



**RANCANG BANGUN DETEKTOR PERGESERAN TANAH
MENGUNAKAN *DRAW-WIRE DISPLACEMENT SENSOR*
SEBAGAI *EARLY WARNING SYSTEM*
DENGAN KOMUNIKASI INTERNET OF THINGS**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**MUHAMMAD IQBAL
41423120059**

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**



**RANCANG BANGUN DETEKTOR PERGESERAN TANAH
MENGUNAKAN *DRAW-WIRE DISPLACEMENT SENSOR*
SEBAGAI *EARLY WARNING SYSTEM*
DENGAN KOMUNIKASI INTERNET OF THINGS**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

NAMA : MUHAMMAD IQBAL
NIM : 41423120059
PEMBIMBING : FINA SUPEGINA, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

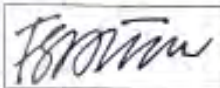
Nama : Muhammad Iqbal
NIM : 41423120059
Program : Teknik Elektro
Studi
Judul : Rancang Bangun Detektor Pergeseran Tanah Menggunakan
Draw-Wire Displacement Sensor Sebagai *Early Warning*
System dengan Komunikasi Internet Of Things

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

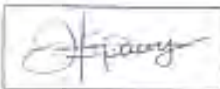
Disahkan oleh:

Tanda Tangan

Pembimbing : Fina Supegina, S.T., M.T.
NUPTK : 9550758659230172



Ketua Penguji : Freddy Artadima Silaban, S.Kom, M.T.
NUPTK : 0460769670130323



Anggota Penguji : Triyanto Pangaribowo, S.T., M.T.
NUPTK : 1240756657130123

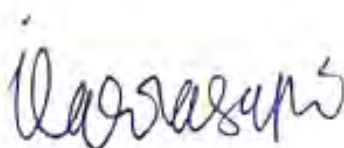


Jakarta, 16 Agustus 2025

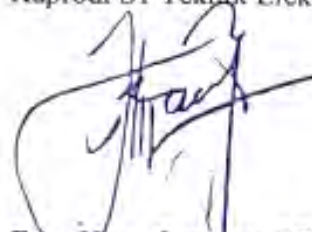
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Kaprodi S1 Teknik Elektro



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NUPTK: 6639750651230132



Dr. Eng. Heru Suwadyo, ST, M.Sc
NUPTK: 2146770671130403

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : **Muhammad Iqbal**
NIM : **41423120059**
Program Studi : **Teknik Elektro**
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **Rancang Bangun Detektor Pergeseran Tanah Menggunakan Draw-Wire Displacement Sensor Sebagai Early Warning System dengan Komunikasi Internet Of Things**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Sabtu, 16 Agustus 2025** dengan hasil presentase sebesar **15 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 16 Agustus 2025

U N I V E R S I T A S

MERCU BUANA

Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Iqbal

N.I.M : 41423120059

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Detektor Pergeseran Tanah
Menggunakan *Draw-Wire Displacement Sensor*
Sebagai *Early Warning System* dengan Komunikasi
Internet Of Things

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

MERCU BUANA

Jakarta, 07 Agustus 2025



Muhammad Iqbal

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara dengan potensi tinggi terjadinya bencana tanah longsor, namun sistem peringatan dini yang ada saat ini masih terbatas. Untuk mengatasi permasalahan ini, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem detektor pergeseran tanah berbasis *Internet of Things* (IoT) yang berfungsi sebagai *early warning system* tanah longsor. Sistem ini mengintegrasikan *Draw-Wire Displacement Sensor*, sensor curah hujan, dan sensor kelembapan tanah untuk memantau kondisi di area rawan longsor.

Sistem yang dibangun terdiri dari dua unit perangkat keras, yaitu perangkat Tx dan perangkat Rx. Perangkat Tx bertugas mengumpulkan data dari sensor dan mengirimkannya secara nirkabel melalui komunikasi LoRa, sementara perangkat Rx menerima data tersebut untuk diolah dan disimpan dalam Firebase *real-time database*. Apabila pergeseran tanah yang terdeteksi melebihi batas aman, sistem akan mengaktifkan sirene sebagai peringatan bahaya kepada masyarakat. Dengan demikian, sistem ini memungkinkan pemantauan dari jarak jauh dan data dapat diakses secara *real-time* untuk mendukung mitigasi bencana.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu melakukan pengukuran pergeseran tanah dengan rata-rata *error rate* 3,59%. Pengujian jarak komunikasi LoRa berhasil membuktikan jangkauan maksimal sejauh 1,3km. Pengujian *delay* menunjukkan waktu yang dibutuhkan dari sensor hingga ke sirene atau Firebase adalah 2,14 detik. Selain itu, analisis keandalan sistem menunjukkan bahwa perangkat dapat berfungsi dengan stabil dalam mengirimkan data secara kontinu, sehingga sistem ini dapat diandalkan sebagai alat peringatan dini untuk meminimalkan risiko bencana tanah longsor.

Kata kunci: *Draw-Wire Displacement Sensor*, *Early Warning System*, LoRa, Pergeseran Tanah, Curah Hujan, Kelembapan Tanah

ABSTRACT

Indonesia is a country with a high potential for landslides, yet existing early warning systems are still limited. To address this issue, this research aims to design and build an Internet of Things (IoT)-based soil displacement detector system that functions as a landslide early warning system. This system integrates a Draw-Wire Displacement Sensor, a rainfall sensor, and a soil moisture sensor to monitor conditions in landslide-prone areas.

The developed system consists of two hardware units: a Tx device and an Rx device. The Tx device is responsible for collecting data from the sensors and transmitting it wirelessly via LoRa communication, while the Rx device receives the data to be processed and stored in a Firebase real-time database. If the detected soil displacement exceeds the safe limit, the system will activate a siren as a danger warning to the community. Thus, this system enables remote monitoring, and data can be accessed in real-time to support disaster mitigation.

Test results show that the system is capable of measuring soil displacement with an average error rate of 3.59%. LoRa communication distance testing successfully demonstrated a maximum range of 1.3 km. Delay testing indicated that the time required from the sensor to the siren or Firebase is 2.14 seconds. Furthermore, system reliability analysis shows that the device can function stably in continuously transmitting data, making this system reliable as an early warning tool to minimize the risk of landslides.

Keywords: Draw-Wire Displacement Sensor, Early Warning System, LoRa, Landslide, Rainfall, Soil Moisture

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Detektor Pergeseran Tanah Menggunakan *Draw-Wire Displacement Sensor* Berbasis *Internet of Things* (IoT) sebagai Early Warning System Tanah Longsor" ini dengan baik. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada program studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Penyusunan laporan ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Fina Supegina, ST. MT. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan berharga selama proses penelitian dan penulisan laporan ini.
2. Kepada istri, kedua orang tua, rekan kerja dan teman-teman yang selalu memberikan dukungan, motivasi, serta doa yang tiada henti.
3. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif bagi ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknik elektro dan mitigasi bencana.

Jakarta, 01 Agustus 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN <i>SIMILARITY</i>	iii
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Geoteknik.....	4
2.2 Tanah Longsor	5
2.3 Kelembapan Tanah.....	8
2.4 Curah Hujan	10
2.5 <i>Draw-Wire Displacement Sensor</i>	11
2.6 LoRa.....	13
2.7 RP2040-LoRa-HF	15
2.8 Lilygo T3S3 V1.2 ESP32-S3	16
2.9 DFRobot Solar Power Manager	18
2.10 Sirene MS-190	18
2.11 <i>Firebase</i>	19
BAB III PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM.....	20

3.1	Blok Diagram Sistem	20
3.2	Tahapan Perancangan.....	21
3.3	Perancangan Perangkat Tx.....	23
3.3.1	Perancangan Mekanis Perangkat Tx	23
3.3.2	Perancangan Elektris Perangkat Tx	24
3.3.3	Program pada Perangkat Tx	26
3.4	Perancangan Perangkat Rx.....	30
3.4.1	Perancangan Elektris Perangkat Rx	30
3.4.2	Program pada perangkat Rx	31
3.5	Metode Fuzzy Logic	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1	Hasil	35
4.2	Pengujian Sistem.....	36
4.2.1	Pengujian <i>Draw-Wire Displacement Sensor</i>	36
4.2.2	Pengujian Sensor Kelembapan Tanah.....	38
4.2.3	Pengujian Sensor Curah Hujan	38
4.2.4	Pengujian Jarak Komunikasi LoRa.....	39
4.2.5	Pengujian <i>Delay</i>	40
4.2.6	Analisis Keandalan Sistem.....	41
4.3	Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya	42
4.4	Keluaran yang Diharapkan.....	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		44
5.1	Kesimpulan	44
5.2	Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA		46
LAMPIRAN.....		48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tanah longsor	5
Gambar 2.2	Peta zona kerentanan gerakan tanah provinsi Jawa Barat (ESDM, 2025)	6
Gambar 2.3	Capasitive Soil Moisture Sensor	9
Gambar 2.4	Cara kerja sensor curah hujan (Cardozo, Basurco, & Sinobas, 2023).....	11
Gambar 2.5	Draw-wire displacement sensor (Arnhardt, Asch, Azzam, & Bill, 2015).....	12
Gambar 2.6	Cara kerja incremental encoder (Aidansun, 2020)	12
Gambar 2.7	Perbandingan LoRa dengan teknologi nirkabel lainnya (Semtech, 2018).....	14
Gambar 2.8	Modul RP2040-LoRa-HF (Waveshare, 2025)	15
Gambar 2.9	Modul Lilygo T3S3 V1.2 ESP32-S3 (Lilygo, 2025)	17
Gambar 2.10	Spesifikasi Lilygo T3S3 V1.2 ESP32-S3 (Lilygo, 2025).....	17
Gambar 2.11	Modul DFRobot Solar Power Manager (DFRobot, 2025)	18
Gambar 2.12	Sirene MS-190.....	19
Gambar 3.1	Model sistem perancangan detektor pergeseran tanah	21
Gambar 3.2	Flowchart sistem yang akan dibuat	22
Gambar 3.3	Perancangan mekanik perangkat Tx.....	24
Gambar 3.4	Wiring diagram perangkat keras Tx	26
Gambar 3.5	Wiring diagram perangkat Rx	31
Gambar 4.1	Perangkat keras Tx	35
Gambar 4.2	Perangkat keras Rx	36

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Parameter penyusun peta bahaya tanah longsor dengan metode deterministik.....	7
Tabel 2.2	Pengkelasan zona kerentanan gerakan tanah dan perhitungan indeks bahaya	8
Tabel 2.3	Klasifikasi kelembaban tanah.....	9
Tabel 2.4	Spesifikasi teknis RP2040-LoRa-HF	16
Tabel 3.1	Kebutuhan daya perangkat Tx.....	25
Tabel 4.1	Pengujian ketepatan pergeseran tanah.....	37
Tabel 4.2	Pengujian sensor kelembapan tanah.....	38
Tabel 4.3	pengujian jarak komunikasi LoRa.....	39
Tabel 4.4	Hasil pengujian delay	40

