

RANCANG BANGUN ALAT PERINGATAN DINI TANAH LONGSOR MENGGUNAKAN TRANSMISI LORA

Badrut Tamam¹⁾ Harianto²⁾ Heri Pratikno³⁾

Program Studi/Jurusan Teknik Komputer
Universitas Dinamika

Jl. Raya Kedung Baruk 98 Surabaya, 60298

Email: 1)tamambadrut1757@gmail.com, 2)hari@dinamika.ac.id, 3)heri@dinamika.ac.id

Abstrak: Tanah longsor adalah peristiwa dimana jatuhnya bebatuan atau gumpalan tanah yang disebabkan oleh tingginya curah hujan yang nantinya menyebabkan tanah mudah bergeser yang memicu terjadinya tanah longsor. Untuk menanggulangi korban dibutuhkan sistem untuk memberikan informasi kepada masyarakat terutama kepada penduduk yang memiliki tempat tinggal berada di kaki bukit dengan cara memberikan informasi peringatan dini tanah longsor. Beberapa metode untuk memberikan peringatan dini tanah longsor ini telah diimplementasikan. Metode yang telah digunakan untuk memberikan peringatan dini tanah longsor menggunakan X-bee Series 2. Penelitian ini dilakukan pembahasan mengenai alat peringatan dini tanah longsor menggunakan RFM9x LoRa agar data dari sensor dapat dimonitoring pada jarak jauh secara *realtime* untuk memberi informasi tingkat status siaga longsor. Hasil pengujian yang didapatkan pada sensor curah hujan dan *Wire Extensometer* telah berhasil mengukur nilai curah hujan dengan *error* 4% dari hasil pengukurannya. Sedangkan respon sensor dari *Wire Extensometer* yaitu dengan rata-rata 0.13 cm untuk perubahan 5 cm dan 0.09 cm untuk perubahan 10 cm. Sedangkan transmisi LoRa didapatkan nilai 73.3% data yang berhasil terkirim dengan pengujian terhalang bangunan dengan jarak 150 m. Dan dengan pengujian tanpa terhalang bangunan dengan jarak 500 m didapatkan nilai 100% data yang berhasil terkirim, pada jarak 600 dan 700 m didapatkan nilai 80% data yang berhasil terkirim.

Kata Kunci: *Longsor, Peringatan Dini, LoRa, Curah hujan, Pergeseran Tanah*

PENDAHULUAN

Tanah longsor merupakan bencana alam yang sering terjadi di Indonesia, biasanya bencana alam tanah longsor terjadi di daerah perbukitan ataupun di daerah lereng gunung. Terdapat beberapa kasus juga tanah longsor terjadi di daerah pertanian dan juga perkebunan. Tanah longsor terjadi akibat dari pergerakan masa batuan atau tanah dengan berbagai tipe dan jenis seperti jatuhnya bebatuan atau gumpalan tanah. Menurut Badan Nasional Penanggulangan Tanah pada tahun 2018 sampai dengan 2019 terjadi sekitar 1.158 kejadian tanah longsor yang mengakibatkan 238 jiwa meninggal dunia sampai dengan menyebabkan berbagai macam dampak lainnya pada masyarakat.

Banyak faktor yang mengakibatkan tanah longsor bisa terjadi, tetapi secara umum tanah longsor terjadi karena dua faktor utama yaitu faktor pendorong dan faktor pemicu. Faktor pendorong terjadinya tanah longsor adalah faktor yang

mempengaruhi suatu material, sehingga dengan material tersebut terdorong untuk bergerak. Sedangkan faktor pemicu faktor yang menyebabkan material tersebut bergerak, sehingga dengan terjadilah tanah longsor. Selain kedua faktor tersebut ada faktor lain yang mempengaruhi tanah longsor yaitu curah hujan yang tinggi.

Curah hujan tinggi merupakan penyebab paling utama terjadinya tanah longsor. Ketika musim kemarau datang, tanah kering dan membentuk pori-pori tanah atau rongga tanah, kemudian terjadi keretakan pada tanah tersebut. Ketika musim hujan datang, otomatis air hujan mulai mengisi pori-pori pada tanah yang terbuka tadi, akibat dari pori-pori yang terisi dengan air menggerakkan dan menggeser tanah sampai dengan terjadilah tanah longsor.

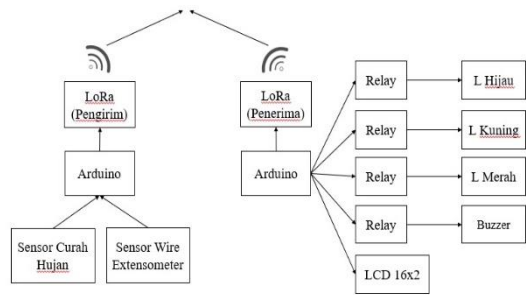
Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan (Ibrahim, Harianto, & Wibowo, 2015) dalam jurnal yang berjudul "Rancang Bangun Alat Monitoring Tanah Longsor Pasa Daerah Rawan Longsor

Dengan Menggunakan Sensor *Wire Extensometer* Dan Sensor *Tipping Bucket*. Pada jurnal tersebut komunikasi untuk menginformasikan peringatan terjadinya longsor menggunakan Xbee-S2. Data yang dikirim berupa nilai dari sensor pergeseran tanah dan sensor curah hujan. Data yang berasal dari Arduino Uno dikirim melalui USB yang terhubung dengan *personal computer*. Selanjutnya data ditampilkan pada program *visual basic* sebagai antarmuka pengguna.

Pada penelitian ini penulis memberikan solusi atas permasalahan pada penelitian sebelumnya sebagaimana yang telah dibahas tersebut diatas, yaitu menggunakan RFM9x LoRa Module 915MHz agar data dari sensor dapat dimonitoring pada jarak jauh secara *realtime* untuk memberi informasi tingkat status siaga longsor.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan ini adalah membuat sebuah perpaduan dari sistem yang terdiri dari sisi pengirim dan sisi penerima, dimana sisi pengirim merupakan bagian utama untuk mendeteksi tingginya curah hujan dan pergeseran tanah, sedangkan sisi penerima merupakan bagian indikator yang berfungsi memberi suatu informasi kepada masyarakat. Nilai dari sisi pengirim dikirim ke sisi penerima melalui antar Lora.



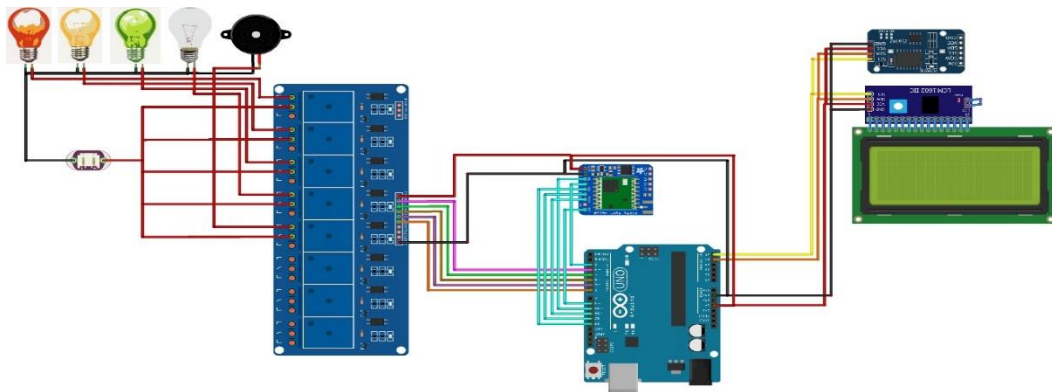
Gambar 1. Blok Diagram rancangan penelitian

Tanah Longsor

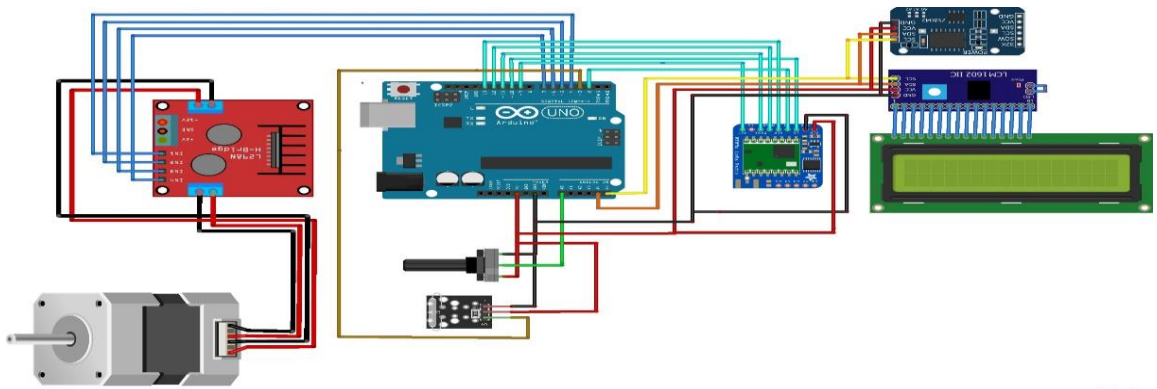
Tanah longsor merupakan perpindahan material yang berupa batuan, bahan rombakan tanah atau material campuran tersebut. Peroses terjadinya tanah longsor karena air yang meresap kedalam tanah menambah bobot tanah. Apabila air tersebut menembut tanah kedap air yang berfungsi sebagai bidang gelincir, maka tanah menjadi licindan tanah pelapukan di atasnya bergerak mengikuti kereng dan keluar lereng. (Bitar,2019).

Perancangan Elektronika

Pada gambar 2 menunjukkan rangkaian perangkat keras LoRa penerima yang terdiri dari LoRa, RTC, LCD I2C 20x4, modul relay 6 channel, lampu bohlam warna, dan buzzer.



Gambar 2. Rangkaian penerima

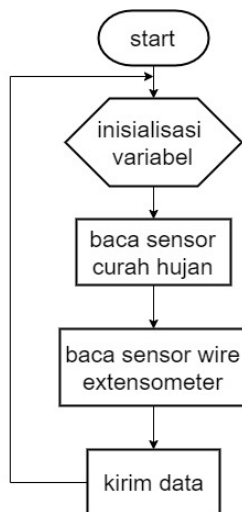


Gambar 3. Rangkaian pengirim

Sedangkan pada gambar 3 menunjukkan rangkaian pengirim dari sistem yang dibuat dan terdiri dari LoRa, RTC, sensor *Reed Switch*, potensiometer, motor driver Tb6600, motor *stepper*, dan LCD I2C 16x2. Dimana *Pin D0* pada sensor *Reed Switch* terhubung pada *Pin 3*, bagian tengah sensor potensiometer terhubung dengan *pin A0*, *Pin LoRa* yang terhubung pada Arduino (*G0 = Pin 2*, *RST = Pin 9*, *EN = Pin 10*, *MOSI = Pin 11*, *MISO = Pin 12*, *SCK = Pin 13*). Pada RTC dan LCD *Pin SCL* dan *SDA* terhubung pada *Pin A4* dan *A5*

1. Inisialisasi variabel digunakan untuk mendeklarasikan variabel yang digunakan pada program bagian pengirim.
2. Proses pembacaan sensor curah hujan digunakan untuk mengukur debit hujan.
3. Proses pembacaan sensor *Wire Extensometer* digunakan untuk mengukur jarak dari pergeseran tanah.
4. Nilai dari sensor curah hujan dan sensor *Wire Extensometer* dikirim ke bagian penerima.

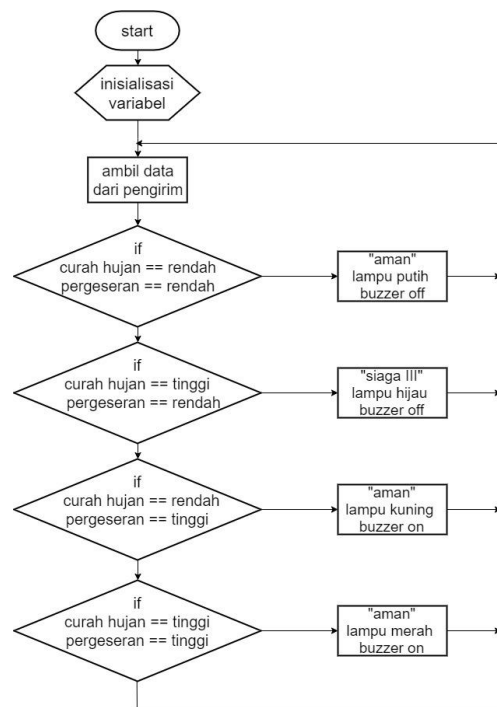
Perancangan Software Pengirim



Gambar 4. Flowchart program pengirim

Gambar 4 merupakan alur cara kerja dari alat yang digunakan sebagai pengirim. Berikut ini adalah penjelasan dari cara kerja program pengirim:

Perancangan Software Penerima



Gambar 5. Flowchart program penerima


Gambar 5 menjelaskan tentang proses atau cara kerja dari program penerima, berikut cara kerja pada program penerima:

1. Inisialisasi variabel digunakan untuk mendeklarasikan variabel yang digunakan pada program bagian penerima.
2. Data nilai sensor curah hujan dan *Wire Extensometer* yang telah dikirim oleh pengirim kemudian diolah dan diberi kondisi.
3. Data tersebut dibuat kondisi dimana kondisi tersebut berupa status tingkatan longsor yang telah dikirim dari Arduino (pengirim).
4. Jika kondisi *true*, maka menampilkan data dari Arduino (pengirim) serta peringatan berupa indikator *buzzer* dan lampu
5. Jika kondisi *false*, maka ke kondisi selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Sensor Menggunakan LoRa

Pengujian ini dilakukan dengan jarak 500 m sampai 700 m tanpa ada halangan untuk mengetahui berapa banyak data yang berhasil diterima. Hasil pengujian sensor menggunakan LoRa dapat dilihat pada tabel 1.

 = Nilai dari pergeseran tanah dengan satuan cm

 = Nilai dari curah hujan dengan satuan mL

Tabel 1. Hasil pengujian sensor menggunakan LoRa dengan jarak 500m

No	Iterasi	Data yang dikirim	Data yang diterima	Keterangan	
				keberhasilan	error
1	1	0.00 mL	0.00 mL	✓	
		100.00 cm	100.00 cm		
2	2	0.00 mL	0.00 mL	✓	
		99.90 cm	99.90 cm		
3	3	0.74 mL	0.74 mL	✓	
		99.90 cm	99.90 cm		
4	4	0.74 mL	0.74 mL	✓	
		83.77 cm	83.77 cm		
5	5	0.74 mL	0.74 mL	✓	
		64.71 cm	64.71 cm		
6	6	1.48 mL	1.48 mL	✓	
		62.37 cm	62.37 cm		
7	7	1.48 mL	1.48 mL	✓	
		97.26 cm	97.26 cm		
8	8	1.48 mL	1.48 mL	✓	
		88.07 cm	88.07 cm		
9	9	1.48 mL	1.48 mL	✓	
		70.87 cm	70.87 cm		
10	10	1.48 mL	1.48 mL	✓	
		31.77 cm	31.77 cm		

Karena data keberhasilan sudah terdapat dalam tabel 1, maka langsung ke proses perhitungan rata-rata persentase keberhasilan.

$$\text{Rata-rata keberhasilan} = \frac{\text{data keberhasilan}}{\text{banyak data}}$$

$$= \frac{10}{10} \times 100$$

$$= 100 \%$$

Tabel 2. Hasil pengujian sensor menggunakan LoRa dengan jarak 600m

No	Iterasi	Data yang dikirim	Data yang diterima	Keterangan	
				keberhasilan	error
1	1	1.48 mL	0.00		✓
		20.48 cm	0.00		
2	2	1.48 mL	1.48 mL	✓	
		7.83 cm	7.83 cm		
3	3	2.23 mL	2.23 mL	✓	
		9.29 cm	9.29 cm		
4	4	2.23 mL	2.23 mL	✓	
		14.57 cm	14.57 cm		
5	5	2.23 mL	2.23 mL	✓	
		19.55 cm	19.55 cm		
6	6	2.23 mL	2.23 mL	✓	
		24.14 cm	24.14 cm		
7	7	2.23 mL	2.23 mL	✓	
		39.00 cm	39.00 cm		
8	8	2.29 mL	2.29 mL	✓	
		23.46 cm	23.46 cm		
9	9	2.29 mL	2.29 mL	✓	
		19.00 cm	19.00 cm		
10	10	2.29 mL	0.00		✓
		26.56 cm	0.00		

Karena data keberhasilan sudah terdapat dalam tabel 2, maka langsung ke proses perhitungan rata-rata persentase keberhasilan.

$$\text{Rata-rata keberhasilan} = \frac{\text{data keberhasilan}}{\text{banyak data}}$$

$$= \frac{8}{10} \times 100$$

$$= 80 \%$$

Tabel 3. Hasil pengujian sensor menggunakan LoRa dengan jarak 700m

No	Iterasi	Data yang dikirim	Data yang diterima	Keterangan	
				keberhasilan	error
1	1	2.29 mL	2.29 mL	✓	
		33.82 cm	33.82 cm		
2	2	2.29 mL	2.29 mL	✓	
		33.92 cm	33.92 cm		
3	3	2.29 mL	2.29 mL	✓	
		100.00 cm	100.00 cm		
4	4	3.73 mL	0.00 mL		✓
		99.90 cm	0.00 cm		
5	5	3.73 mL	3.73 mL	✓	
		98.62 cm	98.62 cm		
6	6	3.73 mL	3.73 mL	✓	
		99.91 cm	99.91 cm		
7	7	3.73 mL	0.00		✓
		62.37 cm	0.00		
8	8	3.73 mL	3.73 mL	✓	
		58.14 cm	58.14 cm		
9	9	3.73 mL	3.73 mL	✓	
		59.43 cm	59.43 cm		
10	10	3.73 mL	3.73 mL	✓	
		96.48 cm	96.48 cm		

Karena data keberhasilan sudah terdapat dalam tabel 3, maka langsung ke proses perhitungan rata-rata persentase keberhasilan.

$$\text{Rata-rata keberhasilan} = \frac{\text{data keberhasilan}}{\text{banyak data}}$$

$$= \frac{8}{10} \times 100$$

$$= 80 \%$$

Hasil Pengujian Sensor Pergeseran Tanah

Pengujian ini dilakukan dengan jarak 5cm. Hasil pengujian sensor pergeseran tanah dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian pergeseran tanah

Pengujian ke-	Jarak yang dihasilkan (cm)	Selisih data yang dihasilkan (cm)
1	4.94	0.06
2	4.93	0.07
3	4.92	0.08
4	4.91	0.09
5	4.93	0.07
6	4.92	0.08
7	4.92	0.08
8	4.93	0.07
9	4.86	0.14
10	4.87	0.13
11	4.87	0.13
12	4.86	0.14
13	4.87	0.13

Pengujian ke-	Jarak yang dihasilkan (cm)	Selisih data yang dihasilkan (cm)
14	4.86	0.14
15	4.8	0.2
16	4.83	0.17
17	4.83	0.17
18	4.8	0.2
19	4.82	0.18
20	4.82	0.18
21	4.82	0.18
22	4.92	0.08
23	4.93	0.07
24	4.86	0.14
25	4.87	0.13
26	4.8	0.2
27	4.83	0.17
28	4.82	0.18
29	4.82	0.18
30	4.83	0.17
Jumlah Total	150.81	4.01

Dari data yang diperoleh dari tabel 4 menunjukkan error sebesar 0.13 cm, hal ini dikarenakan tegangan yang dihasilkan potensio tidak stabil.

Perhitungan error pada tabel 2:

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata error} &= \frac{\text{jumlah selisih data}}{\text{banyak data}} \\ &= \frac{4.01}{30} \\ &= 0.13 \text{ cm} \end{aligned}$$

Hasil Pengujian Sensor Curah Hujan

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan volume air 100 ml dan hasil pengujian dari sensor curah hujan dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian sensor curah hujan

Pengujian ke-	Jumlah air yang diukur (ml)	Nilai air yang dihasilkan (ml)	Selisih error yang dihasilkan (%)
1	100	100	0
2	100	100	0
3	100	100	0
4	100	100	20%
5	100	100	0
6	100	100	0
7	100	100	0
8	100	80	20%
9	100	100	0
10	100	100	20%
11	100	100	0
12	100	80	20
13	100	100	0
14	100	100	0
15	100	100	0

Pengujian ke-	Jumlah air yang diukur (ml)	Nilai air yang dihasilkan (ml)	Selisih error yang dihasilkan (%)
16	100	100	0
17	100	100	0
18	100	80	20%
19	100	100	0
20	100	100	0
21	100	100	0
22	100	100	0
23	100	100	0
24	100	100	0
25	100	80	20%
26	100	100	0
27	100	100	0
28	100	100	0
29	100	100	0
30	100	100	0
Jumlah Total	3000	2880	4%

Dari data yang diperoleh dari tabel 5 menunjukkan error sebesar 25 ml, hal ini dikarenakan air yang dimasukkan ada sebagian yang terpercik keluar, tertinggal di corong dan tertinggal pada bucket.

Perhitungan error pada tabel 5:

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata error} &= \frac{\text{selisih air yang dihasilkan}}{\text{banyak data}} \\ &= \frac{120}{30} \\ &= 4\% \end{aligned}$$

KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan ini didapatkan beberapa kesimpulan, diantaranya adalah:

1. Perangkat untuk simulasi peringatan dini tanah longsor mengintegrasikan sensor curah hujan dan pergeseran tanah sebagai deteksi bencana tanah longsor dengan media pengiriman data menggunakan *transmisi* LoRa.
2. Berdasarkan hasil pengujian sistem monitoring alat simulasi peringatan dini tanah longsor menggunakan transmisi LoRa. Didapatkan nilai 73.33% data yang berhasil dari 30 kali pengiriman data dengan pengujian terhalang oleh bangunan dengan jarak 150 m. Kemudian dengan pengujian tanpa terhalang bangunan dengan jarak 500 m didapatkan nilai 100% data yang berhasil terkirim, pada jarak 600 dan 700 m didapatkan nilai 80% data yang berhasil terkirim.
3. Hasil pengujian dari sensor *wire extensometer* didapatkan nilai *error* sebesar 0.13 cm untuk

perubahan 5 cm dan *error* 0.09 cm untuk perubahan 10 cm.

4. Hasil pengujian dari sensor curah hujan telah berhasil menghitung nilai *error* dengan nilai 4% dari hasil pengukuran sebenarnya dengan pengukuran 100 ml.

Saran

Dalam perancangan dan pengujian-pengujian yang telah dilakukan oleh penulis, terdapat beberapa hal yang dapat di tambahkan supaya hasil perancangan lebih baik dari penulis, diantaranya adalah:

1. Jarak pengiriman bisa lebih jauh lagi apabila antara pengirim dan penerima tidak terhalang bangunan serta antena yang digunakan lebih bagus.
2. Jika antara pengirim dan penerima terdapat halangan seperti gedung, maka dari sisi penerima menyebabkan terjadinya paket *loss*.
3. Menambahkan seismometer agar lebih akurasi ketika terjadi pergeseran tanah di lingkungan yang terdampak tanah longsor.

DAFTAR PUSTAKA

- Bitar. (2019, 06 27). *gurupendidikan.co.id*. Retrieved from pengertian-jenis-dan-penyebab-terjadinya-tanah-longsor-beserta-cara-penjegahannya-lengkap/: <https://www.gurupendidikan.co.id/pengertian-jenis-dan-penyebab-terjadinya-tanah-longsor-beserta-cara-penjegahannya-lengkap/>
- Ibrahim, M. M., Harianto, & Wibowo, M. C. (2015). Rancang Bangun Alat Monitoring Tanah Longsor Pada Daerah Rawan Longsor Dengan Menggunakan Sensor Wire Extensometer Dan Sensor Tipping Bucket. *JCONES*, 34.
- Pangestu, D. (2018). Purwarupa Sistem Informasi Titik Lokasi Dan Intensitas Curah Hujan Di Kota Pontianak Berbasis Website. *Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan*, 248.