



**RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN DINI TANAH
LONGSOR BERBASIS ESP32 DENGAN METODE FUZZY
SUGENO**

**TUGAS AKHIR
APLIKATIF**

**PANJI PRADANA
41424110033**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**



**RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN DINI TANAH
LONGSOR BERBASIS ESP32 DENGAN METODE FUZZY
SUGENO**

**TUGAS AKHIR
APLIKATIF**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

PANJI PRADANA

41424110033

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : PANJI PRADANA
NIM : 41424110033
Fakultas/Program Studi : TEKNIK/TEKNIK ELEKTRO

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:

“RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN DINI TANAH LONGSOR BERBASIS ESP32 DENGAN METODE FUZZY SUGENO” adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 21 Februari 2026



PANJI PRADANA

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

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

Nama : **Panji Pradana**
NIM : **41424110033**
Program Studi : **Teknik Elektro**
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN DINI
TANAH LONGSOR BERBASIS ESP32 DENGAN
METODE FUZZY SUGENO**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Sabtu, 21 Februari 2026** dengan hasil presentase sebesar **8 %** 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, 21 Februari 2026

Administrator Turnitin,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Panji Pradana

NIM : 41424110033

Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Elektro

Judul Tugas Akhir : RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN
DINI TANAH LONGSOR BERBASIS ESP32 DENGAN METODE FUZZY
SUGENO

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 27 Januari 2026 dan diterima
sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing



Ir. Akhmad Wahyu Dani, S.T, M.T
NIDN/NUPTK: 7052783664130323

UNIVERSITAS

MERCU BUANA

Jakarta, 21 Februari 2026

Mengetahui,

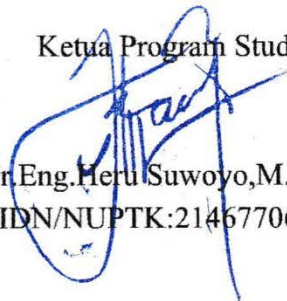
Dekan Fakultas



Dr. Zulfia Fitri Ikatinasari, M.T.

NIDN/NUPTK:6639750651230130

Ketua Program Studi



Dr.Eng. Heru Suwoyo, M.Sc

NIDN/NUPTK:2146770671130403

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Elektro Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik
3. Dr.Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro
4. Ir. Akhmad Wahyu Dani, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini;

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 21 Februari 2026



Panji Pradana

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Panji Pradana

NIM : 41424110033

Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Elektro

Judul Tugas Akhir : RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN
DINI TANAH LONGSOR BERBASIS ESP32 DENGAN METODE FUZZY
SUGENO

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 21 Februari 2026

Yang menyatakan,



Panji Pradana

**RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN DINI TANAH LONGSOR
BERBASIS ESP32 MENGGUNAKAN METODE FUZZY
PANJI PRADANA**

ABSTRAK

Perkembangan teknologi terutama pada bidang IoT dapat dimanfaatkan untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi oleh manusia seperti bencana alam tanah longsor yang dapat terjadi oleh beberapa faktor seperti cuaca dan kondisi lingkungan yang tidak memadai. Untuk menanggulangi timbulnya korban baik material maupun korban jiwa diperlukan sebuah sistem peringatan dini yang dapat menginformasikan penduduk bahaya tanah longsor. Tingginya potensi terjadinya tanah longsor seringkali berdampak pada kerusakan infrastruktur, kerugian material yang signifikan, serta hilangnya korban jiwa, sehingga diperlukan suatu sistem peringatan dini yang mampu memberikan informasi secara cepat, akurat, dan real-time kepada masyarakat serta pihak terkait. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem Early Warning System (EWS) tanah longsor berbasis ESP32 yang terintegrasi dengan aplikasi mobile sebagai media pemantauan dan notifikasi, dengan memanfaatkan beberapa parameter lingkungan seperti curah hujan, getaran tanah, kemiringan tanah, serta pergeseran tanah sebagai indikator potensi terjadinya longsor. Berdasarkan pengujian, sistem kendali aplikasi memiliki tingkat keberhasilan 100% dengan *latency* rendah antara 0,4–0,6 detik. Sensor HC-SR04 menunjukkan akurasi tinggi dengan rerata *error* 7,29%, sementara sensor MPU6050 menunjukkan hasil yang lebih stabil setelah difilter menggunakan *complementary filter* meskipun masih memerlukan kalibrasi *offset* lebih lanjut. Secara keseluruhan, penggunaan logika fuzzy terbukti lebih efektif dibandingkan ambang batas statis, di mana sistem secara otomatis memicu notifikasi waspada ketika nilai risiko melebihi ambang batas ($z > 3$).

Kata Kunci : Tanah Longsor, Sistem Peringatan dini, mitigasi bencana, integrasi aplikasi mobile , Fuzzy Sugeno

**DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN ESP32-BASED LANDSLIDE
EARLY WARNING SYSTEM USING FUZZY METHOD
PANJI PRADANA**

ABSTRACT

The development of technology, particularly in the field of the Internet of Things (IoT), can be utilized to address various problems faced by humans, including natural disasters such as landslides, which may occur due to several factors such as extreme weather conditions and inadequate environmental conditions. To prevent the occurrence of both material losses and casualties, an early warning system is required to inform residents about the potential danger of landslides. The high potential for landslides often results in infrastructure damage, significant material losses, and loss of life, therefore an early warning system that is capable of providing fast, accurate, and real-time information to the community and related authorities is urgently needed. This research aims to design and develop an ESP32-based Landslide Early Warning System (EWS) integrated with a mobile application as a monitoring and notification platform, by utilizing several environmental parameters such as rainfall, ground vibration, soil inclination, and soil displacement as indicators of potential landslides. Based on the testing results, the application control system achieved a 100% success rate with a low latency of 0.4–0.6 seconds. The HC-SR04 sensor demonstrated high accuracy with a mean error of 7.29%. Meanwhile, the MPU6050 sensor showed more stable results after being processed with a complementary filter, although it still requires further offset calibration due to initial deviations on the Roll and Pitch axes. Overall, the use of fuzzy logic has proven to be more effective than conventional static threshold systems, as the system automatically triggers a warning notification when the risk value exceeds the threshold of $z > 3$.

Keywords: Land Slide, Early Warning System, Disaster Mitigation, ESP-32, mobile app integration, Fuzzy Sugeno.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	0
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI	ii
SURAT KETERANGAN HASIL SIMILARITY	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Penelitian Terdahulu	5
2.2. Dasar Teori.....	6
2.2.1. Mikrokontroler	7
2.2.2. Accelerometer	8
2.2.3. Complementary Filter.....	9
2.2.4. Soil Capacitive Moisture Sensor	11
2.2.5. HCSR-04 (SENSOR ULTRASONIK).....	12
2.2.6. Case	12
2.2.7. Aplikasi Mobile Phone	13
2.2.8. Arduino IDE	14
2.2.9. Alat Peraga Tanah Longsor	16
2.2.10. Perhitungan Fuzzy	17
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1. Metodologi Penelitian	19

3.2.	Tempat dan Waktu penelitian	20
3.3.	Teknik Pengumpulan Data	20
3.3.1.	Observasi Langsung	20
3.3.2.	Pencatatan Data	20
3.3.3.	Uji Fungsional dan Simulasi Kondisi.....	21
3.3.4.	Dokumentasi dan Analisis Visual	21
3.4.	Alur Penelitian Pengumpulan Data	21
3.5.	Perhitungan Fuzzy	22
3.5.1.	Variabel Input dan Fungsi Keanggotaan	23
3.6.	Flowchart cara kerja EWS.....	32
3.7.	Rangkaian EWS tanah longsor.....	34
BAB 4	PEMBAHASAN	35
4.1.	Hasil Perancangan	35
4.2.	Proses Pengujian	36
4.2.1.	Pengujian sensor accelerometer	36
4.2.2.	Pengujian sensor HCSR-04 ultrasonik	37
4.2.3.	Pengujian konektivitas handphone dengan hardware Early Warning sytem	38
4.2.4.	Pengujian Capacive Soil Moisture Sensor	40
4.2.5.	Pengujian Aplikasi Early Warning System Tanah Longsor... ..	44
BAB 5	KESIMPULAN.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....		49
LAMPIRAN.....		50

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Notifikasi Perangkat EWS	14
Tabel 3.1 Tabel aturan rule base	30
Tabel 4.1 Pengujian sumbu X	36
Tabel 4.2 Pengujian Sumbu Y	37
Tabel 4.4 Hasil pembacaan HCSR.....	38
Tabel 4.5 Pengujian Aplikasi	40
Tabel 4.6 Pengujian Sensor kelembaban	41



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mikrokontroller ESP32	7
Gambar 2.2 Accelerometer MPU6050.....	9
Gambar 2.3 Rumus complementary filter accelerometer	10
Gambar 2.4 Complementary filter pada Arduino IDE.....	10
Gambar 2.5 Soil Capacitive Moisture Sensor	11
Gambar 2.6 Sensor Ultrasonik	12
Gambar 2.7 Case	13
Gambar 2.8 Arduino IDE.....	16
Gambar 3.1 fungsi keanggotaan aman MPU	24
Gambar 3.2 Fungsi keanggotaan waspada MPU	24
Gambar 3.3 Fungsi keanggotaan bahaya MPU.....	25
Gambar 3.4 Fungsi keanggotaan aman HCSR.....	26
Gambar 3.5 Fungsi keanggotaan waspada HCSR.....	26
Gambar 3.6 Fungsi keanggotaan bahaya HCSR.....	27
Gambar 3.7 Fungsi keanggotaan kering.....	28
Gambar 3.8 Fungsi keanggotaan lembab.....	28
Gambar 3.9 Fungsi keanggotaan basah.....	29
Gambar 3.10 Flowchart sistem EWS tanah longsor	32
Gambar 3.11 Rangkaian EWS tanah longsor.....	34
Gambar 4.1 Trial App mobile phone	39
Gambar 4.2 Pengujian Capacitive Soil Moisture Sensor	41
Gambar 4.3 Input Fuzzy Matlab	42
Gambar 4.4 Simulasi fuzzy sugeno Matlab	43
Gambar 4.5 Sinyal Waspada EWS Tanah longsor.....	45
Gambar 4.6 Trial Aplikasi EWS tanah longsor	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Program Arduino IDE	50
Lampiran 2. Program MIT App Inventor.....	55

