

SISTEM PERINGATAN DINI BERBASIS DETEKSI PEMICU PERGERAKAN TANAH

Herry Z. Kotta¹, Kalvein Rantelobo², Godlief E. S. Mige³, dan Hendro F. J. Lami⁴

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto, Kupang
Email: herryzk@staf.undana.ac.id

²Program Studi Teknik Elektro, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto, Kupang
Email: kalvein@staf.undana.ac.id*(Koresponden)

³Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto, Kupang
Email gsmige@staf.undana.ac.id

⁴Program Studi Teknik Elektro, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto, Kupang
Email: hjflami@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada Sistem Peringatan Dini (SPD) yang berbasis pada deteksi pemicu awal pergerakan tanah. Berbagai faktor yang dapat menimbulkan gejala awal pergerakan tanah yang bermuara menimbulkan longsor. Untuk mengurangi dan mengatasi bahaya longsor, penelitian ini mengusulkan skema pada sistem peringatan dini dengan menggabungkan berbagai parameter input yang ditangkap oleh berbagai sensor (multi sensor) pada sistem Jaringan Sensor Nirkabel (JSN) menggunakan Raspberry Pi. Hasil yang didapatkan dari skema ini menunjukkan bahwa peringatan dini yang disalurkan dan ditransmisikan menggunakan teknologi *Internet of Things (IoT)* dapat diterima oleh pengguna lebih awal dan memberikan kesempatan untuk evakuasi dibandingkan dengan system peringatan dini lainnya.

Kata kunci: Sistem Peringatan Dini (SPD), Multi Sensor, Raspberry Pi, IoT, Curah Hujan

Author : Herry Z. Kotta, Kalvein Rantelobo, Godlief E. S. Mige, dan Hendro F. J. Lami.

1. PENDAHULUAN

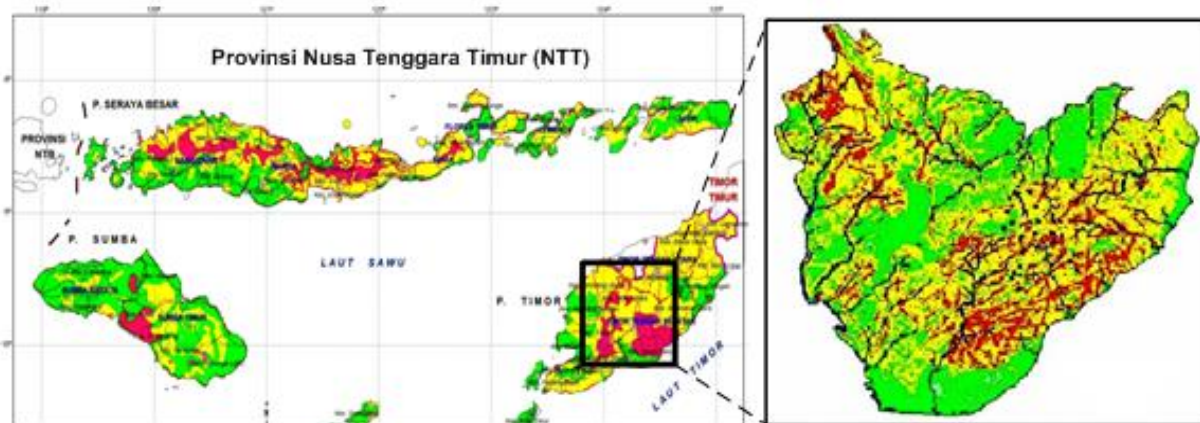
Dari data kebencanaan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) 2019 (BNPB. 2019), menyebutkan bahwa berbagai bencana yang terjadi di NTT termasuk tanah longsor semakin bertambah. Kejadian tanah longsor pada tahun 2018 tercatat 33 kejadian seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Kebencanaan di Propinsi NTT dalam 10 tahun terakhir

Pada tingkat nasional ternyata NTT menempati peringkat empat dari kerawanan kebencanaan (Tribunnews, 2018). Hal ini menunjukkan bahwa wilayah NTT termasuk rawan bencana. Berbagai upaya sudah dan sedang dilakukan oleh berbagai pihak untuk mengantisipasi dan meminimalisir faktor negatif bahkan yang menimbulkan korban jiwa.

Penelitian ini bermaksud mengurangi resiko dari gejala dan peristiwa pergerakan tanah atau tanah longsor. Penelitian ini dilakukan oleh tim dan didukung oleh berbagai pihak. Fokus dari penelitian ini adalah menitikberatkan pada analisis gejala awal penyebab pergerakan tanah. Lokasi yang diambil sebagai Pilot Project adalah Desa Ikan Foti, seperti pada Gambar 2, dimana sebagian kondisi tanahnya yang merupakan bagian dari lempeng Bobonaro dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Peta Wilayah Lokasi *Pilot Project*



Gambar 3. Struktur tanah lempeng Bobonaro pada lokasi penelitian

Penelitian yang berhubungan dengan pergerakan tanah atau tanah longsor sudah dilakukan oleh berbagai pihak. Intriery dkk (2012) mencoba memberikan disain dan implementasi tentang SPD pada pergerakan tanah; juga dalam (Ramesh, 2014) mengembangkan sebuah metode deteksi pergerakan tanah berbasis Jaringan Sensor Nirkabel (JSN). Hong dkk (2011) melakukan pemantauan pada pergerakan tanah secara real-time yang diremote dari jarak jauh; Wu dkk (2014) dan Segoni dkk (2014) mencoba memeperhitungkan paktor curah hujan sebagai faktor pergerakan tanah; didahului oleh Park dkk (2013) yang meyelidiki kondisi tanah permukaan dengan berbasis metode GIS. Pengembangan metode SPD pada pergerakan tanah akibat curah hujan oleh Kim dkk (2015); dan Nguyen dkk (2015). Rangkaian penelitian tersebut umumnya belum menggunakan sensor terpadu dan hanya fokus pada salah satu faktor pemicu pergerakan tanah. Juga umumnya belum mengimplementasikan teknologi IoT.

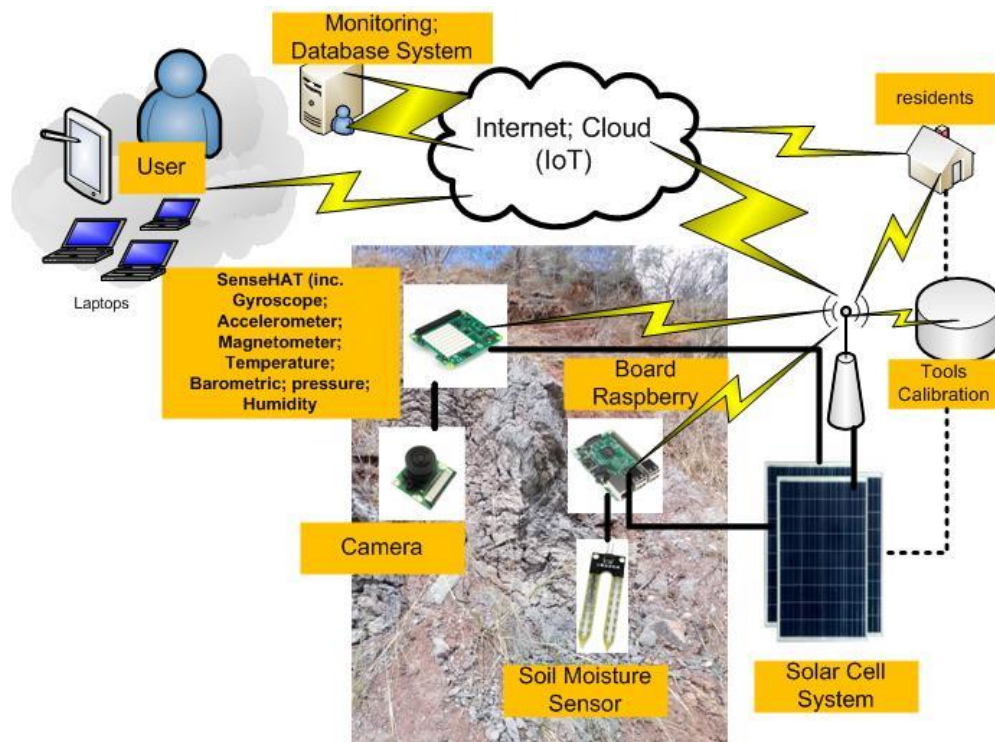
Penelitian ini dimaksudkan untuk memfokuskan faktor pemicu yaitu curah hujan ditambah dengan faktor-faktor lainnya yang mempengaruhi proses pergerakan tanah, khususnya di tanah lempeng Bobonaro. Skema yang

diusulkan mengimplementasikan teknologi IoT sehingga memudahkan dalam pengambilan dan pengolahan data secara real-time.

2. SKEMA PENELITIAN YANG DIUSULKAN

Penelitian ini mengusulkan skema seperti yang terdapat pada Gambar 4. Skema tersebut merupakan pengembangan dari skema dan metode yang tim penulis telah lakukan (Kotta dkk, 2011; 2014; dan 2015). Skema yang diusulkan terlihat pada Gambar 4, dimana terdiri atas 4 (empat) bagian besar komponen:

1. Perangkat penakar sebagai pengukur curah hujan;
2. Sensor visual (kamera) dan sensor-sensor lainnya;
3. Perangkat Rasbeery Pi sebagai node (R. P. Foundation, 2019);
4. Sistem transmisi nirkabel JSN yang terkoneksi internet.



Gambar 4. Skema penelitian yang diusulkan



Gambar 5. Perangkat penakar curah hujan sebagai *tools calibration* di lokasi (*Pilot Project*)



Gambar 6. Posisi perangkat dan sensor pada pengambilan dan pengujian data

Skenario pengujian skema yang diusulkan dibagi menjadi 4 (empat) tahap yaitu :

- a. Tahap 1: pengujian dan analisis struktur tanah
Pengujian yang dilakukan di laboratorium akan menghasilkan kesimpulan tentang porositas tanah pada lokasi pengujian.
- b. Tahap 2: Penempatan dan posisi dari setiap perangkat pada lokasi
Perangkat diletakkan pada lokasi yang tepat dan sesuai dengan kondisi sehingga memudahkan dalam pemantauan, serta pengambilan data..
- c. Tahap 3: Validasi hasil penentuan level sinyal SPD dengan kondisi real
Tahapan ini merupakan pengujian dan validasi nilai curah hujan yang dijadikan patokan nilai serta parameter-parameter pendukung lainnya dengan kondisi real di lokasi pengujian. Pengolahan citra dan video menggunakan perangkat lunak OpenCV (OpenCV library, 2019).
- d. Tahap 4: Transmisi dan koneksi data ke jaringan IoT
Perangkat diharapkan dapat terhubung jaringan internet agar dapat menggunakan teknologi IoT, sehingga pengguna dapat melakukan pengolahan dan pemantauan lewat jaringan internet. Perangkat lunak sebagai tambahan menggunakan *IoT Analytics* (ThingSpeak, 2019).

3. HASIL DAN DISKUSI

Hasil yang didapatkan setelah melakukan penelitian ini adalah pengukuran dan analisis sifat porositas tanah pada lokasi pengujian. Pada Gambar 7 terlihat pengambilan sampel tanah dari lokasi pengujian yang dianalisis pada laboratorium.



Gambar 7. Pengambilan sampel untuk analisis kerapatan isi dan menghitung porositas

Analisis pengujian dilakukan dengan cara menghitung porositas tanah menggunakan persamaan:

$$\text{Porositas} = \left(100 - \frac{\text{Kerapatanisitanah}}{\text{Kerapatanpartikel}}\right) \times 100\% \quad (1)$$

Dimana kerapatan partikel = $2,65 \text{ g cm}^{-3}$; oleh karena itu untuk kerapatan isi = $1,3 \text{ g cm}^{-3}$. Sehingga akan dihasilkan:

Porositasnya = $((100 - (1,30 \text{ g cm}^{-3} / 2,65 \text{ g cm}^{-3})) \times 100\% = 50,02\%$;

untuk kerapatan isi = $1,70 \text{ g cm}^{-3}$; maka:

Porositasnya = $((100 - (1,70 \text{ g cm}^{-3} / 2,65 \text{ g cm}^{-3})) \times 100\% = 33,93\%$.

Sehingga rata-rata porositas lempung Kompleks Bobonaro di daerah penelitian tersebut adalah 41,97%

Hasil perhitungan dan analisis pada porositas lempung Kompleks Bobonaro memiliki porositas 41,79 % pada saat kering oven (tidak ada kelembaban sedikitpun). Untuk menjadi jenuh, maka lempung ini perlu dibasahi dengan 42% volume tanah. Jika volume tanah 1 meter kubik, maka air yang dibutuhkan untuk menjenuhkan volume tanah tersebut sebanyak 420 liter. Asumsinya semua air diserap habis oleh tanah, tidak ada *run off*. Hujan 1 mm setara dengan 1 liter air yang dituang ke permukaan tanah seluas 1 meter persegi atau sama dengan 10.000 liter air yang jatuh ke tanah seluas 1 Ha. Oleh karena itu lempung akan mulai bergerak pada saat lempung ini jenuh air yaitu pada saat curah menunjukkan angka 420 mm.

Penangkar hujan yang didesain untuk memberikan peringatan dini, dilengkapi sensor yang akan memberikan signal kepada perangkat lainnya pada saat curah hujan mendekati 420 mm. Untuk peringatan dini, sensor diletakan pada 320 mm agar tersedia cukup waktu untuk menyelamatkan diri dari bahaya longsor. Nilai tersebut yang diset dan dipadukan dengan parameter pendukung pada SPD berbasis Jaringan Sensor Nirkabel (JSN) menggunakan teknologi Rasberri Pi dan IoT.

4. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah skema Sistem Peringatan Dini yang terhubung internet dengan teknologi IoT, dimana focus permasalahan dititik beratkan kepada penentuan gejala peregerakan tanah yaitu curah hujan dan beberapa factor tambahan yang memberikan kesimpulan dan peringatan kepada khalayak umum serta pengambil kebijakan tentang kondisi sebuah wilayah pada saat akan terjadi pergerakan tanah atau longsor. Penentuan titik 320 mm dan berbagai pertimbangan factor tambahan lainnya yang akan dikirimkan oleh system peringatan dini kepada masyarakat umum dan berbagai pihak yang berkepentingan kiranya dapat memberikan solusi kepada pencegahan dan meminimalisir akibat yang akan ditimbulkan oleh pergerakan tanah tersebut.

Acknowledgment

Penelitian ini didukung dan didanai oleh Kementerian Ristekdikti lewat Hibah Penelitian Berbasis Kompetensi, dengan SK No. 081/SP2H/LT/DRPM/2019 dan Kontrak No. 33/UN15.19/PL/2019. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang turut terlibat dalam penelitian ini, utamanya Laboratorium Teknik Pertambangan dan Laboratorium Teknik Elektro Universitas Nusa Cendana.

DAFTAR PUSTAKA

- BNPB, (2019) "Data Kebencanaan 2019." <https://bnpb.cloud/dibi/laporan5>,
- Hong, Y. M., H.-C. Lin, and Y.-C. Kan, (2011) "Using wireless sensor network on real-time remote monitoring of the load cell for landslide," *Sens. Lett.*, vol. 9, no. 5, pp. 1911–1915.
- Intrieri, E., Gigli, F. Mugnai, R. Fanti, and N. Casagli. (2012) "Design and implementation of a landslide early warning system," *Eng. Geol.*, vol. 147–148, pp. 124–136.
- IoT Analytics - ThingSpeak Internet of Things. [Online]. (2019) Available: <https://thingspeak.com/>.
- Kim, S. P., T.-H. Bong, S.-J. Bae, and J.-S. Park, (2015) "Development Method of Early Warning Systems for Rainfall Induced Landslides," *J. Korean Soc. Agric. Eng.*, vol. 57, no. 4, pp. 135–141.
- Kotta, H., Rantelobo, K., Silvester, T., and Gregorius, K. (2011) "Wireless Sensor Network for Landslide Monitoring in Nusa Tenggara Timur," *Telkonnika*, vol. Vol. 9 No. 1, pp. 9–18.
- Kotta, H., Tri S. A. S., Godlief E. S, and Rantelobo, K. (2015) "Analisis Sifat Fisik dan Mekanik Tanah Untuk Menentukan Faktor Keamanan, Studi Kasus Daerah Longsor di Desa Benu Kec. Manamas Kab. TTU," Seminar Nasional Teknik 2015, Kupang, NTT.
- Kotta, H., Rantelobo, K., and Lami, H. (2014) "Implementasi Program Open Source Berbasis Android pada Pemantauan Pergerakan Tanah di NTT," Seminar Nasional Sainstek 2, Kupang, NTT.

- Nguyen, C. D., T. D. Tran, N. D. Tran, T. H. Huynh, and D. T. Nguyen, (2015) “Flexible and Efficient Wireless Sensor Networks for Detecting Rainfall-Induced Landslides,” *Int. J. Distrib. Sens. Netw.*, vol. 2015.
- OpenCV library. [Online]. (2019) Available: <https://opencv.org/>.
- Ramesh, M. V.(2014) “Design, development, and deployment of a wireless sensor network for detection of landslides,” *Ad Hoc Netw.*, vol. 13, pp. 2–18.
- R. P. Foundation, “Raspberry Pi — Teach, Learn, and Make with Raspberry Pi, (2019) ” *Raspberry Pi*. [Online]. Available: <https://www.raspberrypi.org>.
- Segoni, S., G. Rossi, A. Rosi, and F. Catani, (2014) “Landslides triggered by rainfall: A semi-automated procedure to define consistent intensity–duration thresholds,” *Comput. Geosci.*, vol. 63, pp. 123–131.
- Tribunnews (2018), “NTT Peringkat Empat Rawan Bencana Nasional.” <https://kupang.tribunnews.com/2018/09/24/ntt-peringkat-empat-rawan-bencana-nasional>
- Park, H. J., J. H. Lee, and I. Woo, (2013) “Assessment of rainfall-induced shallow landslide susceptibility using a GIS-based probabilistic approach,” *Eng. Geol.*, vol. 161, pp. 1–15.
- Wu, C. I., H.-Y. Kung, C.-H. Chen, and L.-C. Kuo, (2014) “An intelligent slope disaster prediction and monitoring system based on WSN and ANP,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 41, no. 10, pp. 4554–4562.