

# SIMULASI SISTEM PREDIKSI TANAH LONGSOR MENGUNAKAN HYGROMETER DAN AKSELEROMETER BERBASIS WIRELESS SENSOR NETWORK

Raenaldi Alvin Mamintada<sup>1)</sup>, Erick Alfond Lisangan<sup>2)</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Atma Jaya Makassar  
Alamat e-mail: naldialvin24@gmail.com<sup>1)</sup>, erick\_lisangan@lecturer.uajm.ac.id<sup>2)</sup>

## ABSTRACT

*Natural disaster are events that difficult to avoid, one of them is landslide. Landslides occur when water seeps into ground and add the weight to the soil then the soil move along the slope and out of slope. Indonesia is one of the countries that landslide frequently occurs. The occurrence of landslides causes a lot of loses such as casualties, transportation disrurbt, damages to surrounding and also making evacuation from BPBD hard to do. The result of this research can help BPBD and the people from the surrounding area to prepare in case of landslide occurrence by early detection and warning so BPBD and the surrounding area can evacuate before the landslide occur by utilizing wireless sensor network to send the data to be monitored*

**Keywords:** *Arduino, Landslide, Prediction, wireless, sensor.*

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang rawan terjadi bencana alam dikarenakan secara geografis, Indonesia adalah negara kepulauan yang terletak pada pertemuan empat lempeng tektonik [1]. Indonesia juga terdiri dari banyak pegunungan yang menjadi salah satu faktor penyebab longsor. Berdasarkan data pada tabel bencana dari BPBD pada tahun 2018-2019 tanah longsor merupakan bencana pada urutan kedua yang sering terjadi di Indonesia yaitu sebanyak 1167 kejadian dengan korban sebanyak 238 jiwa. Tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran tersebut yang bergerak ke bawah atau keluar lereng [2]. Longsor terjadi ketika meresapnya air ke dalam tanah sehingga menambah tingkat kelembaban dan bobot tanah. Kemudian air menembus ke lapisan kedap air yang akan berperan sebagai bidang gelincir, sehingga tanah menjadi licin dan tanah hasil pelapukan diatasnya bergerak mengikuti lereng dan keluar dari lereng [3]. Kelembaban dapat dideteksi menggunakan hygrometer. Longsor juga dapat terjadi ketika meluncurnya suatu volume tanah di atas suatu lapisan agak kedap air yang jenuh air. Lapisan tersebut mengandung kadar liat (klei) atau batuan tinggi / tebal dan setelah jenuh air akan berfungsi sebagai peluncur [4].

Ketika volume tanah meluncur maka akan menghasilkan percepatan yang dapat dideteksi menggunakan akselerometer. Longsor juga dapat diakibatkan oleh getaran dimana getaran tersebut merupakan akibat dari gempa bumi, ledakan, getaran mesin, dan getaran lalu lintas kendaraan. Getaran yang terjadi akan menghasilkan gelombang yang kemudian akan dideteksi menggunakan sensor piezoelektrik [5]. Longsor ditangani oleh Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) yang merupakan sebuah organisasi yang melaksanakan tugas penanggulangan bencana. Selain itu faktor-faktor penyebab longsor umumnya di tangani oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Indonesia (BMKG) yang mempunyai tugas pokok yaitu melaksanakan tugas di bidang Meteorologi, Klimatologi, Kualitas Udara dan Geofisika. Penanggulangan longsor dapat dibagi menjadi beberapa cara seperti menghindari pembangunan di daerah bawah lereng, mengurangi tingkat keterjangan lereng, dan juga Early Warning System [6].

Sistem Peringatan Dini (Early Warning System) merupakan serangkaian sistem untuk memberitahukan akan timbulnya kejadian alam, secara umum dalam bentuk sirine, kentongan dan lain sebagainya [7]. Menurut kepala Kasubag BPBD di Sul-Sel hingga saat ini belum memiliki sistem peringatan dalam menangani longsor dan berdasarkan data dari BPBD terdapat 47

tanah longsor yang terjadi pada tahun 2018-2019. oleh sebab itu maka penulis membuat sebuah simulasi sistem yang menggunakan sensor hygrometer, piezoelektrik, dan akselerometer yang mendeteksi kelembaban, gelombang, dan percepatan yang dapat menyebabkan longsor dan memberikan peringatan akan terjadi sebuah longsor

Penelitian yang dilakukan penulis dilakukan menggunakan simulasi dimana simulasi yang digunakan merupakan simulasi hybrid biasanya diterapkan dalam kasus di mana sistem struktural terlalu besar atau terlalu kompleks untuk dievaluasi menggunakan teknik pengujian konvensional dan juga memanfaatkan teknologi *wireless sensor network* (WSN) yang dimana WSN merupakan kumpulan node yang dapat berupa sensor yang akan melakukan pengambilan data pada parameter ukur dan kemudian dikirimkan pada sebuah node sentral atau sebuah server untuk dilakukan pengolahan data yang memungkinkan pengiriman data secara wireless dan pemantauannya menggunakan website yang datanya ditampilkan secara realtime

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanah Longsor

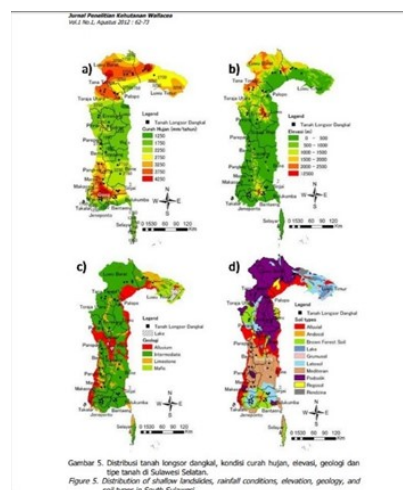
[8]Tanah longsor merupakan peristiwa alam dimana satu blok (masa) tergelincir kebawah terhadap masa yang lain. Hal ini banyak disebabkan oleh tidak kuatnya gaya lekat (*resisting force*) antar lapisan tanah menahan perubahan masa (*Driving force*) dalam struktur tanah tersebut. Gerakan tanah merupakan suatu konsekuensi fenomena dinamis alam untuk kondisi baru akibat gangguan keseimbangan lereng yang terjadi, baik secara alamiah juga akibat ulah manusia.

Indonesia merupakan negara yang tak jarang mengalami bencana alam, baik gempa bumi, banjir, tsunami, maupun tanah longsor. Badan Nasional Penanggulangan bencana melalui website-nya menyatakan bahwa 19.8% dari total semua bencana merupakan tanah longsor. Dari tahun 2010 sampai 2015 sudah terjadi bencana tanah longsor sebanyak 367 kasus. Berdasarkan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Indonesia, tanah longsor terjadi 1.168 kali antara 2018 dan 2019, serta menelan 238 korban dinyatakan meninggal atau hilang.

### 2.2 Kelembaban Tanah

Kelembaban tanah adalah air yang mengisi sebagian atau seluruh rongga dalam tanah. Suyono dan Sudarmadi (1997) mendefinisikan kelembaban tanah sebagai jumlah air yang tersimpan di antara pori-pori tanah. Kelembaban tanah sangat dinamis disebabkan oleh permukaan tanah, transpirasi dan permeasi. Arnold (1999) menyebutkan bahwa kelembaban tanah berperan penting bagi pemerintah untuk memperoleh informasi seperti kapasitas luapan dan pengendalian banjir, erosi dan kemiringan tanah, pengelolaan sumber daya air, topografi, teknik dan kualitas air[9].

### 2.3 Hubungan Curah Hujan Dengan Tanah Longsor



Gambar 1 Distribusi tanah longsor dangkal dan kondisi curah hujan

Menurut penelitian Haswirdari dari Balai Penelitian Hutan Makassar, hujan lebat dengan durasi singkat menyebabkan sekitar 40 tanah longsor dangkal di Provinsi Sulawesi Selatan pada 3-4 Mei 2011.

### 2.4 BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika)

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Indonesia (BMKG) adalah lembaga pemerintah non-partisan yang tugas pokoknya menyelenggarakan fungsi pemerintahan di bidang meteorologi dan iklim, kualitas udara, dan geofisika sebagaimana dipersyaratkan oleh undang-undang.

BMKG menyediakan berbagai informasi penting, antara lain prakiraan

cuaca, citra satelit, prakiraan angin, potensi banjir, cuaca laut, kebakaran hutan, dan cuaca udara.

## 2.5 *Wireless Sensor Network*

Wireless sensor network adalah sekumpulan node, yang dapat berupa sensor yang menerima data parameter pengukuran dan kemudian mengirimkannya ke node pusat atau server untuk pemrosesan data. Dalam WSN, node adalah sensor yang ditempatkan pada suatu titik di suatu area yang perlu diketahui ukurannya. Misalnya, jika ada kebutuhan untuk mengetahui kelembaban tanah di bidang pertanian, sensor pengukur kelembaban akan ditempatkan di tanah di area pertanian, dan jumlah sensor tidak akan satu tetapi puluhan.

## 2.6 Efek Piezoelektrik

Piezoelektrik, atau yang biasa disebut dengan efek piezoelektrik, adalah muatan yang terakumulasi pada bahan padat tertentu, seperti kristal atau keramik, sebagai akibat dari tekanan mekanis. Elemen piezoelektrik digunakan untuk mengukur tekanan, percepatan, regangan, dan lainnya. Biasa digunakan pada alat-alat seperti mikrofon, jam tangan kuarsa, konverter audio untuk menulis ke laptop, mesin pembakaran internal, printer, osilator elektronik, dll. Piezoelectric effect dibagi menjadi:

1. Direct Piezoelectric Effect  
Piezoelektrisitas didefinisikan sebagai perubahan polarisasi listrik dengan perubahan tegangan yang dilakukan
2. Inverse Piezoelectric Effect  
Piezoelektrik menjelaskan tentang fenomena dari pembentukan tegangan listrik pada sebuah material ketika mengenaannya ketegangan mekanis dan menghasilkan regangan sebagai akibat dari medan listrik yang dilakukan [10].

## 2.7 Sensor Akselerometer

Akselerometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran (vibrasi), dan mengukur percepatan akibat gravitasi. Sensor akselerometer mengukur percepatan gerakan dalam tiga sumbu akibat gerakan benda yang terpasang. Percepatan adalah

keadaan perubahan kecepatan terhadap waktu. Percepatan juga bergantung pada arah/arah karena percepatan adalah penurunan kecepatan, yang juga merupakan besaran vektor. Perubahan arah suatu benda menyebabkan percepatan. Jenis - jenis sensor akselerometer:

1. Capacitive: Pelat logam sensor menciptakan kapasitansi tertentu, dan perubahan kapasitansi mempengaruhi akselerasi.
2. Piezoelectric: Kristal piezoelektrik yang terkandung dalam akselerometer jenis ini memancarkan tegangan dan mengubahnya menjadi percepatan.
3. Piezoresistive: lempengan yang secara resistan akan berubah sesuai dengan perubahan percepatan.
4. Hall effect: Mengubah percepatan menjadi sinyal listrik dengan mengukur perubahan gerak yang terjadi pada suatu daerah yang diinduksi oleh medan magnet
5. Magnetoresistive: Perubahan percepatan dikenal sebagai resistansi suatu material karena adanya medan yang diinduksi oleh medan magnet
6. Heat Transfer: Perubahan percepatan dikenal sebagai resistansi suatu material karena adanya medan yang diinduksi oleh medan magnet

## 2.8 Hygrometer

Pengertian Hygrometer adalah adalah alat yang dapat digunakan untuk menentukan kelembaban udara, yang dapat menunjukkan kelembaban relatif. Nilai nilai relatif ini adalah persentase kelembaban udara, kelembaban mutlak, atau keduanya. Ada beberapa fungsi hygrometer yang sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Namun, fungsi utama dari meteran ini adalah untuk mengukur kelembaban relatif, yang dalam fisika dikenal sebagai "RH" atau "kelembaban relatif". Berikut cara menggunakan alat ini dalam aktivitas sehari-hari Anda:

1. Meramal cuaca di sekitar.
2. Mengetahui dan monitoring kelembapan laboratorium.
3. Mengetahui kelembapan dari ruang penyimpanan.

4. Berguna dalam kegiatan pembuatan tanaman.
5. Diletakkan di dalam Box penyimpanan barang (Misal: dry Box untuk penyimpanan kamera).
6. Dipakai untuk sebuah penelitian.

## 2.9 Sistem Peringatan Dini

Sistem Peringatan Dini (Early Warning System) merupakan adalah serangkaian sistem yang mengumumkan terjadinya peristiwa alam, yang dapat terjadi dalam bentuk bencana atau tanda-tanda alam lainnya. Peringatan dini bencana kepada masyarakat meliputi pemberian informasi dengan bahasa yang mudah dipahami oleh masyarakat. Pada umumnya dalam situasi kritis, peringatan dini adalah pemberian informasi yang dinyatakan dalam bentuk sirine, gong, dll. Bagi masyarakat Indonesia, sistem peringatan dini untuk menghadapi bencana sangat penting, karena secara geologis dan iklim, wilayah Indonesia merupakan wilayah yang rawan bencana. Tujuan akhir dari peringatan dini ini adalah agar masyarakat dapat hidup dan bekerja dengan aman di suatu daerah dan perkembangan suatu daerah. Subyek yang akan mendapat peringatan dini adalah masyarakat dan pengelola, terutama yang tinggal di daerah rawan bencana [7]

## 2.10 Simulasi Hybrid

Simulasi hybrid adalah model simulasi yang menggabungkan dua simulasi: simulasi sistem dinamis dan simulasi sistem diskrit. Dinamika sistem adalah teknik yang digunakan untuk mempelajari, memahami, dan memodelkan kebijakan publik dan swasta serta meningkatkan kualitas pembuat keputusan. Sistem individual adalah simulasi sistem di mana perubahan terjadi pada waktu yang berbeda, seperti sistem manufaktur di mana bagian masuk dan keluar pada waktu tertentu, tetapi mesin dimatikan dan dihidupkan kembali pada waktu tertentu [11].

## 2.11 Metode sistem prediksi

Prediksi adalah proses memperkirakan secara sistematis apa yang mungkin terjadi di masa depan dan meminimalkan kesalahan (perbedaan antara apa yang telah terjadi dan apa yang diharapkan) berdasarkan informasi

masa lalu dan sekarang yang kita miliki. Sistem akan bekerja ketika alat dan Arduino dihidupkan dan mulai menginisialisasi setiap sensor dan membaca nilai sensor. Sensor pada Arduino pertama yaitu sensor hygrometer dan sensor piezoelektrik. Sensor Arduino yang kedua adalah sensor accelerometer. Kemudian data tersebut diolah oleh masing-masing Arduino dan diperiksa apakah melebihi batas yang diberikan atau tidak. Pertama Arduino memiliki LED kuning dan merah, ketika nilai sensor dianggap aman, LED tidak menyala, ketika nilai sensor dianggap tidak aman, LED kuning menyala, ketika nilai sensor dianggap tidak aman dianggap berbahaya, LED merah menyala dan buzzer berbunyi sebagai peringatan. Pada Arduino kedua terdapat LED berwarna hijau dan merah bila nilai aman maka LED hijau menyala, dan bila tidak menyala maka LED merah menyala. kemudian nilai-nilai semua sensor dikirim ke database dan kemudian ditampilkan secara grafis di halaman web.

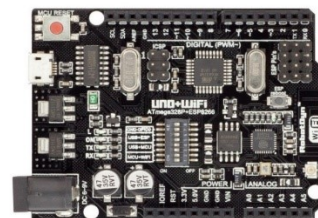
## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini termasuk jenis penelitian terapan jika dilihat dari fungsinya. Penelitian terapan adalah penelitian yang dilakukan dengan tujuan menerapkan, menguji, dan mengevaluasi kemampuan teori terapan untuk memecahkan masalah nyata. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan sensor pendeteksi longsor yang dapat diterapkan untuk membantu BPBD dengan deteksi tanah longsor.

### 3.2 Alat Yang Digunakan

1. Robotdyn Uno Wifi R3



Gambar 2 Robotdyn Uno Wifi R3

Ini adalah versi khusus dari papan ARDUINO UNO R3 klasik. Mikrokontroler ATmega328 yang terintegrasi penuh dan IC WiFi ESP8266

dengan memori flash 32MB dan konverter USBTTL CH340G pada satu papan. Semua modul dapat beroperasi secara bersamaan atau independen.

2. MPU 6050



Gambar 3 MPU 6050

MPU6050 berisi akselerometer MEMS dan gyroskop MEMS pada chip yang sama. Sensor ini sangat akurat karena mencakup perangkat keras konversi A/D 16-bit untuk setiap saluran.

3. Piezoelektrik



Gambar 4 Piezoelektrik

Piezoelektrik adalah sistem yang terdiri dari bahan tertentu yang menghasilkan tegangan dengan tekanan atau gaya mekanik yang diterapkan pada kedua bidang. Efek piezoelektrik ini menciptakan kemampuan objek tertentu untuk bergetar saat diberikan tegangan.

4. Kabel Jumper



Gambar 5 Hygrometer

Sensor kelembaban tanah adalah sensor sederhana untuk mengukur kadar air

tanah dan zat serupa. Sensor kelembaban tanah sangat mudah digunakan. Dua bantalan terbuka besar bertindak sebagai probe sensor dan bersama-sama sebagai resistor variabel. Semakin banyak air di dalam tanah, semakin tinggi konduktivitas antara bantalan, semakin rendah resistansi dan semakin tinggi GIS.

5. Kabel Jumper



Gambar 6 Kabel Jumper

Kabel jumper adalah kabel yang memiliki pin konektor di kedua ujungnya dan memungkinkan Anda untuk menghubungkan dua komponen ke Arduino Anda tanpa menyolder. Kabel jumper biasanya digunakan pada papan breadboard dan alat prototyping lainnya untuk memfasilitasi operasi sirkuit.

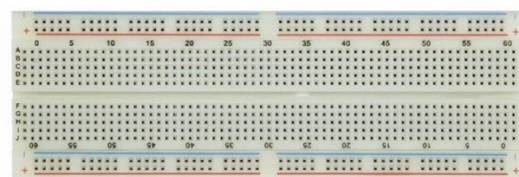
6. Buzzer



Gambar 7 Buzzer

*Buzzer* adalah komponen elektronik yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Buzzer ini biasa digunakan pada sistem alarm. Ini juga dapat digunakan sebagai indikator yang dapat didengar.

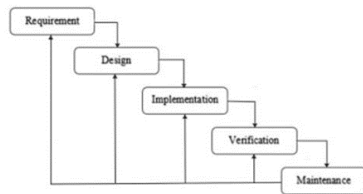
7. Breadboard



Gambar 8 Breadboard

*Breadboard* adalah papan sirkuit yang digunakan untuk merancang sirkuit elektronik sederhana. Breadboard telah dibuat prototipe atau diuji tanpa penyolderan. Keuntungan menggunakan breadboard adalah komponen yang dirakit tidak rusak.

### 3.3 Rancangan Percobaan



Gambar 9 Metode Waterfall (Pressman 2012)

Model yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah model desain air terjun Roger S. Pressman 2012 atau yang sering disebut sebagai metode Waterfall. Metode waterfall sering disebut sebagai siklus hidup klasik, yang menggunakan pendekatan sistematis dan berurutan.

### 3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan penulis saat melakukan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur dengan mereview berbagai buku, catatan, literatur, dan laporan terkait dengan studi yang dilakukan yaitu penggunaan sensor hygrometer, accelerometer, sensor piezoelectric, dan Arduino Uno R3 sebagai alat prediksi longsor.
2. Metode Wawancara dilakukan dengan melakukan sesi tanya jawab dan meminta data dari BPBD untuk informasi yang relevan dengan penelitian.

### 3.5 Analisis Data

Penelitian ini menggunakan data yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan, yang kemudian dianalisis menggunakan metode analitik kualitatif. Dengan menerapkan teknik analisis data kualitatif, penelitian diperoleh dari berbagai sumber dan menggunakan teknik pengumpulan data yang berbeda (triangulasi), dan juga dilakukan secara terus

menerus. Dengan cara ini, kita bisa mendapatkan nilai batas untuk menentukan batas aman dalam simulasi dan penggunaan dalam sistem.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisa Kebutuhan

Pada tahap awal penulis mengumpulkan data dengan mencari buku, catatan, literatur, serta berbagai laporan serta yang berkaitan dengan penelitian sebelum mengembangkan sistem prediksi tanah longsor agar dapat membantu BPBD dan BNPB dalam mengantisipasi bencana longsor. Penulis membangun simulasi sistem prediksi tanah longsor menggunakan hygrometer akselerometer dan piezoelektrik melalui beberapa tahap pengumpulan data yang dibutuhkan sebagai bahan analisa kebutuhan. Dimana hasil dari Analisa kebutuhan akan menjadi acuan serta dasar dalam membangun simulasi sistem prediksi tanah longsor menggunakan hygrometer, akselerometer dan piezoelektrik yang digunakan untuk memprediksi akan terjadinya longsor.

#### 4.1.1 Wawancara

Penulis telah melakukan permintaan data kepada BPBD kota makassar, BPBD provinsi Sulawesi Selatan, BMKG kota Makassar dan BMKG kota Maros untuk melengkapi data yang dibutuhkan dalam membangun sistem. Namun BPBD kota Makassar tidak memiliki data yang diperlukan penulis dan menurut bapak Wahyudi Ruwitanto, S.P., M.Si. sebagai kepala Kasubag (Kepala sub bagian) BPBD provinsi Sulawesi Selatan, Sulawesi Selatan belum memiliki alat yang dibutuhkan untuk mendeteksi penyebab-penyebab tanah longsor dan data dari BMKG tidak dapat diperoleh karena bukan data yang bersifat umum dan ada juga yang tidak tersedia.

#### 4.1.2 Studi Literatur

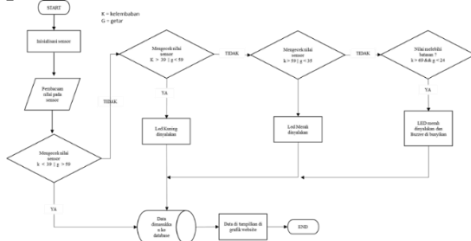
Penulis telah melakukan studi pustaka untuk mendapatkan informasi dan data yang dapat digunakan untuk mendukung simulasi sistem yang dihasilkan. Informasi dan data yang diperoleh berupa penelitian membantu membuat berbagai sensor yang digunakan

untuk mendeteksi tanah longsor dan memberikan peringatan dini yang menggunakan kelembaban, getaran, dan percepatan untuk mendeteksi tanah longsor di tempat kejadian yang dipantau menggunakan robotdyn wifi R3 dan menggunakan ESP8266 sebagai media transmisi datanya. Penulis juga mengumpulkan informasi tentang sensor dan alat lain dalam membangun sistem simulasi prediksi longsor.

## 4.2 Desain Sistem

### 4.2.1 Flowchart Program

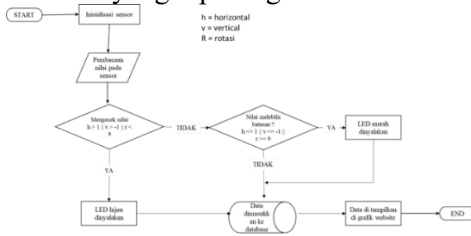
1. Arduino yang dipasang hygrometer dan piezoelektrik



Gambar 10 Flowchart arduino yang dipasang hygrometer dan piezoelektrik

Sistem akan dimulai ketika alat dan Arduino di nyalakan dan mulai menginisialisasi setiap sensor dan membaca nilai setiap sensor, yaitu sensor hygrometer yang akan menghasilkan nilai kelembaban, dan sensor piezoelektrik yang akan menghasilkan nilai getar. Kemudian data dari sensor hygrometer dan piezoelektrik akan diperiksa ke dalam 4 kondisinya

2. Arduino yang dipasang Akselerometer

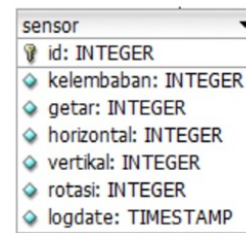


Gambar 11 Flowchart arduino yang dipasang akselerometer

Sistem akan dimulai ketika alat dan Arduino di nyalakan dan mulai menginisialisasi setiap sensor dan membaca nilai setiap sensor, yaitu sensor akselerometer yang akan menghasilkan nilai horizontal, vertikal,

dan rotasi. Kemudian data dari sensor akselerometer akan diperiksa ke dalam 2 kondisinya.

### 4.2.2 Struktur Database



Gambar 12 Struktur Database

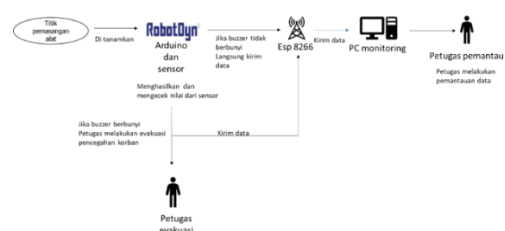
### 4.2.3 Topologi

Topologi jaringan merupakan suatu cara/konsep yang digunakan untuk menghubungkan dua komputer atau lebih, berdasarkan hubungan geometris antara unsur-unsur dasar penyusun jaringan, yaitu node, link, dan station. Topologi jaringan didasarkan pada skala jaringan, biaya, tujuan, dan pengguna Topologi jaringan didasarkan pada skala jaringan, biaya, tujuan, dan pengguna Terdapat beberapa jenis topologi jaringan, yaitu topologi BUS, topologi Star, topologi Ring, topologi Mesh, topologi TREE, yopologi WLAN.

### 4.2.4 Cara Kerja Wireless Sensor Network

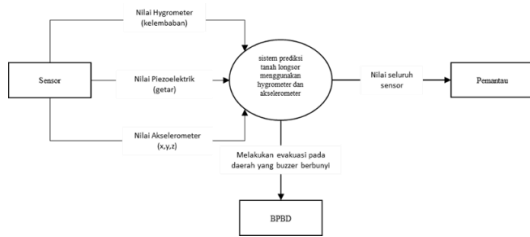
Sebuah jaringan sensor nirkabel bekerja dengan menggunakan lebih dari satu sensor node, dimana sensor node merupakan satu kesatuan yang utuh yang terdiri dari sensor, processor, dan transceiver. Kemudian, semua node sensor setelah mengumpulkan data akan mengirimkan data ke base station yang kemudian akan mengirimkan data tersebut ke control station yang akan mengolah data tersebut menjadi informasi [11].

### 4.2.5 Workflow Sistem



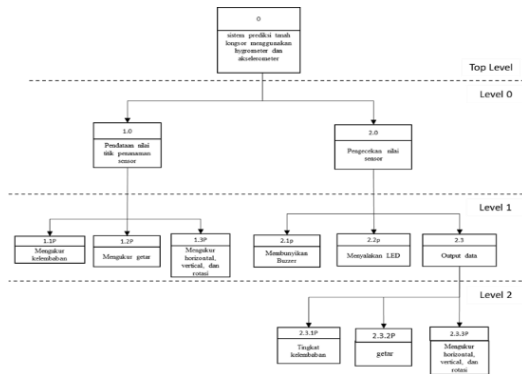
Gambar 13 Workflow Sistem Prediksi Longsor

### 4.2.6 Diagram Konteks



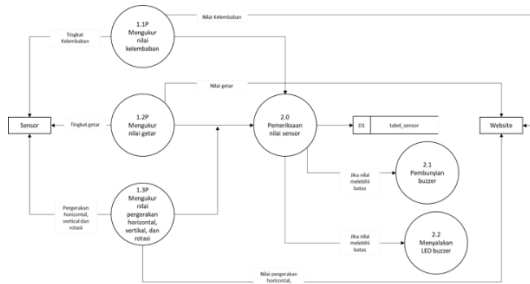
Gambar 14 Diagram Konteks

### 4.2.7 Hirarki Chart

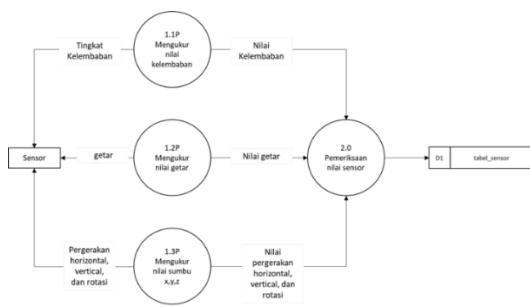


Gambar 15 Hirarki Chart

### 4.2.8 Data Flow Diagram (DFD)



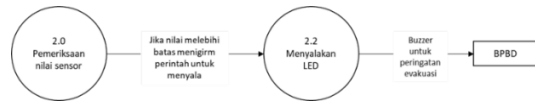
Gambar 16 DFD Level 0



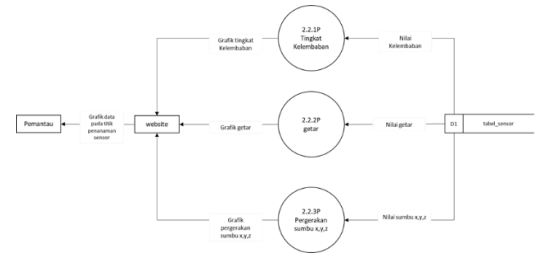
Gambar 17 DFD Level 1 proses 1



Gambar 18 DFD Level 1 proses 2



Gambar 19 DFD Level 1 proses 2



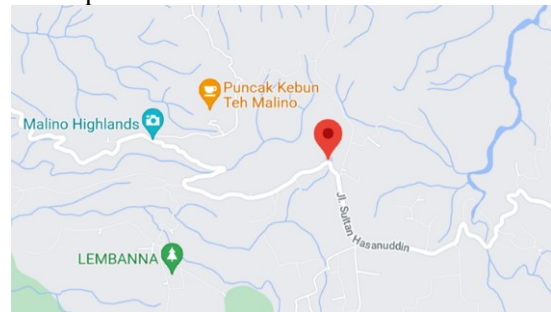
Gambar 20 DFD Level 2

## 4.3 Implementasi

### 4.3.1 Rancangan Simulasi

Simulasi dilakukan untuk memberikan gambaran terhadap proses-proses yang terjadi di dalam sistem sehingga sistem tersebut dapat dipelajari secara ilmiah sebelum di realitaskan. Proses simulasi akan diawali dengan melakukan pembangunan model sistem yang terjadi secara nyata. Model sistem yang di bangun harus dapat menggambarkan bagaimana interaksi setiap komponen di dalam sistem, agar dapat memberikan gambaran kinerja sistem secara detail. Alat dan bahan yang diperlukan dalam membuat simulasi

1. Robotdyn Uno Wifi R3
2. Sensor Hygrometer
3. Sensor piezoelektrik
4. Sensor akselerometer MPU6050
5. Wadah aquarium ukuran sedang
6. Tanah liat
7. Tanah media tanam
8. Sekop mini
9. Busur drajat
10. Spidol

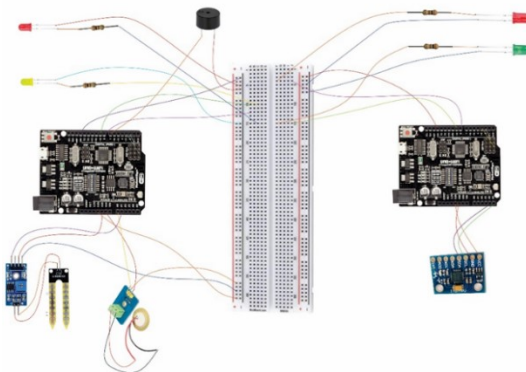


Gambar 21 Peta lokasi gambaran simulasi



Gambar 22 Desain simulasi

### 4.3.2 Rangkaian Simulasi Sistem Prediksi Tanah Longsor



Gambar 23 Rangkaian Simulasi sensor

Rangkaian simulasi prediksi tanah longsor ini menggunakan dua arduino dalam satu titik yang dimana arduino pertama dihubungkan dengan hygrometer dan piezoelektrik dan satunya lagi di hubungkan ke akselerometer.

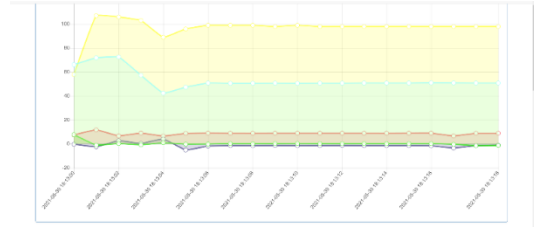
### 4.3.3 Penulisan Kode Program

Simulasi sistem prediksi di kembangkan dengan menggunakan beberapa jenis bahasa pemrograman. Untuk tampilan pada website menggunakan PHP, HTML, CSS, dan Bootstrap. Dan untuk kode program untuk sensor dan Arduino menggunakan C++ yang ditambahkan dengan library untuk MPU6050 dan ESP 8266.

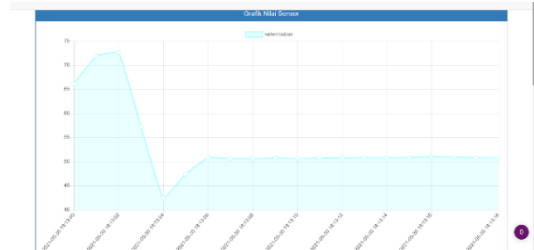
## 4.4 Verifikasi

### 4.4.1 Tampilan Website

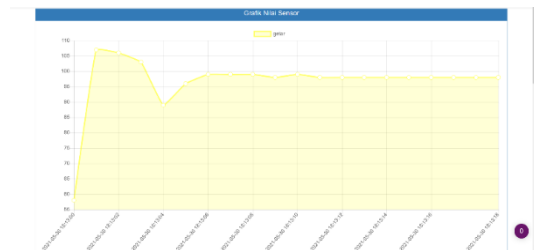
Dalam simulasi data yang telah diperoleh dimasukkan kedalam database dan ditampilkan kedalam website grafik agar nilainya dapat dipantau.



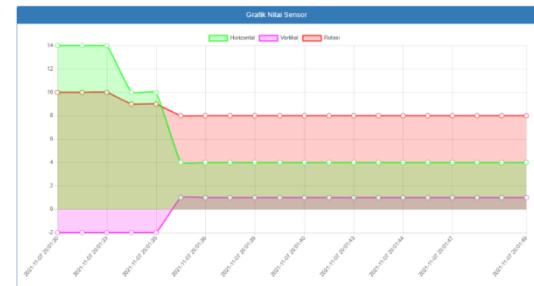
Gambar 24 Tampilan grafik semua sensor



Gambar 25 Tampilan grafik kelembaban



Gambar 26 Tampilan grafik getar



Gambar 27 Tampilan grafik akselerometer

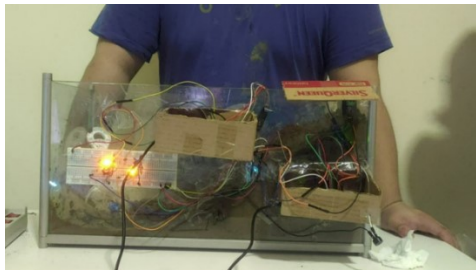
### 4.4.2 Pemodelan nilai batasan

Penelitian ini memperoleh nilai batasan (cut-off) ketika tanah akan jatuh adalah melalui dari hasil trial and error dimana nilai diperoleh dengan melakukan percobaan secara berulang dan dari percobaan tersebut di ambil nilai dari 3 percobaan yang dimana nilai tersebut merupakan nilai dari percobaan yang terjadi longsor dan memiliki nilai yang berdekatan yang kemudian dijumlahkan dan di rata-ratakan dan digunakan menjadi nilai batasan untuk menyalakan lampu merah dan buzzer nilai batasan yang didapat adalah nilai maksimal ketika kelembaban diatas atau setara dengan 70% , percepatan kurang dari atau setara dengan 24 hertz/5sec, dan

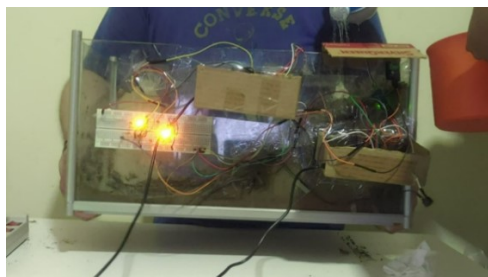
horizontal kurang dari atau setara dengan  $1 \text{ m}^2 / 5\text{sec}$ , vertical kurang dari atau setara dengan  $-1 \text{ m}^2 / 5\text{sec}$ , dan rotasi melebihi atau setara dengan  $9 \text{ m}^2 / 5\text{sec}$ .

#### 4.4.3 Simulasi

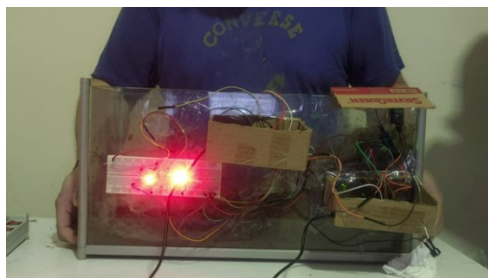
Simulasi dilakukan menggunakan aquarium dan tanah yang bercampur tanah liat yang disusun dalam kemiringan 30 derajat yang kemudian akan disiramkan air yang menggambarkan hujan dan diguncang yang menggambarkan gempa atau guncangan yang dapat mengakibatkan longsor dalam simulasi.



Gambar 28 Awal simulasi



Gambar 29 simulasi



Gambar 30 Akhir simulasi

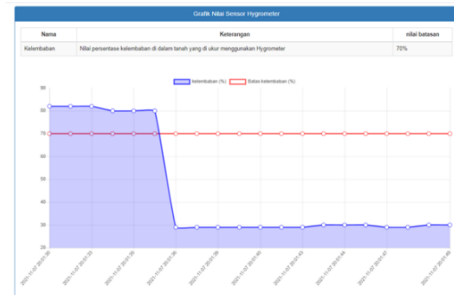
#### 4.4.4 Hasil verifikasi

Berdasarkan simulasi hasil yang didapatkan adalah kelembaban 83%, getar 13hertz/5sec, horizontal  $7 \text{ m}^2/5\text{sec}$ , vertical  $-1 \text{ m}^2/5\text{sec}$ , dan rotasi  $9 \text{ m}^2/5\text{sec}$ . LED kuning bekerja dengan baik namun sulit untuk dibedakan sensor mana yang memfungsikan LED tersebut. Lampu LED merah menyala sesuai dengan yang ditentukan, namun buzzer tidak berbunyi di

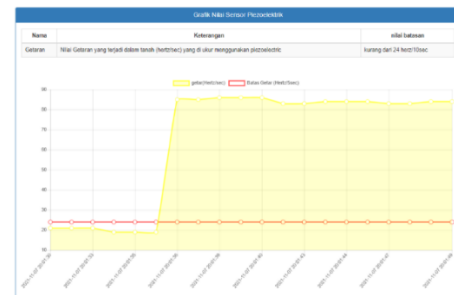
karenakan factor alat yang saling mempengaruhi sehingga menyebabkan piezoelektrik memiliki nilai yang berbanding terbalik dan menyebabkan buzzer tidak memenuhi kondisinya.

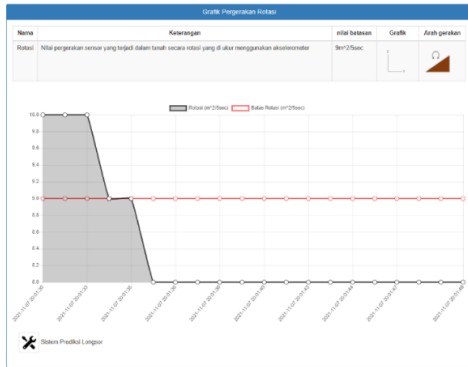
#### 4.5 Maintenance

##### 4.5.1 Maintenance Tampilan Web



Gambar 31 Maintenance grafik kelembaban



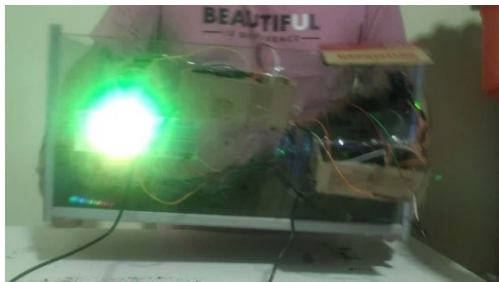


Gambar 35 Grafik rotasi

#### 4.5.2 Maintenance Simulasi



Gambar 36 Simulasi maintenance awal



Gambar 37 Simulasi maintenance



Gambar 38 Simulasi maintenance akhir

#### 4.5.3 Hasil Maintenance

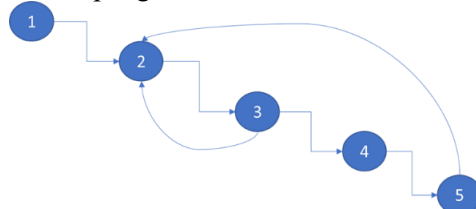
Berdasarkan simulasi hasil yang didapatkan adalah kelembaban 82%, getar 21hertz/5sec, horizontal 14 m<sup>2</sup>/5sec, vertical -2 m<sup>2</sup>/5sec, dan rotasi 10m<sup>2</sup>/5sec. LED kuning bekerja dengan baik dan menyala ketika nilai kelembaban atau piezoelektrik melewati batas siaga. LED

merah dan buzzer bekerja dengan baik ketika nilai sensor melewati batas nilai berbahaya.

### 4.6 Uji Kesahihan

#### 4.6.1 Pengujian Metode White Box

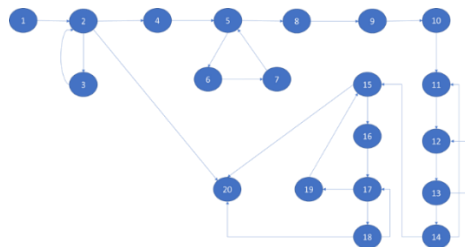
1. Proses pengecekan nilai



Gambar 39 Flow Graph Pengecekan Nilai

Berdasarkan perhitungan *Cyclomatic Complexity*, nilai *Cyclomatic Complexity* dari pengecekan nilai bernilai 3, dan berdasarkan itu diketahui bahwa pengecekan nilai yang dilakukan merupakan prosedur yang terstruktur dengan baik.

2. Proses Pengiriman Data ke Database



Gambar 40 Flow Graph Pengiriman Data

Berdasarkan perhitungan *Cyclomatic Complexity*, nilai *Cyclomatic Complexity* dari pengiriman data bernilai 9, dan berdasarkan diketahui bahwa pengecekan nilai yang dilakukan merupakan prosedur yang terstruktur dengan baik.

#### 4.6.2 Pengujian Metode Black Box

Tabel 1 Hasil pengujian blackbox

Skenario Pengujian	Kasus Pengujian	Hasil Yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
Kinerja Arduino dan sensor	Mengecek apakah Arduino membaca	Sensor mengirim nilai ke ESP82	Sesuai yang diharapkan	Berhasil

	ca niali dari sensor	66 melalui arduino		
Pengecekan nilai	Ketika nilai masuk ke Arduino akan dicek dengan batasannya	Ketika nilai melewati batas Buzzer berbunyi	Sesuai yang diharapkan	Berhasil
Pembunyian buzzer	Memasukkan nilai yang melewati batas	Buzzer akan berbunyi	Sesuai yang diharapkan	Berhasil
Menyalakan LED	Memasukkan nilai yang melewati batas	LED menyala sesuai dengan batas	Sesuai yang diharapkan	Berhasil
Koneksi ESP8266	Mengirimkan data dari nilai sensor arduino	Arduino mengirim nilai sensor ke ESP8266	Sesuai yang diharapkan	Berhasil
Grafik data	Memasukkan nilai dari Arduino ke dalam database agar ditampilkan dalam grafik	Data yang masuk ditampilkan secara real time	Sesuai yang diharapkan	Berhasil

#### 4.6.3 Uji Implementasi

Uji implementasi dilakukan penulis dengan melakukan kegiatan demonstrasi program dan juga melakukan metode wawancara kepada Kepala Kasubag BPBD Provinsi SulSel. Kesimpulan yang penulis dapatkan melalui wawancara dan kegiatan demonstrasi program yang dilakukan yaitu

sistem yang dibuat sudah bekerja dengan baik dan jika dikembangkan lebih lanjut dapat implementasikan.

#### 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi sistem prediksi tanah longsor yang menggunakan Robotdyn Uno Wifi R3 yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa sensor dapat mendeteksi nilai kelembaban, getar, pergerakan horizontal, vertical, dan rotasi pada dalam tanah dengan baik walaupun salah satu sensor memiliki nilai yang berbanding terbalik. Proses pengiriman data melalui ESP8266 dapat bekerja dengan baik dan sistem dapat menampilkan data dalam bentuk grafik secara realtime sehingga nilai dapat dipantau dengan baik.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Weya, A. Achmad, I. Manokwari, and U. Hasanuddin, "SISTEM PERINGATAN DINI BENCANA TANAH LONGSOR BERBASIS WIRELESS SENSOR NETWORK (WSN) DI PROVINSI PAPUA KOTA JAYAPURA KECAMATAN SENSTANI," *Wireless Sensor Network*, p. 40, 2019.
- [2] "16 Dampak Tanah Longsor Terhadap Lingkungan dan Masyarakat," *IlmuGeografi.com*, Apr. 20, 2017. <https://ilmugeografi.com/bencana-alam/dampak-tanah-longsor> (accessed Mar. 22, 2022).
- [3] A. Dwiantara, I. M. B. Suksmadana, and S. Ch, "SIMULASI PENDETEKSIAN TANAH LONGSOR MENGGUNAKAN SENSOR AKSELEROMETER TIPE MMA 7361 L," *DIELEKTRIKA*, vol. 3, no. 2, Art. no. 2, Apr. 2016, Accessed: Mar. 22, 2022. [Online]. Available: <https://dielektrika.unram.ac.id/index.php/dielektrika/article/view/144>
- [4] "61412-ID-hubungan-klasifikasi-longsor-klasifikasi.pdf." Accessed: Mar. 22, 2022. [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/61412-ID-hubungan-klasifikasi-longsor-klasifikasi.pdf>

- [5] “Pengertian, Jenis dan Sifat Gelombang, Materi Fisika SMA Kelas XI - Nasional Katadata.co.id,” Sep. 23, 2021. <https://katadata.co.id/safrezi/berita/614b69ad95728/pengertian-jenis-dan-sifat-gelombang-materi-fisika-sma-kelas-xi> (accessed Jan. 24, 2022).
- [6] “Upaya Penanggulangan Bencana Longsor – BPBD Kab. Wonogiri,” Feb. 2019. <https://bpbd.wonogirikab.go.id/2019/02/22/upaya-penanggulangan-bencana-longsor/> (accessed Jan. 25, 2022).
- [7] P. K. Kebumen, “Mengenal Sistem Peringatan Dini (Early Warning System) & Gejala Alam,” Website Resmi Pemerintah Kabupaten Kebumen, 2015. <https://www.kebumenkab.go.id> (accessed Nov. 08, 2021).
- [8] N. H. Sudiby and M. Ridho, “PENDETEKSI TANAH LONGSOR MENGGUNAKAN SENSOR CAHAYA,” vol. 01, no. 02, p. 10, 2015.
- [9] K. Karyati, R. O. Putri, and M. Syafrudin, “SUHU DAN KELEMBABAN TANAH PADA LAHAN REVEGETASI PASCA TAMBANG DI PT ADIMITRA BARATAMA NUSANTARA, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR,” *AF*, vol. 17, no. 1, p. 103, Mar. 2018, doi: 10.31293/af.v17i1.3280.
- [10] Z. Ihsani, “Piezoelektrik”, Accessed: Mar. 22, 2022. [Online]. Available: <https://www.academia.edu/22323868/Piezoelektrik>
- [11] “Mengenal Wireless Sensor Network, Solusi Alternatif Mendeteksi Bencana - Semua Halaman - Info Komputer,” Jan. 01, 2019. <https://infokomputer.grid.id/read/121280286/mengenal-wireless-sensor-network-solusi-alternatif-mendeteksi-bencana> (accessed Feb. 22, 2022).

