



**RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN PERGERAKAN
TANAH LONGSOR BERBASIS MIKROKONTROLER ESP32
DAN TRANSMISI LORA**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro

Disusun Oleh:
Galih Argya Nugraha
40040621650047

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK LISTRIK INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2026

HALAMAN PERSETUJUAN UNIVERSITAS

LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN PERGERAKAN TANAH LONGSOR BERBASIS MIKROKONTROLER ESP32 DAN TRANSMISI LORA

Diajukan Oleh : Galih Argya Nugraha

NIM : 40040621650047

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA BAIK OLEH:

Dosen Pembimbing,


Yuniarto ST, MT.

NIP. 197106151998021001

Tanggal.....

Mengetahui

Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri

Departemen Teknik Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro


Arkhan Subari, S.T., M.Kom.

NIP. 197710012001121002

Tanggal.....

HALAMAN PENGESAHAN UNIVERSITAS

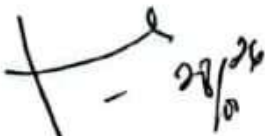
RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN PERGERAKAN TANAH LONGSOR BERBASIS MIKROKONTROLER ESP32 DAN TRANSMISI LORA

Diajukan oleh : Galih Argya Nugraha
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada

Hari : Rabu

Tanggal : 21 Januari 2026

Penguji I



Ir. H. Saiful Manan, M.T.

NIP. 196104221987031001

Penguji II



Arkhan Subari, S.T., M.Kom

NIP. 197710012001121002

Penguji III



Yuniarto S.T., M.T.

NIP. 197106151998021001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknik Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, S.T., M.Kom.

NIP. 197710012001121002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Galih Argya Nugraha
NIM : 40040621650047
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro
Judul Tugas : Rancang Bangun Sistem Peringatan Pergerakan
Tanah Longsor Berbasis Mikrokontroler ESP32
dan Transmisi LORA

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang setara tertulis dalam naskah tersebut dan disebutkan dalam daftar Pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No.17 Tahun 2010 dan Peraturan Undang- Undang yang berlaku.

Semarang, 20.. Januari 2026

Yang membuat Pernyataan



Galih Argya Nugraha

NIM. 40040621650047

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala, yang senantiasa memberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyelesaikan Tugas Akhir dan laporan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua dan keluarga yang telah menjadi dukungan penulis untuk segera menyelesaikan laporan ini.
3. Bapak Arkhan Subari, S.T., M.Kom. selaku Kepala Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Bapak Yuniarto, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa memberikan arahan dan dukungan dalam penyusunan laporan hingga menyetujui laporan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh dosen dan tenaga pendidik Program Studi Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
6. Kepada Aisah Afrianiyah yang telah memberikan dukungan semangat kepada penulis dalam melaksanakan proses selama ini.
7. Keluarga Kos Ibnu Laundry yaitu Mas Athok, mas Erwin, mas Indro yang selalu menemani progress pengerjaan Tugas Akhir Penulis.
8. Rekan-rekan Teknik Listrik Industri 2021 yang selalu berjuang Bersama dari awal masa perkuliahan hingga lulus.
9. Seluruh pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
10. Serta, untuk diri saya sendiri yang telah bertahan dan terus berjuang tanpa lelah hingga tersusunnya Tugas Akhir ini.

ABSTRAK

Tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di wilayah Indonesia, khususnya pada daerah dataran tinggi dan lereng yang memiliki tingkat kemiringan curam. Bencana tanah longsor dapat menimbulkan berbagai dampak serius, seperti korban jiwa, kerusakan infrastruktur, serta kerugian material yang besar. Indonesia yang berada di wilayah khatulistiwa memiliki curah hujan yang relatif tinggi, sehingga meningkatkan potensi terjadinya pergerakan tanah, terutama pada kawasan yang mengalami penggundulan hutan dan kondisi tanah yang tidak stabil. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem peringatan dini yang andal dan mampu mendeteksi pergerakan tanah secara cepat untuk mengurangi risiko bencana. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem peringatan pergerakan tanah longsor berbasis mikrokontroler ESP32 dengan dukungan komunikasi data menggunakan teknologi LoRa. Sistem dirancang menggunakan sensor mekanik pull switch sebagai pendeteksi awal pergeseran tanah. Ketika terjadi tarikan atau pemutusan pada pull switch, mikrokontroler ESP32 akan memproses perubahan kondisi tersebut dan secara langsung mengaktifkan sirine serta lampu rotator sebagai peringatan dini di lokasi. Informasi peringatan juga dikirimkan ke unit penerima melalui modul LoRa E220 tanpa bergantung pada jaringan seluler maupun koneksi internet. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu merespons pergerakan tanah secara cepat dan memberikan peringatan yang jelas. Komunikasi LoRa E220-900T22D dapat bekerja dengan baik pada jarak efektif hingga ± 900 meter pada kondisi area terbuka. Berdasarkan hasil tersebut, sistem yang dirancang dinilai sederhana, responsif, dan sesuai untuk diterapkan sebagai sistem peringatan dini tanah longsor di wilayah rawan bencana dengan keterbatasan infrastruktur komunikasi.

Kata kunci: Tanah longsor, sistem peringatan dini, ESP32, pull switch, LoRa.

ABSTRACT

Landslides are one of the natural disasters that often occur in Indonesia, especially in highland areas and slopes with steep inclines. Landslides can cause serious impacts, such as loss of life, damage to infrastructure, and significant material losses. Indonesia, located in the equatorial region, has relatively high rainfall, which increases the potential for landslides, especially in areas that have experienced deforestation and unstable soil conditions. Therefore, a reliable early warning system that can quickly detect landslides is needed to reduce the risk of disasters. This study aims to design and build an ESP32 microcontroller-based landslide movement warning system with data communication support using LoRa technology. The system is designed using a mechanical pull switch sensor as an initial detector of ground movement. When the pull switch is pulled or disconnected, the ESP32 microcontroller will process the change in condition and immediately activate a siren and rotating light as an early warning at the location. The warning information is also sent to the receiving unit via the LoRa E220 module without relying on cellular networks or internet connections. The test results show that the system is able to respond quickly to ground movement and provide clear warnings. LoRa E220-900T22D communication can work well at an effective distance of up to ± 900 meters in open areas. Based on these results, the designed system is considered simple, responsive, and suitable for implementation as an early warning system for landslides in disaster-prone areas with limited communication infrastructure.

Keywords: Landslide, early warning system, ESP32, pull switch, LoRa.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kita panjatkan atas Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa , karena atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya maka penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN PERGERAKAN TANAH LONGSOR BERBASIS MIKROKONTROLER ESP32 DAN TRANSMISI LORA”. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri.

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya atas doa, bantuan dan dukungan kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan laporan ini. Yaitu kepada :

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala, yang senantiasa memberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyelesaikan Tugas Akhir dan laporan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua dan keluarga yang telah menjadi dukungan penulis untuk segera menyelesaikan laporan ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro
4. Bapak Arkhan Subari, S.T., M.Kom. selaku Kepala Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Bapak Yuniarto, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa memberikan arahan dan dukungan dalam penyusunan laporan hingga menyetujui laporan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh dosen dan karyawan Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang selalu memberikan yang terbaik bagi mahasiswanya selama perkuliahan berlangsung hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Dan semua pihak yang membantu dalam pembuatan tugas akhir dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penyusun sebutkan satu

per satu tidak mengurangi rasa hormat.

Penuh dengan kesadaran diri, bahwasanya laporan ini masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan ini. Sehingga menerima kritik dan saran dari semua pihak dengan senang hati. Besar harapan agar laporan ini bermanfaat bagi pribadi penulis pada khususnya dan bagi pembaca pada umumnya. Demikian yang dapat penulis sampaikan, terima kasih.

Semarang, 20... Januari 2026



Galih Argya Nugraha

NIM. 40040621650047

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN UNIVERSITAS	i
HALAMAN PENGESAHAN UNIVERSITAS	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat	4
1.4.1. Bagi Penulis.....	4
1.4.2. Bagi Mahasiswa dan Pembaca	4
1.5. Batasan Masalah	4
1.6. Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir.....	5
BAB I PENDAHULUAN.....	5
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR.....	5
BAB IV PEMBUATAN ALAT	5
BAB V PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT.....	5
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	6
DAFTAR PUSTAKA	6
LAMPIRAN.....	6
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1. Tinjauan Pustaka	7

2.2.	Dasar Teori	8
2.2.1.	Tanah Longsor	8
1.	Longsoran Translasi.....	10
2.	Longsoran Rotasi.....	10
3.	Pergerakan Blok (Block Slide)	11
4.	Runtuhan Batu (Rock Fall)	11
5.	Rayapan Tanah (Soil Creep)	11
6.	Aliran Bahan Rombakan (Debris Flow).....	11
2.2.2.	Panel Surya	12
2.2.2.1.	Menentukan Kebutuhan Modul Panel Surya	14
2.2.3.	SCC (Solar Charge Controller)	15
2.2.3.	Baterai <i>Lithium-Ion</i>	16
2.2.4.	<i>Buck Converter</i>	18
2.2.5.	Mikrokontroler ESP32	20
2.2.5.1.	Bagian Mikrokontroler ESP 32	21
2.2.5.2.	Konfigurasi PIN Mikrokontroler ESP 32 DEVKIT V1.....	22
2.2.6.	<i>Power Supply SMPS</i>	23
2.2.7.	LoRa E220.....	25
2.2.8.	Antena	26
2.2.9.	LCD I2C	28
2.2.10.	Saklar Tarik (<i>Pull Switch</i>)	29
2.2.11.	Relay	30
2.2.12.	Sirine	33
2.2.13.	Lampu Rotator	34
2.2.14.	Arduino IDE	35
BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR		37
3.1.	Perancangan Hardware.....	37
3.1.1.	Desain 3D Sistem	37
3.1.2.	Blok Diagram.....	39
3.2.	Cara Kerja Blok Diagram	40
3.2.1.	Sumber Energi.....	40
3.2.2.	Input	42
3.2.3.	Proses.....	42
3.2.4.	Output	43

3.3.	Wiring Diagram.....	44
3.4.	Cara Kerja Rangkaian Setiap Sistem.....	46
3.4.1.	Rangkain Panel Surya	46
3.4.2.	Skematik Mikrokontroler ESP 32	47
3.4.3.	Rangkaian Mikrokontroler LoRa	48
3.4.4.	Rangkaian Relay	49
3.4.5.	Rangkaian Sirine.....	49
3.4.6.	Rangkaian Lampu Rotator	50
3.5.	Perancangan Software	51
3.5.1.	Flowchart	51
3.5.2.	Cara Kerja Sistem <i>Transmitter</i>	54
3.5.3.	Cara Kerja Sistem <i>Receiver</i>	55
BAB IV PEMBUATAN ALAT		58
4.1.	Perencanaan Pembuatan Alat.....	58
4.1.1.	Perhitungan Daya Listrik.....	58
4.1.2.	Perhitungan Kapasitas Baterai.....	60
4.2.	Alat dan Bahan.....	64
4.3.	Pembuatan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	66
4.3.1.	Pembuatan Papan Sirkuit Cetak	66
4.3.2.	Pembuatan Rangka	67
4.3.3.	Perakitan Box Panel <i>Transmitter</i>	70
4.3.4.	Perakitan Box Panel Receiver	72
4.4.	Pembuatan Perangkat Lunak (Software)	73
BAB V PENGUJIAN ALAT DAN ANALISIS SISTEM		77
5.1.	Tujuan Pengujian dan Analisa Alat	77
5.2.	Prosedur Pengujian dan Analisa Alat	78
5.3.	Pengujian dan Analisa Alat.....	79
5.3.1.	Pengujian Alat Pada lokasi Dengan Menggunakan Longsor Buatan	79
5.3.2.	Pengujian Kebisingan Suara Sirine.....	82
5.3.3.	Pengujian Jarak Komunikasi LoRa E220 900T22D	84
BAB VI PENUTUP		89
6.1.	Kesimpulan	89
6.2.	Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA.....		92

LAMPIRAN.....	94
----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Pergerakan Tanah Longsor.....	9
Gambar 2. 2 Jenis-jenis Tanah Longsor.....	10
Gambar 2. 3 Cara Kerja Panel Surya	12
Gambar 2. 4 SCC PWM (Pulse With Modulation).....	16
Gambar 2. 5 Baterai Li-Ion	16
Gambar 2. 7 Buck Converter	18
Gambar 2. 8 ESP32 DEVKIT V1	20
Gambar 2. 9 Bagian Mikrokontroler ESP32	21
Gambar 2. 10 Switch Mode Power Supply (SMPS).....	23
Gambar 2. 11 Diagram Blok Rangkaian SMPS.....	24
Gambar 2. 12 LoRa E220-900T22D	25
Gambar 2. 13 Antena LoRa	26
Gambar 2. 14 LCD I2C.....	28
Gambar 2. 15 Cara Kerja Saklar Tarik.....	29
Gambar 2. 16 Relay.....	30
Gambar 2. 17 Struktur Relay	31
Gambar 2. 18 Rangkaian Driver Relay	32
Gambar 2. 19 Sirine	33
Gambar 2. 20 Lampu Rotator.....	34
Gambar 2. 21 Arduino IDE.....	35
Gambar 3. 1 Desain 3D Sistem Unit Transmitter	38
Gambar 3. 2 Desain 3D Sistem Unit Receiver.....	38
Gambar 3. 3 Diagram Blok Rangkaian Sistem Transmitter	39
Gambar 3. 4 Diagram Blok Rangkaian Sistem Receiver	40
Gambar 3. 5 Wiring Diagram Transmitter	45
Gambar 3. 6 Wiring Diagram Receiver	46
Gambar 3. 7 Rangkaian Panel Surya Panel Surya	47
Gambar 3. 8 Rangkaian Transmitter Mikrokontroler ESP32	47
Gambar 3. 9 Rangkaian Transmitter Mikrokontroler ESP32.....	48
Gambar 3. 10 Rangkaian Mikrokontroler ESP32 ke LoRa	48
Gambar 3. 11 Rangkaian Relay	49
Gambar 3. 12 Rangkaian Sirine	50
Gambar 3. 13 Rangkaian Lampu Rotator	50
Gambar 3. 14 Flowchart Rangkaian Transmitter	51
Gambar 3. 15 Flowchart Rangkaian Receiver	52
Gambar 3. 16 Task LoRa	52
Gambar 3. 17 Task Relay.....	53
Gambar 3. 18 Task LCD	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Konfigurasi Pin ESP32 DevKit V1.....	22
Tabel 2. 2 Datasheet Module LoRa E220-900T22D	26
Tabel 4. 3 Daftar Alat yang Digunakan	64
Tabel 4. 4 Bahan yang Digunakan	65
Tabel 4. 5 Spesifikasi Pembuatan Rangka Tiang Unit Transmitter	67
Tabel 5. 1 Tabel Hasil Respon Sistem	81
Tabel 5. 3 Pengukuran Kebisingan Suara	82
Tabel 5. 4 Data Pengujian Jarak Komunikasi LoRa E220.....	85

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pemrograman Rangkaian Transmitter	94
Lampiran 2 Pemrograman Rangkaian Receiver	96
Lampiran 3 Video Cara Kerja Alat	102
Lampiran 4 Datasheet Sirine MS-190M 220VAC	103
Lampiran 5 Datasheet Kabel NYY	104
Lampiran 6 Datasheet SCC.....	105
Lampiran 7 Datasheet ESP32.....	106
Lampiran 8 Datasheet LoRa E220-900T22D	107
Lampiran 9 Datasheet LCD I2C 20x4	109
Lampiran 10 Datasheet Panel Surya 10 Wp	111
Lampiran 11 Datasheet Baterai 18650	112
Lampiran 12 Datasheet Relay 5V 2 Channel	113