EFEKTIVITAS *EARLY WARNING SYSTEM (EWS)* DALAM MITIGASI BENCANA TANAH LONGSOR DI KECAMATAN BAGELEN KABUPATEN PURWEREJO PROVINSI JAWA TENGAH

Riris Chrisaria Indhi
NPP. 33.0479
Program Studi Manajemen Keamanan Dan Keselamatan Publik
Email: ririschrisasiaindhi@gmail.com

Pembimbing Skripsi: Prof. Dr. Drs. Kusworo, M.Si
Email: kusworo1709@gmail.com

ABSTRACT

Problem Statement: *This study is motivated by the high risk of landslide disasters in Bagelen District, Purworejo Regency, which is influenced by hilly geographical conditions, high rainfall intensity, and unstable soil characteristics. The local government, through the Regional Disaster Management Agency (BPBD) of Purworejo Regency, has installed an Early Warning System (EWS) as an instrument for landslide disaster mitigation, particularly in Durensari and Semagung Villages. However, the effectiveness of EWS is not only determined by the existence of the device, but also by the system's ability to provide early warnings, improve community preparedness, and support rapid and appropriate evacuation responses.* ***Purpose:*** *This study aims to analyze the effectiveness of EWS in landslide disaster mitigation in Bagelen District, Purworejo Regency, Central Java Province.* ***Method:*** *This study employed a descriptive qualitative method with an inductive approach. Data were collected through observation, in-depth interviews, and documentation involving 17 informants/respondents, consisting of 7 informants from BPBD of Purworejo Regency, the sub-district government, and village governments, as well as 10 community respondents living around the EWS locations. Data analysis was conducted through data reduction, data display, and conclusion drawing, supported by NVivo 12 software.* ***Result:*** *The findings show that EWS in Bagelen District is moderately effective in supporting landslide disaster mitigation. This is reflected in increased community awareness, the development of independent evacuation responses, and the function of EWS as an initial reference in facing potential landslides. Viewed from the dimensions of goal attainment, system, and multiple constituencies, EWS has made a tangible contribution to community protection in disaster-prone areas.* ***Conclusion:*** *EWS in Bagelen District is a moderately effective mitigation instrument in strengthening community preparedness and supporting landslide disaster management governance at the local level.*

Keywords: *Bagelen District, Disaster Mitigation, Early Warning System, Effectiveness, Landslide*

ABSTRAK

Permasalahan: Penelitian ini dilatarbelakangi oleh tingginya risiko bencana tanah longsor di Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo yang dipengaruhi oleh kondisi geografis perbukitan, curah hujan tinggi, serta karakter tanah yang labil. Pemerintah daerah melalui BPBD Kabupaten Purworejo telah memasang Early Warning System (EWS) sebagai instrumen mitigasi bencana tanah longsor, khususnya di Desa Durensari dan Desa Semagung. Namun, efektivitas EWS tidak hanya ditentukan

oleh keberadaan alat, tetapi juga oleh kemampuan sistem dalam memberikan peringatan dini, meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat, dan mendukung respons evakuasi secara cepat dan tepat. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas EWS dalam mitigasi bencana tanah longsor di Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo Provinsi Jawa Tengah. **Metode:** Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan pendekatan induktif. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara mendalam, dan dokumentasi dengan melibatkan 17 informan, terdiri atas 7 informan dari BPBD Kabupaten Purworejo, pemerintah kecamatan, dan pemerintah desa, serta 10 responden masyarakat sekitar lokasi EWS. Analisis data dilakukan melalui reduksi data, penyajian data, penarikan kesimpulan, serta dibantu perangkat lunak NVivo 12. **Hasil/Temuan:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa EWS di Kecamatan Bagelen cukup efektif dalam mendukung mitigasi bencana tanah longsor. Hal ini terlihat dari meningkatnya kewaspadaan masyarakat, terbentuknya respons evakuasi mandiri, serta berfungsinya EWS sebagai acuan awal dalam menghadapi potensi longsor. Ditinjau dari dimensi pencapaian sasaran, sistem, dan multi konstituensi, EWS telah memberikan kontribusi nyata terhadap perlindungan masyarakat di wilayah rawan bencana. **Kesimpulan:** EWS di Kecamatan Bagelen merupakan instrumen mitigasi yang cukup efektif dalam memperkuat kesiapsiagaan masyarakat dan mendukung tata kelola penanggulangan bencana tanah longsor di tingkat lokal.

Kata kunci: Early Warning System, Efektivitas, Kecamatan Bagelen, Mitigasi Bencana, Tanah Longsor

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan tingkat kerawanan bencana yang tinggi karena berada pada wilayah tropis, memiliki curah hujan relatif besar, serta didukung oleh kondisi geomorfologi yang beragam, mulai dari dataran rendah, kawasan pesisir, hingga perbukitan dan pegunungan. Kondisi tersebut menyebabkan bencana hidrometeorologi seperti banjir, cuaca ekstrem, dan tanah longsor menjadi ancaman yang terus berulang, terutama pada wilayah dengan lereng curam, tanah labil, serta perubahan tata guna lahan yang tidak terkendali. Dalam konteks kebencanaan modern, tanah longsor tidak hanya dipahami sebagai peristiwa geologis semata, tetapi juga sebagai persoalan tata kelola risiko yang berkaitan dengan kesiapsiagaan masyarakat, kapasitas pemerintah daerah, ketersediaan sistem peringatan dini, serta efektivitas komunikasi risiko kepada masyarakat. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa bencana tanah longsor yang dipicu oleh curah hujan membutuhkan sistem pemantauan yang responsif, akurat, dan mudah dipahami oleh masyarakat agar informasi peringatan dapat diubah menjadi tindakan penyelamatan yang tepat waktu (Yuniawan et al., 2022; Van Vung et al., 2023; Hidayat et al., 2024).

Early Warning System (EWS) menjadi salah satu instrumen penting dalam mitigasi bencana karena berfungsi memberikan informasi dini kepada masyarakat sebelum ancaman berkembang menjadi kejadian bencana yang menimbulkan korban jiwa maupun kerugian material. Dalam praktiknya, efektivitas EWS tidak hanya ditentukan oleh keberadaan alat atau teknologi, tetapi juga oleh ketepatan sensor, ambang batas peringatan, sistem komunikasi, kapasitas kelembagaan, dan respons masyarakat terhadap informasi yang diterima. EWS yang efektif perlu dipahami sebagai sistem sosio-teknis karena menggabungkan teknologi pemantauan, edukasi publik, partisipasi masyarakat, dan koordinasi pemerintah dalam pengambilan keputusan. Oleh sebab itu, EWS tidak dapat dipandang hanya sebagai perangkat fisik, melainkan sebagai rangkaian proses yang mencakup pengamatan bahaya, analisis risiko, penyebaran informasi, dan tindakan respons oleh masyarakat (Esposito et al., 2022; Sahana et al., 2023; Werthmann et al., 2024).

Dalam konteks bencana tanah longsor, pengembangan EWS memiliki tantangan yang lebih kompleks karena longsor sering terjadi secara lokal, cepat, dan dipengaruhi oleh kombinasi faktor curah hujan, kelembapan tanah, tekanan air pori, kemiringan lereng, serta pergerakan tanah. Oleh karena itu, efektivitas EWS tanah longsor sangat bergantung pada kesesuaian antara teknologi yang digunakan dengan karakteristik geografis dan sosial wilayah rawan bencana. Penggunaan sensor tanah, sensor curah hujan, sensor kemiringan, serta penetapan ambang batas hujan yang sesuai dengan kondisi lokal menjadi aspek penting dalam meningkatkan akurasi peringatan dini. Sistem berbasis sensor berbiaya rendah juga dinilai mampu mendukung pemantauan tanah longsor secara lebih efisien apabila diintegrasikan dengan sistem komunikasi yang cepat dan mekanisme respons masyarakat yang jelas (Prakasam et al., 2021; Paswan & Shrivastava, 2023; Nocentini et al., 2024; Mukhlisin et al., 2025).

Kabupaten Purworejo merupakan salah satu wilayah di Provinsi Jawa Tengah yang memiliki potensi bencana tanah longsor, terutama pada kawasan dengan karakter perbukitan dan lereng curam. Kecamatan Bagelen menjadi salah satu wilayah yang perlu mendapatkan perhatian karena memiliki kondisi geografis yang mendukung terjadinya longsor, khususnya pada musim hujan. Data dalam skripsi menunjukkan bahwa Kecamatan Bagelen menjadi lokus penting penelitian karena terdapat pemasangan EWS tanah longsor di Desa Durensari dan Desa Semagung sebagai bagian dari upaya mitigasi bencana oleh pemerintah daerah melalui Badan Penanggulangan Bencana Daerah. Keberadaan EWS tersebut dimaksudkan untuk memberikan peringatan dini kepada masyarakat agar dapat melakukan evakuasi dan mengurangi risiko korban jiwa maupun kerugian material ketika terjadi indikasi pergerakan tanah. Namun demikian, keberadaan alat peringatan dini belum serta-merta menjamin tercapainya mitigasi yang optimal apabila masyarakat belum memahami fungsi EWS secara benar, tidak merespons peringatan secara disiplin, atau masih menganggap EWS sebagai alat pencegah bencana, bukan sebagai alat pendeteksi ancaman.

Permasalahan tersebut sejalan dengan temuan berbagai penelitian yang menegaskan bahwa keberhasilan EWS sangat dipengaruhi oleh kualitas komunikasi risiko dan keterlibatan masyarakat. EWS yang secara teknis baik tetap dapat menjadi kurang efektif apabila pesan peringatan tidak dipahami, tidak dipercaya, atau tidak diikuti oleh tindakan evakuasi yang tepat. Kegagalan sistem peringatan dini juga sering berkaitan dengan lemahnya koordinasi kelembagaan, rendahnya kesiapsiagaan masyarakat, serta tidak jelasnya alur respons. Oleh karena itu, efektivitas EWS perlu dilihat dari kemampuan sistem dalam menyampaikan informasi yang dapat dipahami dan ditindaklanjuti oleh masyarakat, bukan hanya dari keberadaan perangkat teknologi di lokasi rawan bencana (Samansiri et al., 2023; Sahana et al., 2023; Aprianti et al., 2025).

Selain aspek teknologi dan masyarakat, efektivitas EWS juga berkaitan dengan peran pemerintah daerah dalam menjalankan fungsi perlindungan masyarakat. Dalam perspektif pemerintahan, penanggulangan bencana merupakan bagian dari urusan wajib yang menuntut hadirnya kebijakan, koordinasi kelembagaan, penyediaan sarana prasarana, serta edukasi publik yang berkelanjutan. Tata kelola penanggulangan bencana yang efektif memerlukan kolaborasi antara pemerintah, masyarakat, lembaga teknis, dan unsur lokal agar sistem peringatan dini tidak hanya terpasang, tetapi juga benar-benar digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam menghadapi ancaman bencana. Dalam konteks mitigasi berbasis masyarakat, peningkatan pengetahuan, kesadaran, dan keterampilan warga menjadi bagian penting untuk membangun ketangguhan lokal terhadap bencana tanah longsor (Rohmadin et al., 2025; Watora & Ilham, 2024; Wahyudi, 2024).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai efektivitas Early Warning System dalam mitigasi bencana tanah longsor di Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo menjadi penting dilakukan karena terdapat kebutuhan untuk menilai sejauh mana EWS mampu menjalankan fungsi peringatan dini secara nyata di tengah masyarakat. Penelitian ini memiliki relevansi akademik dan praktis karena menghubungkan aspek teknologi kebencanaan, respons masyarakat, dan tata kelola pemerintah daerah dalam satu kerangka analisis efektivitas. Fokus penelitian diarahkan pada efektivitas EWS sebagai instrumen mitigasi utama, khususnya dalam meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat dan mengurangi risiko bencana tanah longsor. Dengan demikian, penelitian ini

diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi penguatan kebijakan mitigasi bencana daerah, peningkatan kualitas sistem peringatan dini, serta pengembangan tata kelola kebencanaan yang lebih responsif, adaptif, dan berbasis pada kebutuhan masyarakat lokal.

1.2 Kesenjangan Masalah yang Diambil

Penelitian mengenai *Early Warning System* (EWS) dalam mitigasi bencana tanah longsor telah banyak dilakukan. Sebagian besar penelitian terdahulu lebih berfokus pada aspek teknis, seperti pengembangan sensor, akurasi alat, sistem pemantauan, dan penentuan ambang batas peringatan dini. Penelitian tersebut memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi EWS, tetapi belum banyak membahas efektivitas EWS setelah diterapkan di masyarakat.

Selain itu, beberapa penelitian menunjukkan bahwa keberhasilan EWS tidak hanya ditentukan oleh teknologi yang digunakan, tetapi juga oleh kesiapsiagaan masyarakat, komunikasi risiko, dan dukungan pemerintah daerah. Namun, kajian yang secara khusus menganalisis efektivitas EWS tanah longsor dengan melihat hubungan antara fungsi teknologi, respons masyarakat, dan peran pemerintah daerah masih relatif terbatas, terutama pada tingkat kecamatan.

Di Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo telah dipasang EWS tanah longsor sebagai upaya mitigasi bencana. Akan tetapi, belum diketahui secara pasti sejauh mana sistem tersebut mampu meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat dan mendukung pengurangan risiko bencana. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara keberadaan EWS sebagai perangkat teknologi dengan efektivitas pemanfaatannya di lapangan.

Berdasarkan kondisi tersebut, kesenjangan masalah dalam penelitian ini terletak pada masih terbatasnya kajian yang menganalisis efektivitas *Early Warning System* (EWS) tanah longsor sebagai instrumen mitigasi bencana dengan memperhatikan aspek teknologi, respons masyarakat, dan peran pemerintah daerah. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis efektivitas EWS dalam mitigasi bencana tanah longsor di Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo menggunakan teori efektivitas Richard M. Steers.

1.3 Urgensi Penelitian

Penelitian ini penting dilakukan karena Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo merupakan salah satu wilayah yang memiliki potensi bencana tanah longsor. Untuk mengurangi risiko bencana, pemerintah telah memasang *Early Warning System* (EWS) sebagai sarana peringatan dini bagi masyarakat. Namun, keberadaan EWS belum tentu menunjukkan bahwa sistem tersebut telah berjalan secara efektif dalam mendukung mitigasi bencana.

Penelitian ini juga penting karena efektivitas EWS tidak hanya ditentukan oleh keberadaan alat, tetapi juga oleh kemampuan masyarakat dalam memahami dan merespons peringatan yang diberikan. Apabila masyarakat tidak memahami fungsi EWS atau tidak mengetahui tindakan yang harus dilakukan ketika peringatan muncul, maka tujuan mitigasi bencana sulit tercapai.

Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi bagi pemerintah daerah, khususnya BPBD Kabupaten Purworejo, dalam meningkatkan efektivitas penggunaan EWS sebagai instrumen mitigasi bencana tanah longsor. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat mendukung upaya peningkatan kesiapsiagaan masyarakat dan pengurangan risiko bencana di Kecamatan Bagelen.

1.4 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini terinspirasi oleh berbagai penelitian terdahulu yang mengkaji Early Warning System (EWS), mitigasi bencana tanah longsor, kesiapsiagaan masyarakat, serta tata kelola penanggulangan bencana. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa EWS memiliki peran penting dalam mengurangi risiko bencana, namun efektivitasnya tidak hanya ditentukan oleh

keberadaan alat, melainkan juga oleh kesiapan masyarakat, dukungan kelembagaan, komunikasi risiko, serta keberlanjutan pemeliharaan sistem.

Penelitian (Syahputra, 2025) membahas perancangan sistem peringatan dini tanah longsor di Kota Manado menggunakan modul NodeMCU berbasis Internet of Things. Penelitian tersebut menggunakan pendekatan pengembangan sistem dengan metode Agile Development dan menghasilkan rancangan EWS berbasis sensor kelembapan tanah, sensor kemiringan, dan sensor curah hujan yang mampu memberikan notifikasi secara real-time. Penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian penulis karena sama-sama membahas sistem peringatan dini tanah longsor. Namun, perbedaannya terletak pada fokus kajian, yaitu penelitian tersebut lebih menekankan pada perancangan dan pengujian alat berbasis IoT, sedangkan penelitian penulis berfokus pada efektivitas EWS yang telah terpasang dalam mendukung mitigasi bencana tanah longsor di Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo.

Selanjutnya, penelitian (Kurnia et al., 2025) mengkaji efektivitas edukasi dan pelatihan Early Warning System untuk meningkatkan kesiapsiagaan tenaga kesehatan rumah sakit. Penelitian ini menunjukkan bahwa pelatihan EWS mampu meningkatkan pengetahuan dan kesiapsiagaan peserta dalam menghadapi kondisi prabencana. Kesamaan penelitian tersebut dengan penelitian penulis terletak pada pembahasan mengenai EWS sebagai instrumen kesiapsiagaan. Perbedaannya, penelitian tersebut dilakukan dalam konteks tenaga kesehatan rumah sakit, sedangkan penelitian penulis berada pada konteks masyarakat di wilayah rawan tanah longsor. Dengan demikian, penelitian penulis memperluas pembahasan EWS dari lingkungan institusi kesehatan menuju konteks mitigasi bencana berbasis masyarakat.

Penelitian (Muflih et al., 2025) membahas strategi mitigasi bencana longsor untuk meningkatkan ketahanan masyarakat di Desa Ngargosari Kecamatan Loano Kabupaten Purworejo. Penelitian tersebut menekankan pentingnya mitigasi berbasis komunitas, penyediaan rute evakuasi, penggunaan sistem peringatan dini, serta peningkatan kapasitas masyarakat dalam menghadapi bencana longsor. Penelitian ini memiliki kedekatan lokus dengan penelitian penulis karena sama-sama dilakukan di Kabupaten Purworejo dan membahas bencana tanah longsor. Namun, penelitian tersebut lebih menekankan strategi mitigasi berbasis komunitas secara umum, sedangkan penelitian penulis secara spesifik menganalisis efektivitas EWS sebagai instrumen mitigasi bencana tanah longsor di Kecamatan Bagelen.

Penelitian (Daud et al., 2025) menganalisis mitigasi bencana tanah longsor di Kecamatan Kalukku Kabupaten Mamuju dengan metode kualitatif deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa wilayah rawan longsor memerlukan strategi mitigasi yang komprehensif, seperti pemetaan zona rawan, reforestasi, pembangunan drainase, edukasi masyarakat, pemasangan sistem peringatan dini, dan kebijakan tata ruang berbasis risiko. Penelitian tersebut relevan dengan penelitian penulis karena sama-sama membahas mitigasi bencana tanah longsor pada tingkat kecamatan. Perbedaannya, penelitian tersebut lebih berorientasi pada analisis mitigasi secara luas, sedangkan penelitian penulis diarahkan pada penilaian efektivitas EWS berdasarkan pencapaian sasaran, sistem, dan multi konstituensi.

Penelitian (Parameswari & Warsono, 2024) mengkaji efektivitas aplikasi sistem peringatan dini dalam upaya mitigasi bencana banjir di Kota Jakarta dengan metode kualitatif deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi sistem peringatan dini belum berjalan optimal karena masih terdapat kendala berupa keterbatasan data real-time, rendahnya partisipasi masyarakat, minimnya sosialisasi, keterbatasan sumber daya manusia, serta koordinasi antarlembaga yang belum efektif. Penelitian ini relevan karena sama-sama menggunakan perspektif efektivitas dalam menilai sistem

peringatan dini. Namun, perbedaan utama terletak pada jenis bencana dan lokus penelitian, yaitu penelitian tersebut membahas bencana banjir di kawasan perkotaan, sedangkan penelitian penulis membahas bencana tanah longsor di wilayah kecamatan dengan karakter geografis perbukitan.

Kajian lain dari (Samansiri et al., 2023) menelaah faktor-faktor kegagalan sistem peringatan dini banjir melalui kajian literatur terstruktur. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kegagalan EWS sering berkaitan dengan lemahnya koordinasi kelembagaan, keterbatasan komunikasi risiko, rendahnya partisipasi masyarakat, serta kurang jelasnya mekanisme respons. Penelitian ini penting bagi penelitian penulis karena menunjukkan bahwa efektivitas EWS tidak cukup hanya dilihat dari sisi teknologi, tetapi juga perlu dikaji dari aspek kelembagaan dan respons masyarakat. Sementara itu, penelitian (Sahana et al., 2023) menunjukkan bahwa efektivitas sistem peringatan dini sangat bergantung pada kesiapsiagaan masyarakat dan kemampuan sistem dalam mengurangi risiko kerugian akibat bencana. Temuan tersebut memperkuat posisi penelitian penulis bahwa keberhasilan EWS di Kecamatan Bagelen perlu dilihat dari hubungan antara alat, pemerintah daerah, dan masyarakat sebagai penerima manfaat.

Dalam konteks kajian pemerintahan dan kebencanaan, penelitian (Rohmadin et al., 2025) menjelaskan bahwa collaborative governance memiliki peran penting dalam penanggulangan bencana karena pemerintah daerah tidak dapat bekerja sendiri tanpa dukungan masyarakat dan pemangku kepentingan lainnya. Penelitian (Watora & Ilham, 2024) juga menegaskan bahwa mitigasi bencana melalui Desa Tangguh Bencana perlu diperkuat melalui kesadaran masyarakat, organisasi lokal, serta peningkatan kapasitas warga dalam menghadapi ancaman bencana. Selain itu, penelitian (Nurrahman & Nurnawati, 2025) menunjukkan bahwa kajian pengurangan risiko bencana di Indonesia masih membuka peluang pengembangan penelitian terkait teknologi kebencanaan, partisipasi masyarakat, persepsi risiko, dan mitigasi pada daerah rawan bencana. Ketiga penelitian tersebut relevan dengan penelitian penulis karena memperlihatkan bahwa efektivitas EWS perlu dipahami sebagai bagian dari tata kelola penanggulangan bencana yang melibatkan teknologi, pemerintah daerah, dan masyarakat.

Secara umum, penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kajian mengenai EWS dan mitigasi bencana telah banyak dilakukan, baik dari sisi teknologi, pelatihan, strategi mitigasi, maupun tata kelola kebencanaan. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada perancangan alat, peningkatan kapasitas, atau strategi mitigasi secara umum. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya melengkapi penelitian terdahulu dengan menganalisis efektivitas Early Warning System dalam mitigasi bencana tanah longsor di Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo. Penelitian ini menjadi lebih spesifik karena menilai EWS yang telah terpasang di wilayah rawan longsor dan mengkaji efektivitasnya berdasarkan dimensi pencapaian sasaran, sistem, dan multi konstituensi, sehingga diharapkan mampu memberikan gambaran yang lebih kontekstual mengenai fungsi EWS dalam perlindungan masyarakat di tingkat lokal.

1.5 Pernyataan Kebaruan Ilmiah

Penelitian ini memiliki kebaruan ilmiah yang membedakannya dari penelitian terdahulu, terutama dari sisi objek, pendekatan analisis, dan fokus hasil penelitian. Dari sisi objek, penelitian ini secara spesifik mengkaji efektivitas Early Warning System (EWS) tanah longsor yang telah terpasang di Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo, yaitu pada wilayah lokal dengan karakteristik geografis perbukitan, kerawanan longsor, serta keterlibatan langsung masyarakat sebagai penerima manfaat sistem peringatan dini. Hal ini berbeda dari sebagian besar penelitian terdahulu yang lebih banyak membahas perancangan alat, pengembangan sensor, atau sistem peringatan dini dalam konteks

teknologi semata. Dari sisi pendekatan, penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan teori efektivitas Richard M. Steers yang menilai efektivitas melalui dimensi pencapaian sasaran, sistem, dan multi konstituensi, sehingga analisis tidak hanya diarahkan pada keberfungsian alat secara teknis, tetapi juga pada kesiapsiagaan masyarakat, koordinasi kelembagaan, serta keberterimaan EWS sebagai instrumen mitigasi bencana. Kebaruan lain terletak pada hasil penelitian yang menunjukkan bahwa EWS di Kecamatan Bagelen cukup efektif dalam meningkatkan kesiapsiagaan mandiri masyarakat dan menjadi acuan awal evakuasi, namun efektivitasnya masih dipengaruhi oleh pemahaman masyarakat, keterbatasan jangkauan alat, sensitivitas sistem, serta kesinambungan pemeliharaan perangkat. Hal ini sejalan dengan pandangan (Rohmadin et al., 2025) yang menekankan bahwa penanggulangan bencana memerlukan tata kelola kolaboratif antara pemerintah, masyarakat, dan pemangku kepentingan lain, serta didukung oleh pendapat (Wahyudi, 2024) yang menegaskan pentingnya komunikasi mitigasi agar informasi kebencanaan dapat dipahami dan ditindaklanjuti oleh masyarakat. Selain itu, (Watora & Ilham, 2024) menjelaskan bahwa mitigasi bencana perlu diperkuat melalui kesadaran masyarakat, organisasi lokal, dan kapasitas warga dalam menghadapi ancaman, sedangkan (Hidayat, 2025) menegaskan pentingnya kebijakan penanggulangan bencana yang berbasis bukti agar pemerintah daerah tidak hanya mengambil keputusan berdasarkan pendekatan administratif, tetapi juga berdasarkan kondisi faktual di lapangan. Dengan demikian, kebaruan penelitian ini terletak pada upaya mengintegrasikan analisis efektivitas EWS sebagai teknologi peringatan dini dengan dimensi sosial-pemerintahan, sehingga penelitian ini memberikan perspektif baru bahwa keberhasilan EWS tanah longsor tidak hanya ditentukan oleh pemasangan alat, tetapi juga oleh kemampuan pemerintah daerah dan masyarakat dalam menjadikan EWS sebagai bagian dari sistem mitigasi bencana yang responsif, kolaboratif, dan berbasis kebutuhan lokal.

1.6 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas Early Warning System (EWS) dalam mitigasi bencana tanah longsor di Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo Provinsi Jawa Tengah.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan pendekatan induktif. Pemilihan metode kualitatif didasarkan pada kebutuhan penelitian untuk memahami secara mendalam efektivitas Early Warning System (EWS) dalam mitigasi bencana tanah longsor di Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo, khususnya terkait keberfungsian sistem, respons masyarakat, serta peran pemerintah daerah dalam mendukung pelaksanaan mitigasi bencana. Penelitian kualitatif dipandang tepat karena mampu menggambarkan fenomena secara alamiah melalui penggalian data lapangan, pengalaman informan, serta dokumen pendukung yang relevan dengan fokus penelitian (Sugiyono, 2022). Dalam konteks penelitian pemerintahan, pendekatan kualitatif juga relevan karena memungkinkan peneliti memahami persoalan kebijakan dan pelayanan publik secara empirik, legalistik, serta kontekstual sesuai dengan kondisi faktual di lapangan (Simangunsong, 2017). Oleh karena itu, penelitian ini tidak diarahkan untuk mengukur hubungan antarvariabel secara statistik, melainkan untuk menganalisis efektivitas EWS sebagai instrumen mitigasi bencana berdasarkan data empiris yang diperoleh dari informan, observasi, dan dokumen resmi.

Sumber data dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara mendalam dan observasi langsung terhadap pelaksanaan EWS tanah longsor di Kecamatan Bagelen, khususnya pada wilayah yang menjadi lokasi pemasangan EWS, yaitu

Desa Durensari dan Desa Semagung. Data primer juga diperoleh dari informan yang memiliki pengetahuan, kewenangan, dan pengalaman langsung dalam pengelolaan EWS serta mitigasi bencana tanah longsor. Sementara itu, data sekunder diperoleh melalui studi dokumentasi terhadap regulasi, dokumen kebencanaan, data kejadian longsor, data lokasi EWS, dokumen BPBD Kabupaten Purworejo, serta sumber lain yang mendukung analisis penelitian. Penggunaan data primer dan sekunder dilakukan agar penelitian memiliki dasar empiris yang kuat sekaligus tetap terhubung dengan kerangka regulasi dan kebijakan penanggulangan bencana daerah.

Informan dalam penelitian ini dipilih menggunakan teknik purposive sampling, yaitu pemilihan informan secara sengaja berdasarkan pertimbangan bahwa informan tersebut memahami, mengetahui, atau terlibat langsung dalam fenomena yang diteliti (Moleong, 2021; Sugiyono, 2022). Informan kunci dalam penelitian ini adalah unsur Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Purworejo, yaitu Kepala BPBD Kabupaten Purworejo, Kepala Bidang Pencegahan dan Kesiapsiagaan BPBD Kabupaten Purworejo, Kepala Bidang Informasi dan Sistem Dasar Kebencanaan Kabupaten Purworejo, serta Kepala Bidang Penyelamatan dan Evakuasi Kabupaten Purworejo. Informan utama terdiri atas Camat Bagelen, Kepala Desa Durensari, dan Kepala Desa Semagung karena memiliki keterkaitan langsung dengan wilayah pemasangan EWS dan masyarakat penerima manfaat. Adapun informan pendukung adalah masyarakat yang berada di sekitar lokasi EWS, dengan jumlah 10 orang. Dengan demikian, jumlah keseluruhan informan dalam penelitian ini adalah 17 orang. Pemilihan informan tersebut bertujuan untuk memperoleh informasi yang komprehensif dari sisi kebijakan, teknis pengelolaan EWS, pelaksanaan mitigasi di tingkat kecamatan dan desa, serta respons masyarakat terhadap peringatan dini.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara semi-terstruktur, dan dokumentasi. Observasi dilakukan untuk melihat secara langsung kondisi lokasi penelitian, keberadaan perangkat EWS, lingkungan sekitar wilayah rawan longsor, serta dinamika masyarakat dalam merespons sistem peringatan dini. Wawancara semi-terstruktur digunakan agar peneliti tetap memiliki pedoman pertanyaan, tetapi tetap dapat mengembangkan pertanyaan sesuai dengan jawaban dan informasi yang muncul selama proses wawancara. Teknik ini dipilih karena mampu memberikan ruang bagi informan untuk menyampaikan pengalaman, pandangan, dan penilaian secara lebih terbuka mengenai efektivitas EWS. Sementara itu, dokumentasi digunakan untuk memperoleh data pendukung berupa regulasi, laporan, arsip, foto, data kejadian bencana, data lokasi EWS, serta dokumen lain yang berkaitan dengan mitigasi bencana tanah longsor di Kabupaten Purworejo. Dalam penelitian kualitatif, kombinasi observasi, wawancara, dan dokumentasi penting dilakukan agar data yang diperoleh tidak hanya bersifat naratif, tetapi juga dapat diverifikasi melalui bukti lapangan dan dokumen pendukung (Sugiyono, 2022).

Instrumen utama dalam penelitian ini adalah peneliti sendiri sebagai human instrument. Peneliti berperan dalam menentukan fokus penelitian, memilih informan, melakukan pengumpulan data, menafsirkan informasi, serta menarik kesimpulan berdasarkan data yang diperoleh di lapangan. Selain itu, peneliti juga menggunakan instrumen pendukung berupa pedoman wawancara, pedoman observasi, alat perekam, catatan lapangan, dan dokumentasi visual. Penggunaan instrumen tersebut bertujuan untuk membantu peneliti memperoleh data secara sistematis dan menjaga agar proses pengumpulan data tetap sesuai dengan fokus penelitian, yaitu efektivitas Early Warning System dalam mitigasi bencana tanah longsor.

Teknik analisis data dilakukan melalui tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Reduksi data dilakukan dengan cara memilah, menyederhanakan, dan memfokuskan data yang relevan dengan efektivitas EWS dalam mitigasi bencana tanah longsor. Penyajian data

dilakukan dalam bentuk uraian naratif, pengelompokan temuan, serta visualisasi hasil pengolahan data kualitatif. Penarikan kesimpulan dilakukan secara bertahap dengan menghubungkan hasil wawancara, observasi, dokumentasi, serta teori efektivitas yang digunakan dalam penelitian. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan perangkat lunak NVivo 12 untuk membantu proses pengkodean, pengelompokan tema, dan visualisasi data kualitatif. Penggunaan NVivo membantu peneliti dalam mengorganisasi transkrip wawancara, dokumen, dan catatan lapangan sehingga tema-tema penting terkait efektivitas EWS dapat dianalisis secara lebih sistematis. Proses pengkodean dalam penelitian kualitatif penting dilakukan agar data yang kompleks dapat diorganisasi menjadi kategori, pola, dan tema yang mendukung penarikan kesimpulan penelitian (Saldaña, 2021).

Keabsahan data dalam penelitian ini diuji melalui triangulasi sumber dan triangulasi teknik. Triangulasi sumber dilakukan dengan membandingkan informasi yang diperoleh dari BPBD Kabupaten Purworejo, pemerintah kecamatan, pemerintah desa, dan masyarakat. Sementara itu, triangulasi teknik dilakukan dengan membandingkan hasil wawancara, observasi, dan dokumentasi. Dengan demikian, data yang diperoleh tidak hanya bergantung pada satu sumber atau satu teknik pengumpulan data, tetapi diuji melalui berbagai sudut pandang agar memiliki tingkat kredibilitas yang lebih kuat. Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo dan Kantor Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Purworejo yang beralamat di Jalan Jenderal Sarwo Edhie Nomor 14B, Sindurjan, Kecamatan Purworejo, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah. Pelaksanaan penelitian lapangan dan pengumpulan data dilakukan pada Januari 2026 sesuai dengan jadwal penelitian skripsi Praja Utama Tahun Akademik 2025/2026.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dalam penelitian ini diarahkan untuk menjawab tujuan utama penelitian, yaitu menganalisis efektivitas Early Warning System (EWS) dalam mitigasi bencana tanah longsor di Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo Provinsi Jawa Tengah. Pembahasan difokuskan pada temuan utama penelitian yang diperoleh melalui wawancara, observasi, dokumentasi, serta pengolahan data menggunakan NVivo 12. Dalam konteks ini, EWS tidak hanya dipahami sebagai perangkat teknologi yang berfungsi mendeteksi gejala pergerakan tanah, tetapi juga sebagai bagian dari sistem mitigasi bencana yang melibatkan pemerintah daerah, pemerintah kecamatan, pemerintah desa, dan masyarakat sebagai penerima manfaat langsung.

Analisis efektivitas EWS dalam penelitian ini menggunakan teori efektivitas Richard M. Steers yang terdiri atas tiga dimensi utama, yaitu pencapaian sasaran, sistem, dan multi-konstituensi. Dimensi pencapaian sasaran digunakan untuk melihat sejauh mana EWS mampu mencapai tujuan utama pemasangannya, yaitu memberikan peringatan dini, meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat, serta mengurangi risiko korban jiwa dan kerugian akibat bencana tanah longsor. Dimensi sistem digunakan untuk menilai keberlanjutan EWS sebagai suatu mekanisme yang harus didukung oleh sarana prasarana, pemeliharaan, kemampuan adaptasi, dan keterpaduan fungsi antarpihak yang terlibat. Sementara itu, dimensi multi-konstituensi digunakan untuk melihat efektivitas EWS dari sudut pandang berbagai pihak, terutama BPBD Kabupaten Purworejo, pemerintah kecamatan, pemerintah desa, dan masyarakat sekitar lokasi EWS.

Secara umum, hasil penelitian menunjukkan bahwa keberadaan EWS di Kecamatan Bagelen telah memberikan manfaat penting dalam mendukung mitigasi bencana tanah longsor, terutama sebagai alat peringatan dini dan sarana peningkatan kewaspadaan masyarakat. EWS yang terpasang di Desa Durensari dan Desa Semagung menjadi instrumen awal dalam mendeteksi potensi pergerakan tanah serta memberikan tanda bahaya melalui sirine dan penyebaran informasi kepada masyarakat.

Namun demikian, efektivitas EWS tidak hanya ditentukan oleh keberadaan alat, melainkan juga oleh kemampuan sistem dalam menjangkau wilayah rawan, ketepatan informasi yang diberikan, pemahaman masyarakat terhadap fungsi peringatan dini, serta koordinasi antara BPBD, pemerintah desa, dan warga dalam merespons potensi bencana.

Oleh karena itu, pembahasan pada bagian ini disusun berdasarkan tiga dimensi efektivitas, yaitu pencapaian sasaran, sistem, dan multi-konstituensi. Ketiga dimensi tersebut digunakan untuk memberikan gambaran yang lebih utuh mengenai efektivitas EWS dalam mitigasi bencana tanah longsor di Kecamatan Bagelen. Dengan pembagian tersebut, analisis tidak hanya menilai EWS dari sisi teknis, tetapi juga dari sisi sosial, kelembagaan, dan manfaatnya bagi masyarakat. Hal ini penting karena sistem peringatan dini yang efektif bukan hanya sistem yang mampu berbunyi ketika terjadi indikasi bahaya, tetapi juga sistem yang mampu mendorong masyarakat untuk memahami risiko, merespons peringatan, dan melakukan tindakan penyelamatan secara cepat dan tepat.

3.1 Pencapaian Sasaran

Dimensi pencapaian sasaran digunakan untuk menilai sejauh mana Early Warning System (EWS) mampu mencapai tujuan utama pemasangannya sebagai instrumen mitigasi bencana tanah longsor di Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo. Dalam penelitian ini, pencapaian sasaran tidak hanya dilihat dari keberadaan alat secara fisik, tetapi juga dari kemampuan EWS dalam memberikan peringatan dini, meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat, menurunkan risiko korban jiwa, serta mendukung prosedur mitigasi yang telah ditetapkan. Dengan demikian, efektivitas EWS pada dimensi ini dapat dipahami sebagai keberhasilan sistem dalam mengubah informasi peringatan menjadi tindakan nyata masyarakat, khususnya dalam bentuk kewaspadaan, persiapan evakuasi, dan penyelamatan diri secara mandiri.

Berdasarkan hasil penelitian, EWS di Kecamatan Bagelen telah menunjukkan kontribusi positif terhadap pencapaian sasaran mitigasi bencana tanah longsor. Keberadaan EWS di Desa Durensari dan Desa Semagung menjadi sarana penting dalam memberikan tanda bahaya kepada masyarakat yang tinggal di wilayah rawan longsor. Dari sisi kuantitas dan kualitas peringatan dini, EWS berfungsi sebagai alat pendeteksi curah hujan dan pergerakan tanah yang kemudian memberikan sinyal peringatan melalui sirine. Sinyal tersebut menjadi tanda awal bagi masyarakat untuk meningkatkan kewaspadaan dan melakukan persiapan penyelamatan diri. Hasil pengolahan data menggunakan NVivo 12 juga menunjukkan bahwa kata “alat”, “EWS”, dan “masyarakat” menjadi kata yang dominan dalam pembahasan dimensi pencapaian sasaran. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas EWS dalam dimensi ini sangat erat berkaitan dengan hubungan antara keberfungsian alat dan respons masyarakat sebagai penerima manfaat utama.

Tabel 1.
Data Pendukung Dimensi Pencapaian Sasaran EWS di Kecamatan Bagelen

No.	Data Pendukung	Temuan Utama	Makna terhadap Pencapaian Sasaran
1	Jumlah kejadian tanah longsor Kecamatan Bagelen tahun 2022–2025	Tahun 2022 sebanyak 6 kejadian, 2023 sebanyak 0 kejadian, 2024 sebanyak 1 kejadian, dan 2025 meningkat menjadi 7 kejadian	Menunjukkan bahwa Kecamatan Bagelen masih memiliki risiko longsor yang nyata sehingga keberadaan EWS tetap relevan sebagai instrumen mitigasi

No.	Data Pendukung	Temuan Utama	Makna terhadap Pencapaian Sasaran
2	Sebaran kejadian longsor tahun 2025	Desa Durensari 4 kejadian, Kalirejo 1 kejadian, Semagung 1 kejadian, dan Somorejo 1 kejadian	Menunjukkan bahwa kejadian longsor terkonsentrasi pada desa tertentu, terutama Durensari dan Semagung sebagai lokasi penting pemasangan EWS
3	Dampak kejadian longsor di lokasi pengamatan EWS tahun 2025	Tercatat 5 kejadian berdampak dengan korban meninggal 0 jiwa, luka berat 1 orang, dan luka ringan 3 orang	Menunjukkan bahwa EWS berkontribusi terhadap pencapaian sasaran utama berupa pengurangan risiko korban jiwa
4	Kerusakan akibat longsor	Terdapat kerusakan rumah, jalan desa, lahan pertanian, dan fasilitas umum	Menunjukkan bahwa EWS belum sepenuhnya menghilangkan kerugian material, tetapi berfungsi sebagai peringatan dini untuk mengurangi risiko keselamatan manusia
5	Hasil NVivo pada dimensi pencapaian sasaran	Kata “alat” sebesar 2,90%, “EWS” sebesar 1,99%, dan “masyarakat” sebesar 1,45%	Menunjukkan bahwa pembahasan efektivitas EWS berpusat pada keberfungsian alat dan keterkaitannya dengan masyarakat

Sumber: diolah oleh penulis (2026(

Pada indikator penurunan risiko dan korban jiwa, data menunjukkan bahwa keberadaan EWS memiliki peran penting dalam mendukung keselamatan masyarakat. Meskipun pada tahun 2025 masih terjadi beberapa kejadian tanah longsor di Kecamatan Bagelen, data dampak menunjukkan bahwa korban meninggal dunia tercatat nihil atau nol jiwa. Kondisi ini menjadi temuan penting karena tujuan utama pemasangan EWS bukan untuk menghentikan terjadinya longsor, melainkan memberikan peringatan dini agar masyarakat memiliki waktu untuk bersiap dan menyelamatkan diri. Dengan demikian, EWS dapat dikatakan cukup efektif dalam mendukung pencapaian sasaran utama mitigasi, yaitu mengurangi risiko korban jiwa. Namun, masih adanya korban luka dan kerusakan material menunjukkan bahwa efektivitas EWS belum sepenuhnya optimal, terutama apabila dikaitkan dengan kemampuan sistem dalam menjangkau seluruh warga, mempercepat respons, dan memastikan masyarakat dapat melakukan evakuasi secara aman.

Pada indikator kesesuaian dengan prosedur mitigasi, EWS di Kecamatan Bagelen telah berperan sebagai bagian dari alur awal penanganan risiko bencana tanah longsor. Ketika sirine berbunyi, masyarakat diarahkan untuk tidak menunggu instruksi formal dari pemerintah, tetapi segera melakukan tindakan awal seperti membangunkan anggota keluarga, bersiap menghadapi risiko, dan melakukan evakuasi mandiri apabila diperlukan. Hal ini menunjukkan bahwa EWS telah mendorong perubahan pola respons masyarakat dari yang semula cenderung pasif menjadi lebih siap dan mandiri. Dalam konteks mitigasi bencana, kondisi ini merupakan capaian penting karena efektivitas peringatan dini sangat bergantung pada kemampuan masyarakat untuk memahami sinyal bahaya dan menindaklanjutinya secara cepat.

Dengan demikian, dimensi pencapaian sasaran menunjukkan bahwa EWS di Kecamatan Bagelen telah cukup efektif dalam mendukung mitigasi bencana tanah longsor, khususnya pada aspek peningkatan kesiapsiagaan masyarakat dan pengurangan risiko korban jiwa. Sasaran utama EWS

sebagai alat peringatan dini telah tercapai karena sistem mampu memberikan tanda bahaya dan mendorong masyarakat untuk melakukan persiapan penyelamatan diri. Namun, efektivitas tersebut masih perlu diperkuat karena kejadian longsor tetap menimbulkan luka-luka dan kerusakan material. Oleh karena itu, pencapaian sasaran EWS pada penelitian ini dapat disimpulkan cukup efektif, tetapi masih membutuhkan penguatan pada aspek jangkauan peringatan, edukasi masyarakat, dan prosedur evakuasi agar manfaat EWS dapat dirasakan secara lebih optimal oleh seluruh warga di wilayah rawan longsor.

3.2 Sistem

Dimensi sistem digunakan untuk menilai efektivitas Early Warning System (EWS) dari aspek keberlanjutan kerja sistem, ketersediaan sarana dan prasarana, pemeliharaan perangkat, kemampuan beradaptasi terhadap kondisi lapangan, serta keterpaduan fungsi antara pihak-pihak yang terlibat dalam pengelolaan EWS. Dalam konteks mitigasi bencana tanah longsor di Kecamatan Bagelen, dimensi sistem menjadi penting karena EWS tidak cukup hanya dinilai dari keberadaan alat, tetapi juga dari bagaimana alat tersebut dipelihara, dikembangkan, diintegrasikan dengan alur komunikasi, serta digunakan secara berkelanjutan dalam mendukung kesiapsiagaan masyarakat.

Berdasarkan hasil penelitian, EWS di Kecamatan Bagelen telah menunjukkan adanya sistem kerja yang cukup baik karena perangkat yang terpasang tidak hanya berfungsi sebagai alarm peringatan, tetapi juga menjadi bagian dari mekanisme mitigasi yang lebih modern. EWS telah membantu mengubah pola peringatan dini masyarakat yang sebelumnya lebih banyak mengandalkan cara tradisional seperti kentongan atau pemberitahuan langsung antarwarga menjadi sistem berbasis teknologi yang lebih cepat dan terarah. Hal ini menunjukkan adanya perkembangan dalam sistem mitigasi bencana, karena informasi mengenai potensi bahaya dapat disampaikan lebih awal melalui sirine dan jaringan komunikasi yang melibatkan BPBD, pemerintah desa, dan masyarakat.

Tabel 2.
Data Pendukung Dimensi Sistem EWS di Kecamatan Bagelen

No.	Data Pendukung	Temuan Utama	Makna terhadap Dimensi Sistem
1	Hasil NVivo pada dimensi sistem	Kata “EWS” muncul sebesar 4,02%, “langsung” 2,01%, “desa” 1,44%, dan “alat” 1,15%	Menunjukkan bahwa pembahasan sistem didominasi oleh hubungan antara alat EWS, respons cepat, dan peran desa
2	Jangkauan sensor EWS	Sensor memiliki jangkauan sekitar 20–25 meter	Menunjukkan bahwa sistem telah bekerja pada titik rawan, tetapi cakupan fisik alat masih terbatas
3	Jenis sirine peringatan	Sirine hujan deras berbeda dengan sirine pergerakan tanah	Menunjukkan adanya diferensiasi informasi peringatan agar masyarakat dapat memahami tingkat ancaman
4	Teknologi yang digunakan	EWS telah mengarah pada sistem telemetri real-time dan pengembangan fitur sensor terbaru, termasuk sensor kelembapan tanah	Menunjukkan adanya inovasi dan adaptasi sistem terhadap kebutuhan mitigasi bencana
5	Sistem komunikasi	Informasi peringatan diperkuat melalui komunikasi berantai dan grup WhatsApp	Menunjukkan adanya integrasi antara teknologi EWS dan komunikasi sosial masyarakat
6	Pemeliharaan sistem	Pemeliharaan dilakukan melalui monitoring dan evaluasi fungsi alat secara berkala	Menunjukkan bahwa keberlanjutan sistem membutuhkan perawatan rutin dan dukungan kelembagaan

Sumber: diolah oleh penulis (2026)

Pada indikator pemeliharaan dan ketersediaan sumber daya, EWS di Kecamatan Bagelen telah didukung oleh keberadaan sarana peringatan dini yang ditempatkan pada titik-titik rawan longsor, khususnya di Desa Durensari dan Desa Semagung. Keberadaan alat ini menjadi sumber daya penting dalam mendukung mitigasi bencana karena mampu memberikan tanda awal ketika terjadi curah hujan tinggi atau indikasi pergerakan tanah. Namun, efektivitas sistem masih menghadapi keterbatasan karena jangkauan sensor hanya sekitar 20–25 meter. Keterbatasan tersebut menunjukkan bahwa EWS telah berfungsi sebagai sistem peringatan pada titik kritis, tetapi belum sepenuhnya mampu menjangkau seluruh wilayah rawan. Oleh karena itu, dari aspek pemeliharaan dan ketersediaan sumber daya, EWS dapat dinilai cukup efektif, tetapi masih memerlukan penguatan jumlah unit, pemeliharaan berkala, serta dukungan teknis agar sistem tetap beroperasi secara optimal.

Pada indikator inovasi dan adaptasi, EWS di Kecamatan Bagelen menunjukkan perkembangan yang positif. Sistem peringatan dini tidak hanya berbentuk sirine umum, tetapi telah dilengkapi dengan perbedaan bunyi antara peringatan hujan deras dan peringatan pergerakan tanah. Perbedaan bunyi ini penting karena membantu masyarakat memahami jenis ancaman yang sedang terjadi sehingga respons yang diberikan dapat lebih tepat. Selain itu, pengembangan EWS versi terbaru dengan fitur tambahan seperti sensor kelembapan tanah menunjukkan adanya upaya adaptasi teknologi terhadap kebutuhan mitigasi di lapangan. Inovasi juga terlihat dari penggunaan komunikasi melalui grup WhatsApp untuk mempercepat penyebaran informasi antar pihak terkait. Dengan demikian, sistem EWS tidak hanya bekerja melalui perangkat fisik, tetapi juga diperkuat oleh sistem komunikasi digital yang mempercepat koordinasi.

Pada indikator keterpaduan fungsi, EWS di Kecamatan Bagelen telah memperlihatkan adanya hubungan kerja antara BPBD Kabupaten Purworejo, pemerintah kecamatan, pemerintah desa, dan masyarakat. Keterpaduan ini terlihat dari adanya mekanisme penyampaian informasi ketika sirine berbunyi, tindak lanjut pemerintah desa kepada warga, serta respons masyarakat untuk meningkatkan kewaspadaan atau melakukan evakuasi mandiri. Integrasi fungsi tersebut menjadi bagian penting dari efektivitas sistem karena EWS tidak akan berjalan optimal apabila hanya mengandalkan alat tanpa didukung oleh koordinasi antarpihak. Dalam hal ini, EWS berperan sebagai pemicu awal, sedangkan pemerintah dan masyarakat menjadi bagian dari sistem respons yang menentukan keberhasilan mitigasi di lapangan.

Dengan demikian, dimensi sistem menunjukkan bahwa EWS di Kecamatan Bagelen telah cukup efektif sebagai sistem peringatan dini dalam mitigasi bencana tanah longsor. Sistem ini telah didukung oleh teknologi pendeteksi, sirine peringatan, komunikasi berantai, serta koordinasi antara pemerintah daerah dan masyarakat. Namun, efektivitasnya belum sepenuhnya optimal karena masih terdapat keterbatasan pada jangkauan sensor, kebutuhan pemeliharaan rutin, serta perlunya peningkatan kapasitas masyarakat dalam memahami dan merespons peringatan. Oleh karena itu, keberhasilan EWS pada dimensi sistem sangat bergantung pada kesinambungan antara teknologi, pemeliharaan, komunikasi, dan koordinasi kelembagaan. EWS tidak hanya perlu dipastikan berbunyi ketika terjadi potensi bahaya, tetapi juga harus menjadi sistem mitigasi yang terawat, adaptif, terintegrasi, dan mampu mendorong respons cepat masyarakat.

3.3 Multi Konsituensi

Dimensi multi konstituensi digunakan untuk menilai efektivitas Early Warning System (EWS) berdasarkan sudut pandang berbagai pihak yang berkepentingan dalam pelaksanaan mitigasi bencana tanah longsor. Dalam penelitian ini, pihak-pihak tersebut meliputi BPBD Kabupaten Purworejo sebagai lembaga pengelola kebencanaan, pemerintah Kecamatan Bagelen, pemerintah Desa

Durensari dan Desa Semagung, serta masyarakat yang tinggal di sekitar wilayah rawan longsor. Dimensi ini penting karena efektivitas EWS tidak hanya dapat diukur dari kemampuan alat dalam memberikan peringatan, tetapi juga dari sejauh mana sistem tersebut diterima, dipercaya, didukung, dan digunakan oleh para pihak yang terlibat dalam proses mitigasi bencana.

Pada indikator kepuasan masyarakat, hasil penelitian menunjukkan bahwa keberadaan EWS memberikan manfaat nyata bagi masyarakat, terutama dalam meningkatkan rasa aman dan kesiapsiagaan warga yang tinggal di daerah rawan longsor. Sebelum adanya EWS, masyarakat lebih banyak mengandalkan cara tradisional seperti kentongan atau pemberitahuan langsung antarwarga. Namun, cara tersebut dinilai kurang efektif karena biasanya dilakukan setelah tanda bahaya sudah tampak atau setelah kejadian berlangsung. Setelah adanya EWS, masyarakat memiliki acuan yang lebih jelas untuk membaca kondisi bahaya, terutama ketika curah hujan tinggi atau muncul indikasi pergerakan tanah. Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat tidak lagi sepenuhnya bergantung pada perkiraan subjektif, tetapi memiliki sistem peringatan yang dapat dijadikan dasar untuk melakukan persiapan dini.

Tabel 3.
Data Pendukung Dimensi Multi Konstituensi EWS di Kecamatan Bagelen

No.	Indikator	Temuan Utama	Makna terhadap Efektivitas EWS
1	Kepuasan masyarakat	Masyarakat merasa terbantu karena EWS memberikan peringatan awal sebelum potensi longsor terjadi	EWS diterima sebagai alat yang meningkatkan rasa aman dan kesiapsiagaan warga
2	Penerimaan masyarakat	Warga menjadikan EWS sebagai patokan awal untuk bersiap ketika terjadi hujan deras atau tanda bahaya	Menunjukkan bahwa EWS mulai dipercaya sebagai instrumen mitigasi bencana
3	Dukungan pemerintah daerah	BPBD dan pemerintah desa melakukan sosialisasi kepada perangkat desa, perwakilan masyarakat, dan warga sekitar	Menunjukkan adanya dukungan kelembagaan dalam memastikan masyarakat memahami fungsi EWS
4	Komunikasi antar pihak	Informasi peringatan diperkuat melalui komunikasi sosial dan grup WhatsApp desa	Menunjukkan bahwa keterbatasan jangkauan suara sirine dapat dibantu melalui saluran komunikasi digital
5	Partisipasi masyarakat	Masyarakat mulai melakukan persiapan mandiri setelah menerima peringatan, meskipun belum semua warga merespons dengan disiplin	Menunjukkan bahwa partisipasi masyarakat sudah terbentuk, tetapi masih perlu diperkuat melalui edukasi dan simulasi
6	Kolaborasi mitra	Pemeliharaan teknis EWS masih membutuhkan dukungan pihak terkait di luar masyarakat lokal	Menunjukkan bahwa keberlanjutan EWS memerlukan koordinasi lintas pihak, terutama dalam perawatan dan perbaikan alat

Sumber: diolah oleh penulis (2026)

Pada indikator dukungan lembaga pengelola atau pemerintah daerah, hasil penelitian menunjukkan bahwa BPBD Kabupaten Purworejo memiliki peran penting dalam mendukung

keberlangsungan EWS di Kecamatan Bagelen. Dukungan tersebut terlihat dari pemasangan EWS pada titik rawan, pelaksanaan sosialisasi kepada unsur pemerintah desa dan masyarakat, serta upaya monitoring terhadap keberfungsian alat. Pemerintah desa juga berperan sebagai penghubung antara BPBD dan masyarakat, terutama dalam menyampaikan informasi, mengingatkan warga, serta memperkuat pemahaman masyarakat mengenai fungsi EWS. Dengan demikian, efektivitas EWS pada dimensi ini tidak berdiri sendiri, tetapi ditopang oleh dukungan kelembagaan dari pemerintah daerah hingga tingkat desa.

Pada indikator partisipasi dan kolaborasi, EWS di Kecamatan Bagelen menunjukkan adanya keterlibatan masyarakat dalam merespons peringatan dini. Masyarakat mulai memahami bahwa bunyi sirine bukan sekadar tanda bahaya, tetapi menjadi isyarat untuk meningkatkan kewaspadaan, membangunkan keluarga, mengamankan barang penting, dan bersiap melakukan evakuasi apabila kondisi memburuk. Selain itu, penggunaan grup WhatsApp desa menjadi bentuk kolaborasi sosial yang memperkuat penyebaran informasi, terutama bagi warga yang berada di titik yang kurang terjangkau suara sirine. Artinya, EWS tidak hanya bekerja melalui perangkat teknologi, tetapi juga melalui jejaring komunikasi masyarakat yang membantu mempercepat distribusi informasi.

Meskipun demikian, efektivitas pada dimensi multi konstituensi masih belum sepenuhnya optimal. Hal ini disebabkan oleh masih adanya sebagian masyarakat yang belum disiplin dalam merespons peringatan, perbedaan tingkat pemahaman warga terhadap fungsi EWS, serta kebutuhan pemeliharaan teknis yang masih memerlukan dukungan pihak tertentu. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan EWS tidak cukup hanya bergantung pada BPBD sebagai pengelola, tetapi juga memerlukan keterlibatan aktif pemerintah desa, tokoh masyarakat, kelompok relawan, dan warga sekitar. Semakin kuat dukungan dan partisipasi antar pihak, semakin besar pula peluang EWS berfungsi secara efektif sebagai bagian dari mitigasi bencana tanah longsor.

Dengan demikian, dimensi multi konstituensi menunjukkan bahwa EWS di Kecamatan Bagelen telah cukup efektif dalam membangun penerimaan masyarakat, memperkuat rasa aman, serta mendorong koordinasi antara BPBD, pemerintah desa, dan warga. Masyarakat merasakan manfaat EWS karena sistem ini memberikan patokan awal untuk bersiap menghadapi potensi longsor. Pemerintah daerah juga menunjukkan dukungan melalui pemasangan alat, sosialisasi, dan pemantauan. Namun, efektivitas tersebut masih perlu ditingkatkan melalui edukasi berkelanjutan, simulasi evakuasi, penguatan komunikasi risiko, dan kolaborasi lintas pihak agar EWS tidak hanya menjadi alat peringatan, tetapi benar-benar menjadi bagian dari budaya kesiapsiagaan masyarakat di wilayah rawan longsor.

3.4 Diskusi Temuan Utama Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Early Warning System (EWS) dalam mitigasi bencana tanah longsor di Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo tergolong cukup efektif, terutama dalam meningkatkan kesiapsiagaan mandiri masyarakat dan menjadi acuan awal dalam proses evakuasi. EWS yang terpasang di Desa Durensari dan Desa Semagung telah memberikan manfaat nyata bagi masyarakat karena mampu memberikan tanda peringatan ketika terjadi indikasi curah hujan tinggi atau pergerakan tanah. Temuan ini menunjukkan bahwa EWS tidak hanya berfungsi sebagai alat teknologi, tetapi juga sebagai instrumen mitigasi yang membantu masyarakat mengambil keputusan lebih cepat sebelum risiko bencana berkembang menjadi lebih besar.

Sama halnya dengan temuan penelitian sebelumnya bahwa sistem peringatan dini harus mampu mendorong masyarakat untuk bertindak dalam waktu yang cukup sebelum bencana terjadi, penelitian ini juga menemukan bahwa EWS di Kecamatan Bagelen telah membantu warga memahami

pentingnya kesiapsiagaan dan evakuasi mandiri. Keberadaan EWS membuat masyarakat memiliki patokan yang lebih jelas dalam merespons ancaman longsor, tidak hanya mengandalkan tanda-tanda alam atau pemberitahuan manual antarwarga. Hal ini sejalan dengan pandangan (Fathani et al., 2023) yang menekankan bahwa sistem peringatan dini tanah longsor harus mendorong masyarakat rentan untuk bertindak cepat dan tepat dalam mengurangi risiko korban jiwa, kerusakan harta benda, serta dampak lingkungan.

Temuan penelitian ini juga memperkuat hasil kajian (Samansiri et al., 2023) yang menjelaskan bahwa efektivitas sistem peringatan dini tidak hanya bergantung pada keberadaan perangkat, tetapi juga pada komunikasi risiko, koordinasi kelembagaan, dan kesiapan masyarakat dalam menindaklanjuti peringatan. Dalam konteks Kecamatan Bagelen, EWS telah didukung oleh koordinasi antara BPBD Kabupaten Purworejo, pemerintah kecamatan, pemerintah desa, dan masyarakat. Koordinasi tersebut terlihat melalui sosialisasi, penyampaian informasi, serta penggunaan jalur komunikasi seperti grup WhatsApp untuk mempercepat penyebaran informasi peringatan. Dengan demikian, efektivitas EWS di Kecamatan Bagelen terbentuk melalui integrasi antara teknologi peringatan dini dan sistem komunikasi sosial masyarakat.

Namun demikian, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa efektivitas EWS belum sepenuhnya optimal. Keterbatasan jangkauan sensor sekitar 20–25 meter membuat alat belum mampu menjangkau seluruh wilayah rawan longsor di Kecamatan Bagelen. Selain itu, sensitivitas alat yang dapat memicu alarm palsu berpotensi memengaruhi tingkat kepercayaan masyarakat terhadap sistem peringatan dini. Kondisi ini menunjukkan bahwa EWS masih membutuhkan penguatan dari sisi teknis, terutama dalam hal penambahan unit alat, penyesuaian sensitivitas sensor, pemeliharaan berkala, dan peningkatan akurasi deteksi. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Yuniawan et al., 2022) yang menegaskan bahwa sistem peringatan dini tanah longsor membutuhkan penyesuaian berbasis kondisi lokal agar peringatan yang dihasilkan lebih akurat dan relevan dengan karakteristik wilayah rawan.

Dari sisi tata kelola, temuan penelitian ini menunjukkan bahwa keberhasilan EWS tidak dapat dilepaskan dari peran pemerintah daerah dan keterlibatan masyarakat. BPBD Kabupaten Purworejo berperan penting dalam pemasangan, pemantauan, dan sosialisasi EWS, sedangkan pemerintah desa berfungsi sebagai penghubung antara sistem teknis dan masyarakat penerima manfaat. Hal ini sejalan dengan pendapat (Rohmadin et al., 2025) yang menekankan bahwa penanggulangan bencana memerlukan tata kelola kolaboratif antara pemerintah, masyarakat, dan pemangku kepentingan lain. Selain itu, temuan ini juga sejalan dengan (Wahyudi, 2024) yang menegaskan pentingnya komunikasi mitigasi agar informasi kebencanaan dapat diterima, dipahami, dan ditindaklanjuti oleh masyarakat.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa EWS di Kecamatan Bagelen telah memberikan kontribusi positif terhadap mitigasi bencana tanah longsor, terutama pada aspek peningkatan kesiapsiagaan, penurunan risiko korban jiwa, dan terbentuknya pola respons masyarakat yang lebih mandiri. Akan tetapi, efektivitas tersebut masih perlu diperkuat melalui peningkatan jangkauan alat, pemeliharaan sistem secara berkala, edukasi berkelanjutan, simulasi evakuasi, dan penguatan kolaborasi lintas pihak. Temuan ini menegaskan bahwa EWS yang efektif bukan hanya sistem yang mampu berbunyi ketika terdapat potensi bahaya, melainkan sistem yang dipahami, dipercaya, dipelihara, dan ditindaklanjuti oleh masyarakat serta pemerintah daerah secara berkelanjutan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa Early Warning System (EWS) dalam mitigasi bencana tanah longsor di Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo Provinsi Jawa Tengah telah berjalan cukup efektif sebagai instrumen peringatan dini dan peningkatan kesiapsiagaan masyarakat. Efektivitas tersebut terlihat dari kemampuan EWS dalam memberikan sinyal peringatan terhadap potensi bahaya, menjadi acuan awal bagi masyarakat untuk meningkatkan kewaspadaan, serta mendorong terbentuknya respons evakuasi mandiri ketika terjadi indikasi ancaman longsor. Ditinjau dari dimensi pencapaian sasaran, sistem, dan multi konstituensi, EWS telah memberikan kontribusi nyata dalam mendukung perlindungan masyarakat di wilayah rawan bencana, terutama melalui integrasi antara teknologi peringatan dini, koordinasi pemerintah daerah, dan keterlibatan masyarakat sebagai penerima manfaat. Dengan demikian, EWS di Kecamatan Bagelen dapat dipahami bukan hanya sebagai perangkat teknologi kebencanaan, tetapi juga sebagai bagian dari sistem mitigasi yang berperan penting dalam memperkuat kesiapsiagaan, mengurangi risiko korban jiwa, dan mendukung tata kelola penanggulangan bencana tanah longsor secara lebih responsif di tingkat lokal.

Keterbatan Penelitian. Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, yaitu ruang lingkup penelitian yang hanya difokuskan pada efektivitas Early Warning System (EWS) dalam mitigasi bencana tanah longsor di Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo, sehingga hasil penelitian belum tentu dapat digeneralisasikan pada wilayah lain yang memiliki karakteristik geografis, sosial, dan tingkat risiko bencana berbeda. Selain itu, penelitian ini terbatas pada EWS yang terpasang di wilayah tertentu, khususnya Desa Durensari dan Desa Semagung, sehingga belum sepenuhnya menggambarkan efektivitas seluruh sistem peringatan dini tanah longsor di Kabupaten Purworejo secara menyeluruh. Keterbatasan lainnya terletak pada pendekatan penelitian yang menggunakan metode kualitatif deskriptif, sehingga hasil penelitian lebih menekankan pada pemahaman mendalam terhadap fenomena di lapangan berdasarkan wawancara, observasi, dan dokumentasi, bukan pada pengukuran kuantitatif mengenai tingkat efektivitas EWS secara statistik. Dengan demikian, masih terdapat kemungkinan bahwa aspek teknis seperti tingkat akurasi sensor, kecepatan respons alat, luas jangkauan peringatan, dan efektivitas evakuasi masyarakat memerlukan kajian lanjutan dengan pendekatan yang lebih terukur dan komparatif.

Arah Masa Depan Penelitian (*future work*). Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki keterbatasan, sehingga penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan kajian mengenai efektivitas Early Warning System (EWS) dalam mitigasi bencana tanah longsor dengan cakupan wilayah yang lebih luas, tidak hanya pada Kecamatan Bagelen, tetapi juga pada kecamatan lain di Kabupaten Purworejo atau daerah rawan longsor lainnya yang memiliki karakteristik geografis berbeda. Penelitian lanjutan juga dapat menggunakan pendekatan kuantitatif atau mixed methods untuk mengukur efektivitas EWS secara lebih terukur, misalnya melalui analisis tingkat akurasi sensor, kecepatan respons peringatan, luas jangkauan sirine, tingkat pemahaman masyarakat, dan efektivitas evakuasi setelah peringatan diberikan. Selain itu, penelitian berikutnya dapat mengkaji pengembangan teknologi EWS berbasis Internet of Things, sistem pemantauan real-time, integrasi aplikasi digital, serta strategi komunikasi risiko yang lebih adaptif agar sistem peringatan dini tidak hanya berfungsi sebagai alat deteksi, tetapi juga menjadi bagian dari tata kelola mitigasi bencana yang lebih modern, partisipatif, dan berkelanjutan.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Purworejo beserta seluruh jajaran yang telah memberikan izin, data, informasi, serta kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan penelitian mengenai efektivitas Early Warning System (EWS) dalam mitigasi bencana tanah longsor di Kecamatan Bagelen. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Pemerintah Kecamatan Bagelen, Pemerintah Desa Durensari, Pemerintah Desa Semagung, serta masyarakat yang telah bersedia memberikan informasi dan membantu kelancaran proses pengumpulan data di lapangan. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, keluarga, dan seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, arahan, serta motivasi sehingga penelitian dan penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

VI. DAFTAR PUSTAKA

Alamsyah, A., & Wahyudi, E. (2024). Transformasi digital untuk mitigasi banjir: Optimalisasi sistem informasi di Jawa Barat. *Jurnal Perlindungan Masyarakat: Bestuur Praesidium, 1*(2), 50–62. https://ejournal.ipdn.ac.id/jpa/article/view/5102

Aprianti, E., Hamzah, S., Cahyadi, M. N., Kusumawardani, D., Widjajanti, N., Musdalifah, & Apdin, S. C. F. (2025). The systematic disaster management approach to assessing early warning systems in South Sulawesi: A review. *Engineering, Technology & Applied Science Research, 15*(4), 24305–24310. https://doi.org/10.48084/etasr.9794

Daud, A. Y., Syafri, S., & Jaya, B. (2025). Analisis mitigasi bencana tanah longsor di Kecamatan Kalukku Kabupaten Mamuju. *Urban and Regional Studies Journal, 7*(2), 190–203. https://doi.org/10.35965/ursj.v7i2.6043

Esposito, M., Palma, L., Belli, A., Sabbatini, L., & Pierleoni, P. (2022). Recent advances in Internet of Things solutions for early warning systems: A review. *Sensors, 22*(6), 2124. https://doi.org/10.3390/s22062124

Fathani, T. F., Karnawati, D., Wilopo, W., & Setiawan, H. (2023). Strengthening the resilience by implementing a standard for landslide early warning system. In *Progress in Landslide Research and Technology, Volume 1 Issue 1, 2022* (pp. 277–284). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16898-7_20

Hidayat, F. (2025). The impact of non-evidence-based policy on flood management in Aceh Singkil Regency. *TRANSFORMASI: Jurnal Manajemen Pemerintahan, 17*(1), 73–86. https://doi.org/10.33701/jtp.v17i1.4765

Hidayat, M. N., Hazarika, H., Murai, M., Kanaya, H., & Fukumoto, Y. (2024). Development and evaluation of landslide early warning system for mitigating rainfall induced disasters. *Indian Geotechnical Journal*. https://doi.org/10.1007/s40098-024-01110-5

Kurnia, D., Indra, B., Effendi, R., Rustini, R., Usman, E., & Aulia, A. (2025). Efektivitas edukasi dan pelatihan Early Warning System (EWS) untuk meningkatkan kesiapsiagaan tenaga kesehatan rumah sakit. *Jurnal Locus: Penelitian & Pengabdian, 4*(5). https://locus.rivierapublishing.id/index.php/jl/article/view/4011

Labolo, M. (2017). *Memahami Ilmu Pemerintahan: Suatu Kajian, Teori, Konsep, dan Pengembangannya* (Edisi Revisi, Cetakan ke-8). Depok: Rajawali Pers.

Moleong, L. J. (2021). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

Muflih, G. Z., Barokah, U., Zuhdi, R., Faisal, T., & Wilopo, W. (2025). Strategi mitigasi bencana longsor untuk meningkatkan ketahanan masyarakat di Desa Ngargosari Kecamatan Loano

Kabupaten Purworejo. *Jurnal Ketahanan Nasional, 31*(1), 106–132. https://doi.org/10.22146/jkn.105820

Mukhlisin, M., Astuti, H. W., Rabinah, A. H., Apriantoro, R., Kurniawan, A., Yusuf, M., Sumardiono, A., Alimudin, E., & Irsyadi, F. (2025). Soil permeability tank testing on landslide early warning system. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, 15*(1), 131–137. https://doi.org/10.18517/ijaseit.15.1.20325

Nocentini, N., Medici, C., Barbadori, F., Gatto, A., Franceschini, R., del Soldato, M., Rosi, A., & Segoni, S. (2024). Optimization of rainfall thresholds for landslide early warning through false alarm reduction and a multi-source validation. *Landslides, 21*, 557–571. https://doi.org/10.1007/s10346-023-02176-7

Nurhidayah, L., Astuti, R., Hidayat, H., & Siburian, R. (2023). Community-based fire management and peatland restoration in Indonesia. In A. Triyanti, M. Indrawan, L. Nurhidayah, & M. A. Marfai (Eds.), *Environmental Governance in Indonesia* (pp. 135–150). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-15904-6_8

Nurrahman, A., & Nurnawati, E. (2025). Analisis tren penelitian pengurangan risiko bencana di Indonesia. *Jurnal Konstituen, 7*(1), 23–43. https://doi.org/10.33701/jk.v7i1.5267

Parameswari, D. C., & Warsono, H. (2024). Efektivitas aplikasi sistem peringatan dini dalam upaya mitigasi bencana banjir di Kota Jakarta. *Journal of Management and Public Policy, 13*(4), 731–743. https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jppmr/article/view/49560

Paswan, A. P., & Shrivastava, A. K. (2023). Evaluation of a tilt-based monitoring system for rainfall-induced landslides: Development and physical modelling. *Water, 15*(10), 1862. https://doi.org/10.3390/w15101862

Prakasam, C., Aravinth, R., Kanwar, V. S., & Nagarajan, B. (2021). Design and development of real-time landslide early warning system through low cost soil and rainfall sensors. *Materials Today: Proceedings, 45*, 5649–5654. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.456

Rohmadin, S., Putri, D. A. P., & Batubara, Y. E. (2025). Collaborative governance dalam penanggulangan bencana banjir di Lingkungan Lebak Kelurahan Tukangkayu Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Konstituen, 7*(1), 44–69. https://doi.org/10.33701/jk.v7i1.5390

Sahana, M., Patel, P. P., Rehman, S., Rahaman, M. H., Masroor, M., Imdad, K., & Sajjad, H. (2023). Assessing the effectiveness of existing early warning systems and emergency preparedness towards reducing cyclone-induced losses in the Sundarban Biosphere Region, India. *International Journal of Disaster Risk Reduction, 90*, 103645. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2023.103645

Saldaña, J. (2021). *The Coding Manual for Qualitative Researchers* (4th ed.). London: SAGE Publications.

Samansiri, S., Fernando, T., & Ingirige, B. (2023). Critical failure factors of flood early warning and response systems: A structured literature review and interpretive structural modelling analysis. *Geosciences, 13*(5), 137. https://doi.org/10.3390/geosciences13050137

Satyaningsih, R., Jetten, V., Ettema, J., Sopaheluwakan, A., Lombardo, L., & Nuryanto, D. E. (2023). Dynamic rainfall thresholds for landslide early warning in Progo Catchment, Java, Indonesia. *Natural Hazards, 119*, 2133–2158. https://doi.org/10.1007/s11069-023-06208-2

Simangunsong, F. (2017). *Metodologi Penelitian Pemerintahan: Teoritik, Legalistik, Empirik, dan Inovatif*. Bandung: Alfabeta. ISBN 978-602-289-284-7.

Steers, R. M. (1985). *Efektivitas Organisasi: Kaidah Perilaku* (M. Jamin, Penerj.). Jakarta: Erlangga.

Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kualitatif*. Bandung: Alfabeta.

Supandi, D., Wasistiono, S., Madjid, U., & Pitono, A. (2023). Implementasi kebijakan Gerakan Membangun Desa di Provinsi Jawa Barat. *Al Qalam: Jurnal Ilmiah Keagamaan dan Kemasyarakatan, 17*(5), 3731–3758. https://doi.org/10.35931/aq.v17i5.2697

Syahputra, R. (2025). Perancangan sistem peringatan dini tanah longsor di Kota Manado menggunakan modul NodeMCU berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD, 8*(2), 253–261. https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jsk/article/view/11520

Van Vung, D., Tran, T. V., Ha, N. D., & Duong, N. H. (2023). Advancements, challenges, and future directions in rainfall-induced landslide prediction: A comprehensive review. *Journal of Engineering and Technological Sciences, 55*(4), 466–477. https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2023.55.4.9

Wahyudi, E. (2024). Pemanfaatan media sosial Instagram oleh BNBP dalam upaya mitigasi bencana. *Jurnal Perlindungan Masyarakat: Bestuur Praesidium, 1*(1), 14–24. https://ejournal.ipdn.ac.id/jpa/article/view/4115

Watora, N., & Ilham, A. A. (2024). Mitigasi bencana melalui Desa Tangguh Bencana di Kabupaten Badung Kelurahan Tanjung Benoa Provinsi Bali. *Jurnal Terapan Pemerintahan Minangkabau, 4*(1), 59–75. https://ejournal.ipdn.ac.id/jtpm/article/view/3770

Werthmann, C., Sapena, M., Kühnl, M., Singer, J., Garcia, C., Breuninger, T., Gamperl, M., Menschik, B., Schäfer, H., Schröck, S., Seiler, L., Thuro, K., & Taubenböck, H. (2024). Insights into the development of a landslide early warning system prototype in an informal settlement: The case of Bello Oriente in Medellín, Colombia. *Natural Hazards and Earth System Sciences, 24*, 1843–1870. https://doi.org/10.5194/nhess-24-1843-2024

Yuniawan, R. A., Rifa'i, A., Faris, F., Subiyantoro, A., Satyaningsih, R., Hidayah, A. N., Hidayat, R., Mushthofa, A., Ridwan, B. W., Priangga, E., Muntohar, A. S., Jetten, V. G., van Westen, C. J., den Bout, B. V., & Sutanto, S. J. (2022). Revised rainfall threshold in the Indonesian landslide early warning system. *Geosciences, 12*(3), 129. https://doi.org/10.3390/geosciences12030129