arduino IDE yang kemudian data yang diperoleh diproses dalam program sehingga menghasilkan kondisi status peringatan yang sesuai dengan ketentuan pada program seperti yang ditunjukan pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok

D. Desain Alat

Desain alat ini dirancang untuk memberikan pemahaman terhadap sebuah sistem yang akan dibuat. Dengan berfokus pada penempatan alat yang sesuai dengan fungsi dan kegunaannya agar lebih optimal.



Gambar 3. Desain alat

Pada rancangan seperti gambar 3, panel surya terletak paling atas dari keseluruhan sistem agar dapat menyerap energi cahaya paling banyak. Kemudian sejajar dengan panel surya terdapat sensor curah hujan agar ketika hujan turun, sensor dapat menerima rintik hujan sehingga dapat terdeteksi.

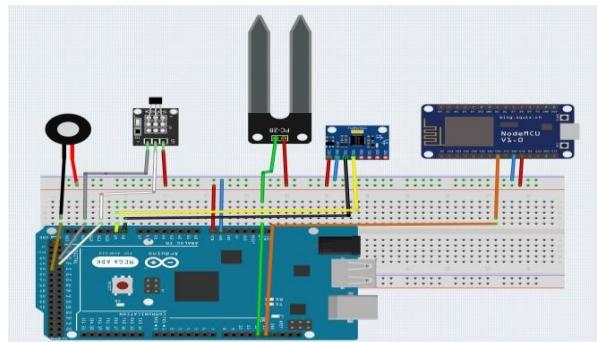


Gambar 4. Dalam box panel

Di dalam box panel yang ditampilkan pada gambar 4 terdapat beberapa komponen agar kondisi tetap terjaga dan berfungsi dengan baik. Pada rancangan box alat, didalamnya terdapat mikro Arduino Mega, buzzer, dan juga sensor Bno055. Dimana alat ini ditempatkan didalam box agar lebih aman terhadap cuaca. Kemudian aki bertegangan 12 VDC dengan arus 4,5 Ah ditempatkan sebelah box alat. Dan yang terakhir terdapat solar control charger yang diletakan diatas box dan baterai aki. Sehingga dalam penyambungan kabel ke baterai dan mikro yang berada didalam box dapat tercapai dengan mudah.

E. Perancangan Perangkat Keras

Pada gambar 5 menunjukkan perancangan perangkat keras yang bertujuan untuk mencapai ketepatan dalam menjalankan fungsinya. Pada prosesnya melibatkan susunan panel surya dan beberapa komponen yang saling terhubung pada Arduino Mega untuk memastikan sistem dapat beroperasi.

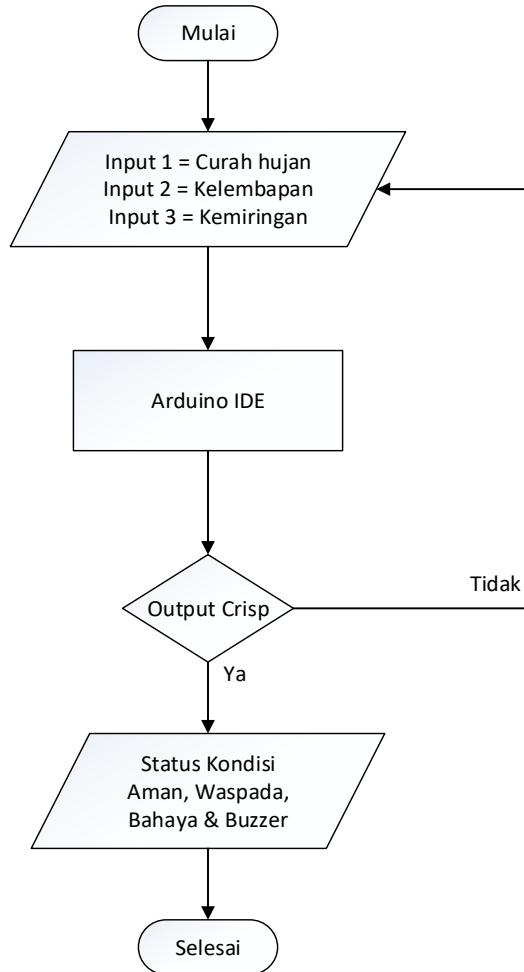


Gambar 5. Perancangan perangkat keras

Dengan memanfaatkan nilai sensor curah hujan, kelembapan tanah, dan data Bno055, sistem akan mengumpulkan informasi sebagai masukan (input) ke mikrokontroller Arduino Mega. Kemudian Arduino Mega memproses data tersebut dengan menerapkan kode program yang telah ditetapkan. Melalui proses ini, Arduino Mega melakukan perhitungan berdasarkan program Arduino IDE yang sudah dibuat sehingga menghasilkan keluaran (output) berupa status peringatan terkait bencana tanah longsor. Dengan demikian sistem memberikan informasi peringatan yang sesuai dengan kondisi nyata untuk melakukan pencegahan atau mitigasi yang tepat diambil untuk tindakan sebelum terjadi bencana tanah longsor.

F. Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan pendekripsi tanah longsor ini dimulai dari input dari sensor ombrometer sebagai pendekripsi curah hujan, sensor Sonof MS01 untuk mendekripsi kelembapan tanah, sensor Bno055 untuk mendekripsi kemiringan. Kemudian sistem akan membaca nilai input dari tiap tiap sensor yang diolah menggunakan program Arduino IDE. Berdasarkan proses tersebut, sistem akan menghasilkan suatu output pada aplikasi *Blynk* yang dapat dipantau untuk memonitoring kondisi yang ada dilapangan. Sistem ini akan terus memantau dari tiap input untuk mendapatkan data terkini. Data status kondisi aman, waspada, dan bahaya dapat digunakan untuk kesiapan petugas terhadap kondisi yang terjadi. Adapun flowchart yang menjelaskan proses program berjalan dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Flowchart kerja system

G. Perhitungan Error Sensor

Untuk menentukan hasil error pengukuran didapat dari hasil pembacaan pengukuran nilai sensor dan pengukuran alat ukur menggunakan rumus pada persamaan 1

$$\text{Error} = \text{Nilai dari sensor} - \text{nilai dari alat ukur} \quad (1)$$

Untuk menentukan hasil Persentase Error pada sistem menggunakan rumus pada persamaan 2

$$\text{Presentase error} = (\text{Selisih pengukuran}) / (\text{Nilai alat ukur}) \times 100 \% \quad (2)$$

Untuk menentukan hasil Akurasi pada sistem menggunakan rumus pada persamaan 3

$$\text{Akurasi} = 100 \% - \% \text{ Error} \quad (3)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Panel Surya

Pengujian panel surya diperlukan untuk mengetahui besaran tegangan yang dikeluarkan pada panel surya. Pengujian ini dilakukan dengan meletakan panel surya dibawah sinar matahari pada siang hari dan sore hari sehingga dapat dihasilkan hasil pengukuran tegangan ketika sinar matahari terang dan matahari mulai terbenam.

Tabel 1. Pengujian panel surya

No.	Waktu	Tegangan (Volt)		
		13 Desember 2024	14 Desember 2024	15 Desember 2024
1.	07.00	18.20 V	18.87 V	16.19 V
2.	08.00	19.05 V	18.53 V	17.32 V
3.	09.00	18.80 V	18.66 V	17.40 V
4.	10.00	16.35 V	18.86 V	16.89 V
5.	11.00	18.20 V	17.66 V	17.08 V
6.	12.00	17.14 V	18.82 V	16.90 V
7.	13.00	18.31 V	16.80 V	17.15 V
8.	14.00	16.35 V	18.45 V	17.36 V
9.	15.00	17.14 V	17.94 V	16.78 V
10.	16.00	15.86 V	16.58 V	16.21 V
11.	17.00	11.74 V	11.23 V	12.16 V

Berdasarkan percobaan yang dilakukan pada tabel 1, panel surya jenis ini mampu menghasilkan tegangan antara 11 VDC – 19 VDC ketika matahari bersinar pagi hingga sore. Hal ini membuktikan bahwa besar tegangan yang dihasilkan tergantung dari besarnya intensitas sinar matahari pada saat itu. Tetapi jika sinar matahari berkurang atau kondisi berawan tebal hingga malam hari tegangan yang dihasilkan menurun hingga mencapai 5 Volt DC.

B. Pengujian Akurasi Sensor

Pengujian sensor dilakukan melalui beberapa cara sesuai dengan parameter tiap tiap sensor sebagai data masukan yang meliputi sensor ombrometer, sensor MS01, dan sensor Bno055. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai akurasi dari sensor dengan melakukan uji kelayakan terhadap sensor untuk mencapai hasil yang telah diinginkan. Dengan penambahan suatu model persamaan supaya tujuan tersebut tercapai dan dari uji komponen tersebut didapatkan data. (Khotimah et al., 2022).

1. Sensor Ombrometer

Pada pengujian sensor ombrometer, pengujian ini dilakukan dengan cara menuangkan air secara berulang sebanyak 100 ml untuk mendapatkan ayunan sebanyak 70 x sesuai spesifikasi sensor. Sensor ini menggunakan sebuah penampung yang terbagi menjadi dua bagian dan berayun ketika penampung terisi air. Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian yang dilakukan terkait pembacaan sensor Ombrometer:

Tabel 2. Pengujian pertama sensor ombrometer

NO	Nilai Standar	Tip Ayunan	Selisih Error	Error %
1	70	70	0	0,00%
2	70	72	2	2,86%
3	70	69	1	1,43%
4	70	70	0	0,00%
5	70	71	1	1,43%
6	70	69	1	1,43%
7	70	70	0	0,00%
8	70	69	1	1,43%
9	70	68	2	2,86%
10	70	70	0	0,00%

Maka, dari perolehan data setelah pengujian pertama didapatkan hasil dengan rata-rata tingkat error sebagai berikut:

$$e = \frac{11,42}{10}$$

$$e = 1,142 \%$$

Jadi, rata-rata nilai error pada percobaan pertama adalah 1,142 %

Setelah dilakukan pengujian pertama, diperlukan untuk melakukan pengujian kedua dengan metode yang sama agar mendapatkan hasil yang optimal. Berikut tabel 3 yang menunjukkan hasil pengujian kedua dari sensor ombrometer.

Tabel 3. Pengujian kedua sensor ombrometer

NO	Nilai Standar	Jumlah Ayunan	Selisih Error	Error %
11	70	70	0	0,00%
12	70	69	1	1,43%
13	70	70	0	0,00%
14	70	71	1	1,43%
15	70	68	2	2,86%
16	70	69	1	1,43%
17	70	71	1	1,43%
18	70	72	2	2,86%
19	70	71	1	1,43%
20	70	70	0	0,00%

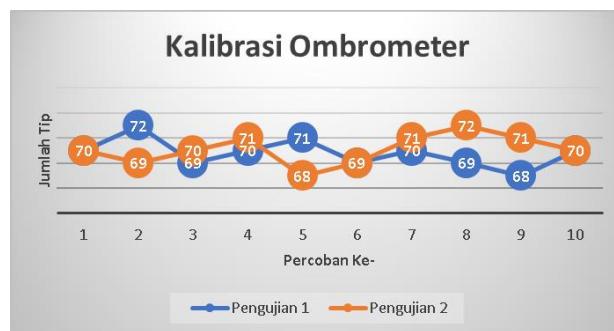
Maka, dari perolehan data setelah pengujian kedua didapatkan hasil dengan rata-rata tingkat error sebagai berikut:

$$e = \frac{12,86}{10}$$

$$e = 1,286 \%$$

Jadi, rata-rata nilai error pada percobaan kedua adalah 1,286 %

Dari kedua percobaan yang dilakukan, diperoleh hasil rata-rata error sebesar 1,21%. Hasil ini menunjukkan bahwa percobaan tersebut sangat mendekati nilai standar spesifikasi yang ditetapkan, yaitu 70 tip ayunan. Dengan rata-rata error sebesar 1,21%, dapat disimpulkan bahwa sensor ombrometer memiliki akurasi sebesar 98,79%. Namun pada saat kalibrasi, perlu diperhatikan jumlah air yang sesuai agar dapat mencapai hasil yang diinginkan.



Gambar 7. Grafik pengujian sensor Ombrometer

2. Sensor Sonof Soil Moisture MS01

Pengujian sensor Sonof Soil Moisture MS01 dilakukan dengan cara menancapkan sensor ke dalam tanah sedalam 10 - 20 cm untuk mendapatkan nilai kelembapan tanah. Dan untuk mengetahui nilai error pada sensor yaitu dengan cara membandingkan dengan alat soil tester dari pabrikan. Tabel 4 merupakan hasil pengujian pertama sensor kelembapan tanah.

Tabel 4. Pengujian pertama Sonof Soil Moisture MS01

NO.	Jumlah Air ditambahkan (ml)	Nilai Sensor MS01	Nilai Soil Tester	Selisih Error	Error %
1.	100 ml	41	40	1	2,50%
2.	100 ml	43	40	3	7,50%
3.	100 ml	41	40	1	2,50%
4.	100 ml	42	40	2	5,00%
5.	100 ml	43	40	3	7,50%
6.	200 ml	62	60	2	3,33%
7.	200 ml	63	60	3	5,00%
8.	200 ml	62	60	2	3,33%
9.	200 ml	63	60	3	5,00%
10.	200 ml	61	60	1	1,67%

Maka, dari perolehan data setelah pengujian didapatkan hasil kalibrasi dengan rata-rata tingkat error sebagai berikut :

$$e = \frac{43,33}{10}$$

$$e = 4,333 \%$$

Jadi, rata-rata nilai error pada percobaan pertama adalah 4,333 %.

Setelah melakukan pengujian pertama, menunjukkan bahwa sensor berfungsi dengan baik dalam mendeteksi perubahan kelembapan. Kemudian diperlukan untuk melakukan pengujian kedua sehingga didapatkan hasil pengujian seperti tabel 5.

Tabel 5. Pengujian kedua Sonof Soil Moisture MS01

NO.	Jumlah Air ditambahkan	Nilai Sensor MS01	Nilai Soil tester	Selisih eror	Error %
11.	100 ml	56	55	1	1,82%
12.	100 ml	58	55	3	5,45%
13.	100 ml	57	55	2	3,64%
14.	100 ml	56	55	1	1,82%
15.	100 ml	57	55	2	3,64%
16.	200 ml	72	70	2	2,86%
17.	200 ml	73	70	3	4,29%
18.	200 ml	71	70	2	1,43%
19.	200 ml	73	70	3	4,29%
20.	200 ml	74	70	4	5,71%

Maka, dari perolehan data setelah pengujian didapatkan hasil dengan rata-rata tingkat error sebagai berikut :

$$e = \frac{34,94}{10}$$

$$e = 3,494 \%$$

Jadi, rata-rata nilai error pada percobaan pertama adalah 3,494 %.

Setelah melakukan dua kali percobaan maka dapat diperoleh rata rata error sensor yaitu 3,91 %. Hasil ini masih bisa dikatakan tidak jauh berbeda dengan nilai pembacaan sensor pada alat dari pabrikan. Sehingga dapat disimpulkan, dengan nilai error sebesar 3,91 % dan memiliki keakuratan sebesar 96,09 %, Sonof Soil Moisture MS01 masih bisa dikatakan baik dan akurat untuk mendeteksi kelembapan tanah dengan batas nilai tolerensi sensor yaitu 4,3% (Candra et al., 2015).



Gambar 8. Grafik Pengujian Sonof Soil Moisture MS01

3. Sensor Bno055

Pengujian sensor Bno055 dilakukan dengan cara membandingkan nilai pembacaan sensor dengan nilai kemiringan yang diukur menggunakan busur derajat. Pengujian ini dimulai dengan menempatkan sensor pada sudut tertentu yang sudah diketahui. Selanjutnya, sensor Bno055 diletakan pada posisi yang sama sehingga dapat mengetahui nilai keluaran pada sensor. Tabel 6 dan tabel 7 menunjukkan hasil pengujian yang dilakukan untuk mengetahui pembacaan sensor Bno055.

Tabel 6. Pengujian pertama sensor Bno055

NO.	Kemiringan Busur Derajat	Kemiringan Sensor	Selisih Error	Error (%)
1	25	23	2	8,00%
2	25	26	1	4,00%
3	25	26	1	4,00%
4	25	27	2	8,00%
5	25	24	1	4,00%
6	45	47	2	4,44%
7	45	45	0	0,00%
8	45	46	1	2,22%
9	45	46	1	2,22%
10	45	44	1	2,22%

Maka, dari perolehan data setelah pengujian pertama didapatkan hasil rata-rata error sensor sebagai berikut :

$$e = \frac{39,11}{10}$$

$$e = 3,911 \%$$

Setelah dilakukan pengujian pertama, diperlukan untuk melakukan pengujian kedua dengan metode yang sama namun dengan rentan sudut yang berbeda agar mendapatkan hasil yang optimal.

Tabel 7. Pengujian kedua sensor Bno055

NO.	Kemiringan Busur Derajat	Kemiringan Sensor	Selisih Error	Error (%)
11	65	63	2	3,08%
12	65	67	2	3,08%
13	65	64	1	1,54%
14	65	66	1	1,54%
15	65	67	2	3,08%
16	85	84	1	1,18%
17	85	83	2	2,35%
18	85	86	1	1,18%
19	85	84	1	1,18%
20	85	87	2	2,35%

Maka, dari perolehan data setelah pengujian kedua didapatkan hasil rata-rata error sensor sebagai berikut :

$$e = \frac{20,54}{10}$$

$$e = 2,054 \%$$

Jadi, rata-rata nilai error pada percobaan pertama adalah 2,054 %

Dari kedua percobaan yang dilakukan, diperoleh hasil rata-rata error sebesar 2,98 %. Hasil ini menunjukkan bahwa percobaan tersebut mendekati nilai standar dari kemiringan busur derajat. Dengan rata-rata kesalahan sebesar 2,98 %, dapat disimpulkan bahwa sensor ini mempunyai akurasi mencapai 97,02 %. Maka dari data yang diperoleh, sensor Bno055 masih bisa dikatakan baik karena nilai maksimum toleransi sensor yaitu 3% (Zaky et al., 2020).



Gambar 9. Grafik pengujian sensor Bno055

C. Pengujian Aplikasi Blynk

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa data yang diterima dapat ditampilkan dengan benar dan cepat di aplikasi *Blynk*, sehingga memastikan kecepatan transfer data antara perangkat Arduino Mega dan

aplikasi *Blynk*. Data ini dikirimkan ke software *Blynk*, yang dapat diakses melalui telpon seluler. Berikut tabel 8 merupakan hasil dari pengujian dari pengiriman Arduino Mega ke aplikasi *Blynk*.

Tabel 8. Pengujian pertama aplikasi *Blynk*

NO	Sensor Ombrometer	Sonof Soil Moisture	Sensor Bno055
	Waktu (Detik)	Waktu (Detik)	Waktu (Detik)
1.	3.40 s	1.93 s	1.40 s
2.	3.34 s	1.44 s	1.16 s
3.	3.56 s	1.76 s	1.31 s
4..	2.56 s	1.83 s	2.34 s
5.	3.21 s	2.37 s	1.28 s
6.	2.56 s	2.02 s	2.07 s
7.	1.72 s	2.30 s	1.43 s
8.	2.66 s	3.00 s	2.38 s
9.	2.00 s	2.15 s	1.49 s
10.	1.94 s	2.16 s	1.32 s

Kemudian dilakukan pengujian kedua seperti pada tabel 9 yang bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja sistem secara keseluruhan, memastikan bahwa aplikasi *Blynk* berfungsi sesuai dengan desain yang direncanakan sebagai media notifikasi dari pendekripsi dini bencana tanah longsor.

Tabel 9. Pengujian pertama aplikasi *Blynk*

NO	Sensor Ombrometer	Sonof Soil Moisture	Sensor Bno055
	Waktu (Detik)	Waktu (Detik)	Waktu (Detik)
1.	2.43 s	2.29 s	1.50 s
2.	1.61 s	2.81 s	1.31 s
3.	1.94 s	2.01 s	1.50 s
4..	2.00 s	2.17 s	1.21 s
5.	2.31 s	2.10 s	1.38 s
6.	1.56 s	3.33 s	1.31 s
7.	2.63 s	1.50 s	1.28 s
8.	2.52 s	1.99 s	1.35 s
9.	1.88 s	2.24 s	1.25 s
10.	2.59 s	2.16 s	2.46 s

Dengan hasil pengujian pertama dan kedua, menghasilkan rata-rata kecepatan pengiriman data sebesar 2.04 detik. Namun, hasil ini dapat berubah-ubah ketika sambungan Wi-Fi kurang mendukung, dan bahkan pengiriman data bisa gagal jika tidak ada sambungan Wi-Fi yang terhubung ke perangkat Arduino Mega. Ketidakstabilan koneksi Wi-Fi dapat mempengaruhi sistem dalam mengirim status kondisi, sehingga perlu diperhatikan untuk memastikan koneksi yang stabil agar lebih optimal.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan data pengujian yang dilakukan, penelitian berjudul Sistem Perancangan Alat Pendekripsi Tanah Longsor Menggunakan Arduino Mega Berbasis *Internet Of Things* dapat diambil kesimpulan sistem ini dibuat dengan melakukan studi literatur dan mendesain secara konsep agar dapat berfungsi dengan baik saat diterapkan dilapangan guna mengantisipasi terjadinya potensi bencana tanah longsor di jalur kereta api agar tidak mengganggu perjalanan kereta api dan pengiriman barang logistik melalui jalur kereta. Dalam pembuatan sistem perancangan alat ini memiliki catudaya yang bersumber dari panel surya yang bertegangan 10 wp yang disalurkan ke *solar control charger* untuk mengatur pengisian daya pada baterai, sehingga dapat aktif secara mandiri meskipun tanpa disuplai dari PLN. Pada pemogramannya dilakukan menggunakan Arduino IDE. Cara kerja dari alat ini yaitu dengan memanfaatkan sensor yang dipasang dan diolah menggunakan program Arduino IDE. Dari hasil pengujian yang dilakukan diperoleh hasil berupa data pengujian sensor ombrometer memiliki persentase error sebesar 1,21 % dengan akurasi 98,79%, Sonof MS01 memiliki persentase nilai error sebesar 3,91% keakuratan sebesar 96,09 % dan juga sensor Bno055 memiliki persentase error 2,98 % dengan akurasi 97,02 %. Untuk hasil pengujian keseluruhan yang didapat yaitu sistem dapat berfungsi sesuai dengan baik dan mampu memberikan output sesuai program. Hasil kerja dari alat pendekripsi ini berupa pemantauan jarak jauh menggunakan *internet of things* aplikasi *Blynk*. Nantinya aplikasi ini akan menerima data yang dikirimkan Arduino mega melalui modul *wifi* mengenai pemberitahuan yang terjadi dilapangan. Kecepatan pengiriman data akan sangat berpengaruh terhadap sinyal yang ada pada alat maupun ponsel pintar. Untuk hasil pengujian kecepatan pada *Blynk* diperoleh rata waktu yang diperlukan yaitu 2,04 detik.

V. REFERENSI

Sumber Jurnal:

- [1] Aziz Hartalita, A., Ahmad Sugiana, E., & Rusdinar, A. (n.d.). *SISTEM PERINGATAN TANAH LONGSOR PADA JALUR KERETA API LANDSLIDE WARNING SYSTEM FOR RAILWAY*.
- [2] Candra, H., Triyono, S., Zen Kadir, M., & Tusi, A. (2015). Rancang Bangun Dan Uji Kinerja Sistem Kontrol Otomatis Pada Irigasi Tetes Menggunakan Mikrokontroller Arduino Mega Design and Test Performance System Automatic Control on Drip Irrigation Using Microcontroller Arduino Mega. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 4(4), 235–244.
- [3] Kementerian Pertanian. (1981). Kriteria dan Tata Cara Penetapan Hutan Lindung. *SK Menteri Pertanian No 683/Kpts/Um/8/1981*, 837, 1–15.
- [4] Khotimah, O., Darmawan, D., & Rosdiana, E. (2022). 17933-35445-1-Sm. *E-Proceeding of Engineering*, 9(Perangkat Dan Metoda Kalibrasi Sensor Universal), 866–874.
- [5] Mega Utama, R., Sucahyo, I., & Yantidewi, M. (2022). RANCANG BANGUN ALAT DETEKSI TANAH LONGSOR BERBASIS IOT DENGAN NODEMCU ESP8266 DAN MPU6050. In *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika* (Vol. 06, Issue 02).
- [6] Reynaldi, M. I., & Sofwan, A. (n.d.). *Peringatan Dini Bencana Tanah Longsor*.
- [7] Widari, N. F. (2009). *Early Warning System Untuk Operasional Pajak Reklame Via Short Message Service (SMS)*.
- [8] Zaky, M., Minggu, D., & Sulistiyanto, G. (2020). Penerapan PID (Proportional Integral Derivative) Untuk Mengontrol Mode Manual Drone Hexacopter. *JASIEK (Jurnal Aplikasi Sains, Informasi, Elektronika Dan Komputer)*, 2(1). <https://doi.org/10.26905/jasiek.v2i1.3944>