



Pengembangan sistem *real time monitoring* dan peringatan dini longsor berbasis risiko

Suharni*, Luqmanul Hakim, Hapsoro A. Nugroho, Agus Tri Sutanto, Hariyanto, Munawar

Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika

*e-mail: suharni@bmgk.go.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem real time monitoring dan peringatan dini longsor berbasis risiko. Sistem real-time monitoring longsor meliputi parameter curah hujan, kelembapan tanah, kemiringan tanah, dan pergeseran tanah. Parameter tersebut diukur menggunakan sensor *tipping bucket*, *soil moisture*, *tiltmeter* dan *extensometer*. Parameter yang terukur tersebut kemudian diolah untuk digunakan sebagai informasi peringatan dini longsor. Sistem peringatan dini longsor tersebut berupa informasi tingkat risiko tanah longsor yang meliputi status tingkatan aman, waspada, siaga dan bahaya. Sistem pengolah data menggunakan Raspberry Pi 3B dan mikro SD Card sebagai penyimpan data. Sistem ini dilengkapi dengan *buzzer* dan sirine untuk notifikasi status bahaya peringatan dini longsor. Hasil kalibrasi dan komparasi menunjukkan bahwa setiap sensor menghasilkan nilai rata-rata selisih pada *tipping bucket* 0,325 mm/tip, kelembapan tanah $\pm 0,3\%$, kemiringan tanah $0,01^\circ$, dan pergeseran tanah $\pm 0,02$ g. Pengujian sistem menghasilkan data parameter yang terukur dapat ditampilkan secara real time dan memberikan informasi peringatan dini longsor untuk seluruh status tingkatan risiko.

Kata kunci: curah hujan; longsor; peringatan dini berbasis risiko

1. PENDAHULUAN

Longsor merupakan salah satu bencana hidrometeorologi yang terjadi pada daerah dengan kondisi geologi tidak stabil dan topografi yang curam. Potensi terjadinya longsor terutama terjadi pada daerah dengan kondisi geologi yang tidak stabil dan topografi yang curam (Karnawati, 2012). Wilayah Indonesia secara geografis terletak pada pertemuan empat lempeng tektonik berpotensi dilanda gempabumi sehingga rentan terhadap terjadinya pergerakan tanah yang masif atau longsor. Beberapa peristiwa longsor yang terjadi di Indonesia dipicu oleh gempabumi (Muntohar, 2010). Bencana tanah longsor kerap terjadi saat memasuki musim hujan dan bersifat lokal, sehingga menimbulkan kerugian korban jiwa serta kerusakan infrastruktur. Curah hujan yang tinggi merupakan salah satu pemicu terjadinya longsor. Pemicu longsor dapat disebabkan adanya akumulasi curah hujan untuk periode waktu tertentu (Iverson, 2000).

Sistem peringatan dini longsor telah dirancang dengan parameter curah hujan, kelembapan tanah, serta pergerakan tanah

(Nugroho, 2018). Sementara itu, Fathani (2008) membangun sistem pemantauan ini menyajikan hasil pengukuran *real-time* dengan menggunakan *extensometer*, *raingauge*, dan *water pressure sensor*. Adapun sistem peringatan dini longsor yang dibangun meliputi parameter curah hujan, *soil moisture*, kemiringan tanah, dan pergeseran tanah.

Potensi tanah longsor dapat diketahui sedini mungkin melalui real time monitoring parameter terjadinya longsor melalui *web site* dan aplikasi android, selain peringatan dini *on site* berupa sirine, sehingga dapat diinformasikan adanya potensi bahaya longsor pada masyarakat sekitar lokasi dan masyarakat mempunyai waktu yang cukup untuk mengambil tindakan yang dianggap perlu. Potensi terjadinya tanah longsor pada suatu daerah dapat dinyatakan sebagai sebuah risiko untuk terdampak tanah longsor. Berdasarkan hasil penelitian Priyono (2006), tingkat bahaya longsor tanah sangat tinggi di Desa Sijeruk, Banjarnegara. Berdasarkan tingginya potensi longsor di daerah Banjarnegara

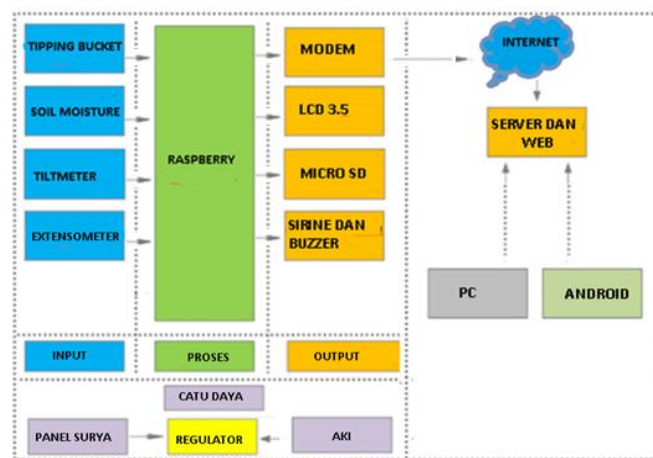
maka menurut Rahman (2015) diperlukan pemasangan alat untuk memantau tanah longsor di setiap tempat di wilayah tersebut.

Sistem ini bertujuan untuk memberikan notifikasi atau peringatan dini mengenai bencana tanah longsor berupa longsor berdasarkan tingkat risiko. Informasi tingkat risiko tanah longsor yang meliputi status tingkatan aman, waspada, siaga dan bahaya. Status tingkatan resiko yang diberikan berdasarkan nilai *threshold* parameter curah hujan, kelembapan tanah, kemiringan tanah, dan pergeseran tanah. Risiko bertingkat diperoleh dengan memberikan nilai *trigger* dari hasil kajian meteorologis yaitu curah hujan (Safri, 2017). Nilai *threshold* parameter kelembapan tanah ketika hujan lebih dari 60 mm/jam atau sangat lebat. Menurut Irawan, dkk (2018) kondisi kadar air tanah sama dengan sangat basah atau 100%. Nilai *Threshold* pergeseran tanah mengacu pada penelitian Karnawati (2012) ketika tanah bergeser sebesar 5cm maka potensi longsor dapat terjadi.

risiko bertingkat. Kerugian akibat bencana longsor yang bersifat lokal dapat diminimalisasi (Dai, 2002). Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan sistem peringatan dini tanah longsor untuk menginformasikan kejadian tanah

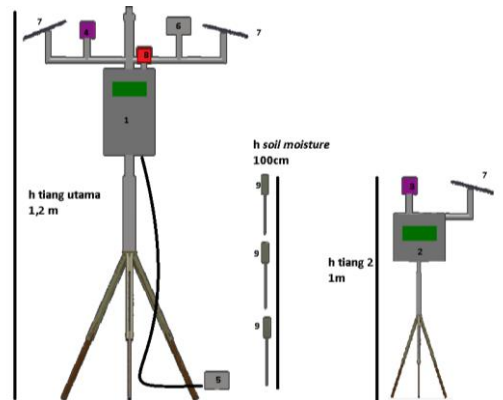
2. Metode

Perancangan sistem peringatan dini terdiri atas input, proses dan output, seperti pada blok diagram sistem pada gambar 1. Input sistem ini terdiri atas curah hujan, *soil moisture*, kemiringan tanah, dan pergeseran tanah diukur menggunakan *tipping bucket*, sensor *soil moisture*, *tiltmeter* dan *extensometer*. Proses pengolahan data dilakukan di *Raspberry Pi 3 B*, sedangkan output berupa pembacaan masing-masing nilai parameter yang terukur ditampilkan di LCD serta ditampilkan di web dan aplikasi android menggunakan teknologi *Internet of Things*. Data hasil pengukuran disimpan di micro SD dan sumber daya menggunakan panel surya.



Gambar 1. Blok diagram system

Skema sistem peringatan dini longsor untuk dimensi dan desain alat yang dirancang disajikan pada gambar 2.



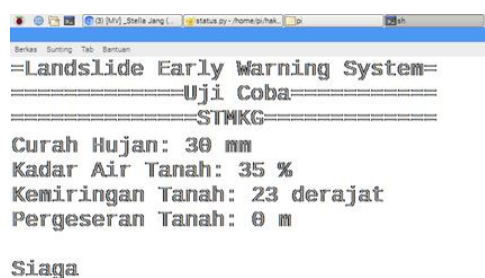
Gambar 2. Skema Sistem Peringatan Dini Longsor

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian sistem dilakukan dengan menunjukkan keluaran setiap sensor laik operasi. Pengujian dilakukan berupa kalibrasi dan komparasi. Pengujian penakar hujan dilakukan dengan menghitung resolusi penakar hujan. Hasil perhitungan resolusi penakar hujan sebesar 0,3250 mm/tip. Kalibrasi penakar hujan dan *tiltmeter* dilakukan di laboratorium curah hujan yang merupakan bagian dari laboratorium Instrumentasi, Kalibrasi dan, Rekayasa BMKG. Hasil kalibrasi *tiltmeter* menunjukkan bahwa sensor dapat mengukur perubahan nilai rata-rata 0,01°.

Komparasi sensor *soil moisture* dilakukan untuk mengetahui keluaran

dari sensor yang digunakan dapat merpresentasikan kadar air dalam tanah dengan nilai rata-rata $\pm 0,3\%$. Komparasi *extensometer* dilakukan untuk mendapatkan nilai jarak dari perbandingan nilai *desibel* yang dihasilkan sensor. Hasil komparasi menunjukkan bahwa RSSI representatif ketika jarak Tx dan Rx mulai dari 0-35 meter. Nilai rata-rata selisih pada kemiringan tanah 0,01°. Pengujian algoritma penentuan status tingkatan resiko dilakukan secara simulasi menunjukkan hasil bahwa sistem berjalan sesuai dengan tingkatan resiko yang telah ditentukan, seperti pada gambar 3 berikut untuk status siaga :



Gambar 3. Pengujian algoritma status tingkatan resiko.

Pengujian sistem dari kalibrasi sensor, komparasi sensor, pengujian komunikasi pengiriman data sensor ke *database server* hingga simulasi penentuan status bencana menggunakan algoritma yang telah berhasil dilakukan. Proses

pengujian lapangan saat ini tengah dilakukan di desa Sijeruk, Kecamatan Banjarmangu, Kabupaten Banjarnegara untuk melihat keterujian dan kehandalan sistem yang dibangun, seperti paada gambar 4.



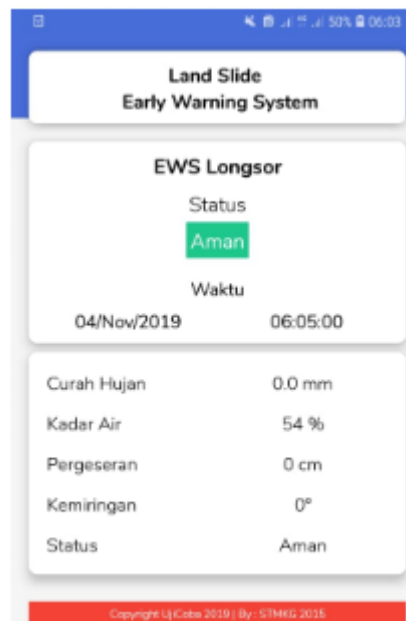
Gambar 4. On site Alat peringatan dini longsor

Monitoring real-time dan peringatan dini bisa diakses melalui web lews.stmkg.ac.id seperti pada gambar 5.

Sedangkan untuk monitoring menggunakan aplikasi android dan Gambar 6 berikut:



Gambar 5. Tampilan web



Gambar 6. Tampilan Android

4. Simpulan

Pengembangan sistem real time monitoring dan peringatan dini longsor berbasis risiko dilakukan dengan menggunakan empat parameter, yaitu

curah hujan, kadar air tanah, kemiringan tanah, dan pergeseran tanah. Sistem pun berhasil dilakukan simulasi penentuan status resiko tingkatan bencana potensi terjadinya longsor dan memunculkan notifikasi di LCD, sirine dan

buzzer. Monitoring sistem dapat diakses melalui web <https://lews.stmkg.ac.id>.

Daftar Pustaka

- Dai, F.C., Lee, C.F. and Ngai, Y.Y., 2002. Landslide risk assessment and management: an overview. *Engineering geology*, 64, (1), 65-87.
- Fathani, T.K., dkk. 2008. Development of Landslide Monitoring and Early Warning System in Indonesia. In *Proceeding of the 1st World Landslide Forum, ICL UNESCO*, 195-198. Tokyo Japan.
- Irawan, dkk. 2019. Rainfall threshold and soil moisture indexes for the initiation of landslide in Banjarmangu sub-district, central Java, Indonesia. IOP Conf. Series: *Earth and Environmental Science* 243, 012028
- Iverson, R. M., 2000. "Landslide triggering by rain infiltration". *Water Resources Research*, 36, 1897-1910.
- Karnawati, D., 2012. "Development Of Socio-Technical Approach For Landslide Mitigation And Risk Reduction Program In Indonesia". *ASEAN Engineering Journal*, X , (X), 21-49
- Muntohar. 2010. *Tanah Longsor*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Nugroho, Hapsoro A., dkk. 2018. "Rancang Bangun Real Time Monitoring dan Peringatan Dini Tanah Longsor Berbasis Resiko". *Prosiding Seminar Nasional Fisika (SINAFI)*, ISBN: 978-602-74598-2-3, 302-3006, 325-333.
- Priyono, K.D. and Priyana, Y., 2006. Analisis Tingkat Bahaya Longsor Tanah Di Kecamatan Banjarmangu Kabupaten Banjarnegara. *Forum Geografi*, 20, (2), 175 - 189.
- Rahman, A.Z., 2015. Kajian Mitigasi Bencana Tanah Longsor di Kabupaten Banjarnegara. *GEMA PUBLICA*, 1, (1), 1-14.
- Safiril, A., dkk. 2017. Kajian Awal Sistem Peringatan Dini Longsor Berbasis Penguatan Sistem Prediksi Curah Hujan dan Gempabumi Studi Area: Garut dan Banjarnegara. *Monograf*, UP2KM STMKG, Jakarta.