

Strategi Mitigasi Bencana Longsor untuk Meningkatkan Ketahanan Masyarakat di Desa Ngargosari Kecamatan Loano Kabupaten Purworejo

Ghufron Zaida Muflih^{1*}, Umi Barokah², Rasyid Zuhdi³, Teuku Faisal Fathani⁴, Wahyu Wilopo⁵

¹Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik,
Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama Kebumen, Indonesia

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian,
Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama Kebumen, Indonesia

³Program Studi Pendidikan Bahasa Indonesia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama Kebumen, Indonesia

⁴International Consortium on Geodisaster Reduction (ICGdR),
International Consortium on Landslides (ICL)

⁵Center for Disaster Mitigation and Technological Innovation (GAMA-InaTEK), Indonesia

*Korespondensi email: ghufron.zaida@umnu.ac.id

Dikirm: 6-4-2025, Direvisi: 19-4-2025, Diterima: 21-4-2025

ABSTRACT

Disasters are events that threaten people's lives and can cause loss of life, property, as well as environmental and psychological impacts. Landslides, as one of the natural disasters, occur due to slope instability triggered by geological and hydrological factors. Ngargosari Village, Kecamatan Loano, Purworejo Regency, has a geographical condition of steep hills with an altitude of ±450 meters above sea level which makes it prone to landslides. This research aims to increase community resilience to landslides through a community-based mitigation approach and appropriate technology in the KOSABANGSA program. The method used includes preparation, implementation, and evaluation stages. Mitigation activities include socialization, geological survey, vulnerability mapping, installation of early warning system (EWS), evacuation signs, preparation of evacuation fixed procedures, and implementation of evacuation simulation. Evaluation results show an increase in physical resilience through the availability of evacuation routes and EWS that function in real-time. The community's capacity resilience also increased, as shown by the average score of disaster understanding at 78% and infrastructure understanding at 86%. EWS implementation and participatory education proved effective in improving community preparedness. A collaborative approach between academics, village government, and residents is a key factor in building a resilient and sustainable mitigation system.

Keywords: Landslide, Disaster Mitigation; Early Warning System; Community Resilience; KOSABANGSA.

ABSTRAK

Bencana merupakan peristiwa yang mengancam kehidupan masyarakat dan dapat menimbulkan kerugian jiwa, harta benda, serta dampak lingkungan dan psikologis. Tanah longsor, sebagai salah satu bencana alam, terjadi akibat ketidakstabilan lereng yang dipicu oleh faktor geologis dan hidrologis. Desa Ngargosari, Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo, memiliki kondisi geografis perbukitan terjal dengan ketinggian ± 450 mdpl yang menjadikannya rawan longsor. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan ketahanan masyarakat terhadap bencana tanah longsor melalui pendekatan mitigasi berbasis komunitas dan teknologi tepat guna dalam program KOSABANGSA. Metode yang digunakan mencakup tahapan persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Kegiatan mitigasi meliputi sosialisasi, survei geologi, pemetaan kerentanan, pemasangan sistem peringatan dini (EWS), rambu evakuasi, penyusunan prosedur tetap evakuasi, dan pelaksanaan simulasi evakuasi. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan ketahanan fisik melalui tersedianya jalur evakuasi dan EWS yang berfungsi *real-time*. Ketahanan kapasitas masyarakat juga meningkat, ditunjukkan oleh rata-rata skor pemahaman kebencanaan sebesar 78% dan pemahaman infrastruktur sebesar 86%. Penerapan EWS dan edukasi partisipatif terbukti efektif dalam meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat. Pendekatan kolaboratif antara akademisi, pemerintah desa, dan warga menjadi faktor kunci dalam membangun sistem mitigasi yang tangguh dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Tanah Longsor; Mitigasi Bencana; Early Warning System; Ketahanan Masyarakat; KOSABANGSA..

PENGANTAR

Bencana merupakan peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan oleh faktor alam dan/atau non alam maupun faktor manusia, sehingga mengakibatkan korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan konsekuensi psikologis. Bencana adalah keadaan yang dapat terjadi di mana saja kapan saja (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana) (Meidji et al., 2024). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction* (UNDRR, 2017) mendefinisikan bencana sebagai gangguan serius terhadap fungsi suatu komunitas atau masyarakat pada skala apa pun yang disebabkan oleh peristiwa berbahaya yang berhubungan dengan kondisi paparan, kerentanan, dan kapasitas, yang menyebabkan kerugian dan dampak pada manusia, material, ekonomi, dan lingkungan. Menurut Shi (2019), bencana merupakan konsekuensi langsung atau tidak langsung dari bahaya. Mencakup kehilangan orang, kerusakan harta benda, kerusakan sumber daya

dan lingkungan, kerusakan ekologi, gangguan terhadap tatanan sosial, dan ancaman terhadap operasi normal infrastruktur dan jalur produksi yang penting.

Klasifikasi Bencana menurut *International Council for Science-Integrated Research on Disaster Risk* (ICSU-IRDR) (2014), diklasifikasikan menjadi enam kategori utama menurut sumber penyebabnya yaitu bencana geofisika, hidrologi, meteorologi, klimatologi, biologis dan ekstraterrestrial. Bencana alam merupakan serangkaian peristiwa yang dipicu oleh fenomena alam mencakup gempa bumi, tsunami, letusan gunung, banjir, kekeringan (Fatah, Ulum and Bowo, 2023), angin topan, serta tanah longsor (Dirga and Djafar, 2023). Sebuah bencana dapat memengaruhi aspek kehidupan, termasuk keselamatan jiwa, kondisi ekonomi, serta dinamika sosial dan politik. Secara umum menurut beberapa pakar bahwa bencana mengandung unsur ancaman dan kerentanan (Setyaningsih et al., 2023). Berdasarkan evaluasi mengenai tingkat kerawanan dan kerentanan, risiko bencana dibagi menjadi empat kategori, yaitu risiko bencana rendah,

sedang, tinggi, dan sangat tinggi (Kinasih, Miladan and Kusumastuti, 2023). Komponen risiko bencana meliputi kerawanan, kerentanan baik dari segi fisik, sosial, maupun ekonomi (Mantika, Hidayati and Fathurrohman, 2020).

Ketahanan masyarakat merupakan kemampuan untuk mengatasi bencana dan mempertahankan fungsi masyarakat yang penting untuk kelangsungan hidup, serta kemampuan untuk memperbaiki diri setelah bencana (Ruslanjari, Permana and Wardhana, 2020). Ketahanan masyarakat terhadap bencana, merujuk pada kemampuan suatu sistem, komunitas, atau kelompok masyarakat dalam menghadapi paparan risiko bencana dengan tetap mampu bertahan, beradaptasi, dan merespons secara efektif dan tepat waktu. Konsep ini juga mencakup kemampuan untuk mempertahankan fungsi-fungsi penting masyarakat dan melakukan pemulihan secara cepat dan berkelanjutan setelah bencana terjadi (Mulyandari, 2025).

Perubahan iklim global berdampak pada kondisi lingkungan yang kian memburuk menjadikan ketidakpastian pola musim hujan dan kemarau, serta fenomena cuaca ekstrem seperti hujan badai (Maulia et al., 2024). Menurut laporan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) (2024) pada tahun 2023 terdapat sejumlah 5.400 kejadian bencana di Indonesia. Bencana tersebut terdiri dari kebakaran hutan dan lahan, cuaca ekstrem, banjir, tanah longsor, kekeringan, gelombang pasang dan abrasi, gempa bumi dan letusan gunung api (Finaka, 2024). Peningkatan jumlah tersebut sekitar 52, 37% dari tahun sebelumnya yang tercatat sebanyak 3.544 kejadian (Nurhasanah, Finaka and Devina, 2023). Tanah longsor sebagai salah satu bangsa bencana alam, merupakan pergerakan massa tanah atau batuan yang

meluncur turun lereng karena ketidakstabilan tanah dan batuan penyusun lereng (Setyawan et al., 2020). Gerakan tanah juga dapat dipicu oleh peningkatan frekuensi gempa bumi (Wardana, Ramdani and Pradana, 2018).

Tanah longsor dapat terjadi akibat berbagai faktor seperti curah hujan, vegetasi, kemiringan lereng (Rachmawati, Awaluddin and Nugraha, 2024) dan akibat gaya gravitasi (Shi, 2019). Selain itu, penggunaan lahan, ketebalan tanah, dan bangsa tanah juga turut memengaruhi terjadinya tanah longsor (Susetyo et al., 2023). Peningkatan intensitas curah hujan akibat perubahan iklim berkontribusi terhadap meningkatnya risiko bencana di wilayah pegunungan. Daerah pegunungan memiliki lereng yang curam dan bergelombang yang membuat lebih rentan terhadap kejadian tanah longsor. Akibatnya, masyarakat yang tinggal di daerah lereng pegunungan lebih rentan terhadap bencana (Rahmawati, 2023). Longsor sering mengakibatkan korban jiwa karena terjadi secara tiba-tiba sehingga orang tidak dapat melarikan diri (Sobirin, Sitanala and Ramadhan, 2017). Bencana tanah longsor tidak dapat dicegah karena wilayah Indonesia merupakan negara yang memiliki banyak pegunungan di setiap wilayahnya (Putra, Rohana and Lestari, 2022). Indonesia memiliki 129 Gunung aktif dan terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik dunia (Rhynaldie, 2023).

Kerugian bencana longsor hanya dapat diminimalkan oleh masyarakat yang berpotensi terdampak, baik kerugian materi maupun korban jiwa. Melalui kegiatan mitigasi bencana sebagai pendekatan yang efektif dalam meminimalkan potensi kerugian akibat bencana. Langkah-langkah mitigasi mencakup berbagai tindakan yang dilakukan baik sebelum maupun setelah bencana terjadi,

dengan tujuan mengurangi dampak jangka panjang yang ditimbulkan (Fathin and Achadi, 2024). Menurut BNPB, tanah longsor adalah bencana alam yang paling sering terjadi di Indonesia. Data yang dicatat oleh BNPB menunjukkan bahwa dalam 10 tahun terakhir, yakni 2015-2024, terdapat 7024 kejadian (Rosyida et al., 2024). Tahun 2024, longsor di Indonesia terjadi dengan frekuensi yang sangat tinggi, tercatat 183 kejadian hingga bulan April 2024. Badan Pusat Statistik Nasional (2024) pada tahun 2023 mencatat jumlah bencana tanah longsor di Jawa Tengah mencapai 125 kejadian dari total 591 kejadian di seluruh Indonesia. Longsor adalah bencana alam yang signifikan untuk diteliti, agar dapat mengurangi dampaknya di masa depan.

Gerakan tanah seperti longsor dapat terjadi secara tiba-tiba dan berdampak pada keselamatan jiwa, infrastruktur, aktivitas sosial dan ekonomi masyarakat, wilayah yang berpotensi terjadi gerakan tanah harus diprioritaskan pemasangan *Early Warning System* (EWS) (Paringgi, 2024). Menurut Peta Data Kajian Risiko Bencana Kabupaten Purworejo Tahun 2022–2026 (BPBD 2023), terdapat 10 LEWS unit dan 6 unit EWS yang tersebar di seluruh wilayah kabupaten Purworejo. Sebagian besar stasiun tersebut jauh dari Kecamatan Loano, yang merupakan daerah dengan potensi longsor. Hanya satu stasiun terdekat dari sistem peringatan dini yang berada di Kecamatan Bener, yang berbatasan langsung dengan Loano secara geografis. Daftar LEWS di Wilayah Kabupaten Purworejo seperti pada Tabel 1.

Berdasarkan Peta Prakiraan Wilayah Potensi terjadi gerakan tanah Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi Kecamatan Loano Berada dalam zona potensi gerakan tanah menengah hingga tinggi (ESDM, 2016). Sebaran wilayah berisiko di bagian

utara meliputi Kecamatan Loano, Kecamatan Bruno, Kecamatan Kaligesing dan Kecamatan Bener didominasi dengan warna merah dan kuning, mengindikasikan daerah kerentanan tinggi hingga sedang terhadap longsor. Peta bahaya tanah longsor Kabupaten Purworejo memetakan tingkat kerentanan wilayah terhadap ancaman longsor berdasarkan faktor-faktor fisik seperti kemiringan lereng, bangsa tanah, curah hujan, dan penggunaan lahan seperti pada Gambar 1.

Data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Purworejo tahun 2023, bencana tanah longsor di Wilayah Kecamatan Loano yang dilaporkan sejumlah 1 kejadian. Data tahun 2024, bencana tanah longsor di Wilayah Kecamatan Loano yang dilaporkan cukup tinggi, mencapai 4 kejadian dalam 1 tahun. Data bencana tanah longsor menurut kecamatan seperti pada Gambar 2.

Desa Ngargosari, Kecamatan Loano Kabupaten Purworejo, salah satu desa dengan potensi ancaman serius berupa bencana alam tanah longsor. Desa Ngargosari mempunyai luas wilayah 300,815 hektar yang terletak di daerah perbukitan pada ketinggian 450 mdpl. Jumlah penduduk desa mencapai 1.202 jiwa dengan 169 Rumah Tangga Miskin. Bencana alam tanah longsor yang pernah terjadi di wilayah Desa Ngargosari pada tahun 2018 karena intensitas hujan yang tinggi mengakibatkan tebing setinggi 25 meter dan panjang 30 meter longsor dengan korban materi 1 rumah rusak berat dan menutup sejumlah ruas jalan desa (Awalani, 2018), Awal Januari 2021 karena hujan deras menyebabkan tanah longsor dari tebing setinggi 5 meter sampai ke pekarangan warga (BPBD Purworejo 2021a). Bulan Juni 2022 karena intensitas hujan yang tinggi mengguyur wilayah Banyuasin Loano mengakibatkan tanah longsor yang menimpa pemukiman dan fasilitas umum warga

Tabel 1. Sistem Peringatan Dini di Wilayah Kabupaten Purworejo

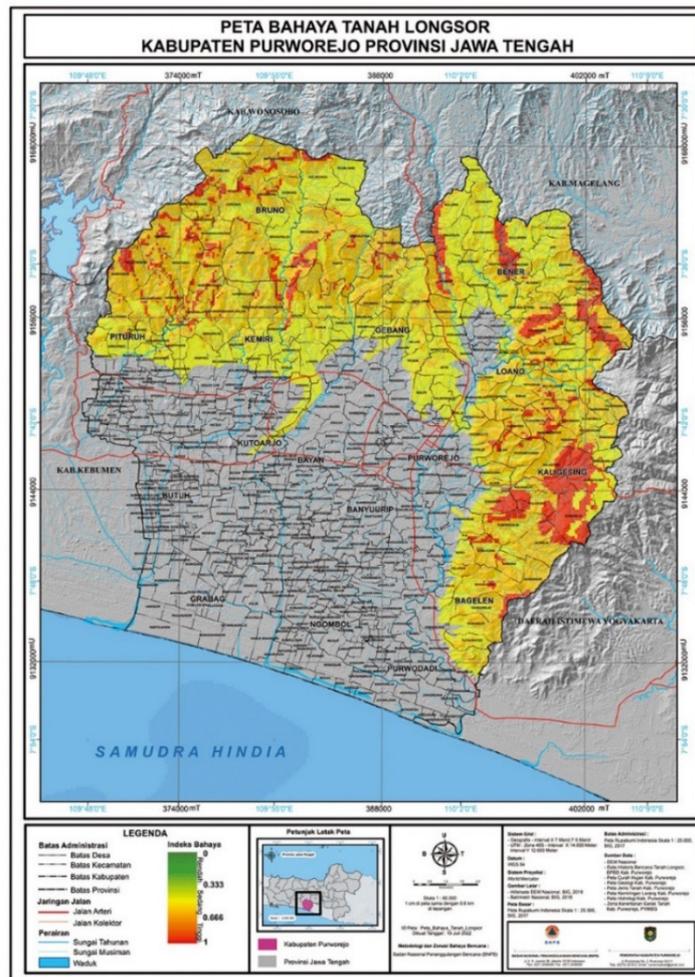
No	Nama Stasiun EWS	Waktu Pemasangan	Wilayah Administrasi	Koordinat
1	LEWS Wonotopo	18 Juli 2023	Ngaglik, Desa Wonotopo, Kecamatan Gebang, Kabupaten Purworejo	-7.650576, 110.022360
2	LEWS Sidorejo	22 Juli 2023	Jambean, Desa Sidorejo, Kecamatan Purworejo, Kabupaten Purworejo	-7.719530, 110.050330
3	LEWS Tlogoguwo	20 Juli 2023	Sibentar, Desa Tlogoguwo, Kecamatan Kaligesing, Kabupaten Purworejo	-7.740666, 110.113940
4	LEWS Kaligono	19 Juli 2023	Kedungrante, Desa Kaligono, Kecamatan Kaligesing, Kabupaten Purworejo	-7.732370, 110.101860
5	LEWS Purbowono	18 Juli 2023	Sigodog, Desa Purbowono, Kecamatan Kaligesing, Kabupaten Purworejo	-7.708770, 110.113220
6	LEWS Redin	15 Juli 2023	Redinjurang, Desa Redin, Kecamatan Gebang, Kabupaten Purworejo	-7.616029, 110.004229
7	LEWS Pacekelan	13 Juli 2023	Kretek, Desa Pacekelan, Kecamatan Purworejo, Kabupaten Purworejo	-7.7540191, 110.0501501
8	LEWS Semagung	12 Juli 2023	Karangtengah, Desa Semagung, Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo	-7.779060, 110.054022
9	LEWS Durensari	11 Juli 2023	Gunungjijo, Desa Durensari, Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo	-7.805945, 110.080636
10	LEWS Jatirejo	21 Juli 2023	Krajan, Desa Jatirejo, Kecamatan Kaligesing, Kabupaten Purworejo.	-7.779250, 110.077290
11	EWS Stasiun Silo	2013	Dusun Silo, Desa Tegalsari, Kecamatan Bruno, Kabupaten Purworejo	-7.542007, 109.955742
12	EWS Stasiun Crogol	2020	Crogol, Desa Brunosari, Kecamatan Bruno, Kabupaten Purworejo	-7.596258, 109.941496
13	EWS Stasiun Ketawang	2020	Ketawang, Desa Legetan, Kecamatan Bener, Kabupaten Purworejo	-7.603553, 110.030881
14	EWS Stasiun Tirip	2022	Tirip, Desa Rendeng, Kecamatan Gebang, Kabupaten Purworejo	-7.670935, 110.004817
15	EWS Stasiun Redin	2020	Redinjurang, Desa Redin, Kecamatan Gebang, Kabupaten Purworejo	-7.614852, 110.013275
16	EWS Belet-Pamriyan	Tidak ada data	Dusun. Belet, Desa Pamriyan, Kecamatan Pituruh, Kabupaten Purworejo	-7.582661, 109.851447

Sumber: BPBD Kabupaten Purworejo, e-SISKA, 2024.

(KLIK Purworejo 2022). Kejadian lain pada 12 Januari 2021 tanah longsor di Desa Sedayu, desa yang berbatasan langsung dengan Desa Ngargosari karena intensitas hujan yang tinggi, mengakibatkan jalan desa tertimbun material longsor dan menghambat mobilitas warga (KLIK Purworejo 2021b). Akses jalan penghubung Loano dan Sedayu yang berbatasan dengan Desa Ngargosari terdampak longsor karena tebing setinggi 15 meter ambrol dan menutup jalan (Heksantoro, 2017).

Sejauh ini penelitian yang dilakukan di wilayah Kecamatan Loano termasuk Desa Ngargosari berupa analisis strategi mitigasi yang sudah terlaksana di Desa

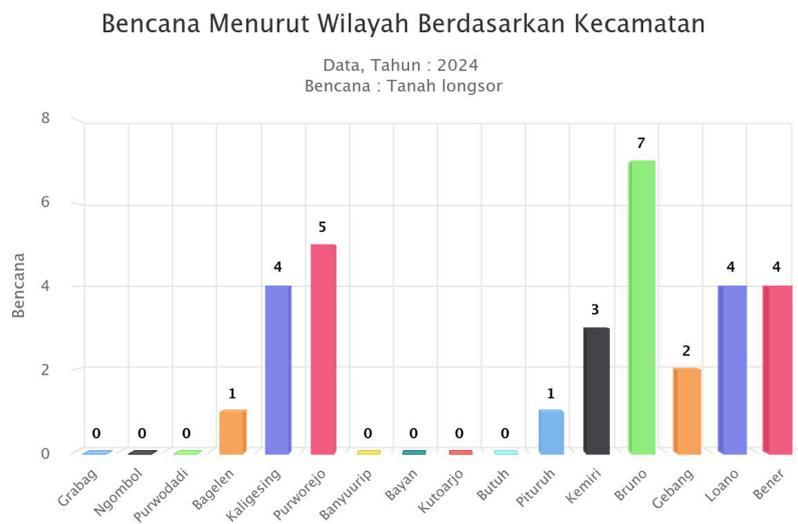
Ngargosari untuk mengurangi risiko bencana tanah longsor berupa mitigasi struktural dengan penanaman pohon dan drainase. Sedangkan bentuk mitigasi non struktural dengan program edukasi dan kerjasama lintas pihak (Hidayatulloh et al., 2025). Mitigasi dengan kegiatan pemetaan ancaman bencana longsor di Kecamatan Bener, Kecamatan Loano dan Kecamatan Kaligesing oleh Aulia (2024) berbasis Sistem Informasi Geografis dengan metode permen PU No.22/PRT/M 2007 dan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Kegiatan mitigasi yang lain oleh Widiastutik dan Bukhori (2018) dengan kajian risiko bencana tanah longsor disertai



Gambar 1. Peta Bahaya Tanah Longsor Kabupaten Purworejo
Sumber: BPBD Kabupaten Purworejo, e-SISKA, 2024.

kondisi sosial ekonomi. Cakupan kajian risiko bencana longsor di Kecamatan Loano meliputi karakteristik ancaman, kerentanan, serta risiko bencana. Karakter ancaman longsor Desa Ngargosari dengan kemiringan <math><15\%</math> mempunyai indeks ancaman longsor tinggi karena curah hujan tinggi, dan tingkat risiko bencana longsor yang tinggi sedangkan indeks kerentanan sosial ekonomi Desa Ngargosari pada kelas sedang (Widiastutik and Bukhori, 2018). Kegiatan pemetaan geologi permukaan oleh Abtodi (2019) untuk pengumpulan data primer, pembuatan peta zonasi kerentanan gerakan tanah dengan metode tumpang susun dari data primer dan sekunder serta digunakan

perhitungan AHP untuk pembobotan tiap parameter yang digunakan. Pemetaan oleh Abtodi (2019) untuk mendapatkan informasi geologi seperti geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi dan sejarah geologi serta menganalisis kerentanan gerakan tanah di Kecamatan Loano. Kegiatan mitigasi lain di Kecamatan Loano berupa penginderaan jauh dan pemetaan geologi oleh Mahandani (2018) karena wilayah ini merupakan daerah yang memiliki risiko tinggi kejadian longsor. Terdapat 10 titik rawan longsor dengan ciri kemiringan lereng di atas 15 derajat dan adanya mineral lempung hasil alterasi hidrotermal berupa illit, smektit dan kaolinit



Gambar 2. Bencana Tanah Longsor Menurut Berdasarkan Wilayah Kecamatan
Sumber: BPBD Kabupaten Purworejo, e-SISKA, 2024.

serta curah hujan tinggi antara 131-241 milimeter per bulan sebagai penyebab longsor.

Beberapa bentuk kajian yang berkaitan dengan mitigasi dan bencana tanah longsor oleh Darmatazia (2022) berupa analisis faktor terjadinya bencana longsor, pendampingan dengan penyuluhan risiko bencana longsor. Penelitian yang dilakukan Indriyanti dan Triyani (2024), dengan merancang sistem deteksi tanah longsor menggunakan mikrokontroler dan *sms gateway*. Penelitian lain oleh Priyadi (2022), pembuatan prototipe deteksi tanah longsor dengan *wireless transmitter*. Fitriani (2019), melakukan perancangan sistem deteksi dini longsor dengan ATMEGA8535 dan Iswanto (2009), membuat sistem deteksi dini bencana longsor dengan 3D webgis dipadukan dengan Arduino oleh Wardana (2018). Penerapan teknologi untuk mencegah bencana tanah longsor merupakan bagian penting untuk meminimalkan tingkat risiko kerugian. Respons yang tanggap terhadap ancaman longsor bukan hanya berpotensi menyelamatkan nyawa, tetapi juga mengurangi jumlah korban serta dampak

kerusakan. Pemantauan yang baik dapat membantu masyarakat mengetahui rute evakuasi yang aman, sehingga masyarakat dapat bergerak dengan tenang dan tidak takut terhadap ancaman bencana.

Sejauh ini penelitian yang dilakukan di wilayah Kecamatan Loano, lebih banyak fokus pada pemetaan zona rawan longsor dan penginderaan jauh tanpa ada penerapan teknologi untuk peringatan dini yang dapat membantu masyarakat meningkatkan kewaspadaan terhadap ancaman bencana tanah longsor. Untuk mendukung pengelolaan dan pemantauan bencana tanah longsor yang efektif di daerah yang rawan longsor di Desa Ngargosari, perlu ada pemantauan terus-menerus terhadap potensi gerakan tanah yang dapat memicu longsor. Data *real-time* tentang kondisi lingkungan atau area titik potensi longsor harus terkumpul dengan akurat sebagai sumber informasi utama. Data yang dikumpulkan diolah untuk menghasilkan keputusan cepat dan tepat yang dapat mempercepat respons terhadap bencana tanah longsor di wilayah Ngargosari serta

memberikan peringatan dini akan bahaya yang mengancam warga. Respons yang tanggap terhadap ancaman longsor bukan hanya berpotensi menyelamatkan nyawa, tetapi juga mengurangi jumlah korban serta dampak kerusakan. Keberadaan sistem ini memungkinkan masyarakat Desa Ngargosari mengantisipasi potensi longsor sekaligus memperkuat kesiapsiagaan serta menentukan jalur evakuasi yang aman.

Penelitian ini tidak hanya mencakup pemetaan risiko, edukasi mitigasi, maupun perancangan sistem deteksi dini berbasis teknologi. Penelitian bertujuan menerapkan sistem deteksi dini berbasis *real-time* sensor berupa ekstensometer dan *rain gauge* secara langsung di lokasi yang berpotensi longsor yang dikombinasikan dengan melibatkan partisipasi masyarakat dan edukasi kebencanaan secara sistematis dalam skala desa. Mengimplementasikan sistem nyata, bukan hanya prototipe dan mengukur ketahanan masyarakat terhadap kesiapsiagaan bencana longsor melalui tes awal dan tes akhir.

Penelitian ini fokus pada tindakan preventif yaitu pengurangan risiko dan peningkatan kesiapsiagaan masyarakat Desa Ngargosari. Mengangkat kondisi ketahanan masyarakat terhadap bencana tanah longsor. Pendekatan penelitian yang digunakan menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif. Pelaksanaan penelitian menggunakan kaji tindak atau *action research*, melibatkan pemerintah desa dan masyarakat meliputi tiga tahapan:

1. Tahap Persiapan

- a. Koordinasi dengan mitra, observasi ke Desa Ngargosari dan mengumpulkan data terkait dengan kejadian bencana tanah longsor yang pernah terjadi sebelumnya.

- b. Pemberian kuesioner berisi 10 pertanyaan mengenai kewaspadaan bencana alam tanah longsor sebagai tes awal pada 32 warga termasuk tim relawan bencana untuk menilai aspek fisik dan kapasitas pengetahuan masyarakat.
 - c. Koordinasi jadwal kegiatan.
- #### 2. Tahap pelaksanaan
- a. Sosialisasi kebencanaan tanah longsor
 - b. Survei geologi
 - c. Pembuatan peta kerentanan gerakan tanah
 - d. Pemasangan *Landslide Early Warning System*
 - e. Pemasangan rambu evakuasi
 - f. Penyusunan prosedur tetap evakuasi
 - g. Gladi evakuasi
- #### 3. Tahap Evaluasi

Berupa pengisian kuesioner tes akhir dan dianalisis secara statistik untuk mengetahui topik yang telah dikuasai dan yang menjadi titik lemah untuk dilakukan tindak lanjut. Analisis dari tes awal dan tes akhir pada warga serta tim relawan penanggulangan bencana untuk menilai pengetahuan pada aspek ketahanan aspek fisik dan kapasitas pengetahuan masyarakat.

Penelitian ini dilakukan di Desa Ngargosari Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari kegiatan pengamatan langsung, wawancara dengan warga Desa Ngargosari dan kuesioner yang diberikan kepada tim relawan bencana dan masyarakat Desa Ngargosari untuk mengetahui tingkat ketahanan masyarakat terhadap bencana tanah longsor. Data sekunder diperoleh dari studi pustaka untuk mendukung

kegiatan penelitian. Tingkat ketahanan masyarakat diukur menggunakan variabel fisik dan kapasitas masyarakat. Variabel fisik dengan indikator keberadaan jalur evakuasi dan keberadaan *Early Warning System*. Pada variabel kapasitas masyarakat indikator berupa pengetahuan tentang bencana tanah longsor. Skor yang ditetapkan menggunakan skala Likert. Variabel dan indikator penilaian seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Variabel dan Indikator Ketahanan Masyarakat

Variabel	Indikator
Fisik	Keberadaan jalur evakuasi
	Keberadaan rambu evakuasi
	Keberadaan sistem peringatan dini EWS
Kapasitas Masyarakat	Pengetahuan Bencana Longsor
	Pelatihan tanggap bencana
	Relawan siaga bencana

Sumber: Analisis peneliti, 2024.

Selain mengukur ketahanan masyarakat pada aspek fisik dan kapasitas masyarakat penerapan sistem peringatan dini di titik yang ditentukan berdasarkan survei geologi dan pemetaan untuk mendukung ketahanan masyarakat Desa Ngargosari terhadap bencana longsor.

PEMBAHASAN

Kondisi Geografis

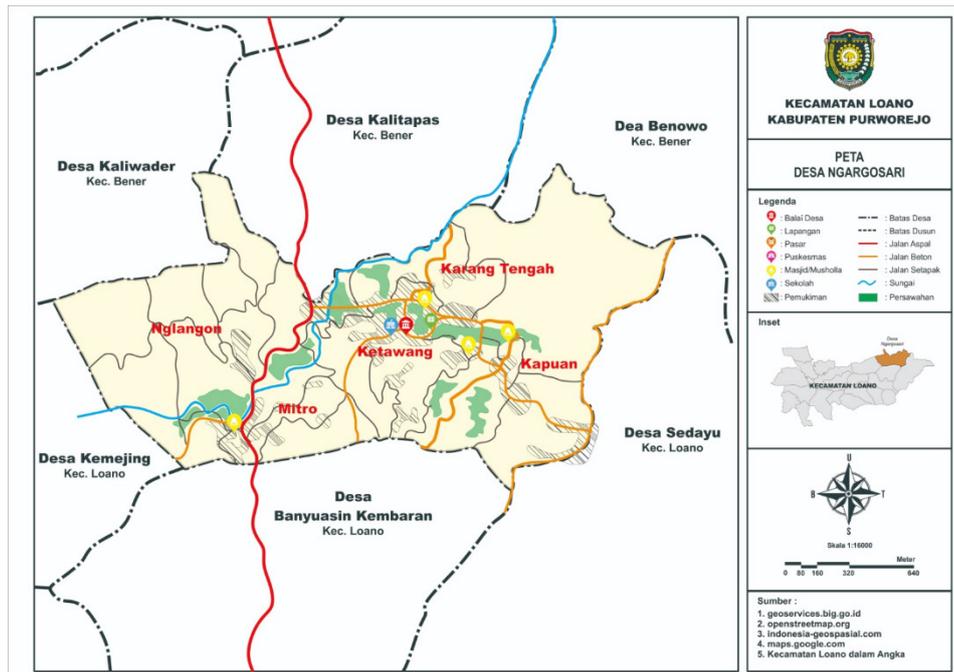
Desa Ngargosari merupakan salah satu desa yang terletak di Kecamatan Loano Kabupaten Purworejo. Desa Ngargosari memiliki luas wilayah sebesar 300,815 hektare dengan jumlah penduduk mencapai 1.202 jiwa. Jumlah dusun di Desa Ngargosari sejumlah 5 dusun yaitu Dusun Mitro, Dusun Klagon, Dusun Ketawang, Dusun Karang Tengah dan Dusun Kapuan. Secara astronomis berada pada koordinat *Latitude* -7.647871 *Longitude* 110.106869 *Elevation* 310. Wilayah Desa Ngargosari berupa pegunungan

dengan relief bergelombang, berbukit dan memiliki kemiringan yang curam. Berada pada ketinggian 450 mdpl dengan suhu berkisar antara 28-32° C serta curah hujan yang tinggi mencapai 3.408 mm pada tahun 2016 dan 3.449 mm tahun 2017. Sedangkan di wilayah kabupaten purworejo curah hujan tahun 2022 rata-rata mencapai 6.363 mm. Terdapat dusun yang merupakan daerah rawan bencana di Desa Ngargosari berupa bencana tanah longsor berada di Wilayah Dusun Kapuhan, Dusun Mitro, Dusun Karang Tengah, dan Dusun Ketawang. Peta Wilayah Desa Ngargosari seperti pada Gambar 3.

Pelaksanaan kegiatan mitigasi bencana tanah longsor di Desa Ngargosari melibatkan kelompok masyarakat, tim relawan penanggulangan bencana Desa Ngargosari dan tim geologi Universitas Gadjah Mada. Kegiatan dilakukan dengan tahap persiapan dan tahap pelaksanaan. Pada tahap persiapan dilaksanakan dengan cara observasi ke Desa Ngargosari dan mengumpulkan data terkait dengan kejadian bencana tanah longsor yang pernah terjadi sebelumnya. Berkoordinasi dengan pihak-pihak terkait di jajaran pemerintahan desa seperti kepala desa, ketua tim relawan penanggulangan bencana dan anggota tim relawan bencana yang sudah dibentuk di Desa Ngargosari. Pelaksanaan tahap awal untuk sosialisasi mitigasi bencana tanah longsor dengan mengumpulkan ketua relawan dan anggota, seluruh kepala dusun, kepala desa dan warga Desa Ngargosari.

Pelaksanaan Kegiatan Sosialisasi

Pelaksanaan sosialisasi kegiatan mitigasi bencana di Desa Ngargosari dengan memberikan gambaran dan perencanaan yang melibatkan pemetaan wilayah berdasarkan kerentanan terhadap bencana, khususnya tanah longsor.



Gambar 3. Peta Desa Ngargosari

Sumber: Data primer, 2024.

Pelaksanaan sosialisasi dengan menghadirkan tim ahli mitigasi bencana Universitas Gadjah Mada dan melibatkan partisipasi aktif masyarakat, perangkat desa, serta pihak berwenang seperti tim relawan bencana desa. Kegiatan diawali dengan pemaparan mengenai kondisi geografis desa, potensi risiko bencana tanah longsor, serta faktor-faktor lingkungan yang dapat meningkatkan kerentanan terhadap tanah longsor. Memberikan pengetahuan dasar mengenai konsep mitigasi bencana serta pentingnya kesiapan dan kesadaran warga dalam menghadapi bencana alam. Kegiatan ini sebagai bagian untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap bahaya pergerakan tanah atau tanah longsor dan cara-cara untuk meminimalkan dampaknya. Kegiatan sosialisasi kepada masyarakat seperti pada Gambar 4.

Masyarakat diberikan gambaran dalam menghadapi ancaman tanah longsor, pelaksanaan prosedur tetap evakuasi, penggunaan alat peringatan dini yang dapat digunakan di Desa Ngargosari, serta praktik-

praktik sederhana yang dapat dilakukan untuk meningkatkan stabilitas tanah di sekitar pemukiman warga. Selain itu, tim sosialisasi memberikan gambaran pada masyarakat dalam membuat dan membaca peta rawan bencana, sehingga setiap warga dapat menentukan jalur evakuasi dan titik-titik aman di desanya berdasarkan peta bencana.

Survei Geologi

Pelaksanaan survei geologi permukaan di Desa Ngargosari dengan pemetaan geologi, pengukuran struktur geologi dan pengambilan sampel batuan dan tanah. Pemetaan geologi memberikan informasi kondisi geologi, termasuk geomorfologi, struktur geologi, stratigrafi, dan potensi sumber daya alam (Suratinoyo, Permana and Kasim, 2024). Survei diawali dengan pemetaan awal wilayah, mencakup area pemukiman, lahan pertanian, dan titik-titik dengan kemiringan tanah yang tinggi. Ahli geologi melakukan pengumpulan data lapangan dengan mengamati karakteristik tanah, struktur



Gambar 4. Sosialisasi Kegiatan
Sumber: Data primer, 2024.

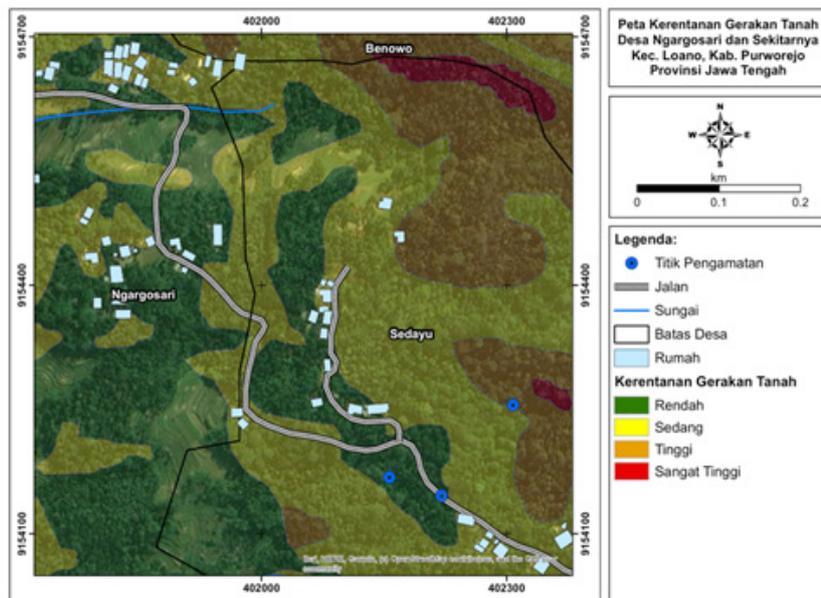


Gambar 5. Pelaksanaan Survei Geologi Bersama Tim UGM
Sumber: Data primer, 2024.

batuan, dan pola aliran air di beberapa titik krusial yang pernah terjadi pergeseran tanah sebelumnya. Pengambilan sampel tanah di beberapa lokasi juga dilakukan untuk dianalisis lebih lanjut. Analisis bertujuan untuk memahami komposisi dan kestabilan tanah, serta mencari tahu seberapa besar potensi terjadinya pergerakan tanah di Wilayah Ngargosari, terutama selama musim hujan. Pelaksanaan Survei Geologi seperti pada Gambar 5.

Tahap selanjutnya dari survei geologi adalah pembuatan peta geologi risiko bencana yang mencakup area-area berpotensi longsor,

jalur aliran air, dan zona aman bagi masyarakat. Peta disusun berdasarkan hasil analisis tanah, topografi, dan pola curah hujan yang diperoleh dari data historis dan observasi lapangan. Tim survei kemudian mengintegrasikan peta ini ke dalam rencana mitigasi bencana, dasar untuk penentuan jalur evakuasi, termasuk rekomendasi teknis untuk menambah stabilitas tanah seperti penanaman vegetasi tertentu atau pemasangan alat untuk memantau pergerakan tanah *Landslide Early Warning System* di area rawan longsor.



Gambar 6. Peta Kerentanan Gerakan Tanah Desa Ngargosari

Sumber: Data primer, 2024.

Pembuatan peta Kerentanan Gerakan Tanah

Pembuatan peta bencana merupakan langkah strategis dalam mengidentifikasi dan memahami wilayah-wilayah yang rentan terhadap ancaman tanah longsor di Desa Ngargosari. Proses ini dimulai dengan pengumpulan data dari berbagai sumber, termasuk data geologi, topografi, dan pola cuaca, serta informasi historis mengenai kejadian bencana di wilayah tersebut. Peta kerentanan gerakan tanah terdapat kelas yang menunjukkan tingkat kerentanan terhadap longsor (Saputra, Pandani and Arisanty, 2022). Pembuatan peta selain menggunakan cara manual dengan menggambar juga menggunakan teknologi GIS (*Geographic Information System*) untuk memetakan wilayah dengan tingkat risiko yang berbeda-beda. Setiap elemen dalam peta, seperti kemiringan lereng, bangsa tanah, aliran air, dan pemukiman, dipetakan secara detail guna memberikan gambaran yang akurat mengenai area berisiko tinggi, sedang, dan

rendah terhadap ancaman tanah longsor. Peta kerentanan seperti pada Gambar 6.

Setelah data terkumpul dan dipetakan, tim geologi dan mitigasi bencana kemudian melakukan verifikasi lapangan untuk memastikan keakuratan peta dengan kondisi nyata di Wilayah Desa Ngargosari. Hasil akhir berupa peta risiko bencana yang dilengkapi dengan legenda yang menunjukkan kategori risiko pada berbagai area, titik-titik aman untuk evakuasi, serta jalur evakuasi. Peta ini tidak hanya berfungsi sebagai panduan bagi masyarakat dalam menghadapi situasi darurat, tetapi juga menjadi acuan bagi pihak desa dan pemangku kebijakan dalam menyusun strategi penanggulangan bencana dan rencana pembangunan yang aman. Kejadian bencana longsor yang dikumpulkan dari BPBD Kabupaten Purworejo (2024) dan sumber informasi *website* Kecamatan Loano (2024) yang sebelumnya pernah terjadi di Wilayah Kecamatan Loano dan Desa Ngargosari seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Kejadian Bencana Tanah Longsor di Wilayah Kecamatan Loano dan Desa Ngargosari

No	Tanggal Kejadian	Lokasi Koordinat	Wilayah Administrasi	Area Kejadian Bencana	Dampak
1	Minggu, 11 Februari 2018	-7.648284, 110.109609	Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo	Desa Ngargosari, Kecamatan Loano	Satu (satu) rumah milik Bapak Kadir, rusak parah akibat longsor material tanah. Menutup jalan poros rabat beton yang menghubungkan Desa Ngargosari ke Desa Kembaran Banyuasin, ketinggian longsor 25 meter dan panjang 30 meter.
2	Rabu, 13 Januari 2021	-7.648134, 110.110042	Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo	Desa Ngargosari, Kecamatan Loano	Tebing setinggi sekitar 5 meter, tidak ada korban.
3	Senin, 18 Desember 2017	-7.657273, 110.120721	Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo	Desa Sedayu, Kecamatan Loano	Tebing setinggi sekitar 15 meter ambrol, jalan yang menghubungkan Kecamatan Loano Purworejo dengan Kecamatan Samigaluh Kulonprogo terputus. Tidak ada korban.
4	Rabu, 1 Juni 2022	-7.6610191, 110.103752	Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo	Desa Banyuasin Kembaran, Kecamatan Loano	Tebing longsor, kerugian materi, tidak ada korban.
5	Rabu, 1 Juni 2022	-7.652329, 110.085669	Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo	Desa Kemejing, Kecamatan Loano	Tebing longsor, kerugian materi, tidak ada korban.
6	15 Desember 2024	-7.6412213, 110.102272	Kecamatan Bener, Kabupaten Purworejo	Desa Kalitapas Kec. Bener	Longsor menutup jalan Kalitapas - Banyuasin di Dusun Silebeng Rt.01 / 01, Desa Kalitapas, Tidak ada korban jiwa.
7	28 Maret 2024	-7.6557304, 110.081215	Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo	Desa Krajan, Kecamatan Loano	Longsor berdampak menutup 3/4 lebar jalan desa, tidak ada korban.
8	28 Maret 2024	-7.657472, 110.08162	Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo	Desa Kemejing, Kecamatan Loano	Fasilitas umum berupa tempat ibadah, bangunan wc dan tempat wudhu berisiko roboh.
9	10 Desember 2024	-7.664867, 110.100834	Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo	Desa Banyuasin Kembaran, Kecamatan Loano	Longsor berdampak pada ruas jalan desa dan jalur utama, serta sebagian rumah warga, tidak ada korban jiwa.

Sumber: Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Purworejo dan e-SISKA BPBD Kabupaten Purworejo, 2024.

Pemasangan *Landslide Early Warning System (LEWS)*

Setelah tim geologi berhasil menyusun peta risiko bencana yang menunjukkan area-area rawan longsor di Desa Ngargosari, langkah berikutnya adalah pemasangan alat pemantau atau alat peringatan dini seperti ekstensometer dan *rain gauge*. Ekstensometer dipasang di area dengan pergerakan tanah yang berpotensi longsor tinggi, sesuai dengan informasi yang ditunjukkan dalam peta geologi. Alat ini berfungsi untuk mendeteksi pergeseran tanah secara *real-time*, sehingga jika terjadi perubahan pada resistansi (Wahyuni and Wildian, 2022), alat ini dapat memberikan peringatan dini. Extensometer akan mengirimkan data secara *real-time* ketika perubahan lebar rekahan

melebihi batas kritis yang telah ditetapkan, menandakan bahwa lereng sudah bergerak dan berisiko terjadi longsor. Tim geologi juga memastikan bahwa ekstensometer dipasang dengan stabil pada kedalaman yang tepat dan dilindungi dari gangguan eksternal untuk menjaga keakuratan datanya. Pemasangan ekstensometer seperti pada Gambar 7.

Alat pendukung pada LEWS adalah pemantauan curah hujan yaitu bangsa *tipping bucket rain gauge* yang dilengkapi sirene. *Rain gauge* dipasang di lokasi yang tidak jauh dari alat ekstensometer untuk mencatat intensitas hujan selain untuk menerima sinyal dari ekstensometer. Alat ini berguna untuk mengukur jumlah curah hujan harian dengan cara mengubah besaran fisik menjadi elektrik,



Gambar 7. Pemasangan Ekstensometer
Sumber: Data primer, 2024.

memanfaatkan *reed switch* dan magnet pada jungkitan (Zakaria, Muladi and Elmunyah, 2022). Data dari *rain gauge* dikirimkan secara otomatis ke pusat pemantauan untuk dianalisis dan akan memberikan peringatan dini melalui sirene jika terjadi hujan dengan intensitas tinggi. Diharapkan ekstensometer dan *rain gauge* yang dipasang membuat sistem peringatan dini bekerja dengan lebih baik, memberikan informasi kepada masyarakat dengan cepat, dan mengurangi kemungkinan bencana tanah longsor di Desa Ngargosari.. Pemasangan *rain gauge* seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Pemasangan *Rain Gauge* dan Sirine
Sumber: Data primer, 2024.

Pemasangan Rambu Evakuasi

Penentuan jalur evakuasi dan pemasangan rambu evakuasi dipandu oleh tim dari Universitas Gadjah Mada (UGM)

dan Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama (UMNU). Rambu evakuasi penting karena dapat mencegah, menekan, atau mengurangi cedera, kerusakan aset, dan kerugian material. Rambu evakuasi juga dapat membantu memulihkan keadaan menjadi normal ('Aina, Nurjahjaningtyas and Alfiah, 2022). Jalur evakuasi dirancang untuk membantu orang-orang menemukan tempat kumpul saat terjadi hal-hal yang tidak diinginkan, seperti bencana (Firdaus, Widyasamratri and Yuliani, 2024). Penentuan jalur evakuasi dengan mempertimbangkan berbagai faktor, seperti kondisi geografis, potensi risiko longsor, dan aksesibilitas menuju lokasi aman serta berpedoman pada peta kerentanan gerakan tanah. Bersama dengan warga-warga untuk menentukan jalur yang paling aman dan efisien agar dapat dilalui dengan cepat dalam keadaan darurat, terutama saat sistem peringatan dini memberikan sinyal bahaya. Jalur evakuasi akan memudahkan masyarakat menghindari bencana (Zulkifli et al., 2022). Selain itu, pendataan rumah-rumah penduduk dengan memberi nomor pada peta sebagai titik rawan dan titik kumpul untuk mempermudah identifikasi saat terjadi longsor seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Identifikasi Rumah Penduduk
Sumber: Data primer, 2024.

Setelah jalur evakuasi ditentukan, mempersiapkan rambu evakuasi untuk



Gambar 10. Pemasangan Rambu Evakuasi
Sumber: Data primer, 2024.

dipasang di sepanjang jalur yang sudah ditentukan. Tim ahli bersama warga memasang rambu di lokasi-lokasi strategis, seperti titik awal evakuasi, persimpangan, dan titik kumpul, untuk memberikan panduan visual yang jelas. Persiapan dan pemasangan rambu evakuasi seperti pada Gambar 10.

Penyusunan Prosedur Tetap Evakuasi

Prosedur Tetap (Protap) adalah serangkaian petunjuk tertulis yang dibakukan dan dicatat untuk tindakan rutin yang dilakukan oleh suatu organisasi (Purwati, 2016). Penyusunan protap evakuasi bencana longsor di Desa Ngargosari bertujuan untuk memberikan panduan yang jelas dan sistematis bagi masyarakat dalam menghadapi situasi darurat akibat longsor. Prosedur tetap berisi tata cara respon tim siaga bencana dan masyarakat terhadap tanda peringatan yang dihasilkan dari alat peringatan dini gerakan tanah. Penyusunan protap dengan membahas kondisi geografis desa, area-area rawan longsor, jalur-jalur evakuasi yang potensial, serta titik-titik kumpul yang aman. Penyusunan dan pelaksanaan protap melibatkan elemen masyarakat seperti ketua maupun anggota relawan penanggulangan bencana, bidan desa, ketua RT/RW, Kepala Dusun, Kepala

Desa, karang taruna dan tokoh masyarakat desa. Formulir prosedur tetap peringatan dini longsor di Desa Ngargosari seperti pada Tabel 4.

Perhatian utama pada penyusunan protap seperti peringatan level 1 “waspada” yang dibunyikan pemantau curah hujan dan level 3 “awas” oleh alat ekstensometer. Tindakan yang harus dilakukan di setiap level, waktu masyarakat harus mengungsi, siapa yang berhak memutuskan mengungsi, lokasi tempat pengungsian dan apa yang dibawa saat mengungsi serta penanggung jawab kegiatan pada masing-masing status oleh tim siaga bencana. Kegiatan penyusunan protap seperti pada Gambar 11.

Sosialisasi protap sekaligus pelaksanaan gladi evakuasi dengan menerapkan protap yang sudah disepakati. Warga dilatih untuk mengenali tanda-tanda bahaya longsor, seperti pergerakan tanah dan getaran, serta cara merespons secara tepat sesuai instruksi dalam protap. Setiap jalur evakuasi ditandai dengan jelas, tim relawan penanggulangan bencana diberikan tanggung jawab untuk membantu mengarahkan masyarakat menuju titik kumpul yang aman. Evaluasi dilakukan setelah simulasi untuk mengevaluasi efektivitas prosedur dan memperbaiki kekurangan yang ditemukan.

Tabel 4. Tindakan Berdasarkan Status Waspada dan Awas Bencana Longsor

Status	No	Kegiatan	Penanggung Jawab	Lokasi	Keterangan
WASPADA (LEVEL 1)	1	Menerima tanda bahaya sirine dari alat pemantau longsor (Curah Hujan)	Koordinator Evakuasi	Koordinatif mutu koordinasi dengan Kabid Petugas Siaga Bencana (telepon/bertemu)
	2	Pendataan Warga	Bidang Data dan Informasi EWS	Tiap Rumah	1. Mendata warga di rumah 2. Mengecek fungsi alat EWS
	3	Menyampaikan Informasi Tiap Rumah	Bidang Data dan Informasi EWS	Tiap Rumah	1. Barang penting dipersiapkan dalam 1 tas (ijazah, sertifikat, surat penting) 2. Persiapan keamanan rumah (kunci rumah, gas, listrik dll)
	4	Info Perkembangan Status	Koordinator Evakuasi dan Bidang Data EWS	Seputar Dusun	Pemantauan kondisi lapangan (visual)
	5	Koordinasi hasil pemantauan di lapangan	Koordinator Petugas Evakuasi	Koordinasi hasil pemantauan di lapangan
AWAS (LEVEL 3)	1	Menerima tanda bahaya sirine dari alat pemantau longsor (Ekstensometer)	Koordinator Evakuasi	Evakuasi semua warga tanpa kecuali
	2	Semua Warga Dievakuasi	1. Semua Tim Siaga Bencana Dusun 2. Kecuali Bidang Logistik dan P3K	Dari rumah warga menuju titik kumpul	Titik Kumpul Evakuasi
	3	Pendataan Ulang Warga	Bidang Pendataan dan Informasi EWS	Tempat Pengungsian Sementara atau Barak Pengungsian	Bila ada warga yang pulang harus ijin kepala

Sumber: Data primer, 2024.



Gambar 11. Rapat Koordinasi Penyusunan Protap Evakuasi

Sumber: Data primer, 2024.

Gladi Evakuasi

Gladi evakuasi atau simulasi bencana untuk mempersiapkan masyarakat pada bencana tanah longsor yang sebenarnya (Vitra, Sonata and Pratiwi, 2023), mempersiapkan masyarakat untuk situasi bencana,

dan mengurangi kepanikan yang dapat menimbulkan korban (Indriati, 2023). Gladi evakuasi dilaksanakan untuk memastikan seluruh warga memahami langkah-langkah yang harus dilakukan saat peringatan dini diberikan dengan menerapkan protap yang



Gambar 12. Pelaksanaan Gladi Evakuasi

Sumber: Data primer, 2024.

sudah dibuat dan disepakati bersama. Tim dari UGM dan UMNU memandu gladi evakuasi dengan membagi tugas dan peran pada warga yang hadir, memberikan pengarahan teknis, serta menjelaskan peran masing-masing warga dalam proses evakuasi.

Simulasi atau gladi evakuasi dimulai dengan aktivasi sistem peringatan dini sebagai tanda dimulainya keadaan darurat. Warga diminta untuk segera bergerak menuju jalur evakuasi yang telah ditentukan, mengikuti rambu-rambu yang telah terpasang, dan berkumpul di titik aman yang telah disepakati sebelumnya. Warga dan tim relawan bencana tidak hanya dilatih untuk merespons situasi darurat dengan cepat saat terjadi tanah longsor, tetapi juga diberikan pemahaman mendalam tentang pentingnya koordinasi dan kerja sama dalam mitigasi bencana sehingga risiko yang ditimbulkan oleh tanah longsor dapat diminimalkan. Proses gladi evakuasi seperti pada Gambar 12.

Ketahanan

Ketahanan masyarakat dalam konteks mitigasi bencana longsor digambarkan sebagai kemampuan komunitas lokal, baik secara individu maupun kolektif, untuk mengenali,

mengantisipasi, merespons, dan pulih secara efektif dari ancaman tanah longsor dengan memanfaatkan sumber daya lokal, teknologi, dan dukungan kelembagaan (Lubis and Pandjaitan, 2024). Ketahanan masyarakat terhadap bencana dipengaruhi oleh relasi gender yang hidup dalam struktur sosial masyarakat dan memiliki banyak dimensi dan konteks (Ruslanjari, Wahyunita and Permana, 2017). Cakupan aspek ketahanan masyarakat Desa Ngargosari diukur melalui dua variabel utama yaitu ketahanan fisik dan kapasitas masyarakat.

Aspek fisik berupa infrastruktur dan fasilitas yang mendukung evakuasi serta LEWS di Desa Ngargosari yang tidak ada atau belum terpasang. Masyarakat mengandalkan jaringan sosial, solidaritas warga, di dalam penanggulangan bencana maupun mitigasi dan respons terhadap bencana. Kelembagaan desa, baik keterlibatan Kepala Desa, tim relawan bencana desa yang jumlahnya mencapai 36 orang dan 3 orang yang masuk ke dalam Taruna Siaga Bencana atau disebut TAGANA, hanya 1 orang yang aktif sebagai TAGANA. Aspek pengetahuan dan kesiapsiagaan pada tingkat pemahaman terhadap risiko bencana longsor dan langkah mitigasi masih cukup rendah jika dilihat pada skor awal tes.

Untuk memastikan bahwa setiap strategi dikoordinasikan dan diawasi oleh lembaga yang sesuai, strategi mitigasi harus mengikuti proses manajemen risiko dan memiliki hubungan yang kuat dengan lembaga fungsional yang memimpin (Biomi et al., 2024). Strategi mitigasi tanah longsor di Desa Ngargosari dirumuskan secara spesifik dengan mempertimbangkan karakteristik geografis dan kerentanan bencana yang tinggi seperti mitigasi fisik berupa pembuatan peta bencana, peta jalur evakuasi, pemasangan LEWS, menentukan rute evakuasi dan pemasangan rambu evakuasi. Mitigasi sosial sebagai penguatan kapasitas masyarakat berupa pembentukan atau penguatan kembali keberadaan tim relawan bencana dengan pelatihan, penyusunan protap yang mudah dipahami masyarakat termasuk lansia dan anak-anak. Mitigasi kelembagaan dengan penguatan peran pemerintah Desa Ngargosari berupa penetapan protap ke dalam dokumen desa dan komitmen bersama serta integrasi ke dalam RPJMDes. Mitigasi teknologi berupa pemanfaatan LEWS yang sudah dipasang dan pemantauan berkala.

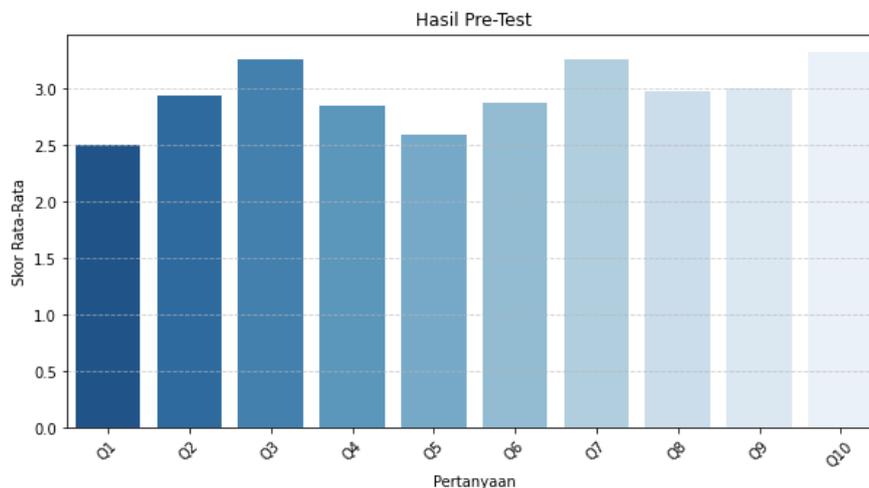
Ketahanan Fisik

Ketahanan fisik merujuk pada kemampuan suatu wilayah untuk menghadapi, bertahan, dan pulih dari dampak bencana melalui pembangunan dan penguatan infrastruktur yang tangguh. Infrastruktur ini mencakup berbagai elemen seperti jalan dan jalur evakuasi, bangunan, serta *Early Warning System* (EWS) yang dapat memberikan peringatan dini terhadap potensi bencana (Lv, Sarker and Firdaus, 2024). Kurangnya infrastruktur fisik menghambat kesiapan, respons, dan pemulihan masyarakat terhadap bencana (Watora and Ilham, 2024). Keberadaan

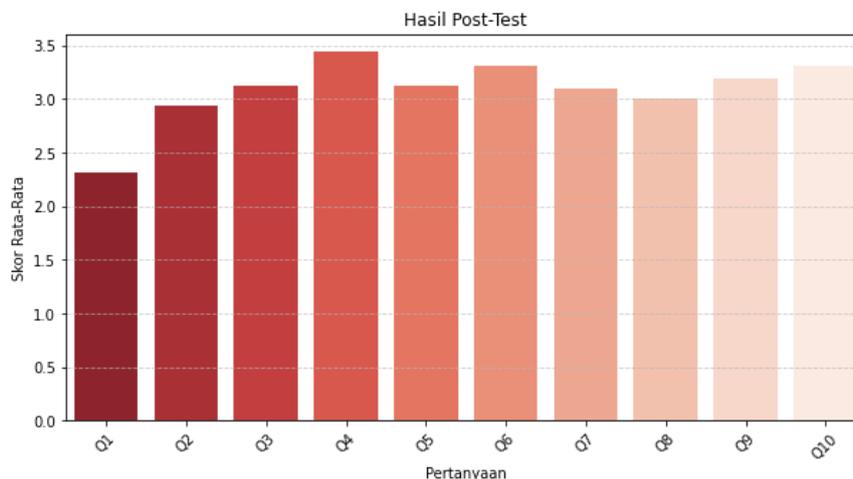
jalur evakuasi merupakan indikator penting dalam menilai ketahanan masyarakat terhadap bencana, karena mencerminkan tingkat kesiapsiagaan dalam menghadapi potensi ancaman. Jalur evakuasi berfungsi sebagai panduan bagi masyarakat untuk mencapai titik kumpul yang aman selama kondisi darurat, dengan dukungan rambu-rambu yang terpasang di lokasi strategis.

Sistem peringatan dini EWS berfungsi sebagai alat mitigasi risiko dengan mengurangi paparan bahaya, terutama bagi manusia. EWS tidak hanya mencakup pemantauan dan prediksi, tetapi juga perencanaan darurat, kesadaran publik, dan aspek sosial lainnya (Intrieri et al., 2012). Berdasarkan hasil analisis kuesioner pada aspek ketahanan fisik di Desa Ngargosari terkait dengan jalur evakuasi dan sistem peringatan dini bencana tanah longsor, rata-rata skor tes awal adalah 4,18. Tingkat ketahanan fisik infrastruktur kebencanaan di Desa Ngargosari sudah cukup baik, namun masih memiliki ruang untuk perbaikan. Nilai ini mengindikasikan bahwa masyarakat secara umum merasa bahwa infrastruktur yang ada, seperti jalur evakuasi dan sistem EWS, sudah tersedia dan berfungsi dengan baik, tetapi mungkin masih memiliki keterbatasan dalam hal aksesibilitas, kondisi fisik, atau efektivitas saat terjadi bencana tanah longsor. Nilai tes awal juga mencerminkan adanya beberapa aspek yang perlu ditingkatkan. Misalnya, jalur evakuasi belum merata di seluruh wilayah desa, atau sistem peringatan dini masih memerlukan peningkatan dalam hal kecepatan dan jangkauan informasi ke masyarakat. Hasil tes awal seperti pada Gambar 13.

Hasil rata-rata skor tes akhir adalah 4,30. Pemahaman responden meningkat sebesar 2,85 % setelah mengikuti rangkaian kegiatan mitigasi. Hasil tes akhir menunjukkan



Gambar 13. Hasil Tes Awal
Sumber: Analisis peneliti, 2024.



Gambar 14. Hasil Skor Tes Akhir
Sumber: Analisis peneliti, 2024.

adanya peningkatan pemahaman responden dibandingkan dengan hasil tes awal. Peningkatan ini terlihat dari kenaikan rata-rata skor dari 4,18 atau 83,6% pada tes awal menjadi 4.30 atau 86,0%. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan mitigasi yang diberikan, seperti edukasi atau pelatihan mengenai evakuasi dan *Early Warning System* dalam menghadapi bencana tanah longsor, berhasil meningkatkan pemahaman masyarakat Desa Ngargosari. Simulasi kebencanaan atau gladi evakuasi, dan peningkatan pemahaman terkait infrastruktur pendukung, berdampak positif dalam

meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat. Meskipun peningkatan persentase tidak terlalu signifikan, hal ini tetap menunjukkan adanya perubahan positif dalam cara masyarakat memahami dan memanfaatkan infrastruktur yang tersedia. Hasil tes akhir seperti pada Gambar 14.

Infrastruktur fisik memainkan peran penting dalam mengurangi risiko korban jiwa dan memastikan proses evakuasi berjalan dengan tertib dan efisien (Arsyad, 2017). Kegagalan satu komponen dapat melemahkan sistem, seperti kesalahan prediksi yang

menyebabkan alarm palsu atau peringatan yang terlewat. Selain itu, evakuasi yang buruk dapat menimbulkan kerugian, sehingga redundansi diperlukan agar sistem tetap efektif meskipun ada kegagalan.

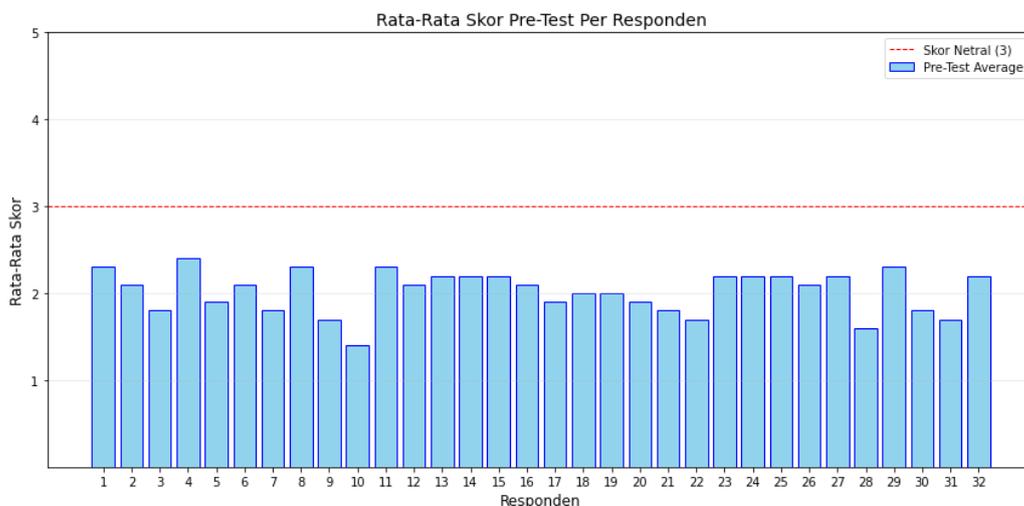
Ketahanan Kapasitas Masyarakat pada Bencana Longsor

Ketahanan kapasitas masyarakat berkaitan dengan tingkat pengetahuan dan kesiapsiagaan terhadap risiko bencana yang ada (Mulyandari, 2025). Pada awal kegiatan, pemahaman warga Desa Ngargosari mengenai kebencanaan longsor masih perlu ditingkatkan, mengingat wilayah Ngargosari memiliki potensi bencana yang cukup tinggi. Kesadaran akan faktor penyebab, tanda-tanda awal longsor, serta langkah-langkah mitigasi yang tepat sangat penting untuk mengurangi risiko dan dampak yang ditimbulkan. Peningkatan kapasitas masyarakat dilakukan melalui sosialisasi, gladi evakuasi, serta pemanfaatan EWS yang memungkinkan warga untuk lebih siap dalam menghadapi kemungkinan bencana. Pengukuran kapasitas warga Desa Ngargosari melalui perbandingan hasil

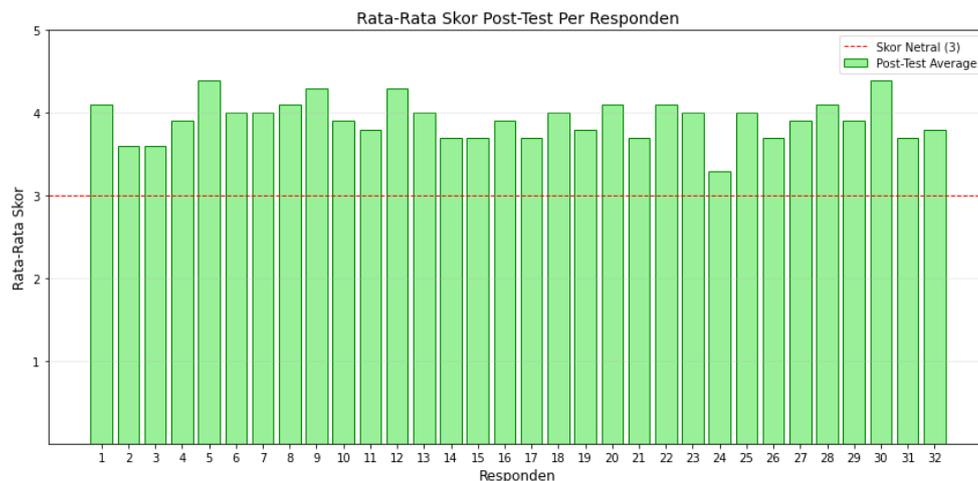
jawaban dari pertanyaan yang diajukan tes awal dan tes akhir. Evaluasi untuk menilai peningkatan pemahaman warga dan tim relawan bencana Desa Ngargosari terhadap bencana tanah longsor, baik dalam aspek kesadaran, kesiapsiagaan, maupun pengetahuan teknis yang diperoleh selama rangkaian kegiatan mitigasi. Keberhasilan kegiatan diukur berdasarkan perubahan tingkat pemahaman, dianalisis menggunakan indeks persentase berbasis skala Likert.

Hasil evaluasi menunjukkan perbedaan hasil dari tes awal dan tes akhir. Hasil tes awal terkait pemahaman masyarakat mengenai kebencanaan tanah longsor berdasarkan pertanyaan kuesioner yang diberikan sebesar 40%. Grafik rata-rata skor tes akhir menunjukkan tingkat pemahaman awal warga cukup rendah berada pada kisaran 1 sampai dengan 3 pada skala Likert 5 seperti pada Gambar 15.

Hasil evaluasi pada kegiatan tes akhir menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan sebesar 78%. Hasil yang diperoleh berada pada kisaran 3 sampai dengan 5, menunjukkan bahwa warga setelah memperoleh



Gambar 15. Hasil Tes Awal
Sumber: Analisis peneliti, 2024.



Gambar 16. Hasil Tes Akhir
Sumber: Analisis peneliti, 2024.

edukasi dan terlibat dalam kegiatan mitigasi bencana memperoleh pemahaman yang cukup. Peningkatan rata-rata antara tes awal dan tes akhir menunjukkan efektivitas kegiatan atau program. Kegiatan berhasil meningkatkan kesadaran dan pemahaman warga Desa Ngargosari dan tim relawan bencana tentang mitigasi bencana longsor. Rata-rata hasil tes akhir seperti pada Gambar 16.

Mayoritas responden mengalami peningkatan skor yang signifikan, sehingga kegiatan dapat dianggap berhasil dalam meningkatkan kesadaran dan pemahaman mengenai mitigasi bencana longsor. Distribusi skor tes akhir yang lebih merata mencerminkan efektivitas penyampaian materi serta respons positif dari peserta. Rata-rata skor tes akhir yang mendekati atau melebihi angka 4 menunjukkan bahwa sebagian besar peserta telah mencapai tingkat pemahaman yang memadai untuk menerapkan pengetahuan yang diperoleh. Dukungan terhadap keberlanjutan kegiatan mitigasi sangat diperlukan dari semua mitra terutama pihak desa dan yang terlibat karena efektif dalam mengurangi potensi bahaya serta memberikan edukasi pada warga desa mengenai dampak tanah longsor. Transfer

pengetahuan tidak boleh berhenti setelah kegiatan selesai, melainkan harus berlanjut dengan program serupa yang dapat menjangkau lebih banyak wilayah yang berpotensi terhadap ancaman bencana tanah bergerak atau longsor. Masyarakat yang teredukasi tentang bahaya dan mitigasi tanah longsor tidak hanya untuk warga yang tinggal di daerah rawan atau masuk ke dalam peta bencana. Edukasi untuk seluruh warga di yang berbatasan dengan Desa Ngargosari maupun yang wilayahnya memiliki kontur sama dengan Desa Ngargosari, sehingga dapat saling menjaga dan bekerja sama untuk menciptakan lingkungan yang lebih aman dan nyaman.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai strategi mitigasi longsor di Desa Ngargosari, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

Pertama, upaya peningkatan ketahanan masyarakat terhadap bencana tanah longsor di Desa Ngargosari dapat dilakukan secara efektif melalui pendekatan kolaboratif dan berbasis komunitas. Dari aspek ketahanan fisik, intervensi yang dilakukan berupa

pembangunan jalur evakuasi, pemasangan sistem peringatan dini (LEWS), serta penempatan rambu evakuasi. Ketahanan fisik di Desa Ngargosari berada pada kategori baik, ditunjukkan oleh skor rata-rata tes awal sebesar 4,18 (83,6%), dan meningkat menjadi 4,30 (86,0%) setelah pelaksanaan kegiatan mitigasi.

Kedua, dari aspek kapasitas masyarakat, kegiatan sosialisasi, pelatihan, dan simulasi evakuasi terbukti mampu meningkatkan pemahaman dan kesiapan warga. Hal ini ditunjukkan melalui peningkatan signifikan skor evaluasi pemahaman kebencanaan, dari 40% dan berada pada rentang skor 1 hingga 3 pada skala Likert 5 pada awal kegiatan menjadi 78% dengan skor berkisar antara 3 hingga 5 setelah intervensi. Selain itu, penerapan teknologi deteksi dini secara nyata di lapangan, bukan sekadar prototipe, dipadukan dengan penyusunan prosedur tetap (protap) evakuasi dan sistem komunikasi yang terstruktur.

Ketiga, tingginya partisipasi masyarakat dan pemerintah desa dalam setiap tahapan kegiatan, mulai dari perencanaan hingga pelaksanaan. Keterlibatan aktif tokoh masyarakat, relawan, dan lembaga desa menjadi penguat dalam membangun ketahanan kelembagaan yang berkelanjutan. Program ini membuktikan bahwa kolaborasi antara masyarakat, akademisi, dan pemerintah desa dalam skema Program KOSABANGSA dapat menciptakan dampak nyata yang dirasakan langsung oleh warga di wilayah rawan bencana.

DAFTAR PUSTAKA

Abtodi, T., Raharjob, S. and Kuncoro, B., 2019. *Geologi dan Zonasi Kerentanan Gerakan Tanah, Desa Karangrejo dan sekitarnya Kec. Loano, Kab. Purworejo, Prov.*

Jawa Tengah. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta.

'Aina, C., Nurjahjaningtyas, I. and Alfiah, R., 2022. Mitigasi Daerah Rawan Bencana Longsor Berbasis Pemetaan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Bumiaji. *MATRAPOLIS: Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 2(2), p.53. <https://doi.org/10.19184/matrapolis.v3i2.32097>.

Arsyad, M., 2017. *Modul Manajemen Penanggulangan Bencana Pelatihan Penanggulangan Bencana Banjir. Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Sumber Daya Air Dan Kontruksi*. Bandung: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Aulia, F., Sasmito, B. and Qoyimah, S., 2024. Pemetaan Ancaman Bencana Tanah Longsor Berbasis Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus : Kecamatan Bener, Kecamatan Loano dan Kecamatan Kaligesing, Kabupaten Purworejo). *Elipsoida : Jurnal Geodesi dan Geomatika*, 7(1), pp.34–42. <https://doi.org/10.14710/elipsoida.2024.21626>.

Awalani, A., 2018. *Tebing Longsor di Loano, Satu Rumah Hancur Berantakan*. [online] Sorot Purworejo. Available at: <<https://purworejo.sorot.co/berita-7739-tebing-longsor-di-loano-satu-rumah-hancur-berantakan.html>> [Accessed 4 November 2024].

Badan Pusat Statistik, 2024. *Jumlah Kejadian Bencana Alam Menurut Provinsi, 2023*. [online] Badan Pusat Statistik. Available at: <<https://www.bps.go.id/id/statistics-table/3/TUZaMGVteFVjSEJ4T1RCMIi-yRjRTazVvVDJocVFUMDkjMw==/jumlah-kejadian-bencana-alam-menurut-provinsi--2023.html?year=2023>> [Accessed 31 October 2024].

- Biomi, A.A., Haryawan, I.G.A., Prihastini, K.A., Negara, N.L.G.M., Kusuma, M.A.P.N. and Sulistyawati, N.P.E., 2024. Mitigasi Bencana Alam Tanah Longsor Pada Nungnung Waterfall Desa Pelaga Kecamatan Petang Kabupaten Badung. *I-Com: Indonesian Community Journal*, 4(1), pp.551–560. <https://doi.org/10.33379/icom.v4i1.4135>.
- BPBD Kabupaten Purworejo, 2021a. *Hujan Deras Akibatkan Longsor Di Desa Ngargosari*. [online] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Purworejo. Available at: <<https://bpbd.purworejokab.go.id/hujan-deras-akibatkan-longsor-di-desa-ngargosari>> [Accessed 4 November 2024].
- BPBD Kabupaten Purworejo, 2023. *Peta Rawan Longsor Kabupaten Purworejo*. [online] E-SISKA. Available at: <https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=1-n13ZwpFPkc1Geg2L_1yiRdJ_UBRNr8&ll=-7.502351407843176%2C110.11068446291296&z=12> [Accessed 11 April 2025].
- BPBD Kabupaten Purworejo, 2024. *e-SISKA*. [online] Available at: <<https://e-siska.id/site/home>> [Accessed 11 April 2025].
- Darmatazia, S.U., Setianingrum, D.P. and Masyudi, M.P., 2022. Analisis Penyebab Tanah Longsor di Gunung Manggah, Jalan Otto Iskandardinata, Kelurahan Sungai Dama, Kecamatan Samarinda Ilir, Kota Samarinda. *Departemen Riset Dan Penelitian*, 2(1), pp.1–9.
- Dirga, A.S. and Djafar, T., 2023. Implementasi Penanggulangan Bencana Studi Kasus Nagari Siaga Bencana (Nagasina) Di Nagari Ganggo Hilia Kecamatan Bonjol Kabupaten Pasaman. *Jurnal Pemerintahan Dan Keamanan Publik (JP dan KP)*, 5(2), pp.106–122. <https://doi.org/10.33701/jpkp.v5i2.3777>.
- ESDM, K., 2016. *PVMBG : Purworejo Berada Pada Zona Potensi Gerakan Tanah Menengah-Tinggi*. [online] Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. Available at: <<https://www.esdm.go.id/id/media-center/news-archives/pvmbg-purworejo-berada-pada-zona-potensi-gerakan-tanah-menengah-tinggi>> [Accessed 4 November 2024].
- Fatah, A., Ulum, M. and Bowo, T.A., 2023. Peran LSM Dalam Penanggulangan Kekeringan dan Implikasinya Bagi Ketahanan Wilayah Di Kapanewon Nglipar Gunungkidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (Studi Pada Yayasan Wahana Mandiri Indonesia). *Jurnal Ketahanan Nasional*, 29(1), p.108. <https://doi.org/10.22146/jkn.78982>.
- Fathin, R. and Achadi, A.H., 2024. Ketahanan Masyarakat Penyintas Berbasis Pentagon Aset Pasca Gempabumi Cianjur (Studi di Kecamatan Cugenang, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat). *Jurnal Ketahanan Nasional*, 30(1), pp.18–42. <https://doi.org/https://doi.org/10.22146/jkn.94497>.
- Finaka, A.W., 2024. *4.940 Bencana Terjadi di Indonesia Sepanjang 2023*. [online] Indonesia Baik.id. Available at: <<https://indonesiabaik.id/infografis/4940-bencana-terjadi-di-indonesia-sepanjang-2023>> [Accessed 12 December 2024].
- Firdaus, M.I., Widyasamratri, H. and Yuliani, E., 2024. Analisis Penentuan Jalur Evakuasi Bencana Tanah Longsor pada Kawasan Permukiman. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan dan IPTEK*, 20(2),

- pp.73–81. <https://doi.org/https://doi.org/10.33658/jl.v20i2.401>.
- Fitriani, P.N., Lestari, K.D., Pratama, H.D. and Madlazim, M., 2019. Rancang Bangun Prototipe Deteksi Dini Tanah Longsor Berbasis Double Sensor. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*, 8(2), pp.50–58. <https://doi.org/https://doi.org/10.26740/ifi.v8n2.p%25p>.
- Heksantoro, R., 2017. 3 Titik Longsor di Purworejo Menutup Akses Warga di Purworejo. [online] detikNews. Available at: <<https://news.detik.com/berita-jawa-tengah/d-3774181/3-titik-longsor-di-purworejo-menutup-akses-warga-di-purworejo>> [Accessed 4 November 2024].
- Hidayatulloh, N.M.Y., Palupi, R.E.A., Herbanu, P.S., Purwanto, B. and Wuryanto, T., 2025. Strategi Mitigasi Longsor di Desa Ngargosari, Kecamatan Loano Kabupaten Purworejo. *JAKA (Jurnal Akbara Surakarta)*, 4(1), pp.1–8.
- Indriati, S., 2023. *Kajian Mitigasi Pada Zona Rawan Tanah Longsor Di Kecamatan Kokalukuna Dan Kecamatan Bungi, Kota Baubau Provinsi Sulawesi Tenggara*. Universitas Hasanuddin.
- Indriyanti, R.A. and Triyani, Y., 2024. Pendampingan kewaspadaan bencana alam longsor dan antisipasinya di Pesantren Sabilunnajat Kecamatan Rancah Kabupaten Ciamis. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 8(1), pp.780–789. <https://doi.org/https://doi.org/10.31764/jpmb.v8i1.22259>.
- International Council for Science-Integrated Research on Disaster Risk, 2014. *Peril Classification and Hazard Glossary (IRDR DATA Publication No. 1)*. Beijing.
- Intrieri, E., Gigli, G., Mugnai, F., Fanti, R. and Casagli, N., 2012. Design and implementation of a landslide early warning system. *Engineering Geology*, 147–148, pp.124–136. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2012.07.017>.
- Iswanto, I., Raharja, N.M. and Subardono, A., 2009. Sistem Peringatan Dini Tanah Longsor Berbasis Atmega8535. In: *Seminar Nasional Informatika 2009 (semnasIF 2009)*. Yogyakarta: Teknik Informatika UPN “Veteran” Yogyakarta. pp.53–57.
- Kinasih, F.A., Miladan, N. and Kusumastuti, 2023. Kajian risiko bencana gempa bumi akibat aktivitas Sesar Lembang di Kabupaten Bandung Barat. *Region : Jurnal Pembangunan Wilayah dan Perencanaan Partisipatif*, 18(2), p.357. <https://doi.org/10.20961/region.v18i2.57232>.
- KLK Purworejo, 2021b. *Tanah Longsor Di Desa Sedayu*. [online] Kecamatan Loano Kabupaten Purworejo. Available at: <<https://www.kec-loano.purworejokab.go.id/tanah-longsor-di-desa-sedayu>> [Accessed 4 November 2024].
- KLK Purworejo, 2022. *Tanah Longsor di Desa Banyuasin Kembaran*. [online] Kecamatan Loano Kabupaten Purworejo. Available at: <<https://www.kec-loano.purworejokab.go.id/tanah-longsor-di-desa-banyuasin-kembaran>> [Accessed 4 November 2024].
- KLK Purworejo, 2024. *Kecamatan Loano Kabupaten Purworejo*. [online] Available at: <<https://kec-loano.purworejokab.go.id/>> [Accessed 11 April 2025].
- Lubis, I.W.A. and Pandjaitan, N.K., 2024. Peran Aksi Kolektif untuk Mitigasi Bencana dalam Resiliensi Komunitas Menghadapi Tanah Longsor. *Jurnal*

- Sains Komunikasi dan Pengembangan Masyarakat [JSKPM]*, 8(02), pp.34–48. <https://doi.org/10.29244/jskpm.v8i02.1209>.
- Ly, Y., Sarker, M.N.I. and Firdaus, R.B.R., 2024. Disaster resilience in climate-vulnerable community context: Conceptual analysis. *Ecological Indicators*, 158(January), p.111527. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.111527>.
- Mahandani, S.F., Putra, I.D., Hirawan, A., Abbas, R. and Titisari, A.D., 2018. Integrated Remote Sensing and Geological Mapping to Identify Landslide Prone Zone in Loano, Purworejo, Central Java. In: *EAGE-HAGI 1st Asia Pacific Meeting on Near Surface Geoscience and Engineering*. Yogyakarta, Indonesia: EarthDoc. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201800372>.
- Mantika, N.J., Hidayati, S.R. and Fathurrohman, S., 2020. Identifikasi Tingkat Kerentanan Bencana Di Kabupaten Gunungkidul. *Matra: Jurnal Mahasiswa Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota*, 1(1), pp.59–70.
- Maulia, S.T., Utami, S., Melisa and Ichsan, M., 2024. Dampak Polusi Udara Akibat Kebakaran Hutan Dan Lahan Serta Upaya Pengurangannya Dalam Mempertahankan Ketahanan Energi. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 29(3), pp.384–400. <https://doi.org/10.22146/jkn.92761>.
- Meidji, I.U., Ahmadi, H., Ninasafitri, N., Papatungan, D.T., Akuba, K.R. and Jayadi, H., 2024. Pengembangan Alat Deteksi Dini Dalam Upaya Peningkatan Kesiapsiagaan Warga Desa Totopo Terhadap Bencana Banjir dan Tanah Longsor. *Communnity Development Journal*, 5(1), pp.613–618.
- Mulyandari, R., 2025. Analisis Kesiapsiagaan , Kerentanan dan Ketahanan Masyarakat dalam Menghadapi Bencana Alam (studi kasus di Desa Tegaltirto). *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, 3(1), pp.206–219. <https://doi.org/https://doi.org/10.61132/venus.v3i1.745>.
- Nurhasanah, Y., Finaka, A.W. and Devina, C., 2023. *4.940 Bencana Terjadi di Indonesia Sepanjang 2023 | Indonesia Baik*. [online] Indonesia Baik.id. Available at: <<https://indonesiabaik.id/infografis/4940-bencana-terjadi-di-indonesia-sepanjang-2023>> [Accessed 31 October 2024].
- Paringgi, R. Al, 2024. *Sistem Peringatan Dini (Early Warning System) Bencana*. [online] BPBD Pangkalpinang. Available at: <<https://bpbd.pangkalpinangkota.go.id/berita/read/2/2024/sistem-peringatan-dini-early-warning-system-bencana>> [Accessed 11 April 2025].
- Priyadi, I., Hadi, F., Pranata, Y.S. and Razali, M.R., 2022. Rancangan dan Implementasi Sistem Deteksi Longsor Berbasis SMS dan Progressive Web Apps. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 10(1), p.243. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v10i1.243>.
- Purwati, 2016. *Sosialisasi Standar Operasional Prosedur (SOP) Pengadilan Negeri Blora*. [online] Pengadilan Negeri Blora. Available at: <<https://pn-blora.go.id/main/index.php/berita/berita-terkini/896-sosialisasi-standar-operasional-prosedur-sop-pengadilan-negeri-blora>> [Accessed 12 April 2025].
- Putra, A., Rohana, T. and Lestari, S.A.P., 2022. Sistem Peringatan Dini Bencana Alam Tanah Lonsor Berbasis Internet

- Of Things. *Scientific Student Journal for Information, Technology and Science*, 3(1), pp.9–16.
- Rachmawati, E., Awaluddin, M. and Nugraha, A.L., 2024. Analisis Ancaman Bencana Longsor Wilayah Terbangun Berbasis Sistem Informasi Geografis (studi Kasus: Kec. Banyumanik dan Kec. Gunungpati, Kota Semarang). *Jurnal Geodesi Undip*, 13(2), pp.508–517. <https://doi.org/10.14710/jgundip.2024.42356>.
- Rahmawati, I., 2023. Tingkat Ketahanan Masyarakat Pada Desa Rawan Longsor Di Kecamatan Wanayasa Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 29(3), pp.368–383. <https://doi.org/10.22146/jkn.89264>.
- Rhynaldie, K.B.P., 2023. Pelibatan TNI AD Dalam Penanggulangan Bencana Erupsi Gunungapi Semeru Dan Implikasinya Terhadap Ketahanan Wilayah (Studi Di Kodim 0821/Lumajang Dan Kecamatan Candipuro, Kabupaten Lumajang, Jawa Timur). *Jurnal Ketahanan Nasional*, 29(1), p.53. <https://doi.org/10.22146/jkn.80283>.
- Rosyida, A., Aziz, M., Firmansyah, Y., Setiawan, T., Pangesti, K.P. and Kakanur, F., 2024. *Data Bencana Indonesia 2023. Buku Data Bencana Indonesia*, Jakarta: Pusat Data Informasi dan Komunikasi Kebencanaan Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Ruslanjari, D., Permana, R.S. and Wardhana, F., 2020. Kondisi Kerentanan dan Ketahanan Masyarakat Terhadap Bencana Tanah Longsor di Desa Pagerharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulonprogo, Yogyakarta. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 26(1), pp.23–39. <https://doi.org/10.22146/jkn.54415>.
- Ruslanjari, D., Wahyunita, D.I. and Permana, R.S., 2017. Peran Gender Pada Siklus Manajemen Bencana Di Sektor Sosial Ekonomi Rumah Tangga Tani (Bencana Alam Gempabumi Dan Letusan Gunungapi). *Jurnal Kawistara*, 7(1), p.78. <https://doi.org/10.22146/kawistara.17823>.
- Saputra, A.N., Pandani, N. and Arisanty, D., 2022. Pemetaan Tingkat Kerentanan Longsor Kecamatan Padang Batung Kabupaten Hulu Sungai Selatan. *JPG (Jurnal Pendidikan Geografi)*, 9(2), pp.25–37. <https://doi.org/10.20527/jpg.v9i2.12749>.
- Setyaningsih, E., Fadli, M., Kusumaningrum, A., Alfaqi, M.Z. and Pandjaitan, M.B., 2023. Peran Kearifan Lokal Suku Bajau di Desa Torosiaje – Gorontalo dalam Menghadapi Ancaman Bencana Ekologis dan Implikasinya Terhadap Ketahanan Lingkungan Wilayah. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 29(2), p.245. <https://doi.org/10.22146/jkn.86079>.
- Setyawan, A., Suseno, J.E., Winesthi, R.D. and 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), pp.242–246. <https://doi.org/10.14710/jil.18.2.242-246>.
- Shi, P., 2019. Hazards, Disasters, and Risks. pp.1–48. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6689-5_1.
- Sobirin, Sitanala, F.TH.R. and Ramadhan, M., 2017. Analisis Potensi dan Bahaya Bencana Longsor Menggunakan Modifikasi Metode Indeks Storie di Kabupaten Kebumen Jawa Tengah. *Industri Research Workshop and National Seminar Politeknik Negeri Bandung*, 8, pp.59–64.

- Suratinoyo, M.S., Permana, A.P. and Kasim, M., 2024. Geologi Daerah Bumela Kecamatan Bilato Kabupaten Gorontalo. *Geosfera: Jurnal Penelitian Geografi (GeoJPG)*, 3(2), pp.66–79. <https://doi.org/doi.org/10.37905/geojpg.v3i2.28314> p.
- Susetyo, J.A., Astutik, S., Kurnianto, F.A., Nurdin, E.A. and Pangastuti, E.I., 2023. Pemetaan Daerah Rawan Bencana Tanah Longsor di Wilayah Kecamatan Silo Kabupaten Jember. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(4), pp.861–869. <https://doi.org/10.14710/jil.21.4.861-869>.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana*.
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2017. *The Sendai Framework Terminology on Disaster Risk Reduction 'Disaster'*. [online] Sendai Framework Terminology on Disaster Risk Reduction. Available at: <<https://www.undrr.org/terminology/disaster>> [Accessed 11 April 2025].
- Vitra, H.R., Sonata, H. and Pratiwi, A., 2023. Mitigasi Bencana Longsor Pada Infrastruktur Jalan: (Studi Kasus: Nagari Aie Dingin, Kab. Solok, Sumatera Barat). In: *8th Andalas Civil Engineering (ACE) Conference*. Padang, Sumatra Barat.
- Wahyuni, F.D. and Wildian, W., 2022. Rancang Bangun Prototipe Sistem Peringatan Dini Tanah Longsor Berbasis Potensiometer Geser dan Sensor Kelembaban Tanah dengan Keluaran Notifikasi SMS. *Jurnal Fisika Unand*, 11(2), pp.242–248. <https://doi.org/10.25077/jfu.11.2.242-248.2022>.
- Wardana, D.P.T., Ramdani, F. and Pradana, F., 2018. Sistem Deteksi Dini Bencana Tanah Longsor Berbasis 3D WebGIS. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(3), pp.1142–1150.
- Watora, N. and Ilham, A.A., 2024. Mitigasi Bencana Melalui Desa Tangguh Bencana Di Kabupaten Badung Kelurahan Tanjung Benoa Provinsi Bali. *Terapan Pemerintahan Minangkabau*, 4(1), pp.59–75. <https://doi.org/https://doi.org/10.33701/jtpm.v4i1.3770>.
- Widiastutik, R. and Bukhori, I., 2018. Kajian Risiko Bencana Longsor Kecamatan Loano Kabupaten Purworejo. *Jurnal Pembangunan Wilayah & Kota*, 14(2), p.109. <https://doi.org/10.14710/pwk.v14i2.19258>.
- Zakaria, M.N., Muladi, M. and Elmunsyah, H., 2022. Node Wsn (Wireless Sensor Network) sebagai Sistem Peringatan Dini terhadap Bencana Tanah Longsor Secara Real Time. *Jurnal Inovasi Teknologi dan Edukasi Teknik*, 2(4), pp.164–169. <https://doi.org/10.17977/um068v2i42022p164-169>.
- Zulkifli, L., Emilga, E.V., Abdurrahman, Muh.G., Daniswara, L., Asmita, Basitha, M. and Ariesta, M.G.D., 2022. Sosialisasi Mitigasi Bencana dan Pemetaan Jalur Evakuasi untuk Mendukung Desa Sengkol Sebagai Desa Tanggap Bencana. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 5(1), pp.295–299. <https://doi.org/doi.org/10.29303/jpmpi.v3i2.1477>.