

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN PERINGATAN DINI PADA PERGESERAN TANAH DENGAN KOMUNIKASI LORA BERBASIS MIKROKONTROLER

SKRIPSI

**Skripsi ini diajukan untuk melengkapi salah satu persyaratan
menjadi Sarjana Strata Satu Program S1**

Oleh:

MUHAMAD ARRIVO AL IZHAR
197002416047



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL
AGUSTUS 2025**

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN PERINGATAN DINI PADA PERGESERAN TANAH DENGAN KOMUNIKASI LORA BERBASIS MIKROKONTROLER

Oleh:

MUHAMAD ARRIVO AL IZHAR
197002416047



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL
AGUSTUS 2025**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

“Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Peringatan Dini Pada Pergeseran Tanah Dengan Komunikasi LoRa Berbasis Mikrokontroler”

yang dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Strata Satu Program S1 pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional, sebagaimana yang saya ketahui adalah bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari Skripsi yang sudah pernah diajukan atau dipakai untuk mendapatkan gelar di lingkungan Universitas Nasional maupun di Perguruan Tinggi atau instansi lainnya, kecuali pada bagian-bagian tertentu yang menjadi sumber informasi atau acuan yang dicantumkan sebagaimana mestinya.



Jakarta, 30 Agustus 2025


METER
TIMPEL
12
EDISEAN0005049175

(Muhamad Arrivo Al Izhar)
NIM 197002416047

PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul:

“Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Peringatan Dini Pada Pergeseran Tanah Dengan Komunikasi LoRa Berbasis Mikrokontroler”

dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Strata Satu Program S1 pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional dan telah disetujui untuk diujikan dalam sidang skripsi sesuai dengan ketentuan administrasi dan akademik yang berlaku.



Nama : Muhamad Arrivo Al Izhar
NIM : 197002416047

Pembimbing Utama,

(Ir. Ruliyanto, S.T., M.T., Ph.D.)
NID. 0105030695

Pembimbing Pendamping,

(Dr. Viktor Vekky Ronald R, S.T., M.T.)
NID. 0103040703

Ketua Program Studi,

(Ir. Idris Kusuma, M.T.)
NID. 0102990618

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Muhamad Arrivo Al Izhar
NPM : 197002416047
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Peringatan Dini
Pada Pergeseran Tanah Dengan Komunikasi LoRa Berbasis
Mikrokontroler

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Sains Universitas Nasional.

Pembimbing I

: Ir. Ruliyanto, S.T., M.T., Ph.D.

(.....)

Pembimbing II

: Dr. Viktor Vekky Ronald R, S.T., M.T.

(.....)

Penguji I

: Ir. Rianto Nugroho, M.T.

(.....)

Penguji II

: Novi Azman, S.T., M.T., Ph.D.

(.....)

Penguji III

: Ir. Idris Kusuma, M.T.

(.....)

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 30 Agustus 2025

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah Yang Maha Esa, karena atas rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro pada Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.

Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1). Bapak Ir. Ruliyanto, S.T., M.T., Ph.D. dan Bapak Dr. Viktor Vekky Ronald R., S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2). Bapak Ir. Idris Kusuma M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Nasional yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran dan empati yang luar biasa untuk mengarahkan dan membantu saya menyelesaikan kuliah ini;
- (3). Seluruh Dosen Pengajar Program Studi Teknik Elektro Universitas Nasional atas ilmu dan bimbingannya selama menjalani perkuliahan;
- (4). Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- (5). Sahabat dan teman – teman seangkatan yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 30 Agustus 2025
Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas Akademik Universitas Nasional, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhamad Arrivo Al Izhar
NPM : 197002416047
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik dan Sains
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nasional **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Peringatan Dini Pada Pergeseran Tanah Dengan Komunikasi LoRa Berbasis Mikrokontroler”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Nasional berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan semestinya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 30 Agustus 2025
Yang Menyatakan


Muhamad Arrivo Al Izhar

ABSTRAK

Muhamad Arrivo Al Izhar, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Peringatan Dini Pada Pergeseran Tanah Dengan Komunikasi LoRa Berbasis Mikrokontroler", Program S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional, di bawah bimbingan Ir. Ruliyanto, S.T., M.T., Ph.D. dan Dr. Viktor Vekky Ronald R., S.T., M.T., Agustus 2025, 81 halaman + xiii + 19 lampiran

Indonesia memiliki tingkat aktivitas tektonik dan curah hujan yang tinggi, sehingga berisiko besar terhadap bencana tanah longsor. Berdasarkan data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), pada tahun 2021 tercatat lebih dari 1.300 kejadian longsor. Untuk mengurangi risiko korban jiwa dan kerugian material, diperlukan sistem deteksi dini yang mampu memantau parameter pemicu longsor secara real-time. Penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan tanah longsor berbasis Internet of Things (IoT) dengan komunikasi Long Range (LoRa). Sistem terdiri dari transmitter berbasis Arduino Nano yang dilengkapi sensor kelembapan tanah, tipping bucket, piezoelektrik, dan MPU6050, serta receiver berbasis ESP32 yang menampilkan data pada LCD, mengirimkan informasi ke platform cloud, dan mengaktifkan buzzer sebagai alarm peringatan dini. Hasil pengujian menunjukkan seluruh sensor bekerja dengan baik dan stabil. Sensor kelembapan tanah menghasilkan tren sesuai soil tester, tipping bucket memiliki error rata-rata hanya 0,30%, MPU6050 membaca sudut dengan rata-rata error 7,65–8,35%, sedangkan sensor piezoelektrik memberikan respon stabil dan aman bagi mikrokontroler. Sistem mampu mengirimkan data secara konsisten melalui LoRa dengan jangkauan efektif hingga 150 m (RSSI minimum -102 dBm), meskipun performa dipengaruhi kondisi lingkungan dan antena. Dari sisi konsumsi daya, kebutuhan energi sistem sebesar 16,8 Wh per hari dapat dipenuhi panel surya 20 Wp dan baterai 12 V 7,5 Ah, sehingga sistem dapat beroperasi secara mandiri di lapangan. Dengan demikian, sistem terbukti andal, akurat, hemat energi, dan layak digunakan sebagai alat pemantauan kondisi tanah secara real-time untuk mendukung mitigasi bencana longsor.

Kata kunci: Tanah longsor, deteksi dini, IoT, LoRa, sistem pemantauan.

ABSTRACT

Muhamad Arrivo Al Izhar, "Design and Development of a Monitoring and Early Warning System for Land Displacement Using Microcontroller-Based LoRa Communication", Electrical Engineering Undergraduate Program, Faculty of Engineering and Science, Nasional University, under the guidance of Ir. Ruliyanto, S.T., M.T., Ph.D. and Dr. Viktor Vekky Ronald R., S.T., M.T., August 2025, 81 page + xiii + 19 appendices.

Indonesia has high tectonic activity and rainfall intensity, making it highly vulnerable to landslides. According to the National Disaster Management Agency (BNPB), more than 1.300 landslide events were recorded in 2021. To reduce the risk of casualties and material losses, an early warning system capable of monitoring landslide-triggering parameters in real time is required. This study developed a landslide monitoring system based on the Internet of Things (IoT) with Long Range (LoRa) communication technology. The system consists of a transmitter based on Arduino Nano equipped with soil moisture, tipping bucket, piezoelectric, and MPU6050 sensors, as well as a receiver based on ESP32 that displays the data on an LCD, sends information to a cloud platform, and activates a buzzer as an early warning alarm. The test results showed that all sensors worked properly and stably. The soil moisture sensor produced trends consistent with a soil tester, the tipping bucket achieved an average error of only 0.30%, the MPU6050 measured angles with an average error of 7.65–8.35%, while the piezoelectric sensor provided a stable response within a safe voltage range for the microcontroller. The system consistently transmitted data via LoRa with an effective range of up to 150 m (minimum RSSI of -102 dBm), although its performance was affected by environmental conditions and antenna placement. In terms of power consumption, the system required 16.8 Wh per day, which can be reliably supplied by a 20 Wp solar panel and a 12 V 7.5 Ah battery, enabling standalone operation in the field. Therefore, the system is proven to be reliable, accurate, energy-efficient, and feasible to be applied as a real-time soil condition monitoring tool to support landslide disaster mitigation.

Keyword: *Landslide, early detection, IoT, LoRa, monitoring system.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5 Metode Penyelesaian Masalah	4
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
2.1 Kajian Pustaka.....	6
2.2 LoRa (Long Range).....	13
2.3 Arduino Nano.....	16
2.4 ESP32	20
2.5 Sensor MPU6050	22
2.6 Sensor Kelembapan Tanah	24
2.7 Sensor Pizoelektrik.....	25
2.8 Sensor Curah Hujan.....	27
2.9 LCD	28
2.10 Komunikasi	30
2.10.1 I2C.....	30
2.10.2 UART	31
2.11 Power Supply 5V	33
2.12 Buzzer.....	35
2.13 Arduino IDE.....	35
2.14 DC-to-DC Converter LM2596.....	37
2.15 PLTS <i>off-grid</i>	38
2.16 Pengolahan Data.....	40
2.17 Rumus Perhitungan Daya, Energi Listrik, dan PLTS	40
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	43
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	43
3.2 Alat dan Bahan.....	43
3.3 Desain Penelitian.....	44
3.3.1 Tahapan Penelitian.....	44
3.3.2 Perancangan Sistem.....	45
3.3.3 Perancangan Perangkat Keras.....	47
3.3.4 Perancangan Mekanik	49

3.3.5 Perancangan Perangkat Lunak.....	52
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	57
4.1 Realisasi Alat	57
4.1.1 Realisasi Perangkat Keras	57
4.1.2 Realisasi Perangkat Lunak.....	58
4.2 Hasil Pengujian	59
4.2.1 Hasil Pengujian Pembacaan Kelembapan Tanah.....	59
4.2.2 Hasil Pengujian Pembacaan Curah Hujan	62
4.2.3 Hasil Pengujian Pembacaan Sudut Kemiringan (Pitch,Roll, Yaw)	63
4.2.4 Hasil Pengujian Pembacaan Getaran.....	63
4.2.5 Hasil Pengujian Jarak LoRa.....	65
4.2.6 Hasil Pengujian Konsumsi Daya	67
4.2.7 Hasil Pengujian Fungsi Sistem	69
4.3 Analisis Hasil Pengujian.....	70
4.3.1 Analisis Hasil Pengujian Pembacaan Kelembapan Tanah	70
4.3.2 Analisis Hasil Pengujian Pembacaan Curah Hujan	71
4.3.3 Analisis Hasil Pengujian Pembacaan Sudut Kemiringan (Pitch,Roll, Yaw).....	72
4.3.4 Analisis Hasil Pengujian Pembacaan Getaran	74
4.3.5 Analisis Hasil Pengujian Jarak LoRa	74
4.3.6 Analisis Hasil Pengujian Konsumsi Daya	75
4.3.7 Analisis Hasil Pengujian Fungsi Sistem.....	76
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	77
5.1 Kesimpulan	77
5.2 Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN	82



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur protokol LoRa	14
Gambar 2.2 Teknologi LoRa	15
Gambar 2.3 LoRa E220-900T22D.....	16
Gambar 2.4 Konfigurasi pin arduino nano.....	17
Gambar 2.5 Skematik arduino nano.....	19
Gambar 2.6 Konfigurasi pin ESP32.....	20
Gambar 2.7 Skematik ESP32	21
Gambar 2.8 Bentuk sensor MPU6050	22
Gambar 2.9 Skematik sensor MPU6050.....	23
Gambar 2.10 Bentuk sensor kelembapan tanah kapasitif	24
Gambar 2.11 Skematik sensor kelembapan tanah kapasitif.....	25
Gambar 2.12 Bentuk sensor piezoelektrik	26
Gambar 2.13 Skematik sensor piezoelektrik.....	26
Gambar 2.14 Prinsip kerja sensor curah hujan.....	27
Gambar 2.15 Skematik sensor curah hujan.....	28
Gambar 2.16 Bentuk modul LCD 20x4.....	29
Gambar 2.17 Diagram blok modul LCD 20x4.....	29
Gambar 2.18 Modul I2C	30
Gambar 2.19 Komunikasi I2C.....	30
Gambar 2.20 Pesan pada I2C	31
Gambar 2.21 Skematik modul I2C.....	31
Gambar 2.22 Komunikasi UART.....	32
Gambar 2.23 Komunikasi data UART.....	33
Gambar 2.24 Bit komunikasi UART	33
Gambar 2.25 Power supply 5V.....	34
Gambar 2.26 Skematik diagram power supply	34
Gambar 2.27 Skematik buzzer.....	35
Gambar 2.28 Skematik rangkaian converter LM2596.....	38
Gambar 2.29 Converter LM2596	38
Gambar 2.30 Konfigurasi sistem PLTS off-grid	39
Gambar 3.1 Tahapan penelitian.....	44
Gambar 3.2 Diagram blok sistem transmitter dan receiver.....	46
Gambar 3.3 Skematik rangkaian transmitter dan receiver	48
Gambar 3.4 Perancangan mekanik rangkaian transmitter.....	49
Gambar 3.5 Perancangan mekanik rangkaian receiver.....	50
Gambar 3.6 Perancangan mekanik posisi simulasi pada bukit.....	51
Gambar 3.7 Flowchart rangkaian transmitter.....	54
Gambar 3.8 Flowchart rangkaian receiver	56
Gambar 4.1 Realisasi perangkat keras rangkaian transmitter	58
Gambar 4.2 Realisasi perangkat keras rangkaian receiver.....	58
Gambar 4.3 Realisasi perangkat lunak.....	59
Gambar 4.4 Grafik pengujian pembacaan kelembapan tanah.....	60
Gambar 4.5 Pengujian jangkauan jarak LoRa	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil kajian pustaka sistem monitoring tanah longsor	11
Tabel 2.2 Kondisi treshold sensor.....	13
Tabel 2.3 Perbandingan parameter teknologi komunikasi	14
Tabel 2.4 Spesifikasi LoRa E220-900T22D	16
Tabel 2.5 Spesifikasi arduino nano.....	18
Tabel 2.6 Spesifikasi modul ESP32 WROOM 32	22
Tabel 2.7 Daftar pinout LCC 20x4	29
Tabel 2.8 Konfigurasi UART	32
Tabel 2.9 Spesifikasi converter LM2596	37
Tabel 4.1 Data hasil pengujian pembacaan kelembapan tanah	60
Tabel 4.2 Data hasil pengujian pembacaan curah hujan	62
Tabel 4.3 Data hasil pengujian pembacaan sudut kemiringan (X,Y,Z).....	64
Tabel 4.4 Data hasil pengujian pembacaan getaran.....	65
Tabel 4.5 Data hasil pengujian jarak LoRa	66
Tabel 4.6 Konsumsi daya alat	67
Tabel 4.7 Data hasil pengujian fungsi sistem.....	69



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Listing program.....	82
Lampiran 2 Datasheet Lora Ebyte E220 900T22D	101
Lampiran 3 Datasheet Arduino nano	104
Lampiran 4 Datasheet ESP32	107

