

PENGEMBANGAN ALAT DETEKSI DINI DALAM UPAYA PENINGKATAN KESIAPSIAGAAN WARGA DESA TOTOPo TERHADAP BENCANA BANJIR DAN TANAH LONGSOR

Icha Untari Meidji¹, Haerul Ahmadi², Ninasafitri³, Devi Triana Paputungan⁴,
Kisman R Akuba⁵, Harsano Jayadi⁶

^{1,2,3})Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo

^{4,5})Mahasiswa Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo

⁶)Universitas Tadulako, Palu

email: ichauntarimeiji10@gmail.com

Abstrak

Desa Totopo merupakan salah satu desa terpencil di Kecamatan Bilato Provinsi Gorontalo yang sangat rentan terjadi multi bencana. Topografi Desa Totopo terdiri dari perbukitan dimana rumah warga berada pada lembahnya dan persis di samping rumah warga terdapat sungai besar yang sering menjadi penyebab banjir yang merendam rumah warga sekitar Desa Totopo. Hampir setiap tahun desa ini menjadi langganan bencana terutama bencana banjir dan tanah longsor. Oleh karena itu tujuan dari kegiatan ini adalah agar masyarakat Desa Topopo dapat mencegah ancaman, resiko dan dampak bencana sehingga Desa Totopo menjadi Desa tangguh terhadap bencana alam. Diharapkan pula Desa Totopo menjadi salah satu percontohan desa siaga bencana di Provinsi Gorontalo. Metode pengabdian yang dilakukan yaitu mengembangkan early warning system melalui perakitan dan pemasangan alat deteksi dini untuk banjir dan tanah longsor yang diharapkan mampu mengurangi resiko kerugian korban jiwa maupun harta jika terjadi bencana. Melalui kegiatan yang telah disebutkan, diharapkan Desa Totopo menjadi desa tangguh siaga bencana alam.

Kata kunci: Bencana Alam, Siaga Alam, Sistem Deteksi Dini dan Desa Totopo

Abstract

Totopo Village is one of the remote villages in Bilato District, Gorontalo Province which is very vulnerable to multiple disasters. The topography of Totopo Village consists of hills where the residents' houses are located in the valley and standing next to the residents' houses there is a large river which often causes floods that submerge the houses of residents around Totopo Village. Almost every year this village is subject to disasters, especially floods and landslides. Therefore, the aim of this activity is so that the Topopo Village community can prevent threats, risks and impacts of disasters so that Totopo Village becomes a resilient village against natural disasters. It is also estimated that Totopo Village is an example of a disaster preparedness village in Gorontalo Province. The method of service carried out is developing an early warning system through assembling and installing early detection tools for floods and landslides which is expected to reduce the risk of loss of life and property if a disaster occurs. Through the activities mentioned, it is hoped that Totopo Village will become a resilient disaster prepared village.

Keywords: Natural Disaster, Disaster Preparedness, Early Warning System, and Totopo Village

PENDAHULUAN

Bencana merupakan suatu keadaan yang dapat terjadi setiap waktu di suatu tempat. Untuk itu diperlukan adanya suatu kesiapsiagaan dari suatu masyarakat setempat dalam menghadapi bencana tersebut agar dapat meminimalisir dampak yang ditimbulkan. Bencana alam geologi ini merupakan suatu ancaman bagi makhluk hidup, khususnya manusia dan lingkungan sekitarnya (Asadel et al., 2022; Lu & Sohail, 2022; Yixing, 2023). Karena lokasinya di lingkaran api antara lempeng Asia, Australia, dan Pasifik, Indonesia mengalami tingkat bencana alam yang tinggi. Disebabkan oleh geologinya, gempa bumi, tsunami, letusan gunung api, tanah longsor, dan banjir adalah bencana yang sering terjadi. Bencana alam dapat menyebabkan kerusakan dan kerugian, seperti efek buruk pada kesehatan mental, kerusakan fisik, dan pengaruh pada pekerjaan dan pendapatan masyarakat (Darwis et al., 2021; Fedryansyah et al., 2019). Mitigasi adalah serangkaian tindakan pencegahan yang dirancang untuk mengurangi kemungkinan bencana dan konsekuensi yang akan ditimbulkannya (Darmawan et al., 2020). Oleh karena itu, upaya dan kegiatan mitigasi harus terus dilakukan dalam mencegah dan mengurangi dari dampak dan kerugian yang ditimbulkan oleh bencana alam tersebut.

Untuk mencegah dan mengurangi risiko korban jiwa dan harta benda, metode pendekatan struktural dan nonstruktural harus digunakan (Nursa'ban, 2010). Mitigasi non-struktural membutuhkan pendekatan yang lebih berkelanjutan dan nonfisik sebagai kebijakan insitusi, rasa kepedulian, dan faktor pemberdayaan masyarakat. Di sisi lain, mitigasi struktur membutuhkan pendekatan rekayasa teknis untuk bangunan yang tahan terhadap bencana (Sugiharyanto et al., 2014).

Selama sepuluh tahun terakhir ini, dari 2011 hingga 2020, data BNPB menunjukkan peningkatan kejadian bencana alam hidrometeorologi di wilayah Indonesia, dengan peningkatan sebesar 99,3% pada tahun 2020. Faktor utama peningkatan ini adalah perubahan iklim global dan penurunan kualitas lingkungan akibat ulah manusia (antropogenik), seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1. Menurut Pudjiastuti (2019), kemampuan dalam melakukan tanggap darurat bencana di Indonesia berkisar antara 11,35% untuk rumah tangga di perkotaan dan 8,08% berada di daerah pedesaan. Data ini sangat sedikit sekali jika ditinjau dari banyaknya kejadian bencana alam di Indonesia, dimana kejadian ini termasuk dalam ancaman keamanan non militer yang mengganggu kedaulatan negara republik Indonesia (Yulianto et al., 2021).



Gambar 1. Persentase tingkat sebaran bencana alam yang terjadi di Indonesia pada tahun 2011-2020 (BNPB).

Desa Totopo merupakan salah satu desa terpencil dan pelosok yang terdapat di Provinsi Gorontalo. Desa ini berada di kecamatan Bilato yang merupakan salah satu wilayah yang rentan terjadi bencana alam, terutama longsor dan banjir. Ada beberapa variabel yang menjadi memicu terjadi bencana alam di daerah tersebut, yakni topografi wilayahnya yang terdiri dari pegunungan dengan model tekstur tanah yang memiliki permeabilitas kurang baik dalam meloloskan air jika terjadi hujan dengan intensitas tinggi. Hal ini akan mengakibatkan bencana alam longsor dan membuat material longsor terbawa ke sungai yang mengelilingi desa Totopo tersebut sehingga mengakibatkan pendangkalan dan membendung air sungai yang nantinya akan menimbulkan banjir di daerah Totopo ini. Dengan analisis kerentanan, model topografi wilayah dan morfologinya, daerah ini sangat perlu dilakukan suatu upaya mitigasi bencana alam yang mampu dalam mengurangi dampak yang ditimbulkannya terhadap masyarakat yang bermukim di Desa Totopo tersebut.

METODE

Kegiatan program kemitraan masyarakat yang berlokasi di Desa Totopo, Kecamatan Bilato, Provinsi Gorontalo selama 1 bulan yang dilakukan dengan melalui pengembangan early warning system (EWS) berupa alat deteksi banjir dan alat deteksi tanah longsor. Di daerah pengabdian ini, terdapat 2 bencana alam yang beberapa kali pernah terjadi dan masih sangat berpotensi besar terjadi, yaitu tanah longsor dan banjir.

Dalam program kemitraan ini, kami melakukan beberapa tahapan untuk mencapai tujuan yang akan kami rencanakan dan bersifat berkesinambungan. Tahapan tersebut berupa, identifikasi titik rawan bencana, merakit alat, memasang alat deteksi dan alarm bencana kemudian sosialisasi alat kepada masyarakat desa.

Tahap identifikasi titik rawan bencana berupa identifikasi daerah berdasarkan pengamatan langsung, studi geologi jenis tanah dan topografi, peta rawan bencana dari BMKG dan evaluasi sejarah bencana. Sehingga didapatkan titik-titik rawan banjir dan longsor untuk pembuatan peta jalur evakuasi dan penentuan tempat meletakkan alat deteksi dini, serta untuk menentukan jalur evakuasi ketika bencana terjadi.

Tahap selanjutnya memasang alat deteksi dan alarm bencana, berupa alat deteksi untuk bencana banjir dan tanah longsor. Pembuatan alat deteksi banjir memanfaatkan panel surya sebagai sumber daya dan menggunakan sensor pendeteksi tekanan air, sedangkan alat deteksi longsor menggunakan sensor getaran tanah. Sensor tersebut dirakit dan dihubungkan dengan alarm berupa sirene yang dapat didengar oleh warga. Pemasangan alat deteksi dan alarm dilakukan pada lokasi yang tepat dan mengoperasikan alarm yang sebelumnya telah diuji kinerjanya.

Evaluasi pelaksanaan program dilakukan dengan melakukan uji coba alat deteksi dini dan jalur evakuasi bencana alam di lokasi yang telah ditentukan. Evaluasi dilakukan dengan memperhatikan waktu respons, akurasi, dan kecepatan pelaksanaan evakuasi. Selain itu kami melakukan survei kepuasan pengguna terhadap alat deteksi dini dan jalur evakuasi tersebut. Dalam survei ini, akan ditanyakan mengenai kehandalan, kepraktisan, serta kemudahan penggunaan alat deteksi dini dan jalur evakuasi bencana alam. Sedangkan evaluasi untuk sosialisasi dan simulasi kebencanaan dilakukan dengan melakukan survei kepuasan peserta terhadap sosialisasi dan simulasi kebencanaan yang telah dilakukan. Dalam hal ini, dapat ditanyakan mengenai kualitas penyampaian informasi, efektivitas simulasi, dan kepuasan peserta terhadap sosialisasi dan simulasi kebencanaan.

Waktu pelaksanaan pengabdian dilakukan mulai dari bulan juli hingga agustus 2023 di Desa Totopo, Kecamatan Bilato, Provinsi Gorontalo.

Sebelum melakukan pengabdian kepada masyarakat di Desa Totopo, terlebih dahulu kami melakukan survei pendahuluan untuk mengetahui kebutuhan dan analisis bencana yang perlu diterapkan pada desa ini. Selain berkunjung dan mengambil data geologi langsung, kami juga melakukan studi literatur dan wawancara langsung kepada pihak pemerintah desa dan warga setempat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Program kemitraan masyarakat berbasis pengabdian dalam penerapannya mengembangkan early warning system (EWS) mitigasi bencana alam banjir dan tanah longsor di daerah Desa Totopo, Kecamatan Bilato, Provinsi Gorontalo telah dilaksanakan sejak bulan Juli hingga Oktober 2023. Kegiatan yang dilakukan ini merupakan dorongan dan upaya mitigasi bencana alam menuju desa yang tanggap bencana alam geologi dengan mengedepankan prinsip pemberdayaan masyarakat (Dalimunthe & Ablisar, 2022). Adapun kegiatan-kegiatan yang telah dilakukan dalam program kemitraan masyarakat ini adalah survei pendahuluan, pembuatan alat deteksi berupa alarm bencana tanah longsor, pemasangan jalur evakuasi dan titik kumpul sebagai upaya mitigasi bencana alam yang rentan terjadi di daerah pengabdian.



Gambar 2. Survei pendahuluan dan pertemuan untuk diskusi bersama kepala Desa Totopo

Pada survei pendahuluan yang dilakukan dalam pengabdian ini terlihat pada gambar 2, yaitu meninjau letak posisi tanah longsor yang pernah terjadi dan berpotensi terjadi selanjutnya di desa ini.

Survei juga dilakukan pada Sungai Paguyaman yang sering menjadi penyebab terjadinya banjir di Desa Totopo tersebut. Dalam survei awal ini kami ditemani oleh Bapak Kepala Desa Totopo. Survei ini ditunjukkan untuk menetapkan posisi dan perancangan alat deteksi banjir dan tanah longsor. Selain itu, kami melakukan pengaturan tempat penempatan rambu-rambu evakuasi sehingga dapat berfungsi dengan baik jika terjadi bencana alam. Setelah survei pendahuluan dilakukan, kami kemudian membuat peta jalur evakuasi bencana berdasarkan hasil survei data geologi yang sebelumnya telah dikumpulkan seperti terlihat pada gambar 3.

Perancangan maupun perakitan alat deteksi berupa alarm jika terjadi bencana banjir dan tanah longsor kami lakukan di Kota Gorontalo dapat dilihat pada gambar 4. Proses perakitan alat kami lakukan kurang lebih selama satu bulan dengan beberapa kali percobaan sebelum dipasang di lokasi pengabdian. Selanjutnya kami melakukan pemasangan alat tersebut yang dirangkai dengan pemasangan rambu-rambu untuk jalur evakuasi jika sewaktu-waktu terjadi bencana alam, warga Desa Totopo sudah siap menghadapinya. Pada tahap ini, masyarakat juga diberikan keterampilan dalam merawat dan menggunakan alat secara langsung. Respon warga setempat terhadap kegiatan ini sangat positif, karena merasa sangat terbantu dengan adanya pengembangan alat deteksi dini untuk bencana alam ini. Warga desa bahkan mengharapkan penambahan alat deteksi tanah longsor dan banjir di beberapa titik, karena banyaknya bukit di desa tersebut yang juga rawan terjadi tanah longsor



Gambar 3. Proses perancangan dan perakitan alat deteksi banjir dan tanah longsor

Alat deteksi banjir yang kami rakit menggunakan sensor ketinggian air, sensor ini digunakan untuk mendeteksi ketinggian air Sungai Paguyaman di Desa Totopo. Sensor tekanan atau sensor piezoelektrik mengukur tekanan hidrostatik yang dihasilkan oleh ketinggian kolom air di atas sensor. Tekanan hidrostatik adalah tekanan yang diberikan oleh cairan yang diam terhadap permukaan sensor. Semakin tinggi ketinggian air di atas sensor, semakin besar tekanan hidrostatiknya. Sensor ini mengubah perubahan tekanan menjadi perubahan nilai tegangan atau arus listrik, yang kemudian diinterpretasikan menjadi ketinggian air. Ketika ketinggian air diatas level yang aman, maka sensor ini akan membunyikan alarm berupa sirene dan lampu darurat akan menyala sehingga memberikan kesempatan warga untuk mengevakuasi diri dan tindakan darurat lainnya yang memungkinkan.

Proses pemasangan alat deteksi banjir kami letakkan pada jarak kurang lebih 50 meter dari Sungai Paguyaman yang mengalir sepanjang Desa Totopo. Lokasi alat ini berada dibelakang salah satu rumah warga desa yang berada paling hilir desa ini, sehingga jika sewaktu-waktu air telah mencapai ketinggian tidak lazim dan mengindikasikan potensi terjadi bencana banjir, maka sensor akan mendeteksi ancaman tersebut dan mengeluarkan bunyi yang keras dan menyalakan lampu sirene. Harapannya warga desa yang berdekatan dengan alat deteksi banjir ini, dapat segera berlari menyelamatkan diri sambil memberikan informasi kepada warga desa lainnya yang lebih jauh dan mungkin tidak mendengar sirene dari alat tersebut. Proses pemasangan alat deteksi banjir dapat dilihat pada gambar 5



Gambar 4. Pemasangan alat deteksi banjir di tepi Sungai Paguyaman, Desa Totopo.

Alat deteksi tanah longsor seperti terlihat pada gambar 6, kami letakkan tepat di bukit belakang rumah salah satu warga desa. Pada saat survei pendahuluan, kami menemukan bahwa bukit ini merupakan bukit yang paling berpotensi mengalami tanah longsor. Bukit ini sangat gundul dan dimanfaatkan oleh warga untuk bercocok tanam jagung dengan menebang pohon-pohon besar sehingga tutupan lahannya sangat minim menyebabkan tidak ada tanaman yang mampu mengikat tanah dan air. Kemiringan lereng bukit ini mencapai kurang lebih 40 derajat dengan struktur batuan dan tanah mudah lapuk.

Sensor yang kami gunakan dalam merakit alat deteksi tanah longsor berupa sensor deformasi tanah dimana sensor ini mengukur perubahan fisik dalam tanah, seperti pergeseran atau kompresi. Adapun pergeseran tanah yang dapat dideteksi oleh sensor ini adalah dalam 4 arah mata angin dengan sensitifitas pergeseran lebih dari 100. Ketika tanah bergerak atau mengalami deformasi, sensor ini akan meregang atau berkontraksi bersama dengan tanah yang kemudian membunyikan sirene dan menyalakan lampu darurat. Sehingga warga bisa menyelamatkan diri sesaat sebelum tanah longsor terjadi dan resiko kerugian akibat bencana ini dapat minimalisir.



Gambar 5. Pemasangan alat deteksi tanah longsor di bukit belakang rumah Warga Desa Totopo

Semua proses pemasangan baik alat deteksi tanah longsor maupun banjir didukung penuh terutama oleh kepala Desa Totopo maupun warga desanya. Hal ini dibuktikan dengan partisipasi dan antusias warga saat proses pemasangan alat. Begitu juga pada saat pengenalan alat agar warga desa bisa melakukan penjaagaan dan perawatan alat-alat tersebut. Warga Desa Totopo merasa bersyukur dan berterima kasih kepada tim pengabdian dan berharap ada kegiatan lanjutan atau serupa untuk desa mereka yang telah beberapa kali terjadi bencana alam.

SIMPULAN

Dari program kemitraan masyarakat mengenai early warning system untuk mitigasi bencana alam geologi, terutama untuk banjir dan longsor ini sangat berguna sekali untuk masyarakat Desa Totopo.

Respon masyarakat dalam kegiatan pengabdian ini sangat antusias sekali dan memiliki respon yang tinggi terhadap mitigasi bencana alam. Selain itu, respon berupa pertanyaan dan masukan dari masyarakat bermunculan saat kegiatan pemasangan maupun pengenalan alat terhadap bencana jika sewaktu-waktu terjadi.

SARAN

Kegiatan pengabdian ini sangat memerlukan suatu partisipasi masyarakat untuk menjaga dan merawatnya agar bisa digunakan secara berkesinambungan antara pihak kampus dengan masyarakat tempat lokasi pengabdian, Oleh karena itu, sangat diperlukan sekali untuk lembaga perguruan tinggi maupun lembaga terkait setempat untuk masuk dalam lingkungan masyarakat agar terciptanya sinergitas yang baik dalam masalah kesejahteraan dan perlindungan masyarakat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, kebudayaan, Riset dan Teknologi dalam program BIMA dalam program kemitraan masyarakat yang telah mendanai program pengabdian ini dengan nomor kontrak 27/E5/PG.02.00.PM/2023. Ucapan terima kasih juga buat Universitas Negeri Gorontalo, Kepala Desa Totopo serta dosen dan mahasiswa yang membantu dan mendukung program pengabdian ini sampai tahap akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Asadel, S. T., Kurniawan, A., & Setiawan, M. C. A. (2022). Implementasi Sendai Framework Terhadap Respons Bencana Alam Di Filipina Tahun 2016-2020. *Journal of Political Issues*, 3(2), Article 2. <https://doi.org/10.33019/jpi.v3i2.70>
- Dalimunthe, R. F., & Ablisar, M. (2022). Pemberdayaan masyarakat dalam mitigasi bencana banjir dan sistem peringatan dini dengan Teknologi Internet of Things (IoT) di perumahan deflamboyan desa tanjung selamat. *Jurnal Pengabdian Mandiri*, 1(4), 577–582.
- Darmawan, I., Della, K., Avelia, P., & Haq, M. D. (2020). Edukasi Mitigasi Bencana di Desa Cintamulya, Kecamatan Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Provinsi Jawa Barat. *Kumawula: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 129. <https://doi.org/10.24198/kumawula.v3i2.24745>
- Darwis, R. S., Miranti, Y. S., Saffana, S. R., & Yuandina, S. (2021). Kewirausahaan Sosial Dalam Pemberdayaan Masyarakat. *Focus: Jurnal Pekerjaan Sosial*, 4(2), 135–147.
- Fedryansyah, M., Pancasilawan, R., & Ishartono, I. (2019). Penanggulangan Bencana oleh Organisasi Lokal di Kecamatan Jatinangor. *Share: Social Work Journal*, 8(2), 136. <https://doi.org/10.24198/share.v8i2.18403>
- Lu, F., & Sohail, M. T. (2022). Exploring the Effects of Natural Capital Depletion and Natural Disasters on Happiness and Human Wellbeing: A Study in China. *Frontiers in Psychology*, 13, 870623. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.870623>
- Nursa'ban, M. (2010). Identifikasi Kerentanan dan Sebaran Longsor Lahan Sebagai Upaya Mitigasi Bencana di Kecamatan Bener Kabupaten Purworejo. *Jurnal Geografi Gea*, 10(2), Article 2. <https://doi.org/10.17509/gea.v10i2.1018>
- Pudjiastuti, S. R. (2019). Mengantisipasi dampak bencana alam. *Jurnal Ilmu Pendidikan (JIP) STKIP Kusuma Negara*, 10(2), 1–14.
- Sugiharyanto, S., Wulandari, T., & Wibowo, S. (2014). Persepsi Mahasiswa Pendidikan IPS Terhadap Mitigasi Bencana Gempa Bumi. *JIPSINDO (Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Indonesia)*, 1(2), Article 2. <https://doi.org/10.21831/jipsindo.v2i1.2887>
- Yixing, W. (2023). Construction of Urban Flood Disaster Emergency Management System Using Scenario Construction Technology. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2023, 1–1. <https://doi.org/10.1155/2023/9807606>
- Yulianto, S., Apriyadi, R. K., Apriyanto, A., Winugroho, T., Ponangsera, I. S., & Wilopo, W. (2021). Histori Bencana dan Penanggulangannya di Indonesia Ditinjau Dari Perspektif Keamanan Nasional. *PENDIPA Journal of Science Education*, 5(2), 180–187. <https://doi.org/10.33369/pendipa.5.2.180-187>