

---

## EARLY WARNING SYSTEM UNTUK POTENSI BENCANA LONGSOR DIKOTA MANADO BERBASIS INTERNET OF THINGS

Edwin Tenda<sup>1)</sup>, Eric Alfonsius<sup>2)</sup>, Megastin Lumembang<sup>3)</sup>, Eliasta Ketaren<sup>4)</sup>

Program Studi Sistem Informasi Universitas Sam Ratulangi

Jl.Kampus, Kec. Malalayang, Kota Manado

email: tenda.edwin@unsrat.ac.id<sup>1)</sup>, eric\_alfonsius@unsrat.ac.id<sup>2)</sup>, megastinml@unsrat.ac.id<sup>3)</sup>,  
eliasketaren@unsrat.ac.id<sup>4)</sup>

---

### Abstrak

Longsor adalah bencana alam yang terjadi ketika tanah, bebatuan, atau material lainnya tergelincir secara tiba-tiba dari posisinya, mengakibatkan kerusakan pada lingkungan dan bahkan merenggut nyawa manusia. Penanganan resiko bencana longsor adalah kebutuhan yang mendesak mengingat potensi dan pola siklus bencana di Indonesia yang berulang. Teknologi penanganan resiko bencana longsor baik dari manajemen resiko bencana, hingga penanganan pasca bencana menjadi penting bagi hampir seluruh wilayah di Indonesia. Dalam penelitian ini dikembangkan suatu *Early Warning System* (EWS) bencana tanah longsor berbasis IOT. EWS dikembangkan menggunakan perangkat Raspberry Pi, sensor getaran yaitu modul SW 420, sensor accelerometer yaitu modul MPU6050 serta API X. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat EWS yang di desain dapat melakukan deteksi awal potensi bencana longsor berdasarkan informasi yang didapat kan dari sensor getaran dan sensor accelerometer. Informasi yang diperoleh dari sensor disebarluaskan melalui aplikasi jejaring sosial X (Twitter).

**Kata Kunci:** *Early warning system, Internet of things, Raspberry Pi, X(Twitter), Sensor.*

### 1. Pendahuluan

Indonesia berada pada zona konvergensi intertropis yang berbatasan dengan dua samudera luas di sisi barat dan timur, India dan Samudra Pasifik. Posisi ini menghasilkan iklim maritim yang khas dimana surplus radiasi matahari gelombang pendek di wilayah laut khatulistiwa dapat menghasilkan penguapan yang kuat sepanjang tahun. Tingkat kelembaban akibat kondensasi uap air yang lebih tinggi mengakibatkan variabilitas curah hujan yang tinggi. Hal ini di perburuk dengan kondisi topografi yang curam dan rawan erosi, perubahan cuaca ekstrem serta praktek pertanian dan pembangunan yang kurang ramah lingkungan sehingga menyebabkan tingginya resiko longsor di hampir seluruh wilayah di Indonesia.

Kota Manado memiliki siklus bencana banjir dan longsor yang dikenal dengan siklus lima tahunan. Bencana besar kota Manado yang terjadi 15 Januari 2014, adalah bencana terparah yang melanda kota Manado dan sekitarnya dalam rentang waktu sepuluh tahun terakhir. Bencana besar tersebut menyebabkan kota Manado dinyatakan berada keadaan darurat karena terdapat 10.647 rumah baik yang rusak berat, rusak sedang, dan rusak ringan, 87 gedung sekolah dan fasilitasnya yang rusak dan total korban jiwa mencapai 19 jiwa meninggal dan kerugian material senilai 1,871 Triliun Rupiah[1]. Banjir dan longsor ini disebabkan oleh tingginya curah hujan dan meningkatnya volume 13 sungai besar dan kecil yang melintasi Kota Manado dan sekitarnya. Kondisi banjir dan longsor diperparah oleh rusaknya daerah serapan air akibat pembangunan kota yang kurang tertata[2], sehingga pada tahun-tahun yang akan datang resiko banjir dan longsor akan makin besar seiring dengan pertumbuhan pembangunan kota yang makin pesat [3].

Penanganan resiko bencana alam adalah kebutuhan yang mendesak mengingat potensi dan pola siklus bencana di Indonesia yang berulang dalam selang waktu tertentu. Teknologi penanganan resiko bencana alam menjadi penting bagi hampir seluruh wilayah di Indonesia. Solusi berbasis teknologi informasi dalam rangka manajemen resiko bencana perlu di kembangkan, salah satunya adalah *Early Warning System* (EWS) kebencanaan.

Salah satu cara meminimalisir atau mengantisipasi dampak bencana longsor adalah dengan mengetahui perubahan serta pergerakan tanah secara dini dan memberikan informasi terkait secara real time. Saat ini di kota Manado belum tersedia sistem untuk mendeteksi tanda-tanda awal terjadinya longsor. Sistem yang diusulkan akan mampu beroperasi secara selama 24 jam sehari, sepanjang minggu sehingga mampu menyediakan informasi real time yang berkelanjutan bagi masyarakat kota Manado khususnya.

### 2. Landasan Teori

#### *Early Warning System* (EWS)

EWS adalah suatu sistem terintegrasi antara pemantauan bahaya, serta prediksi, penilaian resiko bencana, komunikasi dan kesiapsiagaan bencana yang memungkinkan individu, masyarakat serta pemerintah untuk mengambil tindakan yang tepat guna meminimalisir dampak dari suatu bencana. EWS harus bersifat efektif dan

people centered [4]. EWS dibangun dengan tujuan untuk memberikan informasi tentang bencana alam atau tanda-tanda yang mendahuluinya dengan harapan bahwa atas informasi yang diterima setiap orang akan mengambil langkah-langkah pengamanan terhadap dirinya sesegera mungkin. Informasi disampaikan dalam berbagai bentuk, sebisa mungkin dalam Bahasa yang bersifat kritis dan sederhana untuk di pahami. Informasi tentang potensi resiko bahaya adalah output dari pengolahan data-data dari berbagai sumber, yang di proses dengan kecepatan maksimum sehingga diperoleh hasil informasi yang berkualitas, cepat dan mudah diperoleh.

### **Bencana Tanah Longsor**

Tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran tersebut, bergerak ke bawah atau keluar lereng. Proses terjadinya tanah longsor dapat diterangkan sebagai berikut: air yang meresap ke dalam tanah akan menambah bobot tanah. Jika air tersebut menembus sampai tanah kedap air yang berperan sebagai bidang gelincir, maka tanah menjadi licin dan tanah pelapukan di atasnya akan bergerak mengikuti lereng dan keluar lereng. Terdapat enam jenis tanah longsor, yakni: longsor translasi, longsor rotasi, pergerakan blok, runtuh batu, rayapan tanah, dan aliran bahan rombakan. Jenis longsor translasi dan rotasi paling banyak terjadi di Indonesia. Sedangkan longsor yang paling banyak memakan korban jiwa manusia adalah aliran bahan rombakan [5].

Gejala umum tanah longsor adalah, munculnya retakan-retakan di lereng yang sejajar dengan arah tebing, Biasanya terjadi setelah hujan. Munculnya mata air baru secara tiba-tiba, Tebing rapuh dan kerikil mulai berjatuh dan mulai terjadi pergerakan tanah [6].\

### **Internet of Things**

Internet of things (IoT) merupakan suatu paradigma teknologi yang populer saat ini dan dipandang sebagai masa depan dari teknologi informasi yang akan berperan penting dalam kehidupan umat manusia. Frase IoT dibentuk dari dua kata yaitu internet dan things. Internet adalah sebuah sistem interkoneksi komputer secara global yang menggunakan protocol komunikasi TCP/IP. Konsep things adalah semua benda fisik yang ada di dunia nyata. Internet of things (IoT) pada awalnya merupakan suatu konsep dimana manusia dapat mengendalikan perangkat elektronik melalui internet[7]. Kemudian dengan berkembangnya teknologi jaringan komputer, teknologi sensor serta teknologi internet, konsep IOT berkembang kepada teknologi dimana semua perangkat elektronik atau things dapat terhubung dan saling berbagi informasi satu dengan lain sehingga mengurangi upaya manusia sebagai pengguna. IoT sudah di aplikasikan dalam banyak kebutuhan dari pengembangan Smart city [8], Smart home system[9], Sistem monitoring dalam bidang pertanian[10], Sistem monitoring terhadap hewan[11], serta Sistem monitoring untuk sistem keselamatan kerja di lokasi pertambangan[12]. IoT memungkinkan kita dapat mengumpulkan dan menganalisis data secara realtime.

Beberapa penelitian IoT dalam kebencanaan antara lain: Putra dkk[13], melakukan pengembangan sistem peringatan dini bencana tanah longsor menggunakan menggunakan mikrokontroler SW-420, sensor MPU6050 dan sensor soil moisture untuk membaca tingkat kelembapan tanah sebagai data acuan peringatan dini longsor. Tenda dkk[14] mengembangkan suatu teknologi pendeteksi dini bencana banjir menggunakan Raspberry Pi dan sensor Ultrasonik dimana data bacaan sensor dapat di akses melalui Twitter.

### **Sensor Getaran**

Sensor getaran adalah suatu alat yang mampu membaca adanya getaran serta merubahnya menjadi sinyal listrik. Sensor ini bekerja dengan menggunakan satu pelampung logam yang akan bergetar didalam tabung yang berisi dua buah elektroda. Ketika sensor menerima getaran maka modul akan membangkitkan gelombang sinyal analog dan digital. Sensor getar yang umum digunakan diantaranya sensor SW 420.

### **Sensor Accelerometer**

Accelerometer adalah sebuah sensor yang digunakan untuk mengukur percepatan suatu objek dalam sumbu x, y, dan z. Sensor ini dapat digunakan untuk menentukan orientasi perangkat dan mendeteksi pergerakan. Accelerometer dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti pemantauan aktivitas fisik, deteksi jatuh, kontrol sudut pandang dalam permainan, dan aplikasi navigasi. Salah satu sensor yang dapat digunakan adalah modul sensor MPU6050.

### **X (Twitter)**

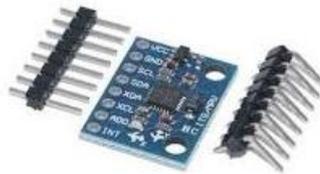
X (Tweeter) adalah sebuah jejaring sosial yang terdiri dari 280 karakter. Twitter adalah tempat mencari informasi terkini dan terpopuler tentang topik-topik beragam yang sesuai dengan ketertarikan penggunaannya [13]. X memiliki API (Application Programming Interface) yang dapat di dimanfaatkan untuk membuat bot tweet secara otomatis.

### 3. Metode Penelitian

Sistem dikembangkan dengan menggunakan sensor MPU6050 dan sensor SW-420 yang dipasangkan pada mikrokomputer Raspberry Pi versi 4. Untuk menghubungkan rangkaian ini menggunakan kabel pelangi dan breadboard.

#### Modul sensor MPU6050

Modul sensor MPU6050 adalah sebuah sensor kombinasi yang menggabungkan akselerometer dan giroskop dalam satu modul. Akselerometer adalah sensor yang berfungsi untuk mengukur percepatan linear atau percepatan gravitasi pada tiga sumbu: x, y, dan z. Ini memungkinkan sensor untuk mendeteksi pergerakan atau getaran dalam tiga dimensi. Akselerometer mengukur percepatan dengan memonitor perubahan dalam gaya-gravitasi yang bekerja pada sensor. Giroskop bekerja dengan menggunakan prinsip perubahan sudut dalam rotasi untuk mengukur kecepatan sudut. MPU6050 biasanya berkomunikasi dengan mikrokontroler atau perangkat lain melalui antarmuka I2C atau SPI. Data dari sensor, seperti data akselerasi dan kecepatan sudut, dapat dibaca melalui komunikasi ini untuk pengolahan lebih lanjut.



Gambar 1. Modul Sensor MPU6050

#### Modul sensor SW-420

Modul sensor SW-420 adalah modul yang berfungsi untuk mendeteksi dan mengukur getaran atau guncangan. Modul SW-420 terdiri dari tiga komponen utama yaitu sensor berbasis pegas yang merespons getaran, rangkaian penguat yang memproses keluaran dari sensor serta Sinyal keluaran, sering dalam bentuk sinyal digital (tinggi atau rendah) yang berubah berdasarkan tingkat getaran yang terdeteksi. Ketika dikenakan getaran atau gerakan, sensor berbasis pegas dalam modul SW-420 mengalami deformasi fisik. Deformasi ini mengakibatkan perubahan dalam resistansi, yang kemudian dikonversi menjadi sinyal listrik. Rangkaian penguat memperkuat sinyal ini dan memberikan keluaran yang dapat digunakan untuk mendeteksi dan mengukur tingkat getaran. Banyak modul SW-420 dilengkapi dengan pengaturan sensitivitas yang dapat disesuaikan. Seringkali Anda dapat menyesuaikan ambang batas di mana sensor akan menghasilkan sinyal keluaran, memungkinkan Anda menyesuaikan responsnya terhadap tingkat getaran tertentu.



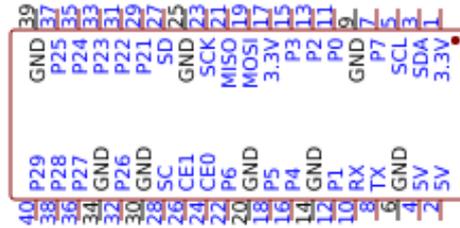
Gambar 2. Modul Sensor SW-420

#### Raspberry Pi

Raspberry Pi digunakan untuk membaca data sensor, mengolah dan melakukan publikasi informasi ke jejaring sosial Twitter. Raspberry Pi adalah sebuah mini komputer berukuran seperti kartu kredit, yang memiliki kemampuan komputasi yang cukup baik. Selain itu Raspberry Pi juga memiliki fitur koneksi ke Internet sehingga dapat digunakan dengan baik untuk berbagai kebutuhan pengembangan sistem IoT. Raspberry Pi dapat dilihat pada Gambar 3. Koneksi dari modul sensor dan Raspberry Pi dilakukan melalui pin-pin GPIO. Skema pin GPIO dapat dilihat pada Gambar 4.



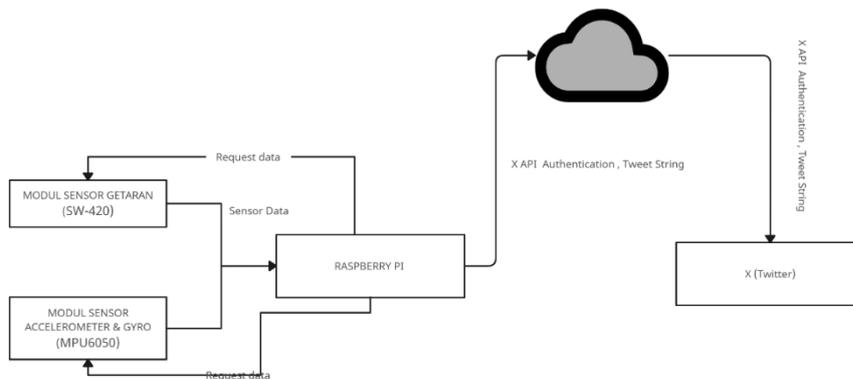
Gambar 3. Raspberry Pi (Model 4)



**Gambar 4.** Skema Pin pada GPIO Raspberry Pi 4

### Arsitektur system

Secara periodik, sistem akan melakukan pembacaan data dari sensor dikirimkan kepada yang kemudian diproses oleh komputer. Komputer kemudian akan melakukan request melalui API Twitter untuk melakukan *tweet posting* pada akun X (Twitter) yang sudah siapkan sebelumnya. Arsitektur sistem dapat dilihat pada Gambar 5.

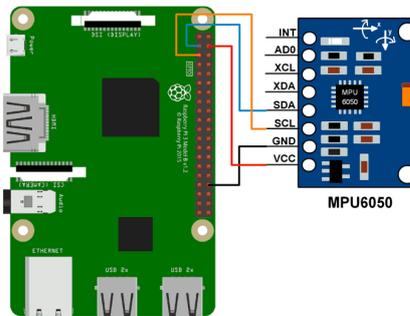


**Gambar 5.** Arsitektur sistem

### Perancangan perangkat

#### Perancangan rangkaian Sensor MPU6050 dan Raspberry Pi.

Sensor MPU6050 memiliki delapan buah pin yaitu pin int (interrupt) untuk sinyal interupsi ketika ada peristiwa tertentu, seperti gerakan yang melebihi ambang batas tertentu, pin AD0 Ini adalah pin yang dapat digunakan untuk mengubah alamat I2C default MPU6050, XCL dan XDA pin I2C tambahan yang dapat digunakan untuk menghubungkan beberapa sensor MPU6050 dalam mode I2C bypass, SCL yaitu pin Pin ini digunakan dalam komunikasi I2C (Inter-Integrated Circuit) untuk mengirim sinyal clock. Ini adalah pin yang digunakan untuk mengatur waktu data dikirim dan diterima antara MPU6050 dan mikrokontroler atau perangkat lain, pin SDA Ini adalah pin yang digunakan dalam komunikasi I2C untuk mengirim dan menerima data. Data sensor seperti akselerasi dan kecepatan sudut dikirim melalui pin ini, pin VCC digunakan untuk memberikan daya ke sensor dimana biasanya memerlukan tegangan 3.3V atau 5V tergantung pada spesifikasi modul yang digunakan, pin GND yang menghubungkan sensor ke ground pada sumber daya yang sama. Skema koneksi antara Sensor MPU6050 dan Raspberry Pi 4 dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Rangkaian Sensor MPU6050 dan Raspberry Pi

#### Perancangan rangkaian sensor SW – 420

Sensor getaran SW 420 memiliki tiga pin yaitu VCC yang digunakan untuk memberikan daya kepada sensor, dengan daya 3,3 V atau 5 V. Pin Out merupakan pin keluaran dari sensor yang menghasilkan sinyal digital sebagai hasil deteksi dari getaran yang akan dikirimkan ke Raspberry Pi. Pin GND merupakan pin yang menghubungkan sensor ke *ground* pada sumber daya yang sama dengan VCC. Skema koneksi antara Sensor SW 420 dan Raspberry





- [10] Syawal, A.M. 2018. Perancangan sistem monitoring suhu dan kelembaban tanah perkebunan berbasis internet of things menggunakan protocol aplikasi chatting telegram. *Jurnal fokus Elektroda*. Vol (3). No (3).
- [11] Xiao, J dan Chenying, Z dan Yu, Z. 2013. The Design of Wild Animals Monitoring System Based on 3G and Internet of Things. *Telkominka*. Vol (11). No (12).
- [12] Jianjun, Z dan Mingxing, L. 2013. Evaluation of Coal Mining Safety Management Information Sytem Based on the Internet of Things. *TELKOMNIKA*. Vol (11). No (10).
- [13] Putra A, Rohana T, Lestari S. 2022. Sistem Peringatan Dini Bencana Alam Tanah Longsor Berbasis Internet of Things. *Scientific Student Journal for Information, Technology and Science*. Vol (3) No (1).
- [14] Tenda E, Lengkong A, Rotikan R, Adam S. (2022). Purwarupa Sistem Pemantauan dan Pengendalian Pertumbuhan Tanaman Cabai dalam Screen House. *CogITo Smart Journal*, 8(1), 1–12.
- [15] Twitter. (2019) Twitter. <https://help.twitter.com/en/twitter-guide>. Web. [Diakses pada 23 Februari 2023].