Strengthening Ngledoksari Village, Tawangmangu, Karanganyar as a Disaster-Resilient Village Through a Landslide Early Warning System

Ahmad Marzuki[1*], Muhammad Raihanriza Ekaputra[2], Saidatul Nisya[3], Isnaini Intan Pratiwi[4], Muhammad Rafi[5], Akmal Desandi[6], Miftahul Rizqy[7], Jasson Franklyn Wang[8], Maulina Nurul Hidayah[9], Hana Syahidah Al Mutawakil[10], Sunti Nur Meili[11], Nania Riswanda Neineza[12], Alfan Umar Faruq[13], Devara Ega Fausta[14], Choirul Singgih Munandar[15]

[1,2,3,7,9,11,12,13,14,15]Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret
[4]Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret
[6]Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
[8]Program Studi Pendidikan Geografi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret
[10]Program Studi Informatika, Fakultas Informasi dan Teknologi Sains Data, Universitas Sebelas Maret
*E-mail: amarzuki@mipa.uns.ac.id

Abstract
Ngledoksari Village is one of the landslide-prone areas in Karanganyar Regency due to its hilly geographical location, many steep slopes, and high rainfall. This community service activity aims to strengthen community preparedness in facing landslide disasters through the implementation of Early Warning System (EWS) technology. The method used is Participatory Action Research which includes location surveys, installation, socialization and training on the use of tools to the community. The results of the activity are the installation of EWS tools at several strategic points, namely in Tegalsari Village & Nglurah Village Border. In addition, the socialization process shows an increase in community understanding regarding disaster mitigation and the ability to respond to early warnings independently. It is hoped that the installed EWS tools can be an effective solution to strengthen community-based disaster warning systems in landslide-prone areas.
Keyword: *EWS, landslide, Ngledoksari, Participatory Action Research.*

Abstrak
Desa Ngledoksari merupakan salah satu wilayah rawan longsor di Kabupaten Karanganyar karena letak geografisnya yang berbukit, banyak lereng curam, dan memiliki curah hujan yang tinggi. Kegiatan pengabdian

Article Info:
Received 06 April 2026
Received in revised 11 April 2026
Accepted 07 April 2026
Available online 15 Mei 2026

ISSN : 2745-6951
DOI :
https://doi.org/10.35899/ijce.v7i2.1198

Indonesian Journal of Community Empowerment (IJCE) is published under licensed of a CC BY-SA Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.
e-ISSN : 2745-6951
DOI : https://doi.org/10.35899/ijce.v7i2.1198

masyarakat ini bertujuan untuk memperkuat kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi bencana tanah longsor melalui implementasi teknologi Early Warning System (EWS). Metode yang digunakan berupa Participatory Action Research yang meliputi survei lokasi, pemasangan, sosialisasi dan pelatihan penggunaan alat kepada masyarakat. Hasil dari kegiatan berupa terpasangnya alat EWS dibeberapa titik strategis yaitu di Desa Tegalsari & Perbatasan Desa Nglurah. Selain itu, proses sosialisasi memperlihatkan adanya peningkatan pemahaman masyarakat terkait mitigasi bencana serta kemampuan merespons peringatan dini secara mandiri. Harapannya dengan adanya alat EWS yang telah terpasang, dapat menjadi solusi efektif untuk memperkuat sistem peringatan bencana berbasis masyarakat di daerah rawan longsor.
Kata Kunci: EWS, Ngledoksari, *Participatory Action Research*, Tanah longsor.

I. PENDAHULUAN

Indonesia termasuk negara dengan tingkat kerentanan tinggi terhadap bencana geologi, salah satunya tanah longsor [1]. Salah satu kabupaten di Indonesia dengan tingkat risiko tinggi untuk bencana tanah longsor berada di Kabupaten Karanganyar [2]. Kecamatan Tawangmangu merupakan bagian dari Kabupaten Karanganyar yang terletak di kaki Gunung Lawu yang didominasi dengan kemiringan di kelas IV (30-45%) dan kelas V (>45%) dan di antaranya termasuk kategori rawan longsor tingkat sedang hingga tinggi [3]. Berdasarkan kajian [4], desa Ngledoksari, Kecamatan Tawangmangu, merupakan salah satu daerah dengan risiko tanah longsor yang tinggi. Salah satu peristiwa tanah longsor terbesar terjadi pada tahun 2007, menimbun banyak rumah dan mengakibatkan korban jiwa berjatuhan [5]. Adanya insiden ini membuat pihak-pihak terkait berusaha mencari solusi untuk mampu meminimalisir dampak kerugian harta benda dan nyawa apabila ada kejadian serupa. Upaya mitigasi yang gencar dilakukan berupa pengawasan atas alih fungsi lahan, pengembalian fungsi hutan dan hutan lindung, pengendalian pembangunan properti [6], serta pemasangan teknologi *Early Warning System* (EWS) tanah longsor [7].

EWS sendiri merupakan suatu rangkaian sistem peringatan dengan indikator tertentu yang berfungsi untuk menghantarkan informasi apabila terjadi fenomena alam yang dapat dilihat dari tanda-tanda alam yang saling berkaitan. Adanya EWS dapat memberikan peringatan dini dalam meningkatkan kewaspadaan masyarakat terhadap bencana lewat edukasi mengenai risiko bencana, pemantauan dan layanan peringatan [8]. Sampai tahun 2021 tercatat jumlah EWS tanah longsor yang dimiliki oleh Kabupaten Karanganyar berjumlah 136 buah, dengan rincian 36 buah EWS jenis tanam dan 100 buah EWS jenis *portable* yang sudah dipasang di 30 dusun di 20 desa [9]. Pemasangan EWS, khususnya di Desa Ngledoksari dapat menjadi solusi dalam upaya mitigasi bencana tanah longsor yang sering kali terjadi terutama pada saat musim penghujan.

Indonesian Journal of Community Empowerment (IJCE) is published under licensed of a CC BY-SA Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.
e-ISSN : 2745-6951
DOI : https://doi.org.10.35899/ijce.v7i2.1198

Studi literatur menyebutkan pemasangan EWS di daerah rawan bencana tanah longsor telah tersebar di berbagai wilayah Indonesia [10-12]. Pengaplikasian EWS adalah bentuk *transfer* teknologi kepada masyarakat akan peringatan dini kebencanaan [13]. EWS yang diberikan sebisa mungkin dibuat sederhana, sensitif sesuai dengan kondisi lapangan, andal, dan memiliki perawatan yang mudah, sehingga masyarakat dapat melalukan perbaikan secara mandiri. Salah satu jenis EWS yang dirasa dapat memenuhi kebutuhan tersebut adalah EWS berbasis sistem analog. Sistem ini dirancang dengan memanfaatkan pergeseran gear terhadap perubahan posisi tiang pancang pada daerah curam. Selain itu, sistem ini juga dilengkapii dengan teknologi *off grid* atau dengan kata lain dapat mandiri energi supaya tercipta sistem yang *sustainable* tanpa membebani pembiayaan listrik masyarakat.

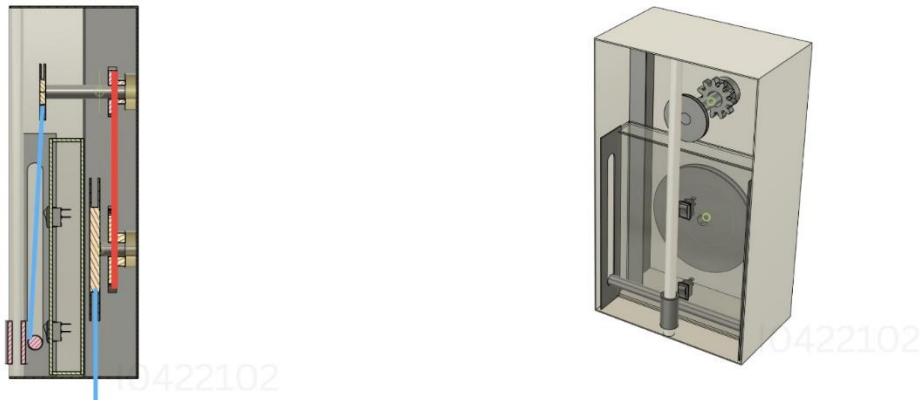
Berdasarkan permasalahan di desa Ngledoksari yang perlu memperoleh solusi konkrit, maka pada program pengabdian masyarakat melalui Kuliah Kerja Nyata (KKN) Universitas Sebelas Maret Surakarta (UNS), dilakukan peningkatkan kesiapsiagaan warga Desa Ngledoksari dengan penerapan EWS tanah longsor berbasis sitem *analog*. EWS ini diharapkankan berfungsi tidak hanya sebagai alat peringatan, namun sebagai sarana pemberdayaan masyarakat Ngledoksari. Adanya integrasi teknologi serta pendekatan partisipatif masyarakat diharapkan mampu menumbuhkan respon tanggap bencana yang lebih cepat, mandiri, dan berkelanjutan.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Participatory Action Research* (PAR), yaitu penelitian yang menggabungkan proses tindakan dan refleksi secara partisipatif bersama masyarakat untuk mencapai perubahan sosial yang nyata [14]. Kegiatan dilaksanakan di Desa Ngledoksari, Kecamatan Tawangmangu, Kabupaten Karanganyar selama bulan Juli-Agustus 2025. Fokus utama kegiatan adalah penguatan kesiapsiagaan bencana melalui pembuatan dan pemasangan alat *Early Warning System* (EWS) longsor berbasis sensor analog yang dilengkapi pendeteksi kelembapan tanah dan kemiringan lereng. Proses pelaksanaan dibagi ke dalam tiga tahap, yaitu survei dan penyiapan lokasi, perakitan alat, pemasangan sistem EWS, serta proses sosialisasi kebencanaan terhadap warga masyarakat sekitar.

Proses survei dan penentuan tempat dilaksanakan oleh tim KKN bersama dengan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Karanganyar, serta relawan dari warga desa Ngledoksari. Survei menargetkan titik-titik yang dirasa memiliki kemiringan curam dan pernah terdapat riwayat terjadi longsor. Setelah tahapan survei dilaksankan dan diperoleh titik potensial untuk dilakukan pemasangan EWS, maka selanjutnya tim mulai merancang dan sistem EWS yang akan dipergunakan. Skema rancangan sistem yang dipergunakan dapat diilustrasikan pada Gambar 1. Sistem mekanik pendeteksian terdiri atas satu pasang gear dan rantai yang saling terhubung dengan as besi berukuran 10 mm. Untuk menambahkan kekuatan, dudukan as diperkuat dengan 2 pasang *bearing* tipe 698z. Pada bagian horizontal, batang besi dipasangi untuk saklar pemicu. Ketika tali tertarik, as besi bergeser naik dan memicu saklar untuk hidup.

Indonesian Journal of Community Empowerment (IJCE) is published under licensed of a CC BY-SA Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.
e-ISSN : 2745-6951
DOI : https://doi.org.10.35899/ijce.v7i2.1198



Gambar 1. Skema sistem mekanis EWS

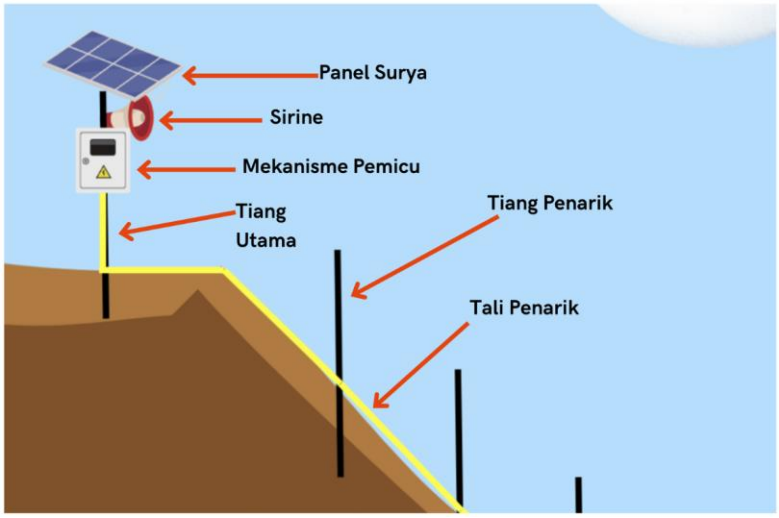
Sedangkan dari bagian kelistrikan, sistem ini dilengkapi dengan sebuah wadah berisi 4 buah saklar dengan fungsi masing-masing. 2 saklar pertama memiliki fungsi peran untuk mengaktifkan sirine, sedangkan 2 saklar terakhir akan bertugas menaikkan voltase yang mengakibatkan raungan sirine menjadi lebih keras dan memperluas wilayah peringatan yang dijangkau. Bagian kelistrikan sistem dapat diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Wadah sistem kelistrikan EWS

Untuk sistem tiang pancangnya, alat ini terdiri dari tiang pancang utama yang dilengkapi panel surya serta beberapa tiang pancang tambahan yang dipasang menyusuri lereng. Sistem ini dihubungkan dengan sebuah tali, yangmana ketika terjadi pergeseran tanah maka tiang sekunder akan bergeser dan merambatkan informasi pada tiang utama, sehingga sistem peringatan dini akan bekerja dengan membunyikan sirine. Sistem penarikan tali terkontrol oleh bandul yang terikat di dalam tanah dan diletakkan di bawah tiang utama. Ilustrasi kerja sistem EWS dapat ditampilkan pada Gambar 3.

Indonesian Journal of Community Empowerment (IJCE) is published under licensed of a CC BY-SA Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.
e-ISSN : 2745-6951
DOI : https://doi.org.10.35899/ijce.v7i2.1198



Gambar 3. Ilustrasi sistem kerja EWS

Tahapan ini merupakan proses yang paling memakan waktu untuk dilaksanakan karena pembuatan sistem skala lapangan membutuhkan ketelitian dan perhitungan yang matang. Selain itu, bantuan dari pihak lain juga sangat diperlukan untuk membuat sistem yang dapat bekerja dengan baik seperti halnya diperlihatkan pada Gambar 4. dengan melibatkan tukang las lokal untuk membantu pembuatan rangka *box* EWS-nya.



Gambar 4. Pembuatan kerangka EWS

Setelah proses pembuatan terselesaikan, maka seluruh sistem di *assembly* dan ditempatkan pada titik survei sebelumnya. Proses pemasangan EWS dilakukan pada beberapa titik, terutama pada daerah Tegalsari dimana terdapat beberapa permukiman warga di bawahnya sehingga titik ini diambil dikarenakan tempat kemiringannya yang curam serta

Indonesian Journal of Community Empowerment (IJCE) is published under licensed of a CC BY-SA Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.
e-ISSN : 2745-6951
DOI : https://doi.org.10.35899/ijce.v7i2.1198

riwayat kejadian tanah longsor yang berulang kali terjadi. Proses pemasangan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Proses pemasangan EWS oleh tim KKN bersama warga

Terakhir adalah proses simulasi dan sosialisasi terhadap warga desa Ngledoksari dengan narasumber dari tim KKN UNS 81 serta BPBD Karanganyar. Sosialisasi ini merupakan bagian yang sangat vital karena informasi yang disampaikan berkaitan dengan bagaimana *maintenance* alat serta pentingnya kesadaran warga sekitar agar lebih peka dalam membaca keadaan alam disekitar tempat tinggalnya. Tahapan sosialisasi pada kegiatan ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Proses sosialisasi oleh tim KKN bersama BPBD Karanganyar kepada warga Desa Ngledoksari

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Alat *Early Warning System* (EWS) yang dipasang di Ngledoksari yang ditunjukkan Gambar 7 sebagai bagian dari kegiatan pengabdian masyarakat memberikan hasil yang cukup signifikan dalam meningkatkan kesiapsiagaan warga terhadap potensi bencana tanah longsor. Alat ini berfungsi memberikan peringatan dini melalui sirine ketika terjadi pergerakan tanah, sehingga masyarakat dapat segera waspada dan melakukan evakuasi mandiri lebih cepat. Selain itu, pemasangan EWS juga menjadi sarana edukasi bagi warga mengenai pentingnya

Indonesian Journal of Community Empowerment (IJCE) is published under licensed of a CC BY-SA Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.
e-ISSN : 2745-6951
DOI : https://doi.org.10.35899/ijce.v7i2.1198

deteksi dini serta membangun partisipasi masyarakat melalui gotong royong dalam perakitan, pemasangan, dan perawatannya. Dengan demikian, keberadaan alat ini diharapkan mampu menekan risiko korban jiwa maupun kerugian material saat terjadi longsor. Gambaran dari kegiatan ini dapat diilustrasikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Tim KKN bersama relawan melakukan survei lokasi potensial untuk EWS

Pembahasan

Secara prinsip, sistem EWS ini bekerja berdasarkan proses mekanik sederhana dengan memanfaatkan katrol, tali, pemberat, dan saklar sebagai pemicu alarm. Tali yang terpasang pada tiang penarik di zona rawan longsor dihubungkan ke katrol pada tiang stasioner, lalu diteruskan ke pemberat. Apabila tanah bergerak, tiang penarik ikut bergeser sehingga tali tertarik dan pemberat terangkat. Gerakan ini memicu saklar yang kemudian menghidupkan sirine sebagai tanda bahaya. Mekanisme analog ini relatif sederhana dan hemat energi karena hanya membutuhkan sumber daya dari baterai atau aki untuk mengoperasikan sirine.

Prinsip kerja ini sejalan dengan konsep teknologi tepat guna dalam mitigasi bencana yang menekankan kesederhanaan, efisien energi, serta kemudahan pengunaan di masyarakat sekitar [15]. Hal ini, juga menjadi sistem peringatan dini yang bekerja efektif dan tidak harus berbasis teknologi tinggi, melainkan harus dapat diakses, dipahami, dan digunakan oleh masyarakat secara mandiri [16]

Perawatan EWS supaya tetap berfungsi dengan baik, diperlukan pengontrolan rutin oleh masyarakat. Perawatan dilakukan dengan cara memeriksa kondisi tali, katrol, dan tiang agar tidak kendor atau berkarat, serta memastikan pemberat tetap berada pada posisi semula. Uji coba alat juga sebaiknya dilakukan secara berkala untuk memastikan sirine bekerja normal. Selain itu, sirine dan saklar perlu dirawat dengan mengganti aki atau baterai bila melemah dan membersihkan bagian yang berkarat. Dalam hal ini, masyarakat dilibatkan melalui pembentukan tim kecil desa yang bertugas mengawasi dan merawat alat, sehingga EWS benarbenar menjadi teknologi tepat guna berbasis partisipasi masyarakat.

Hal ini sesuai dengan konsep *community based disaster risk reduction* yang mengatakan bahwa keberhasilan sistem peringatan dini sangat bergantung pada keterlibatan aktif masyarakat dalam pengelolaan, pemeliharaan, dan pengoperasiaan sistem tersebut [17-18]

Kehadiran tim KKN UNS dalam konteks ini kelompok 81 dinilai mampu berbaur dengan masyarakat Desa Ngledoksari. Hal ini dapat dibuktikan dengan partisipasi aktif dan

Indonesian Journal of Community Empowerment (IJCE) is published under licensed of a CC BY-SA Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.
e-ISSN : 2745-6951
DOI : https://doi.org.10.35899/ijce.v7i2.1198

antusiasme warga dalam kegiatan sosisalisasi kebencanaan yang dilakukan oleh tim bekerjasama dengan BPBD Karanganyar. Selain melakukan upay mitigasi dari pemasangan alat, tim juga melakukan penanaman pohon beringin bersama sebagai upaya pencegahan alami melalui proses reboisasi. Proses perancangan hingga pemasangan sistem EWS bukan hanya kepentingan akademis semata, namun juga wujud *transfer of technology and knowledge* dari akademisi perguruan tinggi kepada masyarakat desa setempat. Kolaborasi dan kekeluargaan yang telah terbentuk ini diharapkan menjadi pondasi kokoh dalam membangun Desa Ngledoksari sebagai desa tanggap bencana.

Kondisi ini menunjukkan bahwa pendekatan Participatory Action Research (PAR) yang digunakan cukup efektif, karena dalam teori PAR dijelaskan bahwa keterlibatan masyarakat secara aktif dalam setiap tahapan akan meningkatkan rasa memiliki (*sense of ownership*) serta keberlanjutan program [19]

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Program pengabdian kepada masyarat oleh Tim KKN UNS kelompok 81 telah berhasil dilaksanakan di Desa Ngledoksari, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah. Fokus utama dari program ini adalah pengaplikasian alat EWS berbasis sistem analog pada wilayah yang dianggap rawan tanah longsor serta peningkatan kesadaran masyarakat akan pentingnya mitigasi bencana. Program ini memiliki tiga tahapan utama yaitu survei lokasi, pembuatan, dan simulasi serta sosialisasi alat. Hasilnya, alat EWS telah berhasil dipasang di 2 tempat, yaitu di Desa Tegalsari dan Perbatasan Desa Nglurah. Uji coba alat menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik serta mampu memberikan peringatan kepada masyarakat melalui aktivasi sirine. Selain itu, proses simulasi dan sosialisasi yang dilaksanakan di Desa Ngledoksari mendapatkan respons yang sangat antusias dari warga setempat. Oleh karena itu, program ini telah sukses dilaksanan dalam rangka penguatan kesiapsiagaan warga Desa Ngledoksari dalam mengatasi bencana tanah longsor melalui implementasi EWS di daerah rawan bencana.

Program ini diharapkan dapat diperluas lagi melalui pengembangan teknologi Sistem Peringatan Dini (EWS), misalnya dengan menggabungkan sensor digital atau sistem pemantauan dari jauh agar batas peringatan dapat lebih jauh. Kelangsungan program juga harus didukung dengan pemeliharaan rutin oleh masyarakat dan pelatihan berkala untuk meningkatkan tingkat kesiapsiagaan. Di samping itu, penempatan EWS bisa diperluas ke daerah-daerah rentan lainnya, dengan dukungan kerjasama yang berkelanjutan antara masyarakat, pemerintah desa, dan lembaga terkait seperti BPBD.

V. REFERENSI

[1] Desderius, K., Arrinjani, M. S. B., Sa'adia, Z. F., & Lie, F. R. (2024). Analisis tingkat risiko bencana tanah longsor di wilayah Kabupaten Blitar, Jawa Timur. REGION: Jurnal Pembangunan Wilayah dan Perencanaan Partisipatif, 19(1), 200-210.

[2] Ramadhani, N. I., & Idajati, H. (2017). Identifikasi tingkat bahaya bencana longsor, studi kasus: kawasan lereng gunung lawu, kabupaten karanganyar, jawa tengah. Jurnal Teknik ITS, 6(1), C87-C90.https://media.neliti.com/media/publications/212825-identifikasi-tingkat-bahaya-bencana-long.pdf.

Indonesian Journal of Community Empowerment (IJCE) is published under licensed of a CC BY-SA Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.
e-ISSN : 2745-6951
DOI : https://doi.org.10.35899/ijce.v7i2.1198

[3] Nugraha, S., Utomowati, R., Saputra, A. E., & Saputri, A. B. (2024). Landslide risk reduction for sustainable land use direction in Tawangmangu District, Karanganyar Regency year 2023. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1314 (1), 012026. IOP Publishing.

[4] Prawiradisastra, S. (2012). Analisis morfologi dan geologi bencana tanah longsor di Desa Ledoksari Kabupaten Karanganyar. Jurnal sains dan teknologi Indonesia, 10(2): 130412.https://www.neliti.com/publications/130412/analisis-morfologi-dan-geologi-bencana-tanah-longsor-di-desa-ledoksari-kabupaten#id-section-content

[5] Setiawan, H. (2014). Analisis Tingkat Kapasitas Dan Strategi Coping Masyarakat Lokal Dalam Menghadapi Bencana Longsor-Studi Kasus Di Tawangmangu, Karanganyar, Jawa Tengah. Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan, 11(1), 29120.https://www.neliti.com/publications/29120/analisis-tingkat-kapasitas-dan-strategi-coping-masyarakat-lokal-dalam-menghadapi

[6] Mubekti, F & Al Hasanah, F. (2008). Mitigasi Daerah Rawan Tanah Longsor Menggunakan Teknik Pemodelan Sistem Informasi Geografis Studi Kasus: Kecamatan Sumedang Utara dan Sumedang Selatan. Jurnal Teknologi Lingkungan, 9(2): 121-129. https://media.neliti.com/media/publications/151242-ID-mitigasi-daerah-rawan-tanah-longsor-meng.pdf.

[7] Marzuki, A., Heriyanto, M., Setiyadi, I. D., & Koesuma, S. (2015). Development of landslide early warning system using macro-bending loss based optical fibre sensor. Journal of Physics: Conference Series, 622 (1), 012059. IOP Publishing.

[8] Nadifah, S., Susilo, C., & Hamid, M. A. (2023). Hubungan Mitigasi Early Warning System (EWS) dengan kesiapsiagaan Relawan dalam Menghadapi Bencana di Desa Supiturang Kabupaten Lumajang. Health & Medical Sciences, 2(1): 8. https://doi.org/10.47134/phms.v2i1.70.

[9] Pemerintah Kabupaten Karanganyar. (2023). Peraturan Bupati Karanganyar Nomor 53 Tahun 2023 tentang Rencana Kontingensi Bencana Tanah Longsor Kabupaten Karanganyar Tahun 2023–2026. Berita Daerah Kabupaten Karanganyar. https://jdih.karanganyarkab.go.id/admin/pdf/1879-1882.pdf.

[10] Pratiwi, M. 2025. Mitigasi, B. Upaya Peningkatan Mitigasi Bencana Tanah Longsor Di Danau Ranau, Sumatera Selatan Improvement Of Landslide Disaster Mitigation In Lake Ranau, South Sumatra. Jurnal Ilmu Fisika dan Terapannya. 12(01): 50-60. https://journal.student.uny.ac.id/fisika/article/view/23493/19445.

[11] Tenda, E., Alfonsius, E., Lumembang, M. M., & Ketaren, E. (2023). Early Warning System Untuk Potensi Bencana Longsor Dikota Manado Berbasis Internet of Things. Jurnal TIMES, 12(2), 64-70. https://doi.org/10.51351/jtm.12.2.2023710

[12] Sarwadi, R. A., Aliyah, I., & Istanabi, T. (2023). Tingkat partisipasi masyarakat dalam upaya mitigasi bencana longsor di desa wisata lereng Gunung Lawu, Kabupaten Karanganyar (studi kasus: Desa Nglebak dan Kelurahan Tawangmangu). *Cakra Wisata*, *24*(2), 58-73..

Indonesian Journal of Community Empowerment (IJCE) is published under licensed of a CC BY-SA Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.
e-ISSN : 2745-6951
DOI : https://doi.org.10.35899/ijce.v7i2.1198

[13] Adipradana, A. Y., Setyawan, H. T., & Sudarno, S. (2021). Penerapan Teknologi Early Warning System (EWS) Berbasis Internet of Things (IoT) di Desa Sambungrejo, Grabag, Magelang. Community Empowerment, 6(2): 208-215. /doi.org/10.31603/ce.4281.

[14] Cornish, F., Breton, N., Moreno-Tabarez, U., Delgado, J., Rua, M., de-Graft Aikins, A., & Hodgetts, D. (2023). Participatory action research. Nature Reviews Methods Primers, 3(1) :34. https://doi.org/10.1038/s43586-023-00214-1

[15] UNDRR. (2017). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030. United Nations Office for Disaster Risk Reduction.

[16] Basher, R. (2006). Global early warning systems for natural hazards: systematic and people-centred. Philosophical Transactions of the Royal Society A, 364(1845), 2167–2182.

[17] BNPB. (2012). Peraturan Kepala BNPB tentang Pedoman Umum Pengurangan Risiko Bencana Berbasis Masyarakat. Jakarta: BNPB.

[18] UNISDR. (2009). Terminology on Disaster Risk Reduction. Geneva: United Nations

[19] Kemmis, S., & McTaggart, R. (2005). Participatory Action Research: Communicative Action and the Public Sphere. In Handbook of Qualitative Research

Indonesian Journal of Community Empowerment (IJCE) is published under licensed of a CC BY-SA Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.
e-ISSN : 2745-6951
DOI : https://doi.org.10.35899/ijce.v7i2.1198