

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN PERGESERAN TANAH  
MENGUNAKAN ARDUINO, SENSOR AKSELEROMETER, MODUL  
NRF24L01+, DAN SENSOR SOIL MOISTURE BERBASIS MICROSOFT  
EXCEL.**

**TUGAS AKHIR**

Untuk memenuhi sebagai persyaratan derajat Sarjana S-I  
Program Studi Fisika



**Disusun oleh :**

Muh. Hamzah Tsalis Nurrohkhim

19106020011

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA  
**PROGRAM STUDI FISIKA**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA**

**YOGYAKARTA**

**2024**

# 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-167/Un.02/DST/PP.00.9/01/2024

Tugas Akhir dengan judul : Rancang Bangun Sistem Pemantauan Pergeseran Tanah Menggunakan Arduino, Sensor Akselerometer, Modul nRF24L01+, dan Sensor Soil Moisture Berbasis Microsoft Excel.

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MUH. HAMZAH TSALIS NURROHKHIM  
Nomor Induk Mahasiswa : 19106020011  
Telah diujikan pada : Senin, 22 Januari 2024  
Nilai ujian Tugas Akhir : A

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

### TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

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

Valid ID: 65b612e5de352



Penguji I

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

Valid ID: 65b20ce4b51d9



Penguji II

Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, S.Si., M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 65b2aec7e6360



Yogyakarta, 22 Januari 2024  
UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 65b73637e69d3

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

### SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muh. Hamzah Tsalis Nurrokhkim

NIM : 19106020011

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Pemantauan Pergeseran Tanah Menggunakan Arduino, Sensor Akselerometer, Modul nRF24L01+, dan Sensor *Soil Moisture* 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, 16 Januari 2024

Penulis



Muh. Hamzah Tsalis Nurrokhkim  
NIM. 19106020011

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## 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 : MUH. HAMZAH TSALIS NURROHKHIM  
NIM : 19106020011  
Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Pemantauan Pergeseran Tanah Menggunakan Arduino, Sensor Akselerometer, Modul nRF24L01+, dan Sensor *Soil Moisture* 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, 16 Januari 2024

Pembimbing II

Andi, M.Sc.

NIP. 19870210 201903 1 005

Pembimbing I

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

NIP. 19780510 200501 1 003

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN PERGESERAN TANAH  
MENGUNAKAN ARDUINO, SENSOR AKSELEROMETER, MODUL  
NRF24L01+, DAN SENSOR *SOIL MOISTURE* BERBASIS MICROSOFT  
EXCEL**

**Muh. Hamzah Tsalis Nurrohkhim**  
**19106020011**

**INTISARI**

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh banyaknya korban yang timbul akibat bencana tanah longsor di Indonesia. Tujuannya adalah merancang, membuat, dan menguji sistem pemantauan pergeseran tanah menggunakan Arduino, sensor akselerometer, modul nRF24L01+, dan sensor *soil moisture* berbasis Microsoft Excel. Penelitian ini dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu perancangan, pembuatan, dan pengujian sistem. Sistem dirancang menggunakan *SketchUp* untuk desain keseluruhan sistem dan Fritzing untuk skema rangkaian sistem. Pembuatan sistem ini meliputi pembuatan perangkat keras yang meliputi pembuatan casing dan blok sistem, serta pembuatan perangkat lunak yang meliputi tampilan pada Microsoft Excel. Pengujian ini dilakukan untuk mencari nilai akurasi dan presisi keterulangan sistem dengan parameter kelembapan tanah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini memiliki nilai akurasi rata-rata kelembapan tanah sebesar 92,10%. Nilai presisi keterulangan rata-rata untuk pengujian kelembapan tanah menunjukkan nilai sebesar 90,90%. Meskipun demikian, hasil pengujian menunjukkan bahwa parameter sistem ini belum sepenuhnya mencapai pengakuan akurat dan konsisten sesuai standar alat ukur di Indonesia. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam bidang mitigasi bencana di wilayah rawan longsor.

**Kata Kunci:** MPU6050, Arduino, sensor *soil moisture*, nRF24L01+

**DESIGN OF LAND MOVEMENT MONITORING SYSTEM USING  
ARDUINO, ACCELEROMETER SENSOR, NRF24L01+ MODULE, AND  
SOIL MOISTURE SENSOR BASED ON MICROSOFT EXCEL**

**Muh. Hamzah Tsalis Nurrohkhim**  
**19106020011**

**ABSTRACT**

*This research is motivated by the many victims arising from landslides in Indonesia. The purpose is to design, build, and test a ground motion monitoring system using Arduino, accelerometer sensor, nRF24L01+ module, and soil moisture sensor based on Microsoft Excel. This research was conducted through three stages, namely design, manufacture, and system testing. The system was designed using SketchUp for the overall system design and Fritzing for the system circuit scheme. The manufacture of this system includes the manufacture of hardware which included the manufacture of casing and system blocks, as well as the manufacture of software which includes a display on Microsoft Excel. This experiment was conducted to find the accuracy and precision of the system's repeatability of soil moisture parameters. The results show that the system has an average accuracy value of soil moisture of 92.10%. The average repeatability precision value for the soil moisture test showed a value of 90.90%. However, the results show that the parameters of this system have not fully achieved accurate and consistent accounting according to the standards of measuring instruments in Indonesia. This research is hopefully able to make a positive contribution in the field of emergency mitigation in landslide-prone areas.*

**Keywords:** MPU6050, Arduino, soil moisture sensor, nRF24L01+

## HALAMAN MOTTO

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya."

-Q.S Al Baqarah: 286-

“Ilmu ada tiga tahapan. Jika seseorang memasuki tahapan pertama, dia akan sombong. Jika dia memasuki tahapan kedua, maka dia akan rendah hati. Jika dia memasuki tahapan ketiga, maka dia akan merasa bahwa dirinya tidak ada apa-apanya.”

-Umar ibn Khattab-

Usaha memang tidak pernah mengkhianati hasil. Namun jika merasa hasil tidak sesuai, berarti ada yang salah dari usahanya.

-Muh Hamzah Tsalis Nurrohkhim-

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk:

Allah SWT.

Bapak, Ibu, Kakak-kakak tercinta untuk setiap do'a dan dukungannya.

Teman-teman Fisika 2019

Study Club Fisika Instrumentasi

Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta



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 MENGGUNAKAN ARDUINO, SENSOR AKSELEROMETER, MODUL NRF24L01+, DAN SENSOR *SOIL MOISTURE* 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 seyogyanya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, ibu Siti Harini Nurul Barokah dan bapak Hartono yang tiada hentinya memberikan doa, dukungan, serta motivasi bahkan setelah tugas akhir ini terselesaikan.
2. Bapak Prof. Dr. Phil. Al Makin, S.Ag., M.A. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

3. Ibu Dr. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Anis Yuniati, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
5. Bapak Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc selaku Dosen Pembimbing dalam penulisan skripsi ini sekaligus sebagai Dosen Pendamping Akademik. Terimakasih banyak atas waktu dan kesabaran yang diberikan dalam memberikan bimbingan, nasehat, serta motivasi yang tiada hentinya.
6. Bapak Andi, M.Sc selaku Dosen pembimbing yang senantiasa memberikan arahan dan motivasi ketika penulisan tugas akhir ini. Semoga senantiasa dimudahkan segala urusannya dan keberkahan selalu tercurah kepada beliau.
7. Seluruh Dosen Fisika maupun Dosen non-Fisika Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan bimbingan beserta ilmunya. Semoga mendapat balasan yang lebih baik dari Allah Subhanahu Wata'ala.
8. Habib, Bima, Fiqar, Danish, dan Ditya yang memberikan bantuan, ide, semangat, serta meluangkan waktu untuk mendengarkan keluhan.
9. Teman-teman Prodi Fisika 2019 UIN Sunan Kalijaga yang hebat dan luar biasa.
10. 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, Januari 2024

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	<b>ii</b>
<b>SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI</b> .....	<b>iii</b>
<b>INTISARI</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
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
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>8</b>
2.1. Studi Pustaka .....	8
2.2. Landasan Teori .....	14
2.2.1. Tanah Longsor .....	14
2.2.2. Akselerometer dan <i>Gyroscope</i> .....	16
2.2.3. Sensor Kelembapan Tanah.....	18
2.2.4. Modul nRF24L01+ .....	19
2.2.5. Arduino Uno .....	22
2.2.6. Arduino IDE.....	23
2.2.7. Microsoft Excel.....	28
2.2.8. Karakteristik Alat Ukur.....	30
2.2.9. Wawasan Islam Mengenai Bencana Tanah Longsor .....	33

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>36</b>
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian .....	36
3.1.1. Waktu Penelitian .....	36
3.1.2. Tempat penelitian.....	36
3.2. Alat dan Bahan penelitian .....	36
3.2.1. Alat Perancangan Sistem.....	37
3.2.2. Alat dan Bahan Pembuatan Sistem .....	37
3.2.3. Alat Pengujian Sistem .....	37
3.3. Prosedur Penelitian.....	38
3.3.1. Perancangan Sistem .....	39
3.3.2. Pembuatan Sistem .....	40
3.3.3. Pengujian Sistem.....	47
3.3.4. Pembahasan Hasil .....	50
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>52</b>
4.1. Hasil Penelitian.....	52
4.1.1. Hasil Perancangan Sistem .....	52
4.1.2. Hasil Pembuatan Sistem.....	54
4.1.3. Hasil Pengujian Sistem .....	59
4.2. Pembahasan .....	61
4.2.1. Pembahasan Hasil Perancangan dan Pembuatan Sistem .....	61
4.2.2. Pembahasan Hasil Pengujian Sistem .....	63
4.3. Integrasi-Interkoneksi.....	71
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>73</b>
5.1. Kesimpulan.....	73
5.2. Saran .....	74
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>76</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>79</b>
Lampiran 1: Perancangan sistem.....	79
1.1. Pembuatan desain keseluruhan sistem .....	79
1.2. Pembuatan skema rangkaian sistem di Fritzing .....	79
Lampiran 2: Pembuatan sistem .....	80

2.1.	Persiapan alat dan bahan .....	80
2.2.	Pengecekan alat dan bahan.....	81
2.3.	Pembuatan perangkat keras.....	81
2.4.	Pembuatan Casing .....	82
2.5.	Pembuatan Perangkat Lunak.....	82
Lampiran 3: Pengujian sistem .....		91
3.1.	Pengambilan Data .....	91
3.2.	Pengolahan Data.....	93



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian sebelumnya.....	8
Tabel 2.2 Spesifikasi nRF24L01+ .....	21
Tabel 2.3 Spesifikasi ATMEGA328P .....	23
Tabel 3.1 Alur waktu penelitian.....	36
Tabel 3.2 Alat pembuatan sistem.....	37
Tabel 3.3 Bahan pembuatan sistem.....	37
Tabel 3.4 Pustaka yang digunakan pada subsistem akuisisi dan pengirim data ...	45
Tabel 3.5 Pustaka yang digunakan pada subsistem penerima data.....	46
Tabel 3.6 Hasil pengukuran sistem dalam pembacaan kelembapan tanah .....	48
Tabel 3.7 Data pengujian akurasi sistem pembacaan kelembapan tanah.....	49
Tabel 3.8 Data pengujian akurasi sistem dalam pembacaan kelembapan tanah...	50
Tabel 4.1 Hasil pengujian akurasi sistem dalam pembacaan kelembapan tanah..	60
Tabel 4.2 Hasil pengujian presisi keterulangan sistem dalam pembacaan kelembapan tanah .....	60

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Modul MPU6050 (sumber : lastminuteengineering.com) .....	17
Gambar 2.2 Ilustrasi prinsip kerja sensor MEMS (sumber : lastminuteengineering.com).....	18
Gambar 2.3 Capacitive soil moisture sensor.....	19
Gambar 2.4 Tampilan modul nRF24L01+ (sumber : lastminuteengineering.com) .....	21
Gambar 2.5 Pembagian <i>channel</i> frekuensi (sumber : lastminuteenguneers.com).....	22
Gambar 2.6 Tampilan awal Arduino IDE.....	24
Gambar 3.1 Tahapan penelitian.....	38
Gambar 3.2 Diagram blok sistem .....	39
Gambar 4.1 Desain rancangan casing subsistem akuisisi dan pengirim data.....	52
Gambar 4.2 Skema rangkaian subsistem akuisisi dan pengirim data.....	53
Gambar 4.3 Desain rancangan casing subsistem penerima data .....	53
Gambar 4.4 Skema rangkaian subsistem penerima data .....	54
Gambar 4.5 Perangkat keras subsistem akuisisi dan pengirim data .....	55
Gambar 4.6 Perangkat keras subsistem penerima data.....	56
Gambar 4.7 Perubahan percepatan pada sumbu X .....	56
Gambar 4.8 Perubahan percepatan pada sumbu Y .....	57
Gambar 4.9 Perubahan percepatan pada sumbu Z.....	57
Gambar 4.10 Tampilan keluaran sistem pembacaan kelembapan tanah pada kelembapan 12% .....	58
Gambar 4.11 Tampilan keluaran sistem pembacaan kelembapan tanah pada kelembapan 28% .....	58
Gambar 4.12 Tampilan keluaran sistem pembacaan kelembapan tanah pada kelembapan 48% .....	58
Gambar 4.13 Tampilan keluaran sistem pembacaan kelembapan tanah pada kelembapan 60% .....	58
Gambar 4.14 Tampilan keluaran sistem pembacaan kelembapan tanah pada kelembapan 75% .....	59



Gambar 4.15 Tampilan keluaran sistem pembacaan kelembapan tanah pada  
kelembapan 90% ..... 59

Gambar 4.16 Tampilan keluaran sistem pembacaan suhu..... 58



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Bencana alam merupakan suatu rangkaian peristiwa yang mengancam kehidupan masyarakat dan sumber penghidupannya yang disebabkan oleh faktor alam sehingga mengakibatkan timbulnya kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, hingga timbulnya korban jiwa manusia dan menimbulkan dampak psikologis (Setyowati, 2019). Bencana alam juga menjadi kejadian potensial yang menjadi ancaman terhadap kesehatan, keamanan, dan/atau kesejahteraan masyarakat (Fitriadi dkk, 2017). Kedua hal tersebut menjelaskan kalau suatu bencana alam disebut bencana dikarenakan peristiwa tersebut terjadi di wilayah pemukiman dan/atau bukan pemukiman yang diikuti dengan timbulnya korban luka atau korban jiwa dan mengakibatkan kerugian material hingga dampak psikologis terhadap korbannya. Salah satu contoh dari bencana alam tersebut adalah bencana tanah longsor.

Bencana tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang berupa pergerakan tanah atau material lain berupa batuan yang menuruni permukaan bidang miring/lereng. Tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia terutama di wilayah perbukitan dan pegunungan. Menurut data dari BNPB, bencana tanah longsor di Indonesia terjadi sebanyak 2.272 kejadian dalam lima tahun terakhir. Kejadian tersebut menimbulkan korban manusia diantaranya sebanyak 92 orang korban meninggal, 8 orang dinyatakan hilang, dan 113 orang terluka. Bencana tanah longsor tersebut juga menyebabkan

banyak sekali kerugian, diantaranya 2.316 rumah rusak, 1 rumah tertimbun, dan 79 fasilitas umum rusak. (BNPB, 2023)

Data tersebut menyebutkan kalau bencana tanah longsor menyebabkan banyak sekali kerugian bahkan memakan korban jiwa. Kejadian bencana tanah longsor yang menyebabkan banyak korban tersebut tidak terjadi begitu saja tanpa faktor penyebab. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya tanah longsor di antaranya meningkatnya intensitas curah hujan, kemiringan lereng yang terjal, serta pengikisan yang terjadi di lereng tersebut. Terdapat faktor lain yang juga menjadi penyebab terjadinya tanah longsor, seperti penggundulan hutan, pemotongan tebing, dan kegiatan konstruksi (Nandi, 2007). Sebagian faktor tersebut disebabkan oleh perbuatan manusia, padahal Allah telah memperingatkan manusia dalam al-Qur'an pada surat al-Rum ayat 41.

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا  
لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya : *Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan perbuatan tangan manusia. (Melalui hal itu) Allah membuat mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka agar mereka kembali (ke jalan yang benar).* (Kementrian Agama, 2015)

Ayat di atas telah menjelaskan tentang bagaimana kedudukan manusia sebagai *khalifah* atau pemimpin di muka bumi. Tetapi seringkali manusia lalai dengan kedudukannya sebagai *khalifah* di bumi. Pemanfaatan yang mereka lakukan terhadap alam seringkali tidak diiringi dengan usaha pelestarian. Keserakahan dan perlakuan buruk sebagian manusia terhadap alam justru mengakibatkan kerusakan dan kesengsaraan kepada manusia itu sendiri. Hal tersebut menjadikan perbuatan manusia yang merusak alam menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya

pergerakan tanah yang dapat menjadi tanah longsor. Kegiatan manusia yang merusak alam seperti penggundulan hutan, pemotongan tebing, dan kegiatan konstruksi tersebut menjadikannya menjadi faktor penyebab terjadinya pergerakan tanah longsor (Ariyadi, 2018).

Faktor-faktor tersebut meningkatkan kemungkinan terjadinya pergerakan tanah yang merupakan definisi dari tanah longsor. Oleh sebab itu perlu dilakukan pemantauan pergerakan tanah untuk mengurangi dampak yang disebabkan tanah longsor. Pemantauan tersebut juga bermaksud untuk memberikan informasi kepada pihak yang berwenang sehingga dapat dilakukan tindak lanjut ketika dirasa ada potensi terjadi tanah longsor.

Pemantauan pergerakan tanah sebenarnya sudah dilakukan oleh instansi pemerintah seperti Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) dan Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kebencanaan Geologi (BPPTKG). Cara yang digunakan oleh BNPB dalam melakukan pemantauan pergeseran tanah adalah dengan pemetaan tanah yang memiliki potensi bergerak sehingga menyebabkan tanah longsor. Kelemahan dari cara ini adalah kegiatan pemetaan yang harus sudah terlihat tanda-tandanya sebelum terjadi tanah longsor (BNPB, 2023). Cara yang digunakan oleh BPPTKG menggunakan Stasiun Multiparameter untuk memantau pergerakan tanah, dan sensor yang digunakan dalam stasiun tersebut untuk mengukur pergerakan tanah menggunakan sensor ekstensometer. (BPPTKG, 2023).

Sistem pemantauan pergeseran tanah yang dimiliki oleh BPPTKG digunakan untuk mengukur pergeseran tanah menggunakan sensor ekstensometer ini

menggunakan prinsip perubahan perpanjangan tali pada sensor sehingga dapat mengukur perubahan pergeseran tanah yang terjadi. Sensor tersebut hanya mendapatkan nilai keluaran perubahan jarak tanpa menampilkan percepatan yang terjadi, sehingga perlu dibuat sistem pemantauan pergeseran tanah menggunakan Arduino, sensor akselerometer, modul nRF24L01+, dan sensor *soil moisture* berbasis Microsoft Excel ini untuk mendampingi penggunaan sensor tersebut sehingga dapat memberikan informasi tambahan berupa perubahan percepatan dan kelembapan tanah yang terjadi pada daerah tersebut. Sistem ini juga dapat memberikan informasi melalui gelombang radio, sehingga dapat mengirimkan informasi tanpa membutuhkan sinyal internet. Informasi tambahan yang didapat dari sistem tersebut dapat dipantau langsung oleh pihak tertentu seperti lembaga masyarakat sehingga dapat disampaikan secara baik kepada masyarakat maupun pihak berwenang ketika terjadi pergerakan tanah dan dilakukan tindakan pencegahan untuk mengurangi resiko dan dampak dari terjadinya tanah longsor.

Penggunaan Arduino digunakan untuk mengolah data yang didapatkan oleh sensor sehingga dapat tertampil dan dibaca oleh pengguna. Penggunaan sensor akselerometer berfungsi untuk mengamati perubahan percepatan yang terjadi dari alat tersebut. Penggunaan nRF24L01+ sebagai sarana komunikasi untuk mengirimkan data yang telah didapat melalui gelombang radio. Data yang digunakan ditampilkan dalam bentuk skema grafik yang muncul di Excel untuk menyimulasi bagaimana detail dari pergerakan tanah tersebut.

Sebelum dilakukan pembuatan sistem pemantauan pergerakan tanah, perlu dilakukan perancangan sistem terlebih dahulu. Perancangan sistem diperlukan

supaya pembuatan sistem menjadi lebih mudah. Setelah yang dilakukan perancangan, sistem dapat dibuat sesuai dengan desain sistem yang telah dirancang sebelumnya.

Setelah sistem pemantauan pergeseran tanah berhasil dibuat, diperlukan proses pengujian. Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa layak sistem pemantauan pergeseran tanah. Jika sistem pemantauan pergeseran tanah berhasil diuji dengan hasil yang layak, maka sistem pemantauan pergeseran tanah dapat digunakan di lapangan.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka permasalahan yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana hasil rancang bangun sistem pemantauan pergeseran tanah menggunakan Arduino, sensor akselerometer, modul nRF24L01+, dan sensor *soil moisture* berbasis Microsoft Excel?
2. Bagaimana hasil pengujian sistem pemantauan pergeseran tanah yang telah dibuat menggunakan Arduino, sensor akselerometer, modul nRF24L01+, dan sensor *soil moisture* berbasis Microsoft Excel?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut.

1. Merancang sistem pemantauan pergeseran tanah menggunakan Arduino, sensor akselerometer, modul nRF24L01+, dan sensor *soil moisture* berbasis Microsoft Excel.

2. Membuat sistem pemantauan pergeseran tanah menggunakan Arduino, sensor akselerometer, modul nRF24L01+, dan sensor *soil moisture* berbasis Microsoft Excel.
3. Menguji sistem pemantauan pergeseran tanah yang telah dibuat menggunakan Arduino, sensor akselerometer, modul nRF24L01+, dan sensor *soil moisture* berbasis Microsoft Excel.

#### **1.4. Batasan Penelitian**

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

1. Sensor akselerometer yang digunakan adalah sensor akselerometer MPU6050.
2. Pengujian dilakukan berskala laboratorium.
3. Pengujian dilakukan hingga sensor MPU6050 dapat merespon ketika terjadi perubahan percepatan.
4. Pengujian nilai akurasi dan presisi hanya dilakukan pada parameter kelembapan tanah.
5. Tampilan hasil pengujian terbatas sebanyak 500 data dengan rentan waktu waktu 10 menit.

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang akan diperoleh dari penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Laboratorium Fisika UIN Sunan Kalijaga memiliki sistem pemantauan pergeseran tanah.

2. Sebagai acuan untuk melakukan penelitian pengembangan sistem pemantauan pergeseran tanah.
3. Sistem pemantauan pergerakan tanah ini dapat digunakan untuk mendukung mitigasi oleh pihak yang berwenang seperti lembaga masyarakat dan instansi pemerintah.





## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membuat, dan menguji sistem pemantauan pergeseran tanah menggunakan Arduino, sensor akselerometer, modul nRF24L01+, dan sensor *soil moisture* berbasis Microsoft Excel. Penelitian ini telah berhasil dilakukan, berdasarkan hasil penelitian beserta pembahasannya maka dapat ditak kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem pemantauan pergeseran tanah menggunakan Arduino, sensor akselerometer, modul nRF24L01+, dan sensor *soil moisture* berbasis Microsoft Excel telah berhasil dirancang menggunakan perangkat lunak SketchUp dan Fritzing. Hasil dari perancangan sistem berupa desain keseluruhan dan skema rangkaian sistem.
2. Sistem pemantauan pergeseran tanah menggunakan Arduino, sensor akselerometer, modul nRF24L01+, dan sensor *soil moisture* berbasis Microsoft Excel telah berhasil dibuat serta sudah dapat melakukan transmisi data hasil keluaran melalui gelombang radio. Hasil pembuatan berupa perangkat keras dan perangkat lunak sistem. Perangkat keras sistem ini terdiri atas dua subsistem yaitu subsistem akuisisi dan pengirim data yang tersusun atas catu daya, modul MPU6050, sensor *soil moisture*, modul nRF24L01+, dan Arduino Uno beserta *casing*-nya. Subsistem kedua yaitu subsistem penerima data yang tersusun atas catu daya, modul nRF24L01+, dan mikrokontroler Arduino Uno beserta *casing*-nya. Sedangkan untuk perangkat

lunak sistem terdiri atas tiga subsistem, yaitu subsistem akuisisi dan pengiriman data yang terdiri atas program pembacaan sensor, serta subsistem penerima data dan penampil data terdiri atas program yang menampilkan data yang diolah dan diterima dari subsistem akuisisi dan pengiriman data.

3. Sistem pemantauan pergeseran tanah menggunakan Arduino, sensor akselerometer, modul nRF24L01+, dan sensor *soil moisture* Berbasis Microsoft Excel ini telah berhasil diuji. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pemantauan pergeseran tanah yang dibuat ini belum dapat diterapkan sebagai sistem pemantauan pergeseran tanah sepenuhnya. Berdasarkan hasil penelitian, sistem tersebut sudah dapat mendeteksi nilai perubahan percepatan yang terjadi pada sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z serta dapat membaca nilai suhu dan kelembapan tanah. Nilai akurasi rata-rata yang didapatkan sebesar 92,10% untuk parameter kelembapan tanah. Sedangkan nilai presisi keterulangan rata-rata yang didapatkan sebesar 90,90% untuk parameter kelembapan tanah. Hasil tersebut belum memenuhi standar alat ukur di Indonesia yang memiliki akurasi sebesar 95% dan presisi keterulangan sebesar 98%.

## 5.2. Saran

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

1. Memastikan sensor *soil moisture* sepenuhnya tertempel pada tanah dan memastikan untuk bersih dari kotoran sebelum digunakan.
2. Pemilihan subsistem penampil yang menampilkan data lebih banyak, dikarenakan *plug-in Data Streamer* di Microsoft Excel hanya terbatas 500 data saja yang dapat ditampilkan.
3. Karakteristik MPU6050 dan sensor *soil moisture* perlu diketahui karena nilai yang dihasilkan oleh modul MPU6050 dan sensor *soil moisture* masing-masing tidak linear. Kalibrasi perlu dilakukan untuk menentukan titik *zero* keluaran modul dan sensor tersebut.
4. Penelitian ini dapat dikembangkan untuk membuat telemetri tambahan yang mampu menampilkan data dan mengakses data dari manapun.



## DAFTAR PUSTAKA

- Ariyadi, A. 2018. Al-Qur'an Views Relating to Environmental Conservation. *Daun: Jurnal Ilmiah Pertanian Dan Kehutanan*, **Vol.5 No.1 Juni 2018** : 1–9. <https://doi.org/10.33084/daun.v5i1.319>
- Fezari, M., & Dahoud, A. Al. 2018. *Integrated Development Environment "IDE" For Arduino*. Al Zaytoona University, Amman.
- Fikri, M. K., Prasetio, B. H., & Maulana, R. 2017. Perancangan Dan Implementasi Real Segway Pada Skateboard Roda Satu Menggunakan Gyroscope Dan Accelerometer. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, **Vol.1 No.1 Januari 2017** : 48–56. <http://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/12>
- Fitriadi, M. W., Kumalawati, R., & Arisanty, D. 2017. Tingkat Kesiapsiagaan Masyarakat Terhadap Bencana Tanah Longsor di Desa Jaro Kecamatan Jaro Kabupaten Tabalong. *Jurnal Pendidikan Geografi*, **Vol.4 No.4 Juli 2017** : 32–41.
- Fraden, J. (2016). *Handbook of Modern Sensors*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-19303-8>
- Gunawan, R., Andhika, T., Sandi, & Hibatulloh, F. 2019. Monitoring System for Soil Moisture, Temperature, pH and Automatic Watering of Tomato Plants Based on Internet of Things. *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, **Vol.7 No.1 April. 2019**(1), 66–78. <https://doi.org/10.34010/telekontran.v7i1.1640>
- Kadarina, T. M., & Hajar, M. H. I. 2019. Pengenalan Bahasa Pemrograman Python Menggunakan Aplikasi Games Untuk Siswa/I Di Wilayah Kembangan Utara. *Jurnal Abdi Masyarakat (JAM)*, **Vol.5 No.1 September 2019** : 11–16. <https://doi.org/10.22441/jam.2019.v5.i1.003>
- Kaharuddin, S., Ain, M. F., Mamat, M. N., Abdullah, M. N., & Yusob, M. F. B. M. 2022. Soil Mass Movement Monitoring for Landslide Detection Using Low-cost Accelerometer Sensor as Inclinometer. *Journal of Physics: Conference Series*, **Vol.2312 No.1** : 1–8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2312/1/012056>
- Lisyah, L. N. 2017. *Rancang Bangun Detektor Informasi Dini Kecelakaan Sepeda Motor Dengan Smart Sos System*. Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.

- Morris, A. S. 2001. *Measurement & Instrumentation Principles*. Butterworth-Heinemann.
- Mustaqim, H. F. 2022. *Rancang Bangun Sistem Pemantauan Pergerakan Tanah Menggunakan Sensor Rotary Encoder, Mikrokontroler Esp32, Modul Rf 915Mhz Dan Tampilan Berbasis Python*. (Tugas Akhir), Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta.
- Nandi. 2007. *Jenis - Jenis Longsor*. Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Nursuwars, F. M. sugiartana, Kurniati, N. I., & Hidayat, M. T. 2019. Accelerometer sebagai Pendeteksi Dini Pergerakan Tanah. *Setrum : Sistem Kendali Tenaga Elektronika Telekomunikasi Komputer*, **Vol.8 No.1 Juni 2019** : 9–17. <https://doi.org/10.36055/setrum.v8i1.4110>
- Rezkia, S. M. 2021. *4 Library untuk Membuat Aplikasi dengan Python , Rekomendasi untuk Project Datamu*. Diakses 4 Juni 2023 dari DQ-Lab. <https://dqlab.id/4-library-untuk-membuat-aplikasi-dengan-python-rekomendasi-untuk-project-datamu>
- Riyanto. 2014. *Validasi & Verifikasi Metode Uji*. Deepublish.
- Santos, S. 2021. *ESP32 vs ESP8266 - Pros and Cons*. Maker Advisor. Diakses 3 Juni 2023 dari <https://makeradvisor.com/esp32-vs-esp8266/>
- Santoso, H., Quszaini, E. W., & Aris Heri Andriawan, ST., M. 2020. *Alat Pendeteksi Gempa Bumi Menggunakan Sensor Accelerometer MPU 6050 dan sollar cell sebagai sumber energi listrik*. Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya.
- Seifert, K., & Camacho, O. 2007. Implementing positioning algorithms using accelerometers. *Freescale Semiconductor*, **Vol.2 No.1 Februari 2007** : 1–13. [http://perso-etis.ensea.fr/~pierandr/cours/M1\\_SIC/AN3397.pdf](http://perso-etis.ensea.fr/~pierandr/cours/M1_SIC/AN3397.pdf)
- Setyowati, D. L. 2019. *Pendidikan Kebencanaan*. UNNES, Semarang
- Shobrina, U. J., Primananda, R., & Maulana, R. 2018. Analisis Kinerja Pengiriman Data Modul Transceiver NRF24L01+, Xbee dan Wifi ESP8266 Pada Wireless Sensor Network. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, **Vol.2 No.4 April 2018** : 1510–1517.
- Sugesti, D. (2019). Mengulas Tolong Menolong Dalam Perspektif Islam. *PPKn Dan Hukum*, *14*(2), 106–113.

Sulistiadji, K., & Pitoyo, J. 2009. *Alat Ukur dan Instrumen Ukur (Issue 1)*. BPP Mektan, Tangerang.

Suryana, T. 2021. *Implementasi Modul Nirkabel nRF24L01++ Sebagai Media Pengiriman dan Penerimaan Data Dengan Antarmuka NodeMCU* . Universitas Komputer Indonesia, Bandung

Wibowo, I. S., Ciptadi, P. W., & Hardyanto, R. H. 2021. Sistem Peringatan Dini Bencana Longsor Menggunakan Sensor Accelerometer dan Sensor Soil Moisture Berbasis Android. *Dinamika Informatika*, Vol.1 No.1 April 2021 : 164–169.