

Sistem Monitoring Dan Peringatan Dini Zona Rawan Longsor Berbasis Internet Of Things

Jonathan K. Th. Lengkong, Meicsy E.I Najoan, Feisy D. Kambey
Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115
E-mails: lengkongjonathan@gmail.com, meicsynajoan@unsrat.ac.id, feisykambey@unsrat.ac.id

Abstrak - Bencana tanah longsor tidak hanya menyebabkan kerugian harta benda semata tetapi berdampak secara multidimensional, misalnya psikologi orang menjadi terganggu, relokasi pemukiman penduduk bahkan terganggunya investasi sebagai modal pembangunan ekonomi. Penelitian ini bertujuan merancang sistem peringatan dini rawan bencana longsor dan analisisnya menggunakan *Internet of Things* dengan menggunakan *minicomputer Raspberry pi*. Beberapa penyebab bencana longsor, antara lain: curah hujan, jenis tanah, kemiringan lereng, kependudukan dan tutupan lahan yang dipadukan dengan meletakkan perangkat *Internet of Things* pada daerah rawan bencana longsor menghasilkan sistem peringatan dini bencana longsor. Perangkat *Internet of Things* ini menggunakan sensor *accelerometer MPU6050* untuk membaca pergerakan tanah. Hasil dari sensor tersebut apabila memenuhi kriteria rawan bencana longsor akan diproses untuk mengirimkan sinyal bahaya dan dikirim ke *smartphone* dalam bentuk data yang berisi aplikasi monitoring berbasis *Android*. Penelitian ini menghasilkan sistem deteksi longsor mulai dari menggunakan sensor untuk mendeteksi gejala longsor kemudian membunyikan alarm sebagai tanda bahaya serta mengirim data sensor untuk disimpan kedalam *cloud database*.

Kata Kunci : Tanah longsor, *Internet of Things*, *Raspberry pi*, *Android*, *Database*

I. PENDAHULUAN

Bencana merupakan kejadian yang disebabkan oleh alam maupun kelalaian manusia. Tanah longsor, gempa bumi, puting beliung, tsunami, banjir dan tanah longsor, letusan gunung merapi, kekeringan serta gelombang pasang adalah bencana yang disebabkan oleh alam. Sementara itu aksi terror, konflik, kecelakaan industri, kecelakaan transportasi, dan kebakaran hutan merupakan bencana akibat kelalaian manusia. Bencana yang disebabkan oleh alam maupun manusia sama-sama menimbulkan kerugian terhadap lingkungan dan perekonomian. Berdasarkan data Badan Nasional Penanggulangan Bencana Republik Indonesia terdapat 1.107 kejadian bencana alam di Indonesia dari bulan Januari hingga Maret tahun 2019 pada 33 provinsi. Kejadian bencana alam

menyebabkan sebanyak 279 orang meninggal dunia, 96 orang hilang, 1.340 orang luka-luka, dan 850.772 orang mengungsi dan terdampak. Selain itu, kejadian bencana tersebut juga menyebabkan 17.521 unit rumah rusak dengan rincian sebanyak 3.235 rusak berat, 2.955 rusak sedang, 11.331 rusak ringan dan 531 fasilitas umum rusak. Lebih dari 98 persen bencana yang terjadi merupakan bencana hidrometeorologi (Antara, 2019).

Permasalahan yang timbul ini, tentunya tanpa disadari era teknologi telah berkembang pesat. Ada banyak cara untuk dapat mengatasi permasalahan tersebut dengan teknologi, baik yang sifatnya pencegahan ataupun sistem peringatan dini. Tujuannya adalah untuk mencegah banyaknya korban jiwa yang berjatuh. Teknologi dapat mempermudah dan mengefisienkan pekerjaan manusia serta aman dalam penggunaannya. Tentunya sangat diperlukan pemanfaatan teknologi dengan menggunakan sistem yang tertata serta mempermudah penggunaannya dalam pemecahan masalah. Dengan pertimbangan-pertimbangan tersebut maka kiranya perlu adanya sistem yang dapat mendeteksi serta menginformasikan suatu potensi terjadinya tanah longsor. Dengan menggunakan sistem peringatan dini diharapkan gejala-gejala alamiah yang muncul berkaitan dengan bahaya bencana alam seperti tanah longsor bisa dideteksi sedini mungkin. Maka kemungkinan jatuhnya korban jiwa akibat bencana longsor bisa dihindarkan.

Maka dalam penelitian ini yang didasari uraian diatas, penulis akan merancang serta membangun sebuah sistem yang dapat mengirimkan informasi jika adanya kondisi yang berpotensi terjadinya tanah longsor. Dalam mendeteksi hal tersebut akan digunakan sensor-sensor yang akan berfungsi mengetahui gejala awal yang dapat menyebabkan terjadinya bencana khususnya yang berkaitan dengan tanah longsor.

A. Penelitian Terkait

Penelitian yang terkait dengan sistem peringatan dini banjir beberapa diantaranya adalah sebagai berikut:

Desain sistem peringatan dini zona rawan longsor dengan penerapan sensor kelembaban dan getaran pada tanah. Universitas Brawijaya (2011). Penelitian ini merancang suatu sistem sensor beserta perangkat akuisisi datanya untuk peringatan dini tanah longsor. Untuk keperluan tersebut

dirancang perangkat elektronik berupa gabungan sensor getaran dan kandungan air tanah.

Perancangan sistem peringatan dini tanah longsor berbasis perubahan resistivitas tanah dengan menggunakan *Arduinomega 2560* dan *WeMos ESP8266 D1-mini*. Politeknik Manufaktur Negeri Bandung (2016). Fokus pada penelitian ini adalah perancangan sebuah sistem akuisisi data untuk memonitoring tanah longsor dengan menggunakan sensor hidrologi (resistivitymeter). Komponen data akuisisi terdiri dari resistivitymeter yang sudah terintegrasi dengan mikrokontroler. Hasil dari penelitian ini adalah perancangan sistem monitoring resistivitas tanah yang optimum dari segi kecepatan pengiriman data maupun dari segi keakuratan data.

Sistem Peringatan Dini Tanah Longsor Berbasis *ATMEGA8535*. Universitas Gadjah Mada (2009). Penelitian ini mencoba membangun suatu sistem peringatan dini tanah longsor dengan menggunakan mikrokontroler *ATMEGA8535*. Pada saat tanah bergeser lebih dari 4 cm dan curah hujan perhari mencapai 100 mm/hari, maka sistem akan membunyikan sirine bahaya.

B. *Internet of Things*

Istilah “*Internet of Thing*” (*IoT*) pertama kali diperkenalkan oleh Kevin Ashton pada presentasi kepada Proctor & Gamble di tahun 1999. Kevin Ashton merupakan co-founder dari Auto-ID Lab MIT. Kevin Ashton mempopulerkan RFID (digunakan pada bar code detector) untuk *supply-chain management domain*. Dia juga telah memulai Zensi, sebuah perusahaan yang membuat energi untuk teknologi penginderaan dan monitoring. *IoT* adalah konsep yang menghubungkan semua perangkat ke internet dan memungkinkan perangkat *IoT* berkomunikasi satu sama lain melalui internet. *IoT* adalah jaringan yang luas dari perangkat yang terhubung.

C. *Tanah Longsor*

Tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran tersebut, bergerak ke bawah atau keluar lereng. Proses terjadinya tanah longsor diawali dengan adanya air yang meresap ke dalam tanah yang akan menambah bobot tanah, jika air tersebut menembus sampai tanah kedap air yang berperan sebagai bidang gelincir, maka tanah tersebut menjadi licin dan tanah pelapukan di atasnya akan bergerak mengikuti lereng dan keluar lereng.

Menurut Arsyad (dalam Ahmad Denil Efendi 1989: 27). Mengemukakan bahwa lapisan yang terdiri dari tanah liat atau mengandung kadar tanah liat tinggi setelah jenuh air akan bertindak sebagai peluncur. Longsoran akan terjadi jika tiga keadaan sebagai berikut:

a. Adanya lereng yang cukup curam sehingga massa tanah dapat bergerak atau meluncur kebawah

b. Adanya lapisan di bawah permukaan massa tanah yang agak kedap air dan lunak, yang akan menjadi bidang meluncur, dan

c. Adanya cukup air dalam tanah sehingga lapisan massa tanah yang tepat di atas lapisan kedap air tersebut menjadi jenuh.

D. *Raspberry pi*

Raspberry Pi adalah komputer berukuran kecil yang memiliki ukuran seperti kartu atm yang dapat Anda hubungkan ke tv atau layar komputer dan keyboard. Perangkat ini merupakan komputer kecil yang mumpuni, dapat digunakan untuk proyek elektronik dan dapat melakukan banyak hal layaknya PC desktop atau komputer. *Raspberry pi* dapat digunakan untuk mengontrol banyak *device*. *Raspberry pi* menggunakan sistem operasi berbasis *Linux* dan bisa menggunakan beberapa bahasa pemrograman tapi yang banyak digunakan yaitu python.

E. *Sensor MPU6050*

Sensor *MPU6050* adalah sensor yang mampu membaca kemiringan sudut berdasarkan data dari sensor accelerometer dan sensor gyroscope. Sensor ini juga dilengkapi oleh sensor suhu yang dapat digunakan untuk mengukur suhu dikeadaan sekitar. Jalur data yang digunakan pada sensor ini adalah jalur *I2C*. Sensor *MPU-6050* berisi sebuah *MEMS Accelerometer* dan sebuah *MEMS Gyro* yang saling terintegrasi. Sensor ini sangat akurat dengan fasilitas hardware internal 16 bit *ADC* untuk setiap kanalnya. Sensor ini akan menangkap nilai kanal *axis X, Y* dan *Z* secara bersamaan dalam satu waktu.

F. *Buzzer*

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnetik.

G. *Android*

Menurut Nazrudin Safaat H (2011), *Android* adalah sebuah sistem operasi untuk perangkat mobile berbasis *Linux* yang mencakup sistem operasi, middleware, dan aplikasi. *Android* menyediakan platform terbuka bagi para pengembang untuk membuat aplikasi mereka sendiri. Namun dengan perkembangannya, *Android* telah menjadi platform inovasi yang sangat cepat. Ini terkait erat dengan pengembang utama di baliknya yaitu *Google*.

Ada dua jenis distributor sistem operasi *Android* di dunia ini salah satunya didukung penuh oleh *Google* atau layanan *Google Mail Services (GMS)*, dan yang lainnya sepenuhnya didistribusikan tanpa dukungan langsung dari *Google*, yang juga dikenal sebagai *Open Handset Distribution (OHD)*.

Sistem operasi ini juga membuka pintu bagi *developer* untuk mengembangkan software ini menggunakan *Android SDK (Software Development Kit)*. *Android SDK* menyediakan alat dan *API (Application Programming Interface)* yang dibutuhkan dalam mulai mengembangkan aplikasi pada platform *Android* menggunakan pemrograman *Java*.

H. Android Studio

Android Studio adalah lingkungan pengembangan terintegrasi (*IDE*) untuk mengembangkan aplikasi *Android* berdasarkan *IntelliJ IDEA*. Selain editor kode dan alat pengembang *IntelliJ* yang andal, *Android Studio* menyediakan lebih banyak fitur yang meningkatkan produktivitas saat membuat aplikasi *Android*. Sebagai contoh:

- a. Sistem versi berbasis *Gradle* yang fleksibel.
- b. *Emulator* yang cepat dan kaya fitur.
- c. *Instant Run* untuk mendorong perubahan ke aplikasi yang berjalan tanpa membuat *APK* baru.
- d. Dukungan *C++* dan *NDK*.

I. Kotlin

Kotlin adalah bahasa pemrograman berbasis *Java Virtual Machine (JVM)* yang dikembangkan oleh *JetBrains*. *Kotlin* adalah bahasa pemrograman *Android* praktis yang menggabungkan pemrograman berorientasi objek (*OO*) dan fungsional. *Kotlin* juga merupakan bahasa pemrograman yang kompatibel, sehingga kita dapat menggabungkannya dengan bahasa pemrograman *Java* dalam satu proyek. Bahasa pemrograman ini juga dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi desktop, aplikasi web, dan aplikasi berbasis server.

J. Basis Data

Pengertian basis data atau disebut juga sebagai database dalam bahasa Inggris adalah kumpulan informasi yang disimpan dalam media elektronik atau komputer secara sistematis. Data tersebut juga diolah sedemikian rupa supaya bisa digunakan dengan mudah. Biasanya, istilah basis data atau database dipelajari dalam ilmu informasi. Pada awalnya, database ada dalam ilmu komputer selanjutnya meluas ke bidang elektronika. Selain itu, pengertian basis data secara sederhana juga bisa diartikan sebagai kumpulan data yang saling berhubungan satu sama lain dan mempunyai penggunaan yang beragam.

K. NoSQL

NoSQL adalah suatu cara penyimpanan data (*data store*), dimana cara menyimpan dan mengambil kembali datanya dapat dilakukan dengan cepat, seperti basis data relasional pada umumnya, tetapi tidak berdasarkan relasi matematika antar-tabel seperti pada relasional (Fitri, 2013). *NoSQL database* dapat bekerja lebih cepat dibandingkan basis data relasional. Pertumbuhan website yang sangat pesat menyebabkan berkembangnya *NoSQL* karena menjadi alternatif untuk mempercepat akses dibanding menggunakan basis data relasional.

L. Firebase

Firebase merupakan salah satu dari sejumlah penyedia layanan *MBaaS (Mobile Backend as a Service)* yang merupakan salah satu layanan *cloud computing* yang memungkinkan seorang *mobile app developer* melakukan integrasi antara *database*, *cloud storage*, *push notification*, *management user*, *API (Application Program Interface)* dan *SDK (Software Development Kit)*. Berbagai macam dukungan integrasi disediakan *MBaaS* pada banyak platform. Kemudahan dalam pengelolaan basis data pengguna, *file management*, *social networking integration*, *location services*, dan mengelola *load balancer* dari lalu lintas yang masuk ke dalam aplikasi *mobile* juga merupakan kemudahan yang ditawarkan dalam *MBaaS*.

II. METODOLOGI PENELITIAN

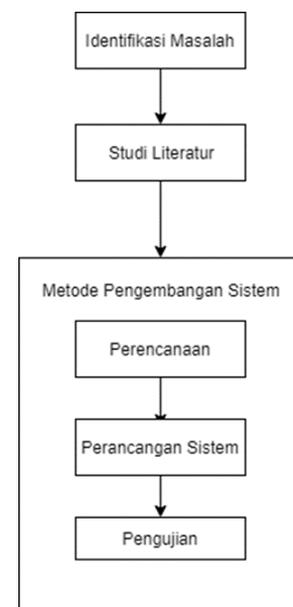
A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado.

B. Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Raspberry Pi 4 Model B dengan spesifikasi Quad core Cortex-A72 64-bit, 2GB RAM dan 40 pin GPIO digunakan untuk membangun aplikasi dan sebagai basis utama aplikasi yang akan dibangun serta Laptop yang memiliki spesifikasi Prosesor Intel Core i5-4200U, RAM 8GB, Sistem Operasi Windows 10 dalam mencari informasi yang dibutuhkan dan untuk merancang sistem yang akan dibuat. Adapun untuk Perangkat Lunak yang digunakan antara lain Python, Adafruit, *Android Studio* dan *Fritzing*.

C. Tahapan Penelitian



Gambar 1 Kerangka Berpikir

Pada penelitian ini ada beberapa tahapan yang digunakan, yaitu:

1) *Identifikasi Masalah*

Pada tahap ini didapatkan masalah yang perlu diselesaikan dalam hal ini terbatasnya akses masyarakat dalam mendapatkan peringatan dini tanah longsor maupun monitoring kondisi kemiringan tanah yang rawan terjadinya longsor.

2) *Studi Literatur*

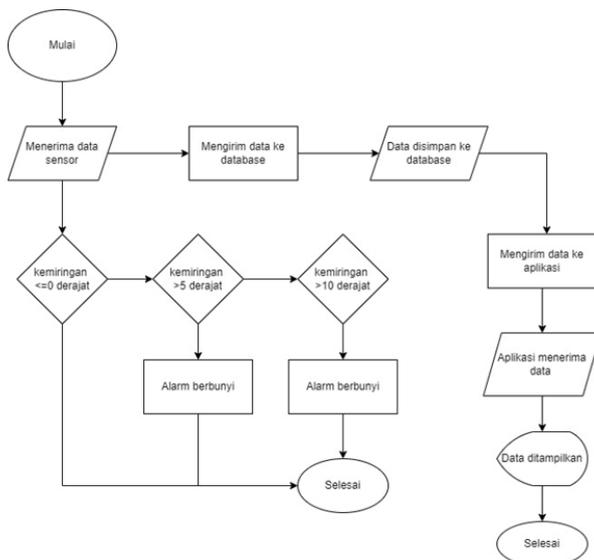
Pada tahap ini peneliti mempelajari literatur dari jurnal, buku dan artikel agar dapat mengembangkan sistem peringatan dini tanah longsor yang sesuai dengan kebutuhan.

3) *Metode Pengembangan Sistem*

Pada tahap ini akan dipilih salah satu metode yang sesuai untuk mengembangkan sistem monitoring dan peringatan dini zona rawan longsor.

D. *Perancangan Sistem*

Pada tahap ini peneliti akan menggunakan mini komputer *Raspberry pi* sebagai penggerak utama untuk sensor *accelerometer* untuk mendeteksi kemiringan bidang tanah serta berfungsi sebagai pengirim data. Untuk perangkat lunak akan menggunakan *Python* sebagai bahasa pemrograman sebagai penunjang perangkat keras dan *Android Studio* sebagai perangkat lunak untuk merancang aplikasi monitoring. Untuk penelitian ini dipilih sensor *accelerometer* sebagai sumber untuk mengetahui sudut kemiringan. Kemudian dalam tahap proses sendiri terdiri lagi dari beberapa tahapan yaitu *flowhart*, instalasi beberapa library penunjang, instalasi *Android Studio*, perancangan aplikasi, perancangan perangkat keras dan perancangan protokol.

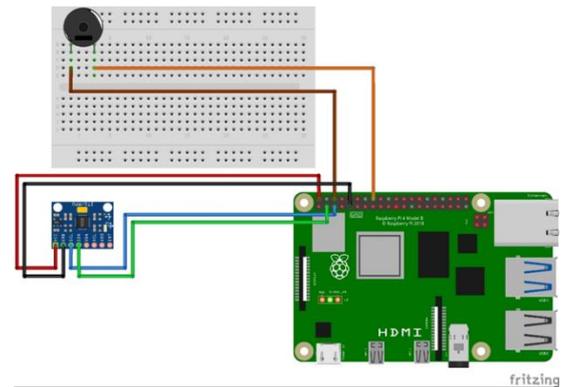


Gambar 2 Flowchart Sistem

E. *Perancangan Perangkat Keras*

Skema perangkat keras diperlukan dalam membantu peneliti agar dapat mempunyai gambaran bagaimana mengimplementasikan perangkat keras dalam sistem. Skema ini nantinya akan menjadi acuan agar perancangan perangkat keras sesuai dengan tujuan. Skema pada penelitian ini dibuat

dengan menggunakan aplikasi *Fritzing* dan berbasis pada sistem operasi Windows.

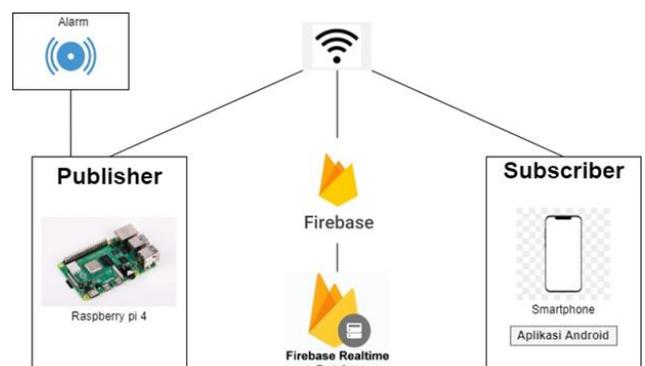


Gambar 3 Skema perangkat keras

Pada penelitian ini terdapat beberapa perangkat yang dipergunakan yaitu *Raspberry pi 4 model B*, sensor *accelerometer MPU6050*, *Active Buzzer* dan *Breadboard Mini 400 Points*. Setiap perangkat ini mempunyai fungsi tersendiri dan dihubungkan sesuai gambar 3. *Raspberry pi* merupakan perangkat utama karena system yang akan dibuat akan dijalankan pada mini komputer ini. *Raspberry pi* juga berfungsi dalam mengontrol sensor dan menjadi sumber listrik untuk perangkat-perangkat lainnya.

Sensor *accelerometer* merupakan perangkat input untuk aplikasi karena dapat mengirimkan data kondisi sudut kemiringan permukaan atau objek. Perangkat ini dihubungkan menggunakan kabel jumper melalui pin *GPIO*. Perangkat memiliki 8 pin namun dalam penelitian ini hanya digunakan 4 pin yang disambungkan ke *Raspberry pi* dengan pin *VCC 5v*, pin *Ground*, pin *SCL* dan pin *SDA*. *Active Buzzer* yang berfungsi sebagai output berupa suara dan memiliki 2 pin. Kedua pin tersebut juga sambungkan pada *Raspberry pi* menggunakan kabel jumper yang hubungkan terlebih dahulu pada *Breadboard* dilanjutkan menuju pin *Ground* dan *GPIO 23 Raspberry pi*.

F. *Perancangan Protokol*



Gambar 4 Skema Protokol

Pada gambar 4 menunjukkan skema protokol yang akan digunakan pada penelitian ini. Dimana *Raspberry pi publisher* yang bertindak untuk membunyikan alarm peringatan dan mengirimkan data kepada *Firestore* yang berfungsi menyimpan data secara *cloud*. Kemudian setelah *Firestore*

menerima data dari *publisher* kemudian akan langsung dikirimkan. Setelah data diterima aplikasi *Android* pengguna smartphone dapat langsung melihat data terkini dan akan ditampilkan dalam bentuk angka.

G. Perancangan Output

Tahap ini merupakan tahapan dimana akan dirancang *output* yang diharapkan dari penelitian ini. *Output* yang dirancang dari penelitian ini yaitu peringatan dini menggunakan suara alarm dan jika ingin mendapat informasi lanjut yaitu kondisi sudut kemiringan permukaan tanah yang rawan longsor maka pengguna harus memiliki *Smartphone* yang telah terinstall aplikasi monitoring dan terhubung dengan internet.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengembangan Perangkat Keras

Perangkat keras dan maket merupakan komponen yang digunakan dalam penelitian ini karena akan menerima input data sensor dari perangkat keras yang terpasang di maket. Pada tahap ini peneliti akan mengimplementasikan rancangan perangkat keras yang telah dibuat. Dapat dilihat *Raspberry pi* pada gambar 4 yang dipasang sebagai perangkat utama dan dihubungkan dengan perangkat-perangkat keras lainnya, seperti sensor *MPU6050* dan *Buzzer*.



Gambar 5. Tampak Raspberry pi

B. Pengujian Sensor

Setelah Sistem didesain dan dimplementasikan dalam bentuk maket, setelah itu akan dilakukan pengujian apakah sistem sudah dapat berjalan sesuai dengan perencanaan dan bekerja dengan baik. Pada tabel I dapat dilihat dari tiga kali pengujian sudut kemiringan yang dilakukan mengacu pada aplikasi penghitungan sudut dimana sumbu X akan menjadi tolak ukur utama dalam menentukan kemiringan sebuah bidang tanah. Tabel II merupakan hasil pengujian alarm dimana *Buzzer* akan menerima informasi yang nantinya akan aktif jika kondisi kemiringan sudut yang telah ditentukan sudah melewati situasi aman.

TABEL I. PENGUJIAN SENSOR ACCELEROMETER

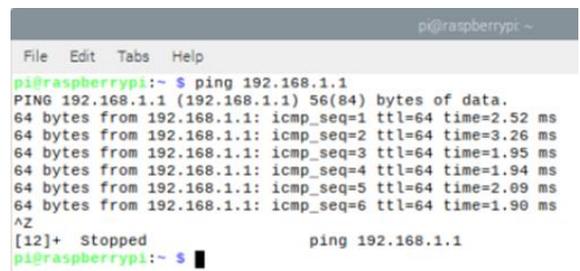
No	Accelerometer			Kemiringan Sudut
	X	Y	Z	
1	0,854	0,100	9,579	0°
2	1,733	0,189	9,500	5°
3	2,037	0,282	9,493	10°

TABEL II. PENGUJIAN ALARM

No	Kemiringan Sudut	Pengamatan
1	0°	Buzzer tidak aktif
2	5°	Mengaktifkan Buzzer
3	10°	Mengaktifkan Buzzer

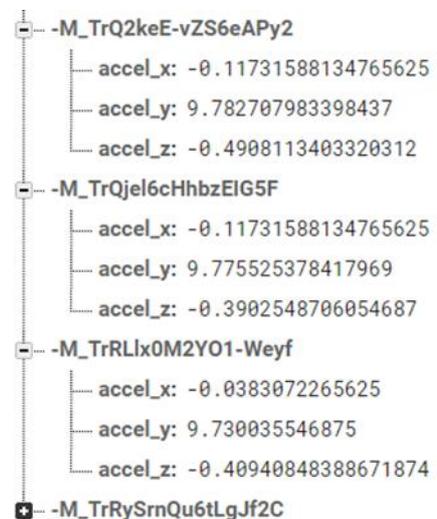
C. Pengujian Database

Dalam pengujian database yang berbasis *cloud* pertama dilakukan pengetesan koneksi menggunakan perintah *ping* diikuti dengan *IP Router* seperti pada gambar 6 dimana *Raspberry pi* telah terhubung dengan internet.



Gambar 6 Koneksi Wireless

Setelah koneksi telah berhasil kemudian input yang diterima sensor diproses *Raspberry pi* kemudian proses transfer data dilakukan. Data yang masuk kedalam *database* akan disimpan secara *cloud* seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Realtime Database

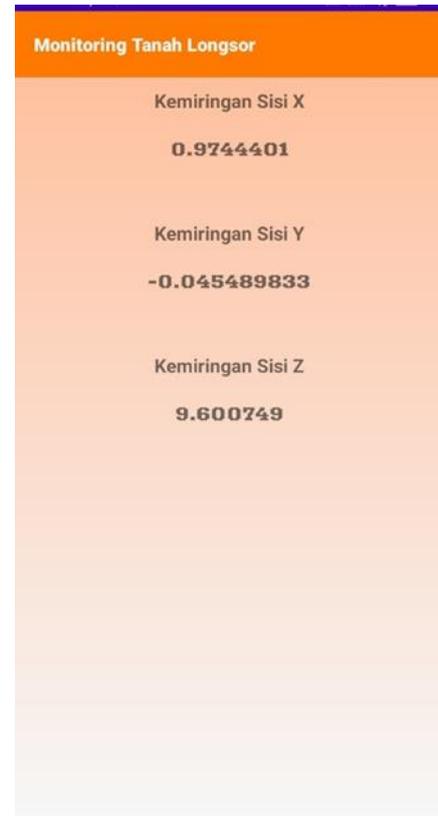
D. Pengujian Keseluruhan

Dari pengujian yang secara keseluruhan dapat berjalan sesuai perencanaan dimana pengujian ini dilakukan berdasarkan skenario yang ditentukan dan dapat dilihat hasil

yang didapatkan pada tabel III. Pada gambar 7 dapat dilihat bahwa data yang diterima dapat disimpan kedalam *Firestore* menggunakan *NoSQL* sebagai model databasenya. Perubahan yang terjadi didalam *database* akan langsung dikirimkan menuju aplikasi monitoring berbasis *Android* seperti pada gambar 8.

TABEL III. PENGUJIAN SISTEM KESELURUHAN

No	Daftar	Skenario	Hasil	Keterangan
1	Sensor	Membaca data sudut kemiringan	Data dapat ditampilkan pada monitor	Berhasil
2	Buzzer	Mengaktifkan buzzer	Alarm dapat dibunyikan	Berhasil
3	Cloud database	Mendapatkan data terbaru sensor	Data dapat diterima dan disimpan dalam database	Berhasil
4	Aplikasi	Memperoleh data terbaru	Data dapat diterima dan ditampilkan ke dalam aplikasi	Berhasil



Gambar 8. Tampilan aplikasi monitoring

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah melalui beberapa tahapan yaitu perencanaan, perancangan, dan pengujian yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan pada penelitian ini sebagai berikut:

- 1) Pengembangan sistem monitoring dan peringatan dini zona rawan longsor berhasil dibuat.
- 2) Sistem menggunakan sensor sebagai pembaca data dan alarm sebagai media peringatan dini.
- 3) Berdasarkan pengujian sensor, sensor dapat membaca data dengan akurat.
- 4) Berdasarkan pengujian aplikasi dan *cloud database*, aplikasi dapat menerima data yang berasal dari database dan menampilkannya secara tepat.
- 5) Berdasarkan pengujian alarm, *buzzer* dapat berfungsi dengan baik sesuai kondisi yang ada.

B. Saran

Berdasarkan penelitian Sistem Monitoring dan Peringatan Dini Zona Rawan Longsor yang telah dilakukan, maka penulis dapat memberikan saran sebagai berikut:

- 1) Untuk penelitian selanjutnya dapat menambahkan jenis sensor lain untuk menaikkan tingkat akurasi data.
- 2) Untuk aplikasi dapat dikembangkan dengan menambah fitur untuk menampilkan informasi yang lebih lengkap.
- 3) Penelitian selanjutnya dapat menggunakan protokol lain untuk sistem peringatan dini.

KUTIPAN

- 1) R. K. Panchal dan A. K. Patel, "A comparative study: Java Vs kotlin Programming in Android," International Journal of Innovative Trends in Engineering & Research, vol. 2, no. 9, 2017.
- 2) Adi Nugroho. 2005. Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Dengan Metodologi Berorientasi Objek. Informatika. Bandung.
- 3) Puriwigati, Ari. (2020). SISTEM MANAJEMEN BASIS DATA.
- 4) A. Leiva, Kotlin for Android Developers, Lean Publishing, 2017.
- 5) Soenarmo SH, Sadisun IA, dan Saptohartono E (2008). Kajian Awal Pengaruh Intensitas Curah Hujan Terhadap Pendugaan Potensi Tanah Longsor Berbasis Spasial di Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Jurnal Geoplrika, Vol.3, No.3, hlm.133-141.
- 6) Raspberry Pi Foundation. 2018. What Is Raspberry Pi
- 7) [Online].
Available: <https://www.raspberrypi.org/help/what-%20is-a-raspberry-pi>.
- 8) Sibarani, Niko & Munawar, Ghifari & Wisnuadhi, Bambang. (2018). Analisis Performa Aplikasi Android Pada Bahasa Pemrograman Java dan Kotlin.
- 9) Salsabila, Nabila & Cahya Ramdani, Ficry & Afifah, Mellyana & Komariah, Shipa & Aditya, Hafish. (2021). Analisa Perbandingan Kemampuan Database NoSQL dan SQL.

TENTANG PENULIS



Jonathan Kissly Theagenes Lengkong, lahir di kota Manado Provinsi Sulawesi Utara pada tanggal 6 Juli 1996. Anak pertama dari dua bersaudara. Dengan alamat tempat tinggal di Desa Rumengkor Dua, Kecamatan Tombulu.

Saya mulai menempuh Pendidikan Sekolah Dasar di SD GMIM Rumengkor (2002-2008). Setelah itu saya melanjutkan Pendidikan tingkat pertama di SMP Negeri 1 Tombulu (2008-2011). Selanjutnya saya menempuh Pendidikan ke sekolah tingkat atas di SMA Negeri 7 Manado (2011-2014). Setelah itu, di tahun 2014 saya melanjutkan Pendidikan S1 ke salah satu perguruan tinggi yang berada di Manado, dengan mengambil Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik.