SISTEM MONITORING JARAK JAUH GETARAN DAN KADAR AIR TANAH

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Elektro

Jurusan Teknik Elektro

Oleh:

TOMI JEPRIANSYAH

NIM D1021191018

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2026

SISTEM MONITORING JARAK JAUH GETARAN DAN KADAR AIR TANAH

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Elektro

Jurusan Teknik Elektro

Skripsi Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Dalam Bidang Teknik Elektro

Oleh:

TOMI JEPRIANSYAH

NIM D1021191018

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2026

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon: (0561) 740186, WA: +6282152280907
Email: ft@untan.ac.id Website: http://teknik.untan.ac.id

SURAT KETERANGAN SELESAI PENULISAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping pada penulisan skripsi yang berjudul **"Sistem Monitoring Jarak Jauh Getaran dan Kadar Air Tanah"** yang ditulis oleh mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

Nama : Tomi Jepriansyah

NIM : D1021191018

Jurusan : Teknik

Prodi : Teknik Elektro

Konsentrasi : Teknik Telekomunikasi

Demikian ini menerangkan bahwa mahasiswa tersebut telah menyelesaikan penulisan skripsinya.

Pontianak, 27 Juli 2026

Pembimbing Utama	Pembimbing Pendamping
Dr. Redi Ratiandi Yacoub, S.T., M.T.	Ir. Neilcy Tjahjamooniarsih, S.T., M.T., IPM
NIP. 197101031997021002	NIP. 196909191995122001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tomi Jepriansyah

NIM : D1021191018

Menyatakan bahwa dalam SKRIPSI ini yang berjudul "Sistem Monitoring Jarak Jauh Getaran dan Kadar Air Tanah" tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atas diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan hukum di kemudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak, 27 Juli 2026



Tomi Jepriansyah
NIM D1021191018

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon: (0561) 740186, WA: +6282152280907
Email: ft@untan.ac.id Website:http://teknik.untan.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

SISTEM MONITORING JARAK JAUH GETARAN DAN KADAR AIR TANAH

Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Sarjana Teknik Elektro

Oleh:

Tomi Jepriansyah
NIM D1021191018

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada tanggal 27 Juli 2026
dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana.

Susunan Penguji Skripsi

Dosen Pembimbing Utama	: Dr. Redi Ratiandi Yacoub, S.T., M.T. NIP. 197101031997021002
Dosen Pembimbing Kedua	: Ir. Neilcy Tjahjamooniarsih, S.T., M.T., IPM NIP. 196909191995122001
Dosen Penguji Utama	: Ir. H. Fitri Imansyah, ST., MT, IPU, ASEAN, Eng, ACPE NIP. 196912271997021001
Dosen Penguji Kedua	: Jannus Marpaung, S.T., M.T., IPM NIP. 197307211997021001

Pontianak, 27 Juli 2026

Dekan,

Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM
NIP. 196712231992031002

Pembimbing Utama

Dr. Redi Ratiandi Yacoub, S.T., M.T.
NIP. 197101031997021002

Dipindai dengan CamScanner

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT Tuhan Semesta Alam yang telah melimpahkan nikmat, rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyusun Tugas Akhir yang berjudul "Sistem Monitoring Jarak Jauh Getaran dan Kadar Air Tanah". Selama penyusunan Tugas Akhir ini , penulis banyak menerima bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Sehingga pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih setulus-tulusnya kepada:

1. Kedua Orang Tua, Bapak Jasmadi dan Ibu Keti serta saudara/i,Prada Rizki Akbar,Nivo Azwar dan Bahrudin S.pd. serta juga kepada keluarga yang selalu memberikan doa, semangat,dukungan serta nasehat kepada penulis.
2. Bapak Prof. Dr.Ing. Seno Darmawan Panjaitan, ST., MT., IPM selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
3. Bapak Janus Marpaung S.T., M.T.,IPM Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura dan penguji Pendamping.
4. Bapak Dr. Redi Ratiandi Yacoub, S.T., M.T., IPM., selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, motivasi, serta waktu dan perhatian selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas kesabaran dan dukungan beliau dalam membimbing penulis hingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
5. Ir. Neilcy Tjahjamooniarsih, S.T., M.T., IPM selaku Pembimbing Pendamping.
6. Ir. H. Fitri Imansyah, ST., MT, IPU, ASEAN, Eng, ACPE, Selaku Dosen Penguji Utama.
7. Bapak dan Ibu dosen pengajar di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak khususnya Bidang Studi Teknik Elektro atas pengajaran, bimbingan, serta perhatian yang diberikan selama ini.
8. Staf administrasi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura yang telah membantu penulis dalam proses administrasi

selama penyusunan Tugas Akhir ini.

9. Seluruh teman Teknik Elektro angkatan 2019,seluruh teman Laboratorium Telekomunikasi dan teman sebaya yang senantiasa berkomunikasi dan menemani dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

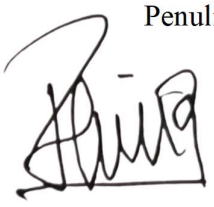
Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dan penyempurnaan di masa yang akan datang.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dan penyempurnaan di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, khususnya dalam bidang Teknik Elektro, serta dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Pontianak, Juli 2026

Penulis



TOMI JEPRIANSYAH

NIM. D102119101

ABSTRAK

Tanah longsor merupakan perpindahan massa tanah atau batuan menuruni lereng akibat terganggunya kestabilan tanah. Peningkatan kadar air tanah dan pergerakan massa tanah dapat menjadi indikasi awal perubahan kondisi lereng. Penelitian ini bertujuan merancang dan menguji sistem *monitoring* jarak jauh getaran dan kadar air tanah berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan komunikasi *LoRa* dan aplikasi *Blynk*. Sistem menggunakan ESP32, sensor MPU6050, sensor getaran SW-420, sensor *soil moisture* resistif, dan modul *LoRa* RFM95. Sensor MPU6050 digunakan untuk memperoleh getaran translasi (At) dan getaran rotasi (Gr), sedangkan sensor SW-420 digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya getaran serta jumlah *trigger* pada media tanah. Pengujian dilakukan secara eksperimen dengan memberikan dorongan bertingkat pada media tanah prototipe, yaitu tanpa dorongan, dorongan ringan, sedang, dan kuat, untuk menghasilkan respons pergerakan tanah. Hasil pengujian menunjukkan nilai At meningkat dari 0,00171 m/s² menjadi 1,6689 m/s², sedangkan Gr meningkat dari 0,01923 °/s menjadi 6,1580 °/s. Pengujian *LoRa* menghasilkan PDR 100% pada jarak 100–300 meter dan 0% pada 350 meter. Sistem mampu menampilkan data secara *real-time* dan memberikan notifikasi Waspada serta Bahaya melalui *Blynk*. Dengan demikian, sistem dapat mendukung pemantauan dini potensi tanah longsor.

Kata kunci: tanah longsor, IoT, *LoRa*, MPU6050, SW-420, *soil moisture*, *Blynk*.

ABSTRACT

Landslides are the movement of soil or rock masses down a slope due to reduced slope stability. An increase in soil moisture content and ground movement can serve as early indicators of changes in slope conditions. This research aims to design and evaluate a long-range monitoring system for ground vibration and soil moisture based on the *Internet of Things* (IoT) using LoRa communication and the Blynk application. The system consists of ESP32 microcontrollers, an MPU6050 sensor, an SW-420 vibration sensor, a resistive soil moisture sensor, and an RFM95 LoRa module. The MPU6050 sensor is used to obtain translational vibration (At) and rotational vibration (Gr), while the SW-420 sensor is used to detect the presence of vibration and the number of vibration triggers in the soil medium. The experimental tests were conducted by applying four levels of mechanical excitation to a laboratory-scale soil prototype: no push, light push, moderate push, and strong push, to simulate ground movement. The results showed that the average At value increased from 0.00171 m/s² to 1.6689 m/s², while the average Gr value increased from 0.01923 °/s to 6.1580 °/s. LoRa communication testing achieved a 100% Packet Delivery Ratio (PDR) at distances of 100.49 m, 150.26 m, 199.75 m, 250.57 m, and 300.78 m, while communication failed at 350.08 m with a 0% PDR. The system successfully displayed sensor data in real time and automatically sent Alert and Danger notifications through the Blynk application. Therefore, the proposed system can support the early monitoring of potential landslide hazards.

Keywords: landslide, Internet of Things (IoT), LoRa, MPU6050, SW-420, resistive soil moisture sensor, Blynk.

DAFTAR ISI

PRAKATA i
ABSTRAK vi
ABSTRACT vii
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR TABEL xiv
DAFTAR ISTILAH xvi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 2
1.4 Pembatasan Masalah 3
1.5 Sistematika Penulisan 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI 4
2.1 Tinjauan Pustaka 4
2.2 Tanah Longsor 7
2.2.1 Curah Hujan 9
2.2.2 Getaran dan Pergerakan Tanah 9
2.2.3 Gempa Bumi 9
2.2.4 Sifat Tanah 10
2.3 Sensor MPU6050 11
2.4 Sensor Getaran SW-420 12
2.5 Sensor Soil Moisture Resistif 13
2.6 *Mikrokontroler* ESP32 15
2.7 LoRa RFM95 16
2.7.1 Received Signal Strength Indicator (RSSI) 18
2.7.2 Signal to Noise Ratio (SNR) 18
2.7.3 Packet Delivery Ratio (PDR) 18

2.7.4 Packet Loss 18
2.8 Antena 19
2.9 Internet of Things (IoT) 19
2.10 Arduino IDE 20
2.11 Blynk 21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 23
3.1 Diagram Alir Penelitian 23
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian 25
3.3 Bahan dan Alat Penelitian 26
3.3.1 Bahan Penelitian 26
3.3.2 Alat Penelitian 27
3.4 Blok Diagram Sistem 29
3.5 Perancangan Perangkat Keras 31
3.5.1 Perancangan Unit Transmitter 32
3.5.2 Perancangan Unit Receiver 33
3.5.3 Koneksi Pin Unit Transmitter 34
3.5.4 Koneksi Pin Unit Receiver 35
3.5.5 Fungsi Komponen Perangkat Keras 36
3.6 Perancangan Perangkat Lunak 37
3.6.1 Perancangan Perangkat Lunak Unit Transmitter 38
3.6.2 Perancangan Perangkat Lunak Unit Receiver 39
3.7 Kalibrasi Sistem 43
3.7.1 Kalibrasi Sensor MPU6050 45
3.7.2 Kalibrasi Sensor Getaran SW-420 48
3.7.3 Kalibrasi Sensor *Soil Moisture* Resistif 49
3.8 Skenario Pengujian Sistem 51

3.8.1 Pengujian Sensor MPU6050 52
3.8.2 Pengujian Sensor Getaran SW-420 53
3.8.3 Pengujian Sensor Soil Moisture resistif untuk Pengukuran Kadar Air Tanah 55
3.8.4 Pengujian Komunikasi LoRa RFM95 56
3.8.5 Pengujian Packet Delivery Ratio 57
3.8.6 Pengujian Integrasi Sistem Internet of Things 58
3.8.7 Pengujian Notifikasi Status Sistem 59
3.9 Variabel atau Data Penelitian 60
3.10 Analisis Hasil 61
BAB IV PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN 62
4.1 Hasil Pengujian Kalibrasi Sensor 62
4.1.1 Pengujian Kalibrasi Sensor MPU6050 62
4.1.2 Pengujian Kalibrasi Sensor Getaran SW-420 66
4.1.3 Pengujian Kalibrasi Sensor *Soil Moisture* Resistif untuk mengukur Kadar Air Tanah 67
4.2 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem 68
4.2.1 Hasil Pengujian Sensor MPU6050 69
4.2.2 Hasil Pengujian Sensor Getaran SW-420 75
4.2.3 Hasil Pengujian Sensor *Soil Moisture* Resistif untuk mengukur Kadar Air Tanah 77
4.2.4 Hasil Pengujian Komunikasi LoRa RFM95 78
4.2.5 Hasil Pengujian Packet Delivery Ratio *dan* Packet loss 85
4.2.6 Hasil Pengujian Integrasi Sistem IoT dan Blynk 86
4.2.7 Hasil Pengujian Notifikasi Status Sistem 89
BAB V PENUTUP 91
5.1 Kesimpulan 91

5.2 Saran 92
DAFTAR PUSTAKA 93
LAMPIRAN A 96
LAMPIRAN B 101
LAMPIRAN C 102
LAMPIRAN D 103
LAMPIRAN E 105
LAMPIRAN F 115

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tanah Longsor di pemukiman 8
Gambar 2. 2 Orientasi sumbu MPU6050 11
Gambar 2. 3 MPU6050..... 12
Gambar 2. 4 Sensor Getaran SW-420 13
Gambar 2. 5 Sensor Soil Moisture Resistif 14
Gambar 2. 7 Mikrokontroler ESP32..... 16
Gambar 2. 8 LoRa RFM95 17
Gambar 2. 9 Antena..... 19
Gambar 2. 10 Arduino IDE 21
Gambar 2. 11 Blynk 22
Gambar 3. 1 Diagram Alir penelitian…… ……...23
Gambar 3. 2 Lokasi Laboratorium Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura 26
Gambar 3. 3 Peta lokasi pengujian di Jalan Parit Demang, Kota Pontianak..... 26
Gambar 3. 4 Blok Diagram Sistem Monitoring Jarak Jauh Getaran dan Kadar Air Tanah..... 30
Gambar 3. 5 Rancangan Perangkat Keras Sistem Monitoring Jarak Jauh Getaran dan Kadar Air Tanah 31
Gambar 3. 6 Skematik Transmitter Sistem Monitoring Jarak jauh Getaran dan Kadar Air Tanah..... 33
Gambar 3. 7 Skematik Receiver Sistem Monitoring Jarak jauh Getaran dan Kadar Air Tanah..... 34
Gambar 3. 8 Flowchart Alur Kerja Sistem 38
Gambar 3. 9 Tampilan Blynk pada Smartphone 40
Gambar 3. 10 Tampilan widget Gauge pada blynk 40
Gambar 3. 11 Tampilan widget Value Display pada aplikasi Blynk. 41
Gambar 3. 12 Tampilam Status Sistem blynk pada smarthphone..... 43
Gambar 3. 13 Tampilan Notifikasi Blynk pada smartphone 43
Gambar 3. 14 Diagram Alir Kalibrasi Sistem 44
Gambar 3. 15 Rancangan Tata Letak Sensor pada Prototipe Lereng..... 52
Gambar 3. 16 Peta Sebaran Titik Pengujian Komunikasi LoRa RFM95..... 57

Gambar 4. 1 Grafik Kalibrasi Ax, Ay, dan Az terhadap Sampel……...64
Gambar 4. 2 Grafik Kalibrasi Gx, Gy, dan Gz terhadap Sampel 64
Gambar 4. 3 Grafik Getaran Translasi (At) terhadap Sampel 65
Gambar 4. 4 Grafik Getaran Rotasi (Gr) terhadap Waktu..... 65
Gambar 4. 5 Pengujian Kalibrasi Sensor MPU 6050 66
Gambar 4. 6 Pengujian Kalibrasi Sensor Getaran SW420 67
Gambar 4. 7 Pengujian Kalibrasi Sensor Soil Moisture resistif untuk mengukur Kadar Air Tanah 68
Gambar 4. 8 Grafik Hasil Pengolahan Nilai At dan Gr pada Kondisi Tanpa Dorongan..... 70
Gambar 4. 9 Grafik Hasil Pengolahan Nilai At dan Gr pada Kondisi Ringan.. 72
Gambar 4. 10 Grafik Hasil Pengolahan Nilai At dan Gr pada Kondisi dorongan Sedang..... 73
Gambar 4. 11 Grafik Hasil Pengolahan Nilai At dan Gr pada Kondisi dorongan kuat..... 75
Gambar 4. 12 Grafik Pengujian Sensor SW-420..... 77
Gambar 4. 13 Grafik Hasil Pengujian Sensor Soil Moisture Resistif 78
Gambar 4. 14 Grafik Nilai RSSI dan SNR pada jarak 100,49 meter 79
Gambar 4. 15 Nilai RSSI dan SNR pada jarak 150,26 meter..... 80
Gambar 4. 16 Grafik Nilai SNR pada jarak 199,75 meter 81
Gambar 4. 17 Grafik Nilai RSSI pada jarak 250,57 meter..... 82
Gambar 4. 18 Grafik Nilai RSSI dan SNR pada jarak 300,78 meter 84
Gambar 4. 19 Tampilan Serial Monitor pada Jarak 350 Meter..... 85
Gambar 4. 20 Grafik Pengujian Integrasi Sistem IoT dan Blynk..... 88
Gambar 4. 21 Tampilan Widget Blynk pada Smartphone..... 88
Gambar 4. 22 Tampilan Notifikasi Status Sistem pada Aplikasi Blynk 90

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Ringkasan 4
Tabel 2. 2 Spesifikasi sensor Soil Moisture Resistif 14
Tabel 2. 3 Spesifikasi Mikrokontroler ESP32 16
Tabel 2. 4 Spesifikasi LoRa RFM95 17
Tabel 2. 5 Spesifikasi antena 19
Tabel 3. 1 Bahan Penelitian……...27
Tabel 3. 2 Spesifikasi Laptop yang digunakan..... 28
Tabel 3. 3 Spesifikasi handphone yang digunakan 28
Tabel 3. 4 Perangkat Lunak..... 29
Tabel 3. 5 Pinout LoRa RFM95 (Tx) – ESP32 Transmitter 34
Tabel 3. 6 Pinout MPU 6050 (Tx) – ESP32 Transmitter 35
Tabel 3. 7 Pinout Sensor Getaran SW-420 – ESP32 Transmitter 35
Tabel 3. 8 Pinout Sensor Soil Moisture Resistif – ESP32 Transmitter 35
Tabel 3. 9 Pinout LoRa RFM95 (Rx) – ESP32 Receiver..... 35
Tabel 3. 10 Fungsi Komponen Perangkat Keras 36
Tabel 3. 11 Koordinat dan Jarak Aktual Titik Pengujian Komunikasi LoRa RFM95 56
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Kalibrasi Sensor MPU6050 pada Kondisi Diam…...62
Tabel 4. 2 Kalibrasi Sensitivitas Sensor SW-420..... 66
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Kalibbrasi Sensor Getaran SW-420 67
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Kalibrasi Sensor Soil Moisture resistif 68
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Data Mentah Sensor MPU6050 69
Tabel 4. 6 Hasil Pengolahan Nilai At dan Gr pada Kondisi Tanpa Dorongan..... 70
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Data Mentah Sensor MPU6050 pada Kondisi Dorongan Ringan 71
Tabel 4. 8 Hasil Pengolahan Nilai At dan Gr pada Kondisi Dorongan Ringan ... 71
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Data Mentah Sensor MPU6050 pada Kondisi Dorongan Sedang 72
Tabel 4. 10 Hasil Pengolahan Nilai At dan Gr pada Kondisi Dorongan Sedang. 73
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Data Mentah Sensor MPU6050 pada Kondisi..... 74
Tabel 4. 12 Hasil Pengolahan Nilai At dan Gr pada Kondisi Dorongan Kuat..... 74

Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Sensor SW-420 76
Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Sensor Soil Moisture Resistif 77
Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Komunikasi LoRa pada Jarak 100,49 Meter..... 79
Tabel 4. 16 Hasil Pengujian Komunikasi LoRa pada Jarak 150,26 Meter..... 80
Tabel 4. 17 Hasil Pengujian Komunikasi LoRa pada Jarak 199,75 Meter..... 81
Tabel 4. 18 Hasil Pengujian Komunikasi LoRa pada Jarak 250,57 Meter..... 82
Tabel 4. 19 Hasil Pengujian Komunikasi LoRa pada Jarak 300,78 Meter..... 83
Tabel 4. 20 Hasil Pengujian Kualitas Komunikasi LoRa pada Jarak 350,08 Meter 84
Tabel 4. 21 Hasil Pengujian Packet Delivery Ratio 85
Tabel 4. 22 Hasil Pengujian Integrasi Sistem IoT dan Blynk 87

DAFTAR ISTILAH

ADC (Analog to Digital Converter)	Proses konversi sinyal analog dari sensor menjadi data digital yang dapat diproses oleh mikrokontroler.
At (Acceleration Total)	Parameter getaran translasi berupa nilai resultan percepatan yang diperoleh dari sensor MPU6050.
Blynk	Platform berbasis Internet of Things (IoT) untuk menampilkan data sensor secara real-time dan memberikan notifikasi melalui aplikasi.
ESP32	Mikrokontroler yang digunakan untuk mengolah data sensor, menjalankan program sistem, serta melakukan komunikasi jaringan.
Early Warning System (EWS)	Sistem peringatan dini yang digunakan untuk memberikan informasi awal terhadap potensi terjadinya bahaya atau bencana.
Gr (Gyroscope Rotation)	Parameter getaran rotasi yang diperoleh berdasarkan nilai kecepatan sudut dari sensor MPU6050.
Internet of Things (IoT)	Konsep teknologi yang memungkinkan perangkat elektronik saling terhubung dan melakukan pertukaran data melalui jaringan internet.
LoRa (Long Range)	Teknologi komunikasi nirkabel jarak jauh yang digunakan untuk mengirimkan data dengan jangkauan luas dan konsumsi daya rendah.
MPU6050	Sensor inersia yang terdiri dari accelerometer dan gyroscope untuk

	mengukur percepatan serta kecepatan sudut.
Packet Delivery Ratio (PDR)	Parameter yang menunjukkan persentase keberhasilan paket data yang diterima dibandingkan dengan jumlah paket data yang dikirimkan.
Real-Time	Kondisi ketika data dapat dipantau dan diperbarui secara langsung dengan waktu jeda yang kecil.
Receiver	Unit penerima yang berfungsi menerima data dari unit pengirim melalui komunikasi LoRa.
RSSI (Received Signal Strength Indicator)	Parameter yang menunjukkan tingkat kekuatan sinyal yang diterima pada komunikasi nirkabel.
Sensor SW-420	Sensor getaran yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan atau aktivitas getaran pada media tanah.
Soil Moisture Resistive Sensor	Sensor kadar air tanah yang bekerja berdasarkan perubahan nilai resistansi akibat kandungan air dalam tanah.
SNR (Signal to Noise Ratio)	Parameter yang menunjukkan perbandingan antara kekuatan sinyal dengan gangguan noise pada komunikasi.
Transmitter	Unit pengirim yang bertugas membaca data sensor dan mengirimkan informasi melalui komunikasi LoRa.
Trigger	Sinyal atau kondisi awal yang digunakan sebagai pemicu untuk mendeteksi adanya suatu kejadian, seperti getaran.

NLOS (Non-Line of Sight)	Kondisi komunikasi ketika jalur antara pemancar dan penerima terhalang oleh objek seperti bangunan atau pepohonan.
Threshold	Nilai batas yang digunakan sebagai acuan untuk menentukan status Aman, Waspada, atau Bahaya.

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di berbagai wilayah Indonesia, termasuk di Provinsi Kalimantan Barat. Bencana ini terjadi ketika massa tanah, batuan, atau material penyusun lereng mengalami pergerakan menuruni lereng akibat menurunnya kestabilan tanah. Penurunan kestabilan lereng dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti meningkatnya kadar air tanah, perubahan sifat mekanik tanah, kemiringan lereng, serta adanya gangguan mekanik berupa getaran. Air hujan yang meresap ke dalam tanah dapat meningkatkan kadar air tanah, menaikkan tekanan air pori, dan menurunkan kekuatan geser tanah, sehingga lereng menjadi lebih rentan mengalami pergerakan [1] .

Dampak yang ditimbulkan oleh tanah longsor dapat berupa kerusakan infrastruktur, terganggunya akses transportasi, kerugian ekonomi, hingga ancaman terhadap keselamatan manusia. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa diperlukan sistem pemantauan yang mampu memberikan informasi mengenai perubahan kondisi tanah secara lebih awal, terutama terhadap parameter yang berkaitan dengan potensi longsor, seperti getaran tanah dan kadar air tanah [2].

Data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Kalimantan Barat menunjukkan bahwa tingkat kerawanan tanah longsor di wilayah tersebut masih tergolong tinggi. Tercatat sebanyak 173 desa berada pada kategori rawan tinggi dan 995 desa termasuk dalam kategori rawan sedang. Kondisi ini mengindikasikan perlunya upaya mitigasi yang lebih serius guna menekan risiko dan dampak bencana tanah longsor di Kalimantan Barat [3].

Pada kondisi lereng yang tidak stabil, pergerakan tanah dapat terjadi secara perlahan maupun tiba-tiba. Pergerakan tersebut dapat menimbulkan gangguan mekanik berupa getaran pada media tanah. Getaran dapat disebabkan oleh perubahan posisi massa tanah, retakan permukaan, pergeseran lapisan tanah, maupun gangguan dari lingkungan sekitar. Oleh karena itu, pemantauan getaran tanah menjadi penting karena perubahan getaran dapat digunakan sebagai salah satu indikator awal adanya perubahan kondisi tanah yang berpotensi menyebabkan

ketidakstabilan lereng [4].

Dalam konteks ini, pengembangan sistem komunikasi jarak jauh untuk getaran dan kadar air tanah sangat diperlukan. Teknologi ini akan memungkinkan pengumpulan data secara *real-time*, analisis yang akurat, serta informasi peringatan dini tanah longsor kepada masyarakat luas. Sistem ini juga dapat membantu dalam mengoordinasikan tindakan mitigasi dan tanggap darurat yang lebih efisien. Selain itu, melalui sistem ini kita dapat dimanfaatkan data untuk memahami pola getaran sebagai indikasi pergerakan tanah dan kadar air tanah untuk memprediksi risiko masa depan, serta merancang strategi mitigasi yang lebih baik. Ini akan mengurangi kerugian dan dampak negatif yang ditimbulkan oleh bencana alam ini [5].

Oleh karena itu, penelitian ini mengimplementasikan sistem *monitoring* jarak jauh berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan dua mikrokontroler ESP32 dan komunikasi LoRa sebagai media pengiriman data antara *node* pengirim (TX) dan *node* penerima (RX). Sistem ini menggunakan sensor MPU6050 sebagai sensor utama untuk memperoleh data percepatan dan kecepatan sudut pada tiga sumbu, sehingga perubahan gerakan atau getaran pada media tanah dapat dipantau. Selain itu, sensor SW-420 digunakan sebagai sensor *trigger* untuk mendeteksi awal ada atau tidaknya getaran berdasarkan ambang sensitivitas tertentu. Sensor *soil moisture* resistif digunakan sebagai parameter pendukung untuk memperoleh informasi kadar air tanah. Data hasil pengukuran dikirimkan melalui komunikasi LoRa dari *node* TX ke *node* RX, kemudian diteruskan ke aplikasi Blynk pada *smartphone* untuk menampilkan informasi *monitoring* serta memberikan notifikasi peringatan apabila kondisi sytem mendeteksi melebihi ambang yang ditentukan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukan diatas, maka yang menjadi rumusan masalah pada penelitian ini adalah Bagaimana merancang sistem monitoring jarak jauh dari data sensor getaran dan kadar air tanah?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan utama penelitian ini adalah mengembangkan sistem *monitoring* jarak jauh yang dapat mengintegrasikan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk mengumpulkan data getaran dan kadar air tanah.

1.4 Pembatasan Masalah

Agar Permasalahan tidak meluas dan Penelitian terarah maka dilakukan Pembatasan masalah yaitu :

1. Sistem yang dirancang berupa prototipe monitoring getaran dan kadar air tanah dengan media pengujian menggunakan prototipe lereng tanah dalam skala laboratorium.
2. Penelitian difokuskan pada perancangan dan pengujian sistem monitoring, bukan pada analisis geoteknik secara mendalam terhadap kestabilan lereng sebenarnya.
3. Penelitian ini akan memanfaatkan teknologi IoT dan sensor khusus untuk mengukur getaran dan kadar air tanah yaitu mengunakan MPU 6050, Sensor Getaran SW420 dan sensor *Soil Moisture*.
4. Penelitian akan mengembangkan sistem komunikasi jarak jauh yang dapat memberikan peringatan dini melalui pesan teks atau notifikasi digital pihak dalam situasi darurat ke pihak pengguna.

1.5 Sistematika Penulisan

Penyelesaian penulisan penelitian ini dibagi dalam lima bab yaitu :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Bab ini memuat penelitian sebelumnya yang sebidang dan teori pendukungnya yaitu tentang perancangan sistem monitoring getaran dan kadar air tanah.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memuat tentang penjelasan alat dan bahan yang digunakan pada penelitian serta perancangan sistem.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang hasil data dan analisa yang diperoleh pada penelitian.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran.