

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN PERGESERAN
TANAH DAN CURAH HUJAN MENGGUNAKAN ARDUINO
MEGA, *ROTARY ENCODER*, *TIPPING BUCKET SENSOR*, DAN
MODUL NRF24L01 BERBASIS MICROSOFT EXCEL**

TUGAS AKHIR

Untuk memenuhi sebagai persyaratan derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



Disusun oleh:

Faiz Bintang Sakti

19106020020

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PROGRAM STUDI FISIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

YOGYAKARTA

2026

LEMBAR PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1953/Un.02/DST/PP.00.9/08/2026

Tugas Akhir dengan judul : Rancang Bangun Sistem Pemantauan Pergeseran Tanah dan Curah Hujan Menggunakan Arduino Mega, Rotary Encoder, Tipping Bucket Sensor, dan Modul nRF24L01 Berbasis Microsoft Excel

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : FAIZ BINTANG SAKTI
Nomor Induk Mahasiswa : 19106020020
Telah diujikan pada : Rabu, 12 Agustus 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Valid ID: 6a86a46aa115f

Ketua Sidang

Andi, M.Sc.
SIGNED



Valid ID: 6a7e8352e99f

Penguji I

Anis Yuniati, S.Si., M.Si., Ph.D.
SIGNED



Valid ID: 6a86b4989d27e

Penguji II

Asih Melati, S.Si., M.Sc., Ph.D.
SIGNED



Valid ID: 6a87ba0a25ae0

Yogyakarta, 12 Agustus 2026

UIN Sunan Kalijaga

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Faiz Bintang Sakti
NIM : 19106020020
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pemantauan Pergeseran Tanah dan Curah Hujan Menggunakan Arduino Mega, *Rotary Encoder*, *Tipping Bucket Sensor*, dan Modul nRF24L01 Berbasis Microsoft Excel” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 6 Agustus 2026

Penuli



Faiz Bintang Sakti

NIM. 19106020020



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : FAIZ BINTANG SAKTI
NIM : 19106020020
Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Pemantauan Pergeseran Tanah dan Curah Hujan Menggunakan Arduino Mega, Rotary Encoder, Tipping Bucket Sensor, dan Modul Nrf24l01 Berbasis Microsoft Excel

Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Fisika.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 4 Agustus 2026

Pembimbing II

Pembimbing I

Andi, M.Sc

NIP.19870210 201903 1 005

Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Si.

NIP.19780510 200501 1 003

INTISARI

Negara Indonesia merupakan salah satu negara yang dilewati kawasan cincin api menyebabkan sering terjadi aktivitas tektonik. Kondisi iklim tropis dengan curah hujan tinggi meningkatkan potensi bencana, salah satu di antaranya adalah bencana tanah longsor. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh banyaknya korban jiwa dan material yang terjadi akibat bencana tanah longsor sehingga perlu dibuat sistem pemantauan secara telemetri. Penelitian ini memiliki tujuan untuk merancang, membuat, dan menguji sistem pemantauan pergeseran tanah dan curah hujan menggunakan Arduino Mega, rotary encoder, tipping bucket sensor, dan modul nRF24L01 berbasis Microsoft Excel. Tahapan perancangan menggunakan Fritzing untuk membuat skema rangkaian sistem. Tahapan pembuatan dibagi menjadi tiga subsistem, subsistem akuisisi data dan pengirim data, subsistem penerima data, dan subsistem penampil data. Tahapan pengujian sistem meliputi pengujian untuk mendapatkan nilai akurasi dan presisi sistem. Hasil pada sistem pemantauan pergeseran tanah didapat nilai akurasi 98.68%. Presisi sistem pemantauan pergeseran tanah didapatkan nilai 86.26%, sedangkan nilai presisi sistem pemantauan curah hujan didapat nilai 94.750%. Melalui standar alat ukur yang ada di Indonesia dengan nilai akurasi 95% dan presisi 98%, dapat disimpulkan bahwa sistem pemantauan pergeseran tanah dan curah hujan yang dibuat dapat dikatakan akurat namun tidak presisi.

Kata kunci: Pergeseran tanah, curah hujan, sistem pemantauan, telemetri

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

ABSTRACT

Indonesia is one of the countries located within the Pacific Ring of Fire, resulting in frequent tectonic activity. The tropical climate with high rainfall intensity increases the potential for natural disasters, one of which is landslides. This research was motivated by the high number of casualties and material losses caused by landslides, highlighting the need for a telemetry-based monitoring system. This study aims to design, develop, and test a soil displacement and rainfall monitoring system using an Arduino Mega, rotary encoder, tipping bucket sensor, and nRF24L01 module with Microsoft Excel as the data display platform. The system design stage utilized Fritzing to create the system circuit schematic. The development stage was divided into three subsystems: the data acquisition and transmission subsystem, the data receiving subsystem, and the data display subsystem. System testing was conducted to determine the accuracy and precision of the system. The results showed that the soil displacement monitoring system achieved an accuracy of 98.68% and a precision of 86.26%, while the rainfall monitoring system achieved a precision of 94.750%. Based on the measurement instrument standards applied in Indonesia, with an accuracy threshold of 95% and a precision threshold of 98%, it can be concluded that the developed soil displacement and rainfall monitoring system is accurate but not precise.

Keywords: Soil displacement, rainfall, monitoring system, telemetry

:

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN MOTTO

“Stay true to yourself”



HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini dipersembahkan untuk :

Allah SWT

Kedua orang tua penulis Bapak Jarot Ismanto dan Ibu Rita Wigati

Diri saya sendiri

Fisika 2019

Program studi Fisika UIN Sunan Kalijaga



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil ‘Alamiin, puji syukur penulis haturkan atas kehadiran Allah Subhanahu Wata’ala yang telah memberikan rahmat, nikmat, serta hidayah - Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir yang berjudul **“RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN PERGESERAN TANAH DAN CURAH HUJAN MENGGUNAKAN ARDUINO MEGA, ROTARY ENCODER, TIPPING BUCKET SENSOR, DAN MODUL NRF24L01 BERBASIS MICROSOFT EXCEL”** dengan baik. Sholawat serta salam tak lupa tercurahkan kepada uswatun khasanah Nabi Muhammad Shalallahu ‘alaihi Wasallam beserta keluarga, sahabat, dan umatnya yang insya Allah akan diberi syafa’at oleh beliau di Yaumul Qiyamah.

Tugas akhir ini merupakan suatu bentuk kewajiban penulis sebagai mahasiswa oleh mahasiswa Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan guna menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) serta mendapatkan gelar sarjana. Penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak pihak terkait demi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi kedepannya. Penyusunan dan pelaksanaan tugas akhir ini penulis mendapat dukungan dari berbagai pihak. Karenanya penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, ibu Rita Wigati dan bapak Jarot Ismanto yang telah memberikan doa, dukungan, doa yang selalu diberikan.

2. Bapak Prof. Noorhaidi Hasan, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D. selaku rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Prof. Dr. Dra. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Dr. Widayanti, S.Si. M.Si. selaku Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
5. Bapak Andi, M.Sc selaku Dosen Pembimbing dalam penulisan skripsi yang senantiasa memberikan arahan dan motivasi ketika penulisan tugas akhir ini. Semoga senantiasa dimudahkan segala urusannya dan keberkahan selalu tercurah kepada beliau. Terimakasih banyak atas waktu dan kesabaran yang diberikan dalam memberikan bimbingan, nasehat, serta motivasi yang tiada hentinya.
6. Bapak Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc selaku Dosen Pembimbing dalam penulisan skripsi ini sekaligus sebagai Dosen Pendamping Akademik. Semoga senantiasa dimudahkan segala urusannya dan keberkahan selalu tercurah kepada beliau. Terimakasih banyak atas waktu dan kesabaran yang diberikan dalam memberikan bimbingan, nasehat, serta motivasi yang tiada hentinya.
7. Seluruh Dosen Fisika maupun Dosen Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan bimbingan berserta ilmunya. Semoga mendapat balasan yang lebih baik dari Allah Subhanahu Wata'ala.
8. Astiara Widya Mawarni yang selalu memberikan motivasi, semangat, dan kesabaran ketika mengerjakan skripsi ini. Semoga senantiasa dimudahkan segala urusannya serta sehat selalu.

9. Tsalis, Bima dan Ditya yang selalu memberikan bantuan dan motivasi dalam penulisan skripsi ini. Terima kasih atas waktu dan usaha yang telah diberikan selama ini.
10. Shanti, Lail, Maila, Alifa, dan Ekik yang berjuang bersama untuk menuntaskan TA dan selalu memberikan berbagai macam dukungan.
11. Teman-teman Prodi Fisika 2019 UIN Sunan Kalijaga yang luar biasa.
12. Serta semua pihak yang memberikan bantuan dan dukungan dalam proses penulisan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis juga memohon maaf apabila dalam penulisan tugas akhir ini terdapat banyak kekurangan dan kesalahan baik dalam sistematika penyusunan isi hingga proses yang telah dilaporkan ini dikarenakan adanya keterbatasan kemampuan penulis. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis maupun bagi para pembaca.

Yogyakarta, Agustus 2026

Penulis

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
INTISARI	iv
ABSTRACT	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Batasan Penelitian	6
1.5. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Studi Pustaka	7
2.2. Landasan Teori	11
2.2.1. Tanah Longsor.....	11
2.2.2. Faktor dan Tahapan Mitigasi Tanah Longsor.....	12
2.2.3. <i>Rotary Encoder</i>	14
2.2.4. <i>Tipping Bucket Sensor</i>	15
2.2.5. Modul nRF24L01.....	18
2.2.6. Mikrokontroler	20
2.2.7. Microsoft Excel.....	23
2.2.8. Karakteristik Alat Ukur Wawasan Islam Bencana Tanah Longsor.....	25
2.2.9. Wawasan Islam Mengenai Bencana Tanah Longsor	28
BAB III METODE PENELITIAN	30

3.1.	Waktu dan Tempat Penelitian	30
3.2.	Alat dan Bahan Penelitian	30
3.2.1.	Alat Perancangan Sistem.....	30
3.2.2.	Alat dan Bahan Pembuatan Sistem	30
3.2.3.	Alat Pengujian Sistem	31
3.3.	Prosedur Penelitian	31
3.3.1.	Perancangan Sistem	32
3.3.2.	Pembuatan Sistem	34
3.3.3.	Pengujian Sistem.....	39
3.4.	Sistematika Pembahasan Hasil Penelitian	47
3.4.1.	Sistematika Pembahasan Hasil Perancangan dan Pembuatan Sistem	47
3.4.2.	Sistematika Pembahasan Hasil Pengujian Sistem	48
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	49
4.1.	Hasil Penelitian.....	49
4.1.1.	Hasil Perancangan Sistem	49
4.1.2.	Hasil Pembuatan Sistem.....	50
4.1.3.	Hasil Pengujian Sistem	52
4.2.	Pembahasan	55
4.2.1.	Pembahasan Hasil Perancangan dan Pembuatan Sistem.....	55
4.2.2.	Pembahasan Hasil Pengujian Sistem.....	58
4.3.	Integrasi Interkoneksi	65
BAB V	PENUTUP.....	67
5.1.	Kesimpulan.....	67
5.2.	Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA.....		70
LAMPIRAN.....		72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian sebelumnya	7
Tabel 3.1 Alat pembuatan sistem.....	31
Tabel 3.2 Bahan pembuatan sistem	31
Tabel 3.3 Pustaka yang digunakan pada sistem pemantauan	38
Tabel 3.4 Hasil pengukuran sistem pergeseran tanah pada pergeseran tanah 0,2 cm.....	40
Tabel 3.5 Hasil pengukuran sistem pergeseran tanah pada pergeseran tanah 0,4 cm.....	41
Tabel 3.6 Hasil pengukuran sistem pergeseran tanah pada pergeseran tanah 0,6 cm.....	41
Tabel 3.7 Hasil pengukuran sistem pergeseran tanah pada pergeseran tanah 0.8 cm.....	41
Tabel 3.8 Hasil pengukuran sistem pergeseran tanah pada pergeseran tanah 1.0 cm.....	41
Tabel 3.9 Hasil pengukuran sistem pergeseran tanah pada pergeseran tanah 1,2 cm.....	42
Tabel 3.10 Hasil pengukuran sistem pergeseran tanah pada pergeseran tanah 1.4 cm.....	42
Tabel 3.11 Hasil pengukuran sistem pergeseran tanah pada pergeseran tanah 1.6 cm.....	42
Tabel 3.12 Hasil pengukuran sistem pergeseran tanah pada pergeseran tanah 1,8 cm.....	42
Tabel 3.13 Hasil pengukuran sistem pergeseran tanah pada pergeseran tanah 2,0 cm.....	43
Tabel 3.14 Hasil pengukuran sistem curah hujan 50 ml.....	43
Tabel 3.15 Hasil pengukuran sistem curah hujan 100 ml.....	44
Tabel 3.16 Hasil pengukuran sistem curah hujan 150 ml.....	44
Tabel 3.17 Hasil pengolahan akurasi sistem pergeseran tanah.....	45
Tabel 3.18 Hasil pengolahan presisi keterulangan sistem pergeseran tanah	46
Tabel 3.19 Hasil pengolahan presisi keterulangan sistem curah hujan	47
Tabel 4.1 Pengulangan variasi interval sistem pergeseran tanah.....	53
Tabel 4.2 Pengulangan variasi interval sistem curah hujan.....	53
Tabel 4.3 Hasil pengujian akurasi sistem pergeseran tanah	54
Tabel 4.4 Hasil pengujian presisi keterulangan pergeseran.....	54
Tabel 4.5 Hasil pengujian presisi keterulangan curah hujan	55

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Incremental Rotary Encoder (Sumber: Akbar dkk., 2020)	14
Gambar 2.2 Rotary encoder.....	15
Gambar 2.3 Tipping bucket sensor	17
Gambar 2.4 Sistem mekanik tipping bucket sensor (sumber: Permana dkk., 2015)	17
Gambar 2.5 Modul nRF24L01	19
Gambar 2.6 Arduino Mega	21
Gambar 2.7 Arduino UNO	22
Gambar 3.1 Tahapan penelitian	32
Gambar 3.2 Diagram blok sistem	33
Gambar 4.1 Skema rangkaian subsistem akuisisi data dan pengiriman data	49
Gambar 4.2 Skema rangkaian subsistem penerima data	50
Gambar 4.3 Perangkat keras akuisisi data dan pengiriman data	51
Gambar 4.4 Perangkat keras penerima data	51
Gambar 4.5 Hasil pembuatan subsistem panampil data	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Wilayah Indonesia secara geografis berada pada kawasan *ring of fire* atau biasa disebut dengan cincin api. Kawasan yang berada pada lintasan cincin api sering terjadi bencana tektonik maupun letusan gunung berapi dibanding negara lain yang tidak terlewati cincin api. Efek yang ditimbulkan oleh kawasan yang terlewati cincin api, kawasan tersebut lebih rawan terdampak gempa bumi, tsunami, banjir, maupun tanah longsor. Bencana adalah peristiwa yang berbahaya karena dapat mengganggu maupun mengancam kehidupan masyarakat di pemukiman atau mengancam alam sekitar. Bencana terjadi disebabkan oleh faktor alam maupun faktor manusia. Akibat terjadinya bencana alam akan berdampak terhadap keseharian masyarakat sekitar, contohnya melonjaknya kebutuhan pribadi, rusaknya fasilitas umum, adanya korban jiwa dan harta benda, dan terganggunya aktifitas masyarakat.

Bencana yang terjadi di Indonesia terdata pada Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) dan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD). Kasus bencana yang berhasil diketahui dan dekat dengan pemukiman penduduk setempat akan dicatat pihak BPBD. Salah satu bencana yang tercatat di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) adalah tanah longsor. Tercatat 1283 kasus bencana tanah longsor yang terdata di BPBD pada Januari 2023 sampai dengan Desember 2025 (BPBD DIY, 2023). Sebagian besar bencana tersebut terjadi

disebabkan hujan yang terus berkelanjutan pada kawasan tersebut. Banyaknya kasus bencana tanah longsor yang terjadi menimbulkan rasa ingin tolong menolong kepada korban bencana. Perintah untuk melakukan tolong menolong terkandung dalam Al-Quran. Surat yang dimaksud adalah surat Al-Maidah ayat 2, dengan penggalan ayat:

وَتَعَاوَنُوا عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَىٰ وَلَا تَعَاوَنُوا عَلَى الْإِثْمِ وَالْعُدْوَانِ ۚ وَاتَّقُوا اللَّهَ إِنَّ اللَّهَ شَدِيدُ الْعِقَابِ

Artinya: Tolong-menolonglah kamu dalam (mengerjakan) kebajikan dan takwa, dan jangan tolong-menolong dalam berbuat dosa dan permusuhan. Bertakwalah kepada Allah, sesungguhnya Allah sangat berat siksaan-Nya (Kemenag, 2022).

Ayat tersebut memerintahkan kita sebagai muslim untuk tolong menolong dalam hal kebaikan. Dalam ajaran agama Islam, Rasulullah SAW mengajarkan umatnya untuk saling memberi pertolongan dalam kebaikan dan mencerminkan sikap saling mendukung sesama dengan niat memperkuat iman (Zabidi, 2020). Cakupan tersebut dapat berupa bantuan dukungan psikologis, dana, dan dukungan dalam bentuk lainnya seperti penelitian tentang pengamatan lokasi rawan tanah longsor.

Tanah longsor sendiri dapat diamati gejalanya dari segi visual, contohnya pada saat terjadinya hujan muncul retakan-retakan pada tanah, permukaan tanah yang miring, bangunan yang mulai retak, tiang-tiang maupun pohon menjadi miring, serta muncul mata air baru (Muzani, 2016). Sinyal kerentanan tanah longsor memang bisa diamati, tetapi jika hanya melalui pengamatan visual informasi yang didapat kurang maksimal. Oleh sebab itu perlu dibuat sistem pengamatan pergeseran tanah dengan sistem telemetri yang akan dibuat pada penelitian ini.

Sistem pemantauan pergeseran tanah telah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya. Contohnya seperti yang dilakukan oleh Mustaqiim (2022) menggunakan *rotary encoder* sebagai pengukur pergeseran tanah dengan skala laboratorium. Peneliti lainnya menggunakan akselerometer sebagai pengukur percepatan pergeseran tanah seperti yang dilakukan (Nurrohkhim, 2024).

Penelitian yang dilakukan Mustaqiim (2022) dan Nurrohkhim (2024) memiliki saran setelah dilakukannya penelitian tersebut. Saran yang ada pada penelitian Mustaqiim (2022) adalah sistem pemantauan pergeseran tanah dapat menggunakan baterai sebagai penyimpan sumber tegangan dari sistem pergeseran tanah. Penelitian yang dilakukan Nurrohkhim memiliki saran untuk menggunakan Arduino Mega yang memiliki memori lebih besar dari Arduino UNO. Sebagai referensi dari kedua penelitian tersebut, penelitian ini menggunakan sensor *rotary encoder* sebagai sensor untuk menghitung jarak pergeseran dan ditambah dengan sensor untuk menghitung nilai curah hujan yang mana curah hujan adalah salah satu faktor terjadinya tanah longsor. Penggunaan Arduino Mega dan modul nRF24L01 sebagai modul telemetri untuk mengirimkan data yang diperoleh ke komputer dan ditampilkan di *Microsoft Excel*.

Rotary encoder adalah sebuah sensor yang berfungsi sebagai konversi suatu data ke bentuk data baru yang dapat mengukur gerakan, posisi, maupun arah. *Encoder* digunakan untuk mendeteksi jumlah putaran dari poros *encoder* yang direpresentasikan dalam bentuk banyaknya pulsa yang sudah dikeluarkan oleh *encoder*, kemudian jumlah pulsa tersebut dikonversi menjadi jarak pergeseran tanah. Pengaplikasian sensor yang cukup sederhana menjadikan *rotary encoder*

sering digunakan, penggunaan sensor ini contohnya pada kontrol industri maupun robotika.

Hujan yang sampai ke permukaan tanah dapat diukur dengan mengukur tinggi air hujan tersebut berdasarkan volume air hujan per satuan luas. Hasil dari pengukuran tersebut dinamakan dengan curah hujan. Sensor curah hujan yang digunakan adalah *tipping bucket sensor* yang merupakan salah satu dari jenis sensor penakar hujan otomatis.

Sistem yang telah dibuat menggunakan Arduino Mega, salah satu mikrokontroler seri Arduino. Mikrokontroler ini menggunakan *board* ATmega2560 (Singgeta & Rumondor, 2018) berbeda dengan Arduino UNO yang menggunakan ATmega328. Memori yang ada pada mikrokontroler ini lebih besar sehingga sesuai apabila digunakan untuk proyek yang membutuhkan memori banyak.

Penerapan sistem telemetri dibutuhkan modul komunikasi jarak jauh. Modul yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu modul nRF24L01 berbasis sinyal radio. Modul nRF24L01 memiliki konsumsi daya yang rendah (Septiano & Ghozali, 2020). Modul ini akan dipasang di bagian sistem pengirim data dan sistem penerima data.

Penelitian ini dilakukan melalui tiga tahapan berupa perancangan, pembuatan, serta pengujian sistem pemantauan pergeseran tanah beserta nilai curah hujan. Perancangan sistem dilakukan untuk memahami skema rangkaian dengan lebih baik dari sistem pergeseran tanah. Sistem pergeseran tanah yang akan dibuat berdasar pada perancangan sistem yang telah dibuat sebelumnya. Sistem pergeseran tanah yang berhasil dibuat dilakukan pengujian sistem dengan skala laboratorium.

Sistem dilakukan pengujian untuk mengetahui nilai akurasi dan presisi sistem pemantauan yang telah dibuat. Sistem yang telah melalui tahap uji dan memiliki nilai akurasi serta presisi yang tinggi, maka sistem dapat diterapkan pada uji lapangan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang, maka rumusan masalah yang akan diteliti berupa.

1. Bagaimana hasil rancang bangun sistem pemantauan pergeseran tanah dan curah hujan menggunakan Arduino Mega, *rotary encoder*, *tipping bucket sensor*, dan modul nRF24L01 berbasis Microsoft Excel.
2. Bagaimana hasil pembuatan sistem pemantauan pergeseran tanah dan curah hujan menggunakan Arduino Mega, *rotary encoder*, *tipping bucket sensor*, dan modul nRF24L01 berbasis Microsoft Excel.
3. Bagaimana hasil pengujian sistem pemantauan pergeseran tanah dan curah hujan menggunakan Arduino Mega, *rotary encoder*, *tipping bucket sensor*, dan modul nRF24L01 berbasis Microsoft Excel.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan berupa.

1. Merancang sistem pemantauan pergeseran tanah menggunakan Arduino Mega, *rotary encoder*, *tipping bucket sensor*, dan modul nRF24L01 berbasis Microsoft Excel.

2. Membuat sistem pemantauan pergeseran tanah menggunakan Arduino Mega, *rotary encoder*, *tipping bucket sensor*, dan modul nRF24L01 berbasis Microsoft Excel.
3. Menguji sistem pemantauan pergeseran tanah menggunakan Arduino Mega, *rotary encoder*, *tipping bucket sensor*, dan modul nRF24L01 berbasis Microsoft Excel.

1.4. Batasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa batasan. Batasan tersebut di antaranya sebagai berikut.

1. Sensor yang digunakan adalah *rotary encoder* dan *tipping bucket sensor*.
2. Menggunakan mikrokontroler Arduino Mega untuk sistem *transmitter*.
3. Pengujian sistem pemantauan tanah dilakukan dengan skala laboratorium.
4. Parameter yang diuji yakni nilai pergeseran tanah dan curah hujan.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diperoleh dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Laboratorium Fisika UIN Sunan Kalijaga memiliki sistem pemantauan nilai pergeseran tanah dan curah hujan.
2. Sistem pemantauan pergeseran tanah ini dapat digunakan sebagai alat pendukung mitigasi bencana oleh pihak yang berwenang.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membuat, dan menguji sistem pemantauan pergeseran tanah menggunakan Arduino Mega, *rotary encoder*, *tipping bucket sensor*, dan modul nRF24L01 berbasis Microsoft Excel. Penelitian ini berhasil dilakukan, berdasarkan hasil penelitian beserta pembahasannya dapat ditarik Kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem pemantauan pergeseran tanah menggunakan Arduino Mega, *rotary encoder*, *tipping bucket sensor*, dan modul nRF24L01 berbasis Microsoft Excel berhasil dirancang menggunakan Fritzing. Hasil dari perancangan sistem berupa skema rangkaian sistem.
2. Sistem pemantauan pergeseran tanah menggunakan Arduino Mega, *rotary encoder*, *tipping bucket sensor*, dan modul nRF24L01 berbasis Microsoft Excel berhasil dibuat. Hasil pembuatan berupa perangkat keras dan perangkat lunak sistem. Perangkat keras sistem ini terdiri dari dua subsistem yakni subsistem akuisisi data serta pengirim data dan subsistem penerima data. Subsistem akuisisi data serta pengirim data terdiri dari Arduino Mega, *rotary encoder*, *tipping bucket sensor*, modul nRF24L01, dan catu daya beserta wadahnya. Subsistem penerima data perangkat kerasnya terdiri dari Arduino UNO, modul nRF24L01, dan catu daya beserta wadahnya. Subsistem yang ada pada pembuatan perangkat lunak dibagi menjadi tiga, berupa subsistem akuisisi data

serta pengirim data yang terdiri dari program pembacaan sensor, lalu terdapat subsistem penerima data, dan subsistem penampil data yang terdiri dari program untuk menampilkan data kemudian diolah dan terima dari subsistem akuisisi data dan pengirim data.

3. Sistem pemantauan pergeseran tanah menggunakan Arduino Mega, *rotary encoder*, *tipping bucket sensor*, dan modul nRF24L01 berbasis Microsoft Excel berhasil diuji. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai akurasi pada pengambilan data pergeseran tanah sebesar 98,68% dan nilai presisinya 86,26%. Pengukuran presisi dari nilai curah hujan pada sistem pemantauan pergeseran tanah didapat sebesar 94,750%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa untuk akurasi dari sistem pergeseran tanah yang dibuat sudah dikategorikan akurat, tetapi nilai presisinya masih belum menyentuh standar alat ukur di Indonesia. Sistem pemantauan pergeseran tanah dan curah hujan yang dibuat belum bisa menjadi acuan pengukuran standar nasional.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dan perlu diperbaiki atas kekurangan untuk penelitian selanjutnya. Berikut beberapa saran dari peneliti terhadap penelitian yang dapat dilakukan selanjutnya.

1. Memastikan tali yang terhubung ke *rotary encoder* tidak terjepit di antara casing dan sensor.
2. Pengujian *tipping bucket sensor* dapat menggunakan alat penakar hujan OBS sebagai pembanding untuk mengukur nilai akurasi dari curah hujan.

3. Penggunaan sirine dapat ditambahkan pada sistem pemantauan sehingga apabila pergeseran tanah melebihi ambang batas tertentu dapat menjadi peringatan dini untuk mitigasi bencana.
4. Penelitian dapat dikembangkan dengan menambah sistem pengirim data menggunakan *Internet of Things* (IoT) sehingga keluaran data dapat diakses di mana saja dan dapat menggunakan piranti komputer maupun ponsel untuk melihat data keluaran sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, I., Ismail, N., & Rachmilda, T. D. (2020). Rancang Bangun Pendeteksi Posisi Sudut dan Kecepatan Sesaat Dengan Menggunakan Rotary Encoder KY-040. *SENTER 2020, Vol.1*(No.30).
- Anwar, M. I. S., Dr. M. Ary Murti, S.T., M. T., & Dr. Husneni Mukhtar, S.Si., M. T. (2020). Perancangan Sistem Deteksi Tanah Longsor Menggunakan Sensor Rotary Encoder Berbasis IoT. *e-Proceeding of Engineering, Vol.7*(No.1).
- BPBD DIY. (2023). *Data Kejadian*. https://pamor.jogjaprovo.go.id/data_kejadian
- Ghany, A., Kabib, M., Qomaruddin, & Hidayat, T. (2020). Desain dan Implementasi Sistem Kontrol Putaran Motor pada Gerak Simulator Gempa 3 Axis. *Jurnal Crankshaft, Vol.3*(No.1).
- Herandy, G., & Suprianto, B. (2019). Monitoring Biaya dan Pengukuran Konsumsi Daya Listrik Berbasis Arduino Mega2560 Menggunakan Web. *Jurnal Teknik Elektro, Vol.8*(No.3).
- Hidayat, D. J., Indransyah, F., Fadly, M., Karismawati, N., Cahyadi, R. C., & Sutanto, A. T. (2017). Sistem Alat Ukur Curah Hujan Otomatis Menggunakan Telemetry Radio Pada Frekuensi 433 MHz. *SENTER 2017, Vol.1*(No.22).
- Jawwad, M. D. (2015). *Rancang Bangun dan Karakterisasi Sensor Extensometer Berbasis Incremental Rotary Encoder Sebagai Pendeteksi Dini Tanah Longsor*. UIN Syarif Hidayatullah.
- Kemenag. (2022). *Qur'an Kemenag*. <https://quran.kemenag.go.id/>
- Kheriawan, Suningra, I., Alhadi, S., & Utami, R. F. (2021). *Di Balik Peristiwa tanah Longsor Bukit Menoreh Purworejo*. Pusat Pendidikan dan Pelatihan Penanggulangan Bencana Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Microsoft. (2021). *Apa itu Data Streamer?* <https://support.microsoft.com/id-id/office/apa-itu-data-streamer-1d52ffce-261c-4d7b-8017-89e8ee2b806f>
- Morris, A. S. (2001). *Measurement & Instrumentation Principle*. Butterworth-Heinemann.
- Muchlis, A. (2008). Bencana Alam dalam Perspektif Al-Qur'an dan Budaya Madura. *Karsa, Vol.14*(No.2).
- Mustaqim, H. F. (2022). *Rancang Bangun Sistem Pemantauan Tanah Menggunakan Sensor Rotary Encoder, Mikrokontroler ESP32, Modul RF 915MHZ dan Tampilan Berbasis Phyton*. UIN Sunan Kalijaga.
- Muzani. (2016). *Buku Referensi Bencana Tanah Longsor Penyebab dan Potensi Longsor*. Deepublish.

- Nurrohkhim, M. H. T. (2024). *Rancang Bangun Sistem Pemantauan Pergeseran Tanah Menggunakan Arduino, Sensor Akselerometer, Modul Nrf24l01+, dan Sensor Soil Moisture Berbasis Microsoft*. UIN Sunan Kalijaga.
- Permana, R. G., Rahmawati, E., & Dzulkiflih. (2015). Perancangan dan Pengujian Penakar Hujan Tipe Tipping Bucket dengan Sensor Photo – Interrupter Berbasis Arduino. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*, Vol.4(No.3).
- Riyanto. (2014). *Validasi dan Verifikasi Metode Uji*. Deepublish.
- Santana, M. A. A., Guimarães, P. L. O., Lanza, L. G., & Vuerich, E. (2015). Metrological analysis of a gravimetric calibration system for tipping-bucketrain gauges. *Meteorological Applications*, Vol.22(No.1).
- Santoso, S. P., & Wijayanto, F. (2022). Rancang Bangun Akses Pintu Dengan Sensor Suhu dan Handsanitizer Otomatis Berbasis Arduino. *Jurnal Elektro*, Vol.10(No.1).
- Sasmoko, D. (2021). *Arduino dan Sensor pada Project Arduino DIY*. Yayasan Prima Agung Teknik.
- Semiconductor, N. (2007). *Single Chip 2.4GHz Transceiver Product Specification*. DNV.
- Septiano, A., & Ghozali, T. (2020). NRF 24L01 sebagai Pemancar/Penerima untuk Wireless Sensor Network. *Jurnal Tekno*, Vol.17(No.1).
- Setiono, A., Qomaruddin, Afandi, M. I., Adinanta, H., Rofianingrum, M. Y., Suryadi, Mulyanto, I., Bayuwati, D., Anwar, A., & Widiyatmoko, B. (2023). Wire Extensometer Based on Optical Encoder for Translational Landslide Measurement. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, Vol.13(No.1).
- Singgeta, R. L., & Rumondor, R. (2018). Rancang Bangun Dispenser Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroller Atmega2560. *Jurnal Realtech*, Vol.14(No.1).
- Sudjana. (1996). *Metode Statistika*. Tarsito.
- Widodo, A., & Sumaedi, A. (2023). Prototipe Deteksi Hujan Berbasis Arduino Uno Menggunakan Rain Drop Sensor Module. *Jurnal Teknik Informatika STMIK Antar Bangsa*, Vol.9(No.1).
- Zabidi, A. (2020). Kelompok Sosial dalam Masyarakat Perspektif QS. Al-Maidah Ayat 2. *Journal of Islamic Studies*, Vol.3(No.2).