

Inovasi Peringatan Dini Tanah Longsor Dengan Pemanfaatan Sensor Hygrometer Berbasis *Internet of Things* Menggunakan Solar Energi Sebagai Upaya Mitigasi Bencana

Maria Ulfah^{1*}, Andi Sri Irtawaty²

¹*Program Studi Teknik Elektronika, Jurusan Rekayasa Elektro, Politeknik Negeri Balikpapan*

²*Program Studi Teknologi Listrik, Jurusan Rekayasa Elektro, Politeknik Negeri Balikpapan*
maria.ulfah@poltekba.ac.id^{1*}, andi.sri@poltekba.ac.id²

Received 31 Agustus 2024 | Revised 13 September 2024 | Accepted 17 September 2024

ABSTRAK

Kondisi topografi kota Balikpapan 85% daerah berbukit yang rentan terjadi longsor dan pergerakan tanah, jenis tanahnya adalah tanah podsolik berwarna merah kuning yang menjadi tidak stabil saat terjadi hujan dengan intensitas tinggi yang membuat tanah menjadi tenggelam dan terkikis karena erosi. data BMKG curah hujan Balikpapan termasuk kategori hujan di atas normal. Pada aspek kehidupan manusia tanah longsor mengakibatkan korban jiwa, kerusakan infrastruktur umum dan menyebabkan kerugian secara ekonomi. Sehingga perlu dibuat inovasi peringatan dini bencana tanah longsor berbasis *Internet of Things (IoT)* agar dapat mengirimkan informasi warning terjadinya tanah longsor dari jarak jauh yang dapat diterima langsung oleh *smartphone* melalui aplikasi Telegram yang menggunakan solar panel sebagai power supply. Pada penelitian ini menggunakan Nodemcu, *sensor soil moisture*, LCD, buzzer dan aplikasi telegram. Dari hasil pengujian didapatkan rata-rata persentase eror alat sebesar 2,2% dan memiliki tingkat keakurasian 97,8%.

Kata kunci: Tanah longsor, NodeMCU, Sensor soil moisture, Internet of Things, Telegram

The topographic condition of the city of Balikpapan is 85% hilly areas which are prone to landslides and land movement. The type of soil is red and yellow podzolic soil which has an unstable nature. If the rainfall is high, it will cause the land to slump and erode due to erosion. BMKG data on Balikpapan rainfall is included in the rainfall category. above normal. In the aspect of human life, landslides result in casualties, damage to public infrastructure and cause economic losses. So it is necessary to innovate early warning for landslides based on the Internet of Things (IoT) so that it can send warning information about landslides from a distance that can be received directly by smartphones via the Telegram application which uses solar panels as a power supply. In this research, Nodemcu, soil moisture sensor, LCD, buzzer and telegram application were used. From the test results, it was found that the average percentage of tool error was 2,19% and had an accuracy level of 97,8%.

Keywords: Landslide, NodeMCU, Sensor Soil Moisture, Internet of Things, Telegram

I. PENDAHULUAN

Kurun tahun 2020-2022 kejadian bencana alam tanah longsor dan pergerakan tanah kian meningkat 34 kejadian bertambah 61 kejadian dan menanjak 64 kejadian di tahun 2022 (bpbdd Balikpapan, 2023). Di tahun 2022, tanah longsor memiliki porsi 57% dibanding bencana lainnya seperti banjir, karhutla, dll (Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Balikpapan, 2022). Potensi pertambahan terjadinya tanah longsor dan pergeseran tanah akan terus meningkat dikarenakan keadaan topografi kota Balikpapan adalah sekitar 85% area perbukitan dan sekitar 15% area datar yang sempit dengan jenis tanah podsolik berwarna merah kuning yang menjadi tidak stabil saat terjadi hujan dengan intensitas tinggi yang membuat tanah menjadi tenggelam dan terkikis karena erosi (Amanda Liony, 1975). Kondisi curah hujan di Kota Balikpapan memiliki curah hujan di atas normal. BMKG Stasiun Meteorologi Sepinggan Balikpapan mencatat jumlah curah hujan tinggi yang terukur adalah 223 mm, hal ini dapat dikatakan bahwa hujan yang terjadi di Kota Balikpapan tersebut dalam kategori hujan ekstrem (Witjaksono, 2020). Kondisi topografi, Jenis tanah dan tergolong daerah dengan kategori hujan ekstrem membuat tanah di Balikpapan sangat rentan memicu terjadinya tanah longsor (bpbdd.banjarkab, n.d.). Bencana tanah longsor sangat berpengaruh tidak hanya pada kehidupan manusia tetapi juga terhadap keseimbangan lingkungan. Pada aspek kehidupan manusia bisa mengakibatkan korban jiwa, kerusakan infrastruktur umum (jalan, jembatan dan lain-lain) serta bangunan dan menyebabkan kerugian secara ekonomi, serta meninggalkan dampak secara sosial psikologi bagi masyarakat. Dalam Dokumen Kajian Risiko bencana kota Balikpapan 2022-2026, terdapat potensi penduduk yang terdampak tanah longsor sebanyak 16.280 jiwa serta potensi kerugian baik fisik atau ekonomi sebesar Rp. 3.674.000.000. Sedangkan dampak kerusakan lingkungan atas bencana tanah longsor seluas 2.904.000 H(2). UU no. 24 tahun 2207 (UU NO.24 Tahun 2007, 2007) terkait Penyelenggaraan penanggulangan bencana

dalam situasi terdapat potensi terjadi bencana dapat dilakukan dalam bentuk peringatan dini yang merupakan serangkaian kegiatan pemberian peringatan sesegera mungkin kepada masyarakat tentang kemungkinan terjadinya bencana pada suatu tempat yang bisa dilakukan melalui pengamatan gejala bencana khususnya tanah longsor.

Penelitian terdahulu terkait peringatan dini bencana longsor antara lain, (P. N. Fitriani, K. D. Lestari, 2019) penelitian ini menghasilkan instrumen mitigasi bencana longsor dengan menggunakan arduino uno dan sensor soil moisture. Arduino uno belum dilengkapi modul wifi sehingga membutuhkan perangkat tambahan modul HC12 yang memiliki keterbatasan jarak pengiriman informasi sejauh 1000 m. (Bilah, 2018) Penelitian ini menghasilkan alat pendeteksi tanah longsor, dengan pemanfaatan sms dengan nilai waktu penyampaian informasi (*delay*) yang cukup besar lebih kurang 3 menit. (Fitriani, 2019) telah dirancang prototipe modul deteksi bencana longsor dan kekeringan pertanian menggunakan (RF) berbasis WSN yang mampu mendeteksi bencana longsor dengantingkat kesalahan 10,7% pengukuran kemiringan tanah dan 3,4% dalam mengukur kelembaban tanah. (Setyawan et al., 2020) penelitian ini merancang alat pendeteksi peringatan dini bencana tanah longsor menggunakan sensor Soil Moisture FC-28 dan NodeMCU yang terhubung ke android melalui telegram dengan nilai eror sebesar 9,3%. Penelitian terdahulu menggunakan *power supply* adaptor yang membuat ketergantungan pada ketersediaan listrik dari PLN, secara praktis alat pendeteksi dini bencana longsor di implementasikan pada wilayah rawan longsor yakni wilayah perbukitan yang memiliki keterbatasan sumber listrik PLN.

Oleh karena itu dalam penelitian ini dibuat inovasi peringatan dini bencana tanah longsor dengan menggunakan penggendali NodeMCU dan sensor kelembaban tanah untuk mengukur tingkat kelembaban tanah dan menggunakan aplikasi telegram pada *smartphone* serta penggunaan mini panel surya sebagai *power supply* untuk mengurangi ketergantungan pada sumber listrik konvensional sehingga bisa dilakukan pencegahan terjadinya kerugian yang ditimbulkan tanah longsor.

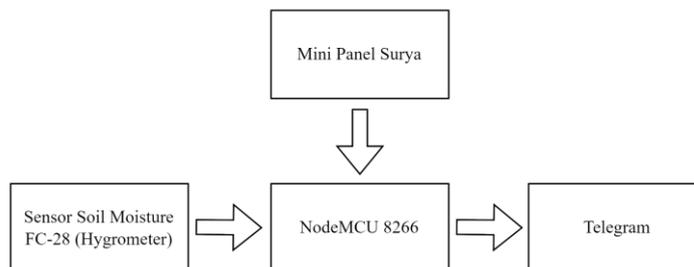
II. METODE PENELITIAN

A. Metode Eksperimen

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan, yaitu: perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Tahapan perancangan perangkat keras dimulai dari penentuan komponen yang akan digunakan dalam penelitian ini, pengujian kondisi masing masing perangkat, integrasi semua komponen yang digunakan, pengujian keseluruhan. Tahapan perancangan perangkat lunak, dimulai dari pembuatan pemrograman untuk pengujian kondisi masing-masing perangkat keras, setelah pembuatan program ini berhasil dilanjutkan dengan integrasi pemrograman yang dipakai saat semua komponen telah dirangkai secara keseluruhan.

B. Blok Diagram

Perancangan penelitian ini terdiri dari 3 blok yaitu *input*, proses dan *output*. *Input* berasal dari sensor *soil moisture* yang untuk mengukur tingkat kelembaban tanah. Hasil pembacaan sensor soil akan diteruskan dan diproses oleh NodeMCU. Hasil pemrosesan oleh NodeMCU akan diteruskan ke bagian *output* yang dapat diakses dari jarak jauh melalui *smartphone* dengan aplikasi telegram. Saat ini kelembaban tanah terbaca diatas 50% maka buzzer berbunyi dan status peringatan berupa Waspada. Untuk sumber daya alat ini memakai mini solar panel untuk mengurangi ketergantungan pada sumber listrik utama.



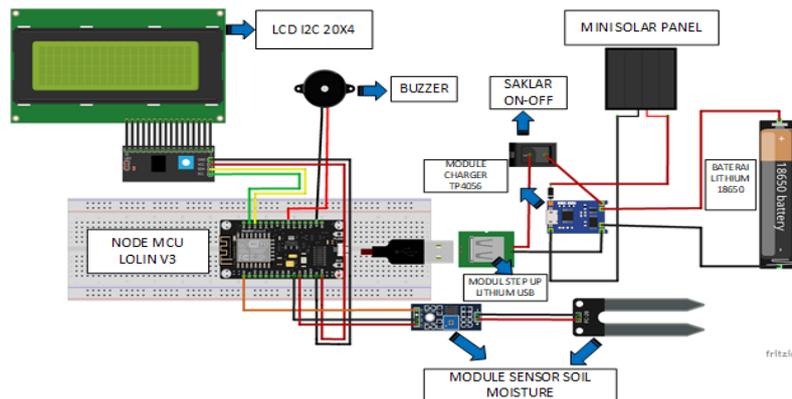
Gambar 1. Diagram Blok

Pemilihan telegram sebagai platform *Internet of Things* (IoT) dikarenakan Telegram merupakan aplikasi *cloud based* dan sistem enkripsi yang menyediakan enkripsi *end-to-end*, *self destruction messages*, dan infrastruktur multidata *center*. Kemudahan akses yang diberikan telegram yang dapat berjalan di hampir semua media memberikan kemudahan bagi administrator untuk membangun sistem notifikasi dengan memanfaatkan fasilitas *open Application Programming Interface* (API) yang disediakan oleh telegram melalui

bot yang dapat digunakan untuk mengirimkan pesan secara otomatis. *Cloud base* pada telegram memungkinkan proses pengiriman jauh lebih cepat serta media penyimpanan yang besar.(Fahana et al., 2017). Pada penelitian (Muhammad Agus Salim, Drs. Bambang Nurcahyo Prastowo, 2017) menunjukkan bahwa API Telegram bot lebih baik saat digunakan sebagai komunikasi data Internet of Things dimana kebutuhan waktu pengiriman ke banyak klien membutuhkan waktu nol hingga satu detik apabila menggunakan grup, sedangkan kebutuhan data minimal hanya 1.121 bytes tiap pengiriman, dan kontinuitas pengiriman data dapat terjamin.

C. Rangkaian Alat

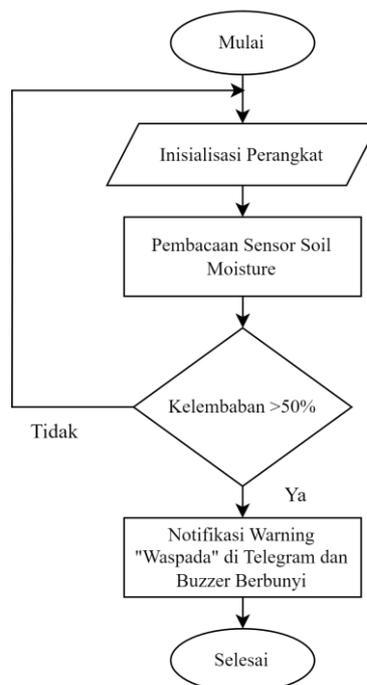
Berikut rangkaian alat yang dibuat pada penelitian ini, gambar 2.



Gambar 2. Wiring Diagram Rangkaian

D. Flowchart Sistem

Dalam perancangan alat, saat dihidupkan awal sistem menginisialisasi perangkat *input*, proses dan *output*. Sensor kelembaban tanah untuk mengukur tingkat kelembaban tanah dan mengirimkan hasil pembacaan tersebut ke NodeMCU 8266. NodeMCU yang berfungsi sebagai pemroses akan mengolah data jika nilai kelembaban di atas 50 maka buzzer berbunyi dan notifikasi WASPADA akan terkirim ke smartphone melalui aplikasi Telegram.



Gambar 3. Flowchart Sistem

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut hasil dari perancangan alat inovasi peringatan dini tanah longsor berbasis *internet of things* dengan pemakaian sumber daya mini panel surya.



Gambar 4. Alat Keseluruhan



Gambar 5. Tampak dari Atas



Gambar 6. Tampak dari depan



Gambar 7. Saat Dipasang Pada Lokasi Miring

Secara keseluruhan alat berbentuk kotak pada bagian atas yang terhubung dengan sensor soil moisture yang dimasukkan pada pipa ketinggian lebih kurang 1 meter untuk dapat ditancapkan pada tanah agar bisa membaca nilai kelembaban. Pada bagian atas box terdapat LCD sebagai salah satu output dan mini panel surya sebagai sumber daya. Bagian dalam box terdapat nodemcu, buzzer, saklar, baterai dan komponen penunjang lainnya.

Tabel 1. Hasil pengujian Alat peringatan dini Tanah Longsor

No	Sensor Soil Moisture (%)	Soil Tester (%)	Selisih	% Error	% Akurasi	Buzer	Status
1	32.26	32	0.26	0.81	99.19	Off	Aman
2	30.6	31	0.4	1.29	98.71	Off	Aman
3	64.42	62	2.42	3.90	96.10	On	Waspada
4	67.35	70	2.65	3.79	96.21	On	Waspada
5	68.13	70	1.87	2.67	97.33	On	Waspada
6	70.58	70	0.58	0.83	99.17	On	Waspada
7	68.52	70	1.48	2.11	97.89	On	Waspada
8	74.39	75	0.61	0.81	99.19	On	Waspada
9	71.07	74	2.93	3.96	96.04	On	Waspada
10	76.34	75	1.34	1.79	98.21	On	Waspada
		Rata-Rata %		2.20	97.80		

Dari Tabel 1 didapatkan persentase eror dari 10 kali pengujian adalah sebesar 2,2% dan persentase keakurasian alat dengan alat pembanding soil tester adalah sebesar 97,8%. Saat terbaca nilai kelembaban tanah dibawah 50% maka *buzzer off* dan status dalam kondisi aman, sebaliknya saat kelembaban tanah bernilai diatas 50% *buzzer on* dan status dalam kondisi waspada.

Sensor Soil Moisture FC-28 merupakan sensor analog dimana NodeMCU menggunakan Analog to Digital Converter (ADC) dari 0 hingga 1023 bit. Agar nilai kelembaban tanah dapat diketahui, maka nilai ADC dari sensor dikonversi dalam satuan persentase kelembaban. Semakin tinggi nilai ADC yang dihasilkan semakin rendah nilai kelembaban dalam persen (%) jika dikonversikan.



Gambar 8. Tampilan LCD, saat status aman



Gambar 9. Tampilan Telegram saat kondisi Aman



Gambar 10. Tampilan LCD, saat status waspada



Gambar 11. Tampilan Telegram saat kondisi waspada

Penggunaan mini panel surya sebagai sumberdaya pada alat ini memiliki ketahanan hingga 5-6 jam dalam keadaan solar ter-charge oleh sinar matahari.

IV. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan dapat diambil dari hasil pengujian yang dilakukan:

1. Sistem peringatan dini tanah longsor dengan pemanfaatan sensor soil moisture (hygrometer) berjalan dengan baik dan informasi kondisi kelembaban tanah berhasil terkirim jarak jauh melalui aplikasi telegram
2. Rata-rata tingkat kesalahan (*error*) alat adalah 2,2% dan tingkat keakurasian alat sebesar 97,8%.
3. Penggunaan mini solar panel dapat membuat alat beroperasi sekitar 5-6 jam tanpa perlu tersambung ke sumber listrik biasa.

B. Saran

Pengembangan lebih lanjut yang dapat dilakukan antara lain:

1. Penambahan jenis sensor lainnya sebagai input misal sensor kemiringan MPU 6050
2. Penggunaan panel surya dengan kapasitas besar sehingga bisa waktu operasi alat bisa lebih lama
3. Dapat mencoba menggunakan aplikasi *Whatsapp* (WA) ataupun berbasis *Website* untuk mengetahui jarak jauh kondisi kelembaban tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih dan penghargaan kepada Direktorat Akademik Pendidikan Tinggi Vokasi (DAPTV) Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah memberikan pendanaan bagi penelitian ini dan publikasi karya ilmiah Tahun Anggaran 2024 melalui kontrak Nomor: 81/SPK/D.D4/PPK.01.APTV/III/2024

DAFTAR PUSTAKA

- Amanda Liony. (1975). *Pertamina, masyarakat, Kota Balikpapan 1*. 1–31.
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Balikpapan. (2022). *Kajian Risiko Bencana Kota Balikpapan*. 1–96. <http://bpbdbalikipapan.go.id/content/46/kajian-resiko-bencana>
- Bilah, M. B. (2018). Thor (Pendeteksi Tanah Longsor): Deteksi Bencana Tanah Longsor Menggunakan Sensor “Tasbih” Berbasis Sms Gateway. *Jurnal Edukasi Elektro*, 2(2), 87–91. <https://doi.org/10.21831/jee.v2i2.22460>
- bpbdbanjarkab. (n.d.). *Waspada Ancaman Musim Hujan*. 2020. <https://bpbdbanjarkab.go.id/waspada-ancaman-musim-hujan/>
- bpbdb Balikpapan. (2023). *Grafik Kejadian Bencana Kota Balikpapan*. <https://bpbdbalikipapan.go.id/content/441/grafik-kejadian-bencana-kota-balikipapan>
- Fahana, J., Umar, R., & Ridho, F. (2017). Pemanfaatan Telegram Sebagai Notifikasi Serangan untuk Keperluan Forensik Jaringan. *Jurnal Sistem Informasi*, 5341(6), 2.
- Fitriani, R. (2019). Prototipe Pendeteksi Bencana Longsor dan Kekeringan Pertanian Berbasis Wireless Sensor Network (WSN) Menggunakan Radio Frequency (RF) dengan Topologi Star. *Jurnal Alami : Jurnal Teknologi Reduksi Risiko Bencana*, 3(1), 71. <https://doi.org/10.29122/alami.v3i1.3310>
- UU NO.24 Tahun 2007, 21 Combustion Science and Technology 1 (2007). <https://doi.org/10.1080/00102208008946937>
- Muhammad Agus Salim, Drs. Bambang Nurcahyo Prastowo, M. S. (2017). *Studi Perbandingan Twitter dan Telegram Bot Sebagai Media Komunikasi Data Internet of Things*. <https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/114398>
- P. N. Fitriani, K. D. Lestari, H. D. P. och M. (2019). Rancang Bangun Prototipe Deteksi Dini Tanah Longsor Berbasis Double Sensor. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*, Pp. 50-58, 6(2), 137–146.
- Setyawan, A., Suseno, J. E., Winesthi, R. D., & Otaviana, S. A. (2020). Peringatan Dini Tanah Longsor

Berdasarkan Kelembaban Tanah Secara Jarak Jauh Menggunakan Sensor FC-28 dan Node MCU.
Jurnal Ilmu Lingkungan, 18(2), 242–246. <https://doi.org/10.14710/jil.18.2.242-246>

Witjaksono, A. (2020). *Evaluasi dan Perencanaan Sistem Drainase Sub Das Saluran I Kota Balikpapan Kalimantan Timur*.