Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD
Volume 8 ; Nomor 2 ; Juli 2025 ; Page 253-261
E-ISSN : 2615-5133 ; P-ISSN : 2621-8976
https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jsk/index

Perancangan Sistem Peringatan Dini Tanah Longsor di Kota Manado Menggunakan Modul Nodemcu Berbasis *Internet Of Things*

Rendy Syahputra[1]

[1] Teknik Informatika, Universitas Sam Ratulangi
Email: [1]rendysyahputra@unsrat.ac.id
Email Penulis Korespondensi: rendysyahputra@unsrat.ac.id

Article History:
Received Jun 15th, 2025
Revised Jun 30th, 2025
Accepted Jul 30th, 2025

Abstrak

Tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di wilayah Kota Manado, terutama pada musim hujan dan di daerah dengan kontur tanah yang curam. Minimnya sistem peringatan dini yang efektif menjadi salah satu faktor tingginya risiko korban jiwa dan kerugian materi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem peringatan dini tanah longsor berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan modul NodeMCU. Sistem ini dilengkapi dengan sensor kelembaban tanah (soil moisture), sensor kemiringan (tilt sensor), dan sensor curah hujan (rain sensor) yang secara real-time memantau kondisi lingkungan. Data yang diperoleh dikirimkan melalui koneksi Wi-Fi ke platform IoT (Thingspeak) untuk ditampilkan secara online, dan sistem juga dilengkapi dengan notifikasi peringatan melalui Telegram jika kondisi dianggap berbahaya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi perubahan kelembaban, intensitas hujan, dan pergerakan tanah dengan cukup akurat, serta mengirimkan notifikasi dalam waktu kurang dari 5 detik setelah ambang batas tercapai. Dengan sistem ini, diharapkan masyarakat di daerah rawan longsor dapat memperoleh peringatan dini secara cepat dan akurat sehingga risiko bencana dapat diminimalisasi.

Kata Kunci : Tanah Longsor, Peringatan Dini, Internet of Things, NodeMCU, Sensor Kelembaban

Abstract

Landslides are among the most frequent natural disasters in the city of Manado, especially during the rainy season and in areas with steep terrain. The lack of an effective early warning system contributes to the high risk of casualties and material losses. This research aims to design an Internet of Things (IoT)-based landslide early warning system using the NodeMCU module. The system is equipped with a soil moisture sensor, tilt sensor, and rain sensor to monitor environmental conditions in real time. Data collected from the sensors is transmitted via Wi-Fi to an IoT platform (Thingspeak) for online visualization, and warning notifications are sent through Telegram when critical thresholds are detected. Testing results show that the system can accurately detect changes in soil moisture, rainfall intensity, and ground movement, and send alerts within 5 seconds after the threshold is exceeded. This system is expected to provide rapid and accurate early warnings for communities in landslide-prone areas, thereby reducing the risk of disaster impacts.

Keyword : *landslide, early warning, Internet of Things, NodeMCU, soil moisture sensor,*

1. PENDAHULUAN

Tanah longsor merupakan salah satu jenis bencana alam yang sering terjadi di Indonesia, termasuk di Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara. Topografi yang berbukit serta intensitas curah hujan yang tinggi menjadikan wilayah ini rawan terhadap pergerakan tanah, terutama pada musim penghujan. Tanah longsor tidak hanya menyebabkan kerusakan infrastruktur dan hilangnya harta benda, tetapi juga dapat mengancam keselamatan jiwa masyarakat yang tinggal di daerah lereng atau perbukitan.

Tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia. Ini dikarenakan Indonesia memiliki banyak daerah perbukitan dengan lereng yang terjal. Selain itu, iklim tropis mengakibatkan curah hujan tinggi di sebagian besar wilayah Indonesia yang juga merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya tanah longsor. Tanah

Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD
Volume 8 ; Nomor 2 ; Juli 2025 ; Page 253-261
E-ISSN : 2615-5133 ; P-ISSN : 2621-8976
https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jsk/index

longsor adalah salah satu gejala bencana alam dari gerakan massa tanah atau batuan yang menuruni lereng. Tanah longsor disebabkan oleh gangguan kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng tersebut[1]. Banyak terjadinya longsoran dikarenakan adanya penggalian lereng untuk pembangunan jalan raya, jalan rel kereta api, perumahan, penggalian dasar sungai (diambil pasir atau batunya), dan longsoran pada galian tempat pengambilan tanah dan galian tambang. Di puncak lereng didirikan bangunan berat juga dapat menyebabkan longsoran dan longsoran dapat terjadi di daerah longsoran lama dengan hanya disebabkan oleh gangguan kecil stabilitas lerengnya[2].

Kota Manado merupakan Ibukota Provinsi Sulawesi Utara yang wilayah daratnya didominasi oleh kawasan perbukitan sehingga rentan terhadap longsor. Kondisi topografi Kota Manado pada kemiringan lereng curam seluas 1554 ha atau 9,88% Iklim di kota ini adalah iklim tropis dengan suhu rata-rata 24° –27° C. Curah hujan rata-rata 3.187 mm/tahun dengan iklim terkeringdi sekitar bulan Agustus dan terbasah pada bulan Januari.[3] Selama ini, sistem peringatan dini terhadap tanah longsor di beberapa daerah masih bersifat konvensional, atau bahkan belum tersedia sama sekali. Keterlambatan dalam memberikan informasi kepada masyarakat seringkali menjadi penyebab utama banyaknya korban jiwa karena musibah tanah longsor. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem yang mampu memberikan informasi secara cepat, akurat, dan real-time agar potensi bahaya dapat diantisipasi sedini mungkin.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan penelitian

Penelitian Penelitian ini menggunakan pendekatan *Agile Development* sebagai metode dalam pengembangan sistem peringatan dini tanah longsor berbasis *Internet of Things* (IoT). Metode Agile memungkinkan pengembangan dilakukan secara bertahap (iteratif) dan adaptif terhadap perubahan kebutuhan atau kondisi lapangan. Dalam konteks penelitian ini, tahapan Agile dibagi ke dalam beberapa siklus sprint, di mana setiap sprint menghasilkan komponen atau fungsi sistem yang dapat diuji langsung. Berikut adalah tahapan-tahapan penelitian berdasarkan metode Agile:

1. Identifikasi Kebutuhan dan Perencanaan (*Requirement & Planning*)
   Pada tahap awal, dilakukan identifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional dari sistem yang akan dibangun. Kebutuhan tersebut meliputi jenis sensor (kelembaban tanah, accelerometer, hujan), platform pengiriman data (Telegram). Selain itu, ditentukan juga target pengguna dan skenario penggunaan di lapangan.
2. Desain Sistem (*System Design*)
   Setelah kebutuhan dirumuskan, dilakukan perancangan awal sistem, termasuk skema koneksi antar perangkat (NodeMCU, sensor), struktur database jika diperlukan, serta alur data dari input sensor hingga ke output notifikasi. Desain dibuat fleksibel agar bisa disesuaikan di setiap iterasi berikutnya.
3. Pengembangan (*Development*)
   Pengembangan dilakukan secara bertahap berdasarkan urutan prioritas. Sprint pertama difokuskan pada pembacaan data sensor kelembaban tanah. Sprint berikutnya mengintegrasikan accelerometer, lalu notifikasi Telegram. Setiap sprint menghasilkan sistem fungsional yang dapat langsung diuji.
4. Pengujian (Testing)
   Setelah setiap modul dikembangkan, dilakukan pengujian fungsi. Pengujian mencakup validasi data sensor, kestabilan koneksi WiFi, respon waktu notifikasi, serta akurasi pembacaan sensor terhadap kondisi lapangan. Feedback dari pengujian digunakan sebagai dasar perbaikan di sprint selanjutnya.
5. Evaluasi dan Iterasi (*Evaluation & Iteration*)
   Setiap sprint ditutup dengan evaluasi hasil pengujian. Ditemukan kekurangan atau error akan diperbaiki di sprint selanjutnya. Fleksibilitas metode Agile memungkinkan peneliti untuk memperbaiki kesalahan atau menambahkan fitur baru tanpa mengulang dari awal.
6. Implementasi Akhir dan Dokumentasi (*Final Deployment & Documentation*)
   Setelah semua modul berfungsi dengan baik, sistem diimplementasikan di lokasi simulasi atau area yang memiliki kemiripan dengan kondisi lapangan sesungguhnya. Selanjutnya dilakukan dokumentasi menyeluruh terhadap sistem, skema alat, hasil pengujian, serta rekomendasi pengembangan lebih lanjut.

2.2 Jenis Penelitian dan Lokasi Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian rekayasa teknologi (*engineering research*) yang bersifat eksperimen aplikatif. Penelitian ini berfokus pada proses perancangan, pembuatan, dan pengujian sistem berbasis mikrokontroler dan IoT sebagai solusi teknologi dalam mitigasi bencana tanah longsor. Metode ini digunakan untuk mengembangkan sistem peringatan dini dengan pendekatan desain, pemrograman perangkat mikrokontroler, integrasi sensor, dan uji coba di lingkungan nyata. Tujuan dari penelitian ini bukan hanya mengkaji teori, tetapi menghasilkan sebuah prototipe sistem fungsional yang dapat diimplementasikan di lapangan sebagai alat bantu mitigasi bencana.

Penelitian ini dilaksanakan di dua lokasi utama yang memiliki peran strategis dalam mendukung proses perancangan dan implementasi sistem peringatan dini tanah longsor, yaitu lokasi laboratorium untuk tahap pengembangan dan lokasi lapangan untuk tahap uji coba sistem secara langsung. Tahap awal penelitian, yang meliputi perancangan perangkat keras, pemrograman mikrokontroler, serta integrasi sensor dan platform IoT, dilakukan di Laboratorium Komputer dan Elektronika milik fakultas teknik, Universitas Sam Ratulangi. Lokasi ini dipilih karena telah dilengkapi dengan peralatan

Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD
Volume 8 ; Nomor 2 ; Juli 2025 ; Page 253-261
E-ISSN : 2615-5133 ; P-ISSN : 2621-8976
https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jsk/index

teknis yang mendukung proses perakitan dan pengujian awal sistem, serta menyediakan akses ke jaringan internet yang stabil untuk keperluan konektivitas *Internet of Things* (IoT).

Tahap berikutnya adalah uji coba lapangan yang dilakukan di salah satu wilayah rawan longsor di Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara. Berdasarkan data dari BPBD Kota Manado tahun 2014 terjadi bencana longsor yang mengakibatkan 5 rumah warga rusak. Pada Februari 2019 terjadi bencana longsor sebanyak 124 rumah warga rusak di tiga kelurahan yang terdampak yaitu Kelurahan Tingkulu, KelurahanTeling Atas, dan Kelurahan bumi nyiur [3]. Lokasi ini dipilih karena memenuhi kriteria Medan yang relevan untuk pengujian sistem, seperti kontur tanah miring, curah hujan tinggi, dan kelembaban tanah yang fluktuatif.

Uji coba di lapangan bertujuan untuk mengamati kinerja sistem dalam kondisi lingkungan nyata, mengukur sensitivitas sensor terhadap perubahan cuaca dan tanah, serta menilai kecepatan dan keakuratan sistem dalam mengirimkan peringatan. Dengan adanya uji coba di lokasi yang benar-benar berisiko, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran aplikatif terhadap efektivitas sistem dalam mitigasi bencana tanah longsor secara real-time.

2.3 Objek penelitian

Objek penelitian dalam studi ini adalah sebuah sistem peringatan dini bencana tanah longsor yang dirancang dengan mengintegrasikan teknologi mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan konsep *Internet of Things* (IoT). Sistem ini berfungsi untuk memantau kondisi lingkungan yang berpotensi memicu terjadinya tanah longsor, serta memberikan notifikasi peringatan secara otomatis kepada masyarakat atau pengguna melalui jaringan internet. Komponen utama dari objek penelitian ini meliputi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Pada aspek perangkat keras, sistem terdiri dari rangkaian mikrokontroler NodeMCU sebagai unit pusat pemrosesan data, serta beberapa sensor lingkungan, seperti sensor kelembaban tanah untuk mengukur tingkat kejenuhan air pada tanah, sensor kemiringan untuk mendeteksi pergeseran tanah atau lereng, dan sensor curah hujan untuk memantau intensitas hujan sebagai faktor pemicu utama longsor. Data dari sensor-sensor tersebut dikirim secara real-time ke telegram bot apabila kondisi lingkungan melewati ambang batas tertentu yang dianggap berbahaya.

Objek penelitian ini secara fungsional mencerminkan upaya pemanfaatan teknologi terapan untuk mitigasi bencana berbasis komunitas. Dengan pendekatan yang bersifat terbuka, fleksibel, dan ekonomis, sistem ini diharapkan dapat dijadikan model awal atau prototipe yang bisa direplikasi di berbagai wilayah rawan longsor, khususnya di Kota Manado dan daerah sejenis lainnya.

2.4 *Internet of Things*

Internet of Things, yang sering dikenal dengan istilah IoTadalah sistem embedded yang bertujuan untuk memperluas pemanfaatan dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Kemampuan seperti berbagi data, remote control, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata contohnya seperti bahan pangan,elektronik, peralatan yang terhubung dengan sensor dan terhubung dengan jaringa[4]. Perkembangan teknologi IoT membuka peluang baru dalam menciptakan sistem monitoring dan peringatan dini bencana secara otomatis. Dengan memanfaatkan mikrokontroler NodeMCU yang terhubung ke jaringan internet, sistem ini dapat memantau beberapa parameter lingkungan secara simultan seperti kelembaban tanah, intensitas hujan, dan kemiringan tanah. Ketika parameter-parameter tersebut melebihi ambang batas yang ditentukan, sistem akan mengirimkan peringatan melalui platform digital seperti Telegram secara otomatis.

2.5 Board NodeMCU

Pada board NodeMCU, ESP8266 telah dikemas dengan berbagai fitur layaknya mikrokontroler yang memiliki kapabilitas akses wi-fijuga chipkomunikasi USB to serial. Sehingga untuk memprogramnya hanya memerlukan ekstensi kabel data USB yang sama persis dengan kabel data yang digunakan untuk me-chargersmartphoneAndroid. Beberapa fitur yang disediakan oleh NodeMCU antara lain bersifat open source, biaya yang tergolong rendah, smart, interaktif dan wi-fiyang sudah aktif[5].

Gambar. 1 Board NodeMCU

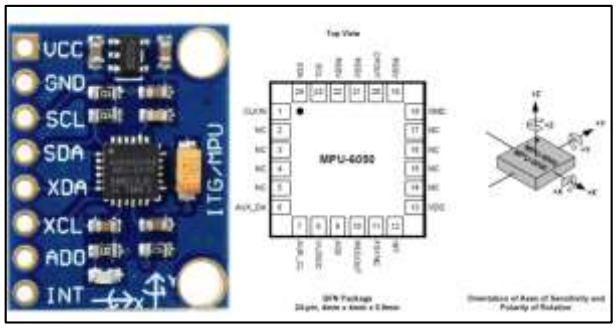
NodeMCU merupakan microcontroller yang sudah dilengkapi dengan module WiFi ESP8266 didalamnya. NodeMCU bisa dianalogikan sebagai board arduino-nya ESP8266, sehingga ini dapat menghemat, tidak perlu

Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD
Volume 8 ; Nomor 2 ; Juli 2025 ; Page 253-261
E-ISSN : 2615-5133 ; P-ISSN : 2621-8976
https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jsk/index

mempunyai 2 deviceardunio board dan ESP8266 modul, seperti yang dilakukan oleh Sasmoko dalam penelitian sistem monitoring aliran air dan penyiraman otomatis pada rumah kaca berbasis iot dengan modul ESP8266[6].

2.6 Sensor Accelerometer

Dalam sistem peringatan dini tanah longsor ini, sensor accelerometer berfungsi sebagai pendeteksi perubahan posisi atau pergeseran lereng yang mengindikasikan potensi pergerakan tanah. Gaya yang terjadi dalam accelerometer dapat berupa gaya statis seperti gaya gravitasi konstan dan gaya dinamis yang disebabkan oleh pergerakan atau getaran dari accelerometer[7]. Sensor ini mampu mengukur percepatan dalam tiga sumbu (X, Y, dan Z), sehingga dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan sudut kemiringan, getaran, maupun guncangan yang terjadi di lokasi pemantauan. Jenis sensor accelerometer yang digunakan dalam prototype ini adalah GY-521 (berbasis MPU-6050), yang merupakan kombinasi antara accelerometer dan gyroscope dalam satu modul. Sensor ini terhubung dengan mikrokontroler NodeMCU melalui komunikasi I2C, dan secara berkala mengirimkan data percepatan yang kemudian diolah untuk mendeteksi adanya perubahan gerak tanah secara mikro.



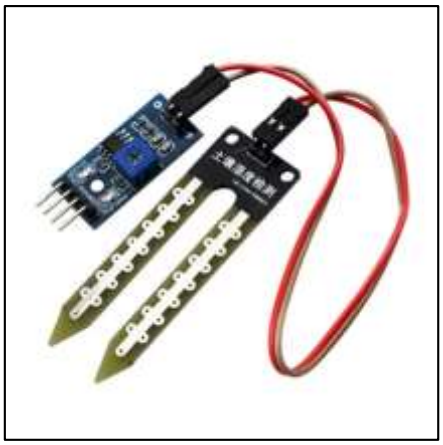
Gambar. 2 Sensor Accelerometer

Dalam penerapannya, sensor diletakkan pada permukaan atau struktur yang stabil di sekitar lereng. Apabila terjadi perubahan kemiringan atau getaran yang signifikan, sistem akan mendeteksi nilai akselerasi yang tidak normal, dan jika melebihi ambang batas yang telah ditentukan, maka sistem akan memicu peringatan dini melalui alarm lokal (buzzer dan LED) serta notifikasi otomatis ke pengguna melalui Telegram. Dalam kondisi pengoperasian normal, accelerometer menggunakan arus sebesar 500µA, menjadikannya cukup hemat energi untuk berbagai aplikasi. Selain itu, terdapat juga mode daya rendah dengan konsumsi arus yang sangat rendah, yaitu 10µA pada frekuensi 1.25Hz, 20µA pada 5Hz, 60µA pada 20Hz, dan 110µA pada 40Hz. Fitur ini sangat berguna untuk aplikasi yang memerlukan penghematan energi ekstra. Sensor ini juga mampu mendeteksi orientasi dan sinyal, memberikan kemampuan tambahan untuk berbagai aplikasi yang membutuhkan informasi mengenai posisi atau perubahan posisi perangkat. Deteksi ketukan juga merupakan fitur yang disediakan oleh MPU6050, memungkinkan sensor untuk mendeteksi kejadian ketukan atau benturan. Keunggulan penggunaan accelerometer dalam sistem ini adalah sensitivitasnya yang tinggi terhadap pergeseran, ukuran yang kecil, serta kemampuannya dalam bekerja secara real-time. Dengan integrasi yang tepat, sensor ini menjadi komponen penting dalam memberikan sinyal awal terhadap potensi gerakan tanah yang bisa berkembang menjadi bencana longsor.

2.7 Sensor Soil Moisture

Sensor SoilMoisture YL-69 adalah sensor yang dapat mendeteksi kelembaban dalam tanah. Sensor ini sangat sederhana, tetapi ideal untuk memantau taman kota, atau tingkat air pada tanaman pekarangan. Sensor ini terdiri dua probe untuk melewatkan arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (resistansi kecil), sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik (resistansi besar). Sensor ini sangat membantu untuk mengingatkan tingkat kelembapan pada tanaman atau memantau kelembapan tanah[8]. Sensor ini secara berkala mengirimkan nilai analog yang mewakili tingkat kelembaban tanah, dan nilai tersebut kemudian diolah untuk menentukan apakah kondisi tersebut berpotensi menyebabkan tanah longsor. Ketika tanah mencapai tingkat kejenuhan tertentu (misalnya >80%), sistem akan mengklasifikasikannya sebagai kondisi berisiko dan secara otomatis mengaktifkan alarm peringatan dini serta notifikasi ke pengguna melalui Telegram atau dashboard IoT.

Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD
Volume 8 ; Nomor 2 ; Juli 2025 ; Page 253-261
E-ISSN : 2615-5133 ; P-ISSN : 2621-8976
https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jsk/index



Gambar. 3 Sensor Soil Moisture

Penempatan sensor dilakukan pada kedalaman tertentu di permukaan lereng atau tanah yang rawan longsor untuk mendapatkan pembacaan yang akurat. Sensor ini juga dilindungi dengan pelapis tahan air agar tetap berfungsi dalam kondisi lapangan yang lembap dan ekstrem. Keunggulan penggunaan soil moisture sensor dalam sistem ini adalah biaya yang murah, mudah dipasang, serta memiliki tingkat akurasi yang cukup baik untuk mendeteksi kejenuhan air dalam tanah, yang merupakan salah satu indikator utama terjadinya longsor. Dengan integrasi sensor ini ke dalam sistem berbasis IoT, maka informasi kelembaban tanah dapat dimonitor secara jarak jauh dan real-time, sehingga memungkinkan deteksi awal dan pengambilan keputusan cepat sebelum bencana terjadi.

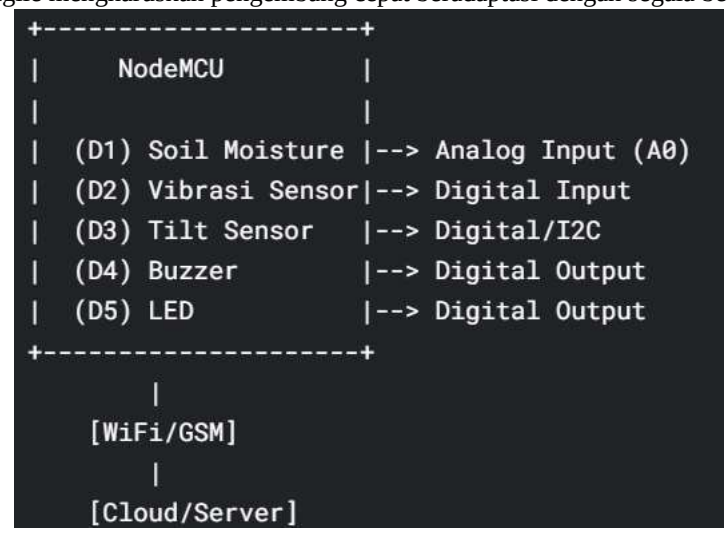
2.8 Metode Agile Development

Metode agile adalah konsep dasar untuk serangkaian berbagai macam metode pengembangan perangkat lunak[9]. Metode Agile dipilih karena mampu memberikan fleksibilitas tinggi dalam proses perancangan perangkat lunak dan perangkat keras secara bertahap (iteratif dan inkremental), sehingga setiap komponen dapat diuji dan diperbaiki secara berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem peringatan dini tanah longsor berbasis IoT di Kota Manado, yang dapat digunakan sebagai solusi efektif untuk meminimalkan dampak bencana. Diharapkan sistem ini dapat menjadi prototipe yang aplikatif dan dapat dikembangkan lebih lanjut pada wilayah rawan bencana lainnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kerja Sistem

Dalam penelitian ini, proses pengembangan sistem peringatan dini tanah longsor berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler NodeMCU menerapkan metode Agile Development. Metode agile adalah salah satu metodologi pengembangan perangkat lunak yang efektif dan tangkas. Metode ini tidak mendefinisikan prosedur secara detail untuk bagaimana membuat tipe model yang telah diberikan, meskipun terdapat cara untuk menjadi suatu modeler yang efektif [10]. Metode Agile mengharuskan pengembang cepat beradaptasi dengan segala bentuk perubahan [11].



Gambar 4 Rangkaian Kerja Sistem

Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD
Volume 8 ; Nomor 2 ; Juli 2025 ; Page 253-261
E-ISSN : 2615-5133 ; P-ISSN : 2621-8976
https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jsk/index

Sistem peringatan dini tanah longsor bekerja dengan cara mengumpulkan data lingkungan secara real-time menggunakan sensor, kemudian mengirimkan informasi tersebut melalui jaringan internet agar dapat dimonitor dari jarak jauh dan memberikan peringatan otomatis kepada pengguna ketika kondisi membahayakan terdeteksi.
Sistem ini terdiri dari tiga sensor utama, yaitu:

1. Soil Moisture Sensor, untuk mengukur tingkat kelembaban tanah.
2. Accelerometer (MPU-6050), untuk mendeteksi perubahan kemiringan atau gerakan tanah.
3. Rain Sensor, untuk memantau intensitas curah hujan.

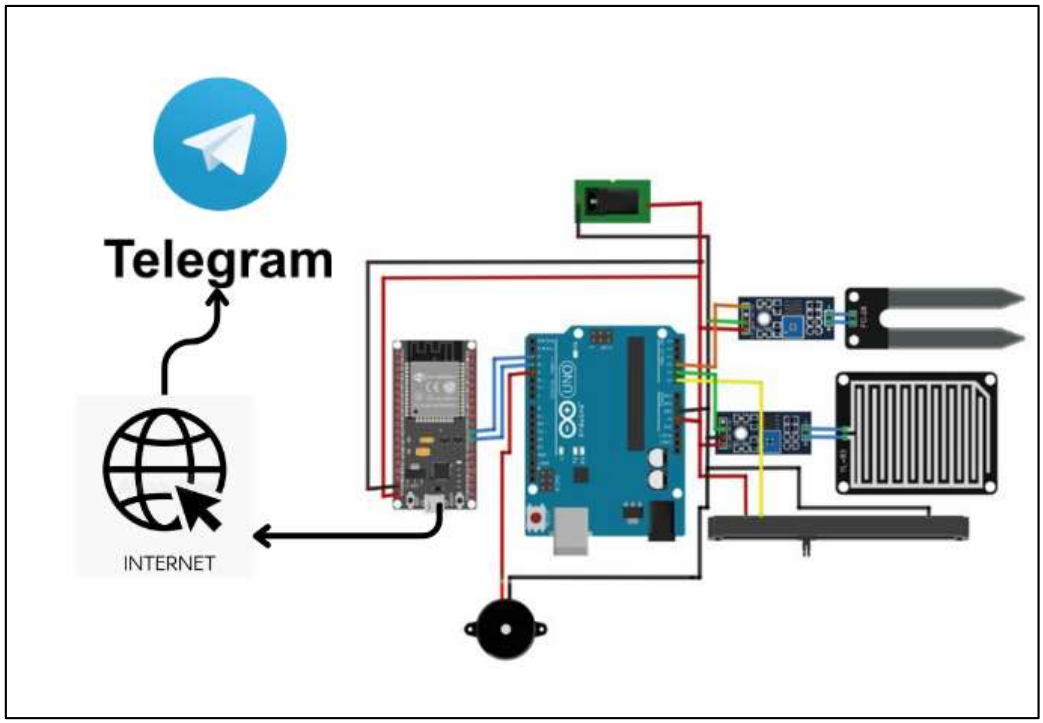
Ketiga sensor ini terhubung langsung ke NodeMCU ESP8266, sebuah mikrokontroler yang juga memiliki modul Wi-Fi terintegrasi. NodeMCU secara berkala membaca data dari sensor dan mengirimkannya ke platform Telegram
Sistem telah diprogram untuk mengenali kondisi bahaya berdasarkan ambang batas yang ditentukan, seperti:

1. Kelembaban tanah melebihi 80% (menandakan tanah jenuh air).
2. Kemiringan tanah berubah lebih dari 20 derajat.
3. Curah hujan terjadi secara terus-menerus lebih dari 15 menit.
4. Ketika salah satu dari parameter tersebut melebihi batas normal, maka sistem secara otomatis:
5. Mengaktifkan buzzer dan LED sebagai peringatan lokal di lokasi alat.

Mengirimkan notifikasi melalui aplikasi Telegram kepada pengguna atau petugas yang terdaftar, berisi informasi waktu, jenis parameter yang terdeteksi, dan nilai pengukuran. Sistem ini bekerja secara otomatis dan mandiri, tanpa perlu intervensi pengguna secara langsung. Selama alat mendapatkan suplai daya dan jaringan internet, maka pemantauan dan pengiriman peringatan dapat terus dilakukan. Dengan sistem ini, pengguna dapat mengetahui kondisi lapangan secara cepat dan dapat mengambil tindakan pencegahan lebih awal jika diperlukan.

3.2 Desain *Alat Prototype Pendeteksi Tanah Longsor*

Desain alat prototype dalam penelitian ini difokuskan untuk membangun sistem peringatan dini tanah longsor yang mampu melakukan pemantauan kondisi lingkungan secara real-time dan memberikan peringatan otomatis kepada pengguna. Prototype adalah salah satu pendekatan dalam rekayasa perangkat lunak yang secara langsung mendemonstrasikan bagaimana sebuah perangkat lunak atau komponen-komponen perangkat lunak akan bekerja dalam lingkungannya sebelum tahapan konstruksi aktual dilakukan. Model prototipe digunakan sebagai indikator dari gambaran yang akan dibuat pada masa yang akan datang dan membedakan dua fungsi eksplorasi dan demonstrasi[12]. Sistem ini dirancang dengan mengintegrasikan komponen utama berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP8266, yang memiliki kemampuan konektivitas Wi-Fi sehingga memungkinkan pengiriman data secara langsung ke platform Telegram.



Gambar. 5 Desain Alat Prototipe

Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD
Volume 8 ; Nomor 2 ; Juli 2025 ; Page 253-261
E-ISSN : 2615-5133 ; P-ISSN : 2621-8976
https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jsk/index

Prototype ini terdiri dari beberapa sensor penting yang berfungsi mendeteksi faktor-faktor penyebab terjadinya longsor. Sensor kelembaban tanah (*soil moisture sensor*) digunakan untuk mengukur tingkat kejenuhan air dalam tanah. Sensor kemiringan (*tilt sensor* atau *gyroscope*) digunakan untuk mendeteksi pergeseran atau perubahan sudut lereng yang mencirikan potensi gerakan tanah. Selain itu, terdapat sensor hujan yang digunakan untuk memantau intensitas curah hujan sebagai salah satu pemicu utama longsor. Semua sensor ini terhubung langsung ke NodeMCU, yang bertindak sebagai pusat pemrosesan dan pengiriman data.

Secara fisik, alat prototype dirancang dalam bentuk sederhana namun fungsional. NodeMCU dan rangkaian elektronik utama ditempatkan dalam kotak pelindung tahan air (*waterproof case*) untuk mencegah kerusakan akibat cuaca. Sensor-sensor diletakkan pada posisi terbuka di lingkungan untuk mendapatkan data yang akurat. Sebagai tambahan, sistem ini dilengkapi buzzer dan LED indikator sebagai alarm lokal jika kondisi kritis terdeteksi. Data yang dikumpulkan oleh sistem dikirimkan ke platform Thingspeak dan ditampilkan dalam bentuk grafik untuk memudahkan pemantauan. Jika nilai yang terdeteksi oleh sensor melebihi ambang batas yang telah ditentukan (misalnya kelembaban tanah lebih dari 80%, kemiringan berubah lebih dari 20°, atau hujan terus menerus lebih dari 15 menit), maka sistem secara otomatis mengirimkan notifikasi peringatan melalui Telegram Bot API kepada pengguna atau pemantau di lokasi rawan bencana.

Desain prototype ini mencerminkan prinsip keterjangkauan, kemudahan replikasi, dan efisiensi dalam sistem peringatan dini berbasis teknologi. Prototype ini juga membuka peluang untuk dikembangkan lebih lanjut menjadi sistem monitoring bencana yang lebih kompleks dan dapat diimplementasikan di berbagai wilayah rawan longsor.

3.3 Analisis *Alat Prototype Pendeteksi Tanah Longsor*

Setelah proses perancangan dan perakitan sistem peringatan dini tanah longsor selesai dilakukan, alat prototype kemudian diuji untuk memastikan fungsionalitas dan keandalannya dalam mendeteksi kondisi lingkungan yang berpotensi menyebabkan tanah longsor. Pengujian dilakukan dalam dua skenario, yaitu simulasi laboratorium dan pengujian terbatas di lapangan pada area dengan kontur tanah yang mirip dengan lokasi rawan longsor di Kota Manado. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen sensor berfungsi dengan baik. Sensor kelembaban tanah mampu membaca kadar air dalam tanah secara akurat, dengan perubahan nilai yang konsisten ketika tanah dalam kondisi kering hingga sangat basah. Sensor hujan juga dapat mendeteksi keberadaan dan intensitas air dengan cepat. Sementara itu, sensor kemiringan menunjukkan sensitivitas terhadap perubahan sudut posisi, dan mampu memberikan respon yang cepat saat terjadi pergeseran permukaan tempat alat dipasang. Data yang diperoleh dari ketiga sensor tersebut berhasil dikirim secara real-time ke platform Thingspeak, yang menampilkan grafik visual kondisi lingkungan dalam bentuk waktu nyata. Ini memudahkan pengguna untuk memantau tren perubahan lingkungan dari jarak jauh. Selain itu, sistem juga telah berhasil mengirimkan notifikasi secara otomatis melalui Telegram ketika kondisi yang dipantau melampaui ambang batas yang telah ditetapkan. Respon pengiriman notifikasi tergolong cepat, dengan waktu tunda rata-rata kurang dari 5 detik setelah parameter terpicu.

Secara umum, alat prototype dapat dikategorikan sebagai berfungsi baik dan sesuai dengan tujuan perancangan, yaitu memberikan informasi peringatan dini terhadap potensi tanah longsor. Meskipun demikian, beberapa kendala juga ditemukan, seperti ketergantungan terhadap koneksi internet yang stabil, dan jangkauan alat yang masih terbatas pada satu titik pemantauan. Hal ini menjadi catatan penting untuk pengembangan lanjutan, seperti integrasi dengan sistem tenaga surya untuk suplai daya berkelanjutan, serta pengembangan jaringan sensor yang lebih luas agar mampu memantau kondisi di beberapa titik sekaligus. Dengan hasil tersebut, alat *prototype* dinyatakan telah berhasil memenuhi fungsi utamanya, yaitu sebagai sistem monitoring dan peringatan dini berbasis IoT yang praktis, murah, dan dapat digunakan di daerah-daerah dengan risiko tanah longsor tinggi, khususnya di Kota Manado.

Tabel 1. Analisis Alat Pendeteksi Tanah Longsor

No	Pergeseran Massa Tanah	Kelembapan Tanah	Cuaca	Kemiringan	Status Bencana
1	< 2cm	1-28%	Kering/Hujan	35 Derajat	Aman
2	>4 cm	>54%	Kering/Hujan	35 Derajat	Bahaya
3	>4 cm	28-54%	Kering/Hujan	35 Derajat	Bahaya
4	2,1 cm-3,9 cm	1-28%	Kering/Hujan	35 Derajat	Siaga I
5	<2cm	>55%	Kering	35 Derajat	Siaga I
6	2,2 cm-3,9 cm	>54%	Hujan	35 Derajat	Bahaya
7	2,1 cm-3,9 cm	>54%	Kering	35 Derajat	Siaga II
8	2,1 cm-3,9 cm	29-54%	Kering/Hujan	35 Derajat	Siaga II
9	>4 cm	1-27%	Kering	35 Derajat	Siaga II
10	<2cm	>54%	Hujan	35 Derajat	Siaga II
11	>5 cm	1-27%	Hujan	35 Derajat	Bahaya

12	<2cm	28-54%	Kering/Hujan	35 Derajat	Siaga I

Kondisi Cuaca jika sedang hujan atau panas menjadi parameter saat status siaga II berpindah menjadi bahaya, peringatan ini terjadi saat kelembaban diatas 54% dengan perpindahan tanah rentang 2,1 sampai 3,9cm jika kondisi cuaca kering maka status bencana masih dalam tahap "Siaga II" namun jika sensor hujan mendeteksi daerah rawan longsor sedang hujan maka status berubah menjadi "Bahaya". Pada pengklasifikasiaan status bencana, prioritas sensor yang pertama adalah sensor potensiometer geser, kemudian sensor soil moisture FC-28, dan sensor hujan. Hasil deteksi sensor potensiometer geser menjadi prioritas pertama karena pergeseran tanah atau bebatuan dianggap menjadi paling berpengaruh terhadap terjadinya bencana tanah longsor.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem peringatan dini tanah longsor berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan modul NodeMCU berhasil dibangun dan berfungsi dengan baik sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem ini mampu memantau parameter lingkungan yang berpotensi menyebabkan tanah longsor, yaitu kelembaban tanah, kemiringan lereng, dan intensitas curah hujan, secara real-time. Data dari sensor-sensor tersebut berhasil dikirimkan ke platform Thingspeak untuk pemantauan jarak jauh, serta sistem juga mampu memberikan peringatan otomatis melalui aplikasi Telegram ketika kondisi lingkungan melampaui ambang batas yang telah ditentukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat memiliki respon cepat dan akurat dalam mendeteksi kondisi berbahaya serta memberikan notifikasi secara langsung kepada pengguna.

Metode Agile yang digunakan dalam proses pengembangan sistem terbukti efektif dalam menghasilkan prototype yang fleksibel, adaptif terhadap perubahan, dan dapat disempurnakan secara bertahap melalui beberapa iterasi pengembangan. Dengan hasil yang dicapai, alat ini berpotensi dikembangkan lebih lanjut menjadi sistem monitoring lingkungan yang dapat diterapkan secara luas di wilayah-wilayah rawan bencana, khususnya Kota Manado dan sekitarnya. Namun demikian, pengembangan lanjutan diperlukan untuk meningkatkan jangkauan pemantauan, ketahanan terhadap kondisi ekstrem, serta kestabilan koneksi data di lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan kontribusi dalam penyelesaian penelitian ini yang berjudul "Perancangan Sistem Peringatan Dini Tanah Longsor di Kota Manado Menggunakan Modul NodeMCU Berbasis Internet of Things". Ucapan terima kasih secara khusus ditujukan kepada pemerintah Kota Manado yang telah memberikan izin, data, dan kepercayaan selama proses penyusunan penelitian ini berlangsung. Terima kasih juga disampaikan kepada pihak program studi dan fakultas atas fasilitas serta kesempatan yang diberikan sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik.

Penulis juga menghargai bantuan dari rekan-rekan dosen yang turut membantu dalam proses perancangan, penyolderan, serta pengujian alat prototype. Tidak lupa, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada masyarakat dan pihak terkait di Kota Manado yang telah memberikan informasi serta dukungan dalam proses pengumpulan data dan uji coba sistem di lapangan. Akhir kata, penulis menyampaikan rasa syukur kepada keluarga atas segala doa, dorongan moral, dan semangat yang tidak henti-hentinya diberikan. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi pengembangan teknologi mitigasi bencana dan menjadi inspirasi untuk pengembangan penelitian selanjutnya

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Syahputri and S. Sismanto, "Identifikasi Potensi Tanah Longsor Menggunakan Metode Mikrotremor Di Dusun Tegalsari Desa Ngargosari Kecamatan Samigaluh Kabupaten Kulon Progo," *J. Fis. Indones.*, vol. 24, no. 2, p. 66, 2020, doi: 10.22146/jfi.v24i2.53636.

[2] Syahdan Mujahid, B. Irawan, and C. Setianingsih, "Perancangan Prototipe Sistem Peringatan Dini Tanah Longsor Berbasis Internet of Things," *Proceeding Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 1651–1657, 2020.

[3] R. M. Topo, L. Tondobala, and V. Makarau, "Kajian Pemanfaatan Lahan Pada Daerah Rawan Bencana Longsor Di Kecamatan Wanea Kota Manado," *Spasial*, vol. 7, no. 3, pp. 335–342, 2020.

[4] F. Susanto, N. K. Prasiani, and P. Darmawan, "Implementasi Internet of Things Dalam Kehidupan Sehari-Hari," *J. Imagine*, vol. 2, no. 1, pp. 35–40, 2022, doi: 10.35886/imagine.v2i1.329.

[5] R. Devitasari and K. P. Kartika, "RANCANG BANGUN ALAT PEMBERI PAKAN KUCING OTOMATIS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER NODEMCU BERBASIS INTERNET OF THING (IoT)," *Antivirus J. Ilm. Tek. Inform.*, vol. 14, no. 2, pp. 152–164, 2020, doi: 10.35457/antivirus.v14i2.1234.

[6] P. Prasetyawan, S. Samsugi, and R. Prabowo, "Internet of Thing Menggunakan Firebase dan Nodemcu untuk Helm Pintar," *J. ELTIKOM*, vol. 5, no. 1, pp. 32–39, 2021, doi: 10.31961/eltikom.v5i1.239.

[7] M. A. R. Wicaksono, F. Kurniawan, and L. Lasmadi, "Kalman Filter to Reduce Accelerometer Sensor Noise on IMU for Distance Estimation," *Avitec*, vol. 2, no. 2, pp. 145–159, 2020.

[8] L. Haidar, "Rancang Bangun Alat Ukur Kelembapan Tanah Menggunakan Sensor Soil Moisture pada Dukuh Tambakroto,"

J. Ilm. Sist. Inf., vol. 2, no. 1, pp. 70–78, 2023, doi: 10.51903/juisi.v2i1.573.

[9] N. Lutfiani, P. Harahap, Q. Aini, A. Dimas, A. R. Ahmad, and U. Rahardja, "Inovasi Manajemen Proyek I-Learning Menggunakan Metode Agile Scrumban," *InfoTekJar J. Nas. Inform. dan Teknol. Jar.*, vol. 5, no. 1, pp. 96–101, 2020.

[10] I. Larasati, A. N. Yusril, and P. Al Zukri, "Systematic Literature Review Analisis Metode Agile Dalam Pengembangan Aplikasi Mobile," *Sistemasi*, vol. 10, no. 2, p. 369, 2021, doi: 10.32520/stmsi.v10i2.1237.

[11] W. Setyaningtyas, S. Anardani, and ..., "SIG Penentuan Titik Evakuasi Wilayah Bencana di Kabupaten Magetan Menggunakan Algoritma Dijkstra," *... Teknol. Inf. dan ...*, pp. 179–190, 2023, [Online]. Available: http://prosiding.unipma.ac.id/index.php/SENATIK/article/view/4355%0Ahttp://prosiding.unipma.ac.id/index.php/SENATIK/article/viewFile/4355/3923

[12] S. Siswidiyanto, A. Munif, D. Wijayanti, and E. Haryadi, "Sistem Informasi Penyewaan Rumah Kontrakan Berbasis Web Dengan Menggunakan Metode Prototype," *J. Interkom J. Publ. Ilm. Bid. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 15, no. 1, pp. 18–25, 2020, doi: 10.35969/interkom.v15i1.64.