

Mitigasi Bencana Alam Tanah Longsor Pada Nungnung Waterfall Desa Pelaga Kecamatan Petang Kabupaten Badung

Agnes Ayu Biomi^{1*}, I Gusti Agung Haryawan², Komang Angga Prihastini³, Ni Luh Gede Maytadewi Negara⁴, Made Adhyatma Prawira Natha Kusuma⁵, Ni Putu Eny Sulistyawati⁶

^{1, 2, 3, 4, 5, 6} Universitas Bali Internasional, Denpasar, Indonesia

*Corresponding author: agnesayubiomi@iikmpbali.ac.id

Received 17-03-2024

Revised 25-03-2024

Accepted 02-04-2024

ABSTRAK

Air Terjun Nungnung merupakan salah satu tempat wisata dekat Desa Pelaga, salah satu destinasi wisata Kabupaten Badung di Kecamatan Petang. Desa Pelaga dikategorikan oleh BPBD Kabupaten Badung sebagai salah satu daerah rawan bencana longsor. Hal ini juga diperkuat dengan data sensus penduduk di Desa Pelaga Banjar Nungnung. Mitigasi bencana tanah longsor berbasis masyarakat dapat dipraktikkan dengan cara ini. Strateginya adalah sosialisasi dan simulasi. Melalui sosialisasi, masyarakat diharapkan dapat mengetahui lebih dalam mengenai risiko bencana tanah longsor dan gempa bumi. Analisis terhadap data sebelum dan sesudah tes mengungkapkan pengetahuan masyarakat umum mengalami peningkatan. BPBD, Forum PRB, warga setempat, pemandu wisata, seka truna – truni (pemuda) Banjar Nungnung, Bendesa Adat Banjar Nungnung, dan mahasiswa KKN – PPM Universitas Internasional Bali merupakan beberapa pemangku kepentingan yang hadir dalam simulasi tersebut. Masyarakat kini memiliki pemahaman yang lebih baik tentang kesiapsiagaan bencana, khususnya dalam hal kewaspadaan dan kesiapan mengambil tindakan segera jika terjadi bencana tanah longsor.

Kata kunci : Tanah longsor; Mitigasi bencana; Nungnung Waterfall.

ABSTRACT

Pelaga Village is one of the villages in Badung Regency, Petang District which is a tourist village with one of the tours being the Nungnung Waterfall. Pelaga Village is one of the areas designated by the Badung Regency BPBD as a landslide-prone area. This is also supported by data obtained from the population census of Pelaga Village, Banjar Nungnung. Therefore, landslide disaster mitigation is for the community. The method used is socialization and simulation. The socialization was carried out with the aim of providing understanding and knowledge related to earthquakes and landslides to the community. The results obtained, public knowledge has increased, judging from the results of the pre-test and post-test given. Followed by a simulation followed by several stakeholders including BPBD, PRB Forum, local residents, tour guides, seka truna - truni (youth - young people) Banjar Nungnung, Bendesa Adat (Kepala Adat) Banjar Nungnung, and KKN - PPM University students Bali International . The results obtained, the community is more related to disaster preparedness, especially in terms of vigilance and preparedness if a landslide disaster is based on direct action.

Keywords : Landslides; Disaster mitigation; Nungnung Waterfall.

PENDAHULUAN

Salah satu kelurahan Kabupaten Badung, Kecamatan Petang, Provinsi Bali, adalah Desa Pelaga. Karena tingginya volume pengunjung baik lokal maupun

mancanegara, Desa Pelaga berkembang menjadi destinasi wisata populer. Air Terjun Nungnung merupakan salah satu daya tarik wisata Desa Pelaga. Destinasi wisata ini secara geografis merupakan bagian dari Banjar Nungnung. Tempat wisata yang populer bagi wisatawan domestik maupun mancanegara adalah Air Terjun Nungnung. Desa Pelaga, sekitar 40 kilometer dari Denpasar, merupakan daerah dataran tinggi dengan medan berbukit dan pegunungan. Dengan suhu tahunan rata-rata 24,2°C dan curah hujan 2.135 mm, iklimnya normal selain sebagai desa wisata. Wilayah ini memiliki daerah pegunungan dengan kemiringan sekitar 62°C. BPBD Kabupaten Badung mengklasifikasikan dataran tinggi di Desa Pelaga sebagai salah satu lokasi rawan longsor. Data sensus penduduk di Desa Pelaga Banjar Nungnung yang menunjukkan adanya risiko longsor dan sudah terjadi bencana, semakin mendukung hal tersebut. Undang-Undang Penanggulangan Bencana Nomor 24 Tahun 2007 Pasal 1 Angka 1. Bencana adalah suatu kejadian atau rangkaian kejadian yang membahayakan nyawa dan penghidupan manusia. Bencana alam atau bencana akibat ulah manusia disebabkan oleh aktivitas manusia dan dapat mengakibatkan korban jiwa, kerusakan harta benda, dampak buruk terhadap lingkungan, dan dampak psikologis. Bahaya adalah kejadian alam yang tidak biasa yang membahayakan kehidupan manusia, harta benda, sarana penghidupan, atau lingkungan. gempa bumi, letusan gunung berapi, tanah longsor, banjir, kebakaran, dan sebagainya (Sinambela, Marzuki, dkk. 2021).

Batuan atau bebatuan besar yang jatuh dari langit dapat menimbulkan tanah longsor, yaitu kejadian geologis yang disebabkan oleh pergerakan berbagai jenis batuan atau tanah. Tanah longsor kadang-kadang disebut sebagai gerakan tanah. Menurut Glaze dan Croizer (2005), Guzzetti dkk. (2012), Phuspa & Muryatmoko (2018), dan sumber lainnya, Massa batuan, tanah, dan puing-puing yang mengalir keluar dan menuruni lereng karena gaya gravitasi disebut tanah longsor. Faktor pendorong dan faktor pemicu merupakan dua penyebab dasar terjadinya bencana tanah longsor. Faktor pemicu inilah yang menyebabkan benda bergerak, sedangkan faktor penggerak mempengaruhi keadaan fisik zat. Sipayung S.B, dkk (2014) menyatakan bahwa di daerah perbukitan, tanah longsor cenderung terjadi di dekat mata air. Sedimentasi dari tanah longsor ini dibawa ke hilir oleh aliran sungai yang membanjiri ke lokasi yang lebih rendah, sehingga menyebabkan kerusakan.

Ada sejumlah faktor yang mungkin menyebabkan massa tanah atau batu besar bergerak di lereng. Beberapa prasyarat tersebut antara lain hidrogeologi, tata guna lahan, geologi, morfologi, dan struktur geologi. Variabel-variabel tersebut mempengaruhi keadaan lereng dengan kemampuan Bergeraknya (Hardiyatmoko, 2016).

Sulit untuk memperkirakan lokasi dan waktu terjadinya bencana secara pasti. Langkah-langkah mitigasi bencana perlu dilakukan untuk mengurangi dampak bahaya ketika bencana terjadi. Mitigasi bencana, upaya berkelanjutan untuk mengurangi dampak bencana terhadap manusia dan harta benda, merupakan landasan manajemen darurat. "Tindakan berkelanjutan yang mengurangi atau menghilangkan risiko jangka panjang terhadap manusia dan properti akibat bahaya alam dan dampaknya" adalah definisi mitigasi. Menurut Coppola (2011) dan Weichselgartner (2014), hal ini

menguraikan upaya berkelanjutan di tingkat federal, negara bagian, lokal, dan individu untuk mengurangi dampak bencana terhadap keluarga, rumah, komunitas, dan perekonomian. Gagasan di balik mitigasi bencana adalah mempersiapkan diri terlebih dahulu dan menggunakan sumber daya seperti waktu dan uang untuk mengurangi dampak bencana alam ketika bencana itu terjadi (Hayes dkk. 2004). Pendekatan ini dapat menghasilkan penghematan yang signifikan. Melalui tindakan proaktif yang dilakukan sebelum keadaan darurat atau bencana terjadi, pendekatan mitigasi bencana ini berupaya menghilangkan atau mengurangi dampak dan risiko bahaya.

Sebagaimana dinyatakan dalam konsep mitigasi, pembuatan strategi mitigasi harus mengikuti proses manajemen risiko dan memiliki hubungan yang jelas dengan lembaga fungsional yang memimpin untuk menjamin bahwa setiap strategi dikoordinasikan dan diawasi oleh lembaga yang sesuai. Penilaian risiko harus menjadi dasar rencana pencegahan dan mitigasi, yang kemudian dapat didiskusikan sehubungan dengan peraturan bangunan, infrastruktur penting, pekerjaan struktural, perencanaan penggunaan lahan, dan lingkungan sekitar.

Beberapa gambaran pemahaman mitigasi bencana secara menyeluruh diperlukan untuk kebijakan mitigasi bencana (BNPB, 2008; Pratomo Cahyo Nugroho, 2019; Perencanaan Nasional, 2020). Berikut ini adalah beberapa strategi mitigasi bencana yang memerlukan pemahaman dan keberlangsungan jangka panjang,

1. Kesiapsiagaan dan Mitigasi

Pemerintah berupaya meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap bencana dengan cara meningkatkan jaringan informasi dan komunikasi, berinteraksi dan berkonsultasi dengan masyarakat, menggunakan media seefektif mungkin, melakukan edukasi kepada masyarakat, dan menggunakan cara-cara nonformal lainnya untuk melakukan kepekaan terhadap bencana. Inisiatif-inisiatif tersebut harus didukung oleh sektor klub sosial lokal, organisasi non-pemerintah, masyarakat sipil, dan organisasi berbasis komunitas. Jaringan media harus digunakan secara hati-hati dalam kesiapsiagaan bencana untuk menyebarkan informasi tentang cuaca dan kemungkinan terjadinya bencana guna membantu masyarakat menghindari potensi dampak bencana. Pada saat bencana mungkin terjadi, komunikasi seperti ini harus terus berlanjut.

2. Pencarian, Penyelamatan, Bantuan dan Respon Segera

Baik untuk kegiatan di tingkat pusat maupun di lapangan, rencana aksi tanggap darurat harus dibuat segera setelah mendapat masukan dari pemangku kepentingan, diberlakukan, dan kemudian terus dipantau. Perlu dilakukan evaluasi awal terhadap kerugian dan kerusakan. Tim SAR yang terdiri dari aparat keamanan, tim ahli, anggota organisasi masyarakat, kelompok relawan, LSM nasional dan internasional, partai politik lokal, badan lokal, dan lain-lain, harus segera direkrut. Memastikan fasilitas hunian dan sanitasi yang layak sangat penting untuk memastikan keselamatan pribadi dan menyediakan akses terhadap layanan penting bagi semua individu yang terkena dampak, dengan fokus khusus pada anak-anak, perempuan, lansia, dan penyandang disabilitas.

3. Rehabilitasi dan Rekonstruksi

Rencana rehabilitasi dan restorasi perlu didasarkan pada analisis menyeluruh terhadap kerusakan akibat kecelakaan. Karena kegiatan rehabilitasi dan rekonstruksi perlu menjamin penerapan teknologi tahan bencana secara tepat, penyelesaian tepat waktu merupakan hal yang sangat penting. Permukiman harus dipindahkan bila diperlukan.

4. Perencanaan, Pemrograman, dan Pemantauan

Harus ada rencana nasional yang menyeluruh untuk manajemen bencana yang dikembangkan. Sektor pembangunan pemerintah difokuskan pada penciptaan strategi manajemen bencana yang spesifik pada sektor tertentu dan menangani topik-topik penting lintas sektor. Selain itu, penting untuk mendukung sektor non-pemerintah dalam mengembangkan tujuannya sendiri.

5. Pengembangan sumber daya manusia

Untuk mencapai efek sinergis, lembaga-lembaga yang terlibat dalam penanggulangan bencana harus mengoordinasikan upaya mereka. Bidang-bidang setempat, kesiapsiagaan, penyelamatan, bantuan, layanan medis, penilaian risiko dan kapasitas, dan bidang-bidang terkait lainnya harus menjadi fokus utama pelatihan.

Pemaparan dini terhadap mitigasi bencana sangat diperlukan, khususnya melalui masyarakat dan lembaga pendidikan. Masyarakat mendapat manfaat dari kesiapsiagaan menghadapi potensi bencana. Salah satunya adalah masyarakat Kecamatan Petang Bali, Banjar Nungnung, yang terletak di wilayah dataran tinggi dan rentan terhadap bencana tanah longsor dan bencana alam lainnya.

Wilayah ini memiliki risiko bencana yang tinggi dan merupakan rumah bagi air terjun Nungnung, tujuan wisata alam yang populer. Mitigasi bencana sangatlah penting mengingat keadaan saat ini sehingga tujuan yang ingin dicapai melalui simulasi ini adalah :

- a. Memberikan pengetahuan dan edukasi tentang mitigasi bencana apabila di kemudian hari terjadi bencana
- b. Masyarakat sudah memahami apa yang harus dilakukan saat bencana terjadi dibantu dengan adanya pemasangan simbol dan tanda – tanda peringatan
- c. Peningkatan pengetahuan akan mitigasi bencana
- d. Peningkatan keterampilan dalam menghadapi bencana, khususnya bencana longsor

METODE PELAKSANAAN

Pengabdian kepada masyarakat untuk mengurangi longsor di Air Terjun Nungnung menggunakan beberapa teknik untuk mendapatkan hasil yang terbaik, diantaranya,

1. Sosialisasi.

Berbagi informasi dengan suatu kelompok atau masyarakat luas adalah inti dari sosialisasi. Tujuan dari program ini adalah untuk menyebarkan pengetahuan tentang bencana alam tanah longsor, komponen-komponen yang

menyebabkannya, dan cara mengambil tindakan yang tepat jika terjadi bencana. Masyarakat sekitar dan para pemandu wisata di air terjun Nungnung menjadi sasaran program sosialisasi ini. Tes sebelum dan sesudah dilakukan selama proses sosialisasi ini untuk mengukur tingkat pertumbuhan pengetahuan pemandu wisata dan masyarakat. Tujuannya, dengan melakukan sosialisasi ini, para pemandu wisata dan masyarakat setempat dapat berkontribusi langsung dalam kesiapsiagaan bencana jika terjadi tanah longsor di Air Terjun Nungnung Desa Pelaga.

2. Simulasi

Tindakan meniru keadaan sebenarnya dan lingkungannya disebut simulasi. Melalui serangkaian tugas terkait mitigasi, simulasi ini bertujuan untuk menggambarkan skenario bencana tanah longsor yang sebenarnya dan memberikan panduan bagaimana mempersiapkan diri jika ditemukan korban jiwa di kawasan Air Terjun Nungnung.

HASIL KEGIATAN

Prov. Bali, Kecamatan Petang, Desa Pelaga menjadi wilayah penelitian program ketenagakerjaan ini. Terletak antara 650 dan 1.110 meter di atas permukaan laut, Desa Pelaga terbentang seluas 3.545,20 hektar. Destinasi wisata Bedugul dan Kintamani terletak di antara Desa Pelaga dan tempat tersebut. Berikut ini adalah batas wilayah yang secara fisik mendefinisikan Desa Pelaga:

Sebelah utara : berbatasan dengan hutan lindung milik 555egara/Pucak Mangu.
Sebelah selatan : berbatasan dengan batas buatan dari beton.
Sebelah timur : berbatasan dengan sungai Bangkung.
Sebelah barat : berbatasan dengan Pangkung Cengkedek.

Wilayah dataran tinggi Desa Pelaga mengalami suhu tahunan rata-rata sebesar 24,2°C dan curah hujan 2.135 mm. Terdapat bukit dan gunung di daerah tersebut. Rata-rata kelembaban dan tekanan pada pencahayaan 65% berturut-turut adalah 92,5% dan 1009,6 mm bar. Bulan Oktober hingga April merupakan saat dengan curah hujan paling tinggi, sedangkan bulan Desember dan Januari merupakan bulan dengan curah hujan paling tinggi. Terdapat pegunungan di daerah ini, dan kemiringannya 62°C. Desa Pelaga mungkin merupakan daerah rawan insiden karena lokasinya. ketinggian wilayah serta bencana alam, khususnya tanah longsor yang disebabkan oleh hujan. Desa Pelaga pernah mengalami gempa bumi dan tanah longsor hal ini memperkuat kesimpulan survei yang telah dilakukan. Curah hujan yang deras dan terus-menerus menyebabkan tanah longsor ini. Sehubungan dengan hal ini, langkah-langkah kesiapsiagaan masyarakat dilakukan untuk memitigasi dampak tanah longsor. Tujuan dari mitigasi bencana ini adalah untuk mempromosikan wisata air terjun atau yang dikenal dengan Air Terjun Nungnung di Desa Pelaga, lebih spesifiknya di Banjar Nungnung.



Gambar 1. Lokasi Menuju Nungnung Waterfall

Langkah pertama dalam mitigasi bencana adalah sosialisasi, yaitu sosialisasi mengenai kesiapan masyarakat terhadap bencana gempa dan tanah longsor. Tujuan sosialisasi ini adalah untuk meningkatkan kesadaran dan pemahaman terhadap bencana tanah longsor dan gempa bumi. Masyarakat diberikan pre-test dan post-test untuk perbandingan di lain waktu untuk mengukur pemahaman mereka. Tiga puluh orang menjadi sampel untuk pretest ini, yang terdiri dari sembilan belas pertanyaan. Dasar identifikasi potensi bencana, kesiapsiagaan masyarakat jika terjadi bencana alam, kesadaran masyarakat akan petunjuk penyelamatan diri, dan kesiapsiagaan masyarakat mengenai saran dan prasarana yang telah disiapkan, termasuk obat-obatan di rumahnya masing-masing, antara lain topik yang dibahas dalam 19 pertanyaan ini. Setelah pelaksanaan pre-test, dijelaskan informasi tentang tanah longsor, gempa bumi, dan bencana alam. Selain itu, pemangku kepentingan dari berbagai instansi yang berperan penting ketika terjadi bencana juga disoroti. Dengan demikian, dengan menyebarkan informasi ini, kesadaran masyarakat umum akan kesiapsiagaan bencana akan tumbuh. Masyarakat yang telah mengikuti pre-test di awal diberikan post-test setelah informasi disajikan. Hal ini memungkinkan adanya perbandingan apakah pengetahuan masyarakat meningkat atau tidak. Hasil penting telah dicapai, dan kesadaran masyarakat telah meningkat.



Gambar 3. Pemasangan Rambu Peringatan, Jalur Evakuasi dan Peta Mitigasi Bencana di Nungnung Waterfall

Setelah sosialisasi, dilakukan simulasi mitigasi bencana. Untuk menjamin simulasi berjalan dengan baik, terdapat dasar untuk mengidentifikasi opsi mitigasi sebelum mitigasi ini dilaksanakan. Ada tiga faktor yang dipertimbangkan ketika memilih opsi mitigasi: menurunkan tingkat kerentanan, menurunkan kemungkinan ancaman atau bahaya tanah longsor, dan mengidentifikasi daerah rawan bencana. Tabel 1 menunjukkan langkah-langkah simulasi mitigasi bencana tanah longsor di Air Terjun Nungnung. Langkah-langkah tersebut antara lain menentukan lokasi evakuasi, memasang rambu, dan membuat peta dengan lokasi rambu dan daerah aliran sungai (DAS). Tujuan pengalokasian dana ini adalah untuk membantu memperkirakan biaya yang akan timbul jika terjadi bencana tanah longsor. Apabila terdapat indikasi ancaman tanah longsor, mengidentifikasi titik-titik evakuasi dan memberikan nasehat di titik-titik tersebut dapat membantu masyarakat dan pengunjung untuk bergerak cepat ke lokasi yang lebih aman dari risiko tanah longsor. Dengan memasang rambu dan peta tersebut, pengunjung dan warga sekitar tidak akan berdiam diri di tempat yang rawan bencana. Peta tersebut juga akan menginformasikan kepada pengunjung dan penduduk setempat tentang jalur evakuasi dan rambu peringatan bencana sebelum mereka tiba di destinasi wisata.

Tabel 1. Alternatif Mitigasi Bencana

Alternatif Mitigasi	Indikator sebagai dasar pertimbangan
A. Alokasi dana simulasi mitigasi bencana	Sarana dan prasarana yang harus dipersiapkan, seta lokasi dari simulasi
B. Menentukan titik evakuasi	Pengurangan faktor risiko, penduduk local dan wisatawan
C. Pemasangan rambu – rambu serta peta	Lokasi rawan bencana tanah longsor

*Sumber : Perencanaan Nasional, 2020.

BPBD Kabupaten Badung, Forum PRB (Pengurangan Risiko Bencana) Desa Pelaga, masyarakat setempat, pemandu wisata, seka truna - truni (pemuda) Banjar Nungnung, Bendesa Adat Banjar Nungnung, dan mahasiswa KKN - PPM Bali International Universitas termasuk di antara banyak pemangku kepentingan yang berpartisipasi aktif dalam pelaksanaan simulasi. Simulasi ini meliputi pelaporan bencana secara tertib, identifikasi korban jiwa, kemudian bekerja sama dengan forum PRB, BPBD, dan mahasiswa KKN untuk mencari korban melalui penggunaan metode triage. Mereka langsung melakukan evakuasi dan pertolongan pertama setelah mendistribusikan korban dan mencatat kondisinya. Puskesmas terdekat kemudian direkomendasikan setelah itu. Masyarakat Desa Pelaga Banjar Nungnung memperoleh pemahaman baru dan mendasar tentang kesiapsiagaan bencana melalui simulasi ini, khususnya terkait dengan kesadaran dan kesiapan untuk mengambil tindakan segera jika terjadi bencana tanah longsor.



Gambar 4. Foto bersama Forum BRB, BPBD Kabupaten Badung dan Mahasiswa KKN

KESIMPULAN DAN SARAN

Teknik sosialisasi dan pemodelan digunakan di air terjun Nungnung di Desa Pelaga Kecamatan Petang untuk melakukan mitigasi kerusakan akibat longsor.

Sosialisasi ini dilakukan dengan tujuan untuk memperluas pemahaman dan informasi mengenai bencana alam dan kesiapsiagaan menghadapi bencana, khususnya yang berkaitan dengan bencana tanah longsor. Setelah itu, dilakukan simulasi yang pada awalnya mengidentifikasi pilihan-pilihan mitigasi, serta penyaluran dana simulasi mitigasi bencana, penempatan pusat evakuasi, pemasangan rambu-rambu, dan pembuatan peta yang mencakup lokasi rambu dan sungai. Daerah Aliran Sungai (DAS). Setelah dilakukan pemilihan alternatif, simulasi dijalankan dengan tujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap kesiapsiagaan bencana pada umumnya dan kesiapan bencana tanah longsor pada khususnya, khususnya berkaitan dengan kewaspadaan dan kesiapsiagaan jika terjadi bencana tanah longsor di Air Terjun Nungnung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami sangat mengapresiasi bantuan yang diberikan dalam pelaksanaan proyek pengabdian masyarakat oleh pejabat BPBD kecamatan, kabupaten, dan provinsi Badung..

DAFTAR PUSTAKA

- BNPB (2008) 'Pedoman Komando Tanggap Darurat Bencana', Bnpb, 13(2), pp. 57–63. Available at: [https://www.gitews.org/tsunamikit/en/E6/further_resources/national_level/peraturan_kepala_BNPB/Perk a BNPB 4-2008_Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana.pdf](https://www.gitews.org/tsunamikit/en/E6/further_resources/national_level/peraturan_kepala_BNPB/Perk_a_BNPB_4-2008_Pedoman_Penyusunan_Rencana_Penanggulangan_Bencana.pdf).
- Coppola, D. P. (2011) Introduction to International Disaster Management, Second Edition, Butterworth-Heinemann. Available at <http://library.books24x7.com.ezproxy.royalroads.ca/assetviewer.aspx?bookid=4186&chunkid=814488503&rowid=403>.
- Damanik, M. R. S., & Restu, R. (2012). Pemetaan Tingkat Risiko Banjir dan Longsor Sumatera Utara Berbasis Sistem Informasi Geografis.
- Guzzeti, et al, (2012). Landslide Inventory Maps
- Hardiyatmoko, H. C. (2016). Penanganan Tanah Longsor dan Erosi (Edisi 1).
- Hayes, M. J. et al. (2004) 'Reducing Drought Risk : Bridging Theory and Practice Reducing Drought Risk : Bridging Theory and Practice', 6988(May). doi: 10.1061/(ASCE)1527-6988(2004)5.
- National Planning (2020) 'Disaster Management Policy'.
- Pratomo Cahyo Nugroho (2019) 'Kebijakan dan Strategi Pengurangan Risiko Bencana', Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Sampurno & Samodra, H. (1997). Peta Geologi Lembar Ponorogo, Jawa, Skala 1 : 100.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Sinambela, Marzuki., dkk. (2021). Mitigasi dan Manajemen Bencana. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Sipayung, S. B., Cholianawati, N., Susanti, I., Aulia, S., Edy, R., Pusat, P., & Atmosfer, T. (2014). Pengembangan Model Persamaan Empiris Dalam Memprediksi

- Terjadinya Longsor di Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum (Jawa Barat) Berbasis Data Satelit TRMM. *Jurnal Sains Dirgantara*, 12(1): pp. 12–21
- Susanti, P.D., Miardini, A. dan Harjadi, B.(2017). Analisis Kerentanan Tanah Longsor Sebagai Dasar Mitigasi di Kabupaten Banjarnegara. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Vol. 1 No. 1, April 2017: pp. 49-59
- Thomas Glade, Malcolm Anderson, Michael J. Crozier.(2005). *Landslide Hazard and Risk*. John & Wiley Sons Ltd
- Pareta, K. & U. Pareta, (2012). Landslide Modeling and Susceptibility Mapping of Giri River Watershed, Himachal Pradesh (India). *International Journal of Science and Technology* Volume 1 No. 2: pp. 91-104
- Rahmad, R., Suib dan Nurman, A. (2018). Aplikasi SIG untuk Pemetaan Tingkat Ancaman Longsor di Kecamatan Sibolangit, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. *Majalah Geografi Indonesia*, Vol. 32, No.1 : pp. 1-13
- Wang, F., Xu, P., Wang, C., Wang, N., & Jiang, N. (2017). Application of a GIS Based Slope Unit Method for Landslide Susceptibility Mapping along the Longzi River, Southeastern Tibetan Plateau, China. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(6): pp. 172
- Weichselgartner, J. (2014) 'Disaster Mitigation : The Concept of Vulnerability Revisited Disaster mitigation : the concept of vulnerability revisited', (May 2001). doi: 10.1108/09653560110388609
- Yuniarta, H., Saido, A.P., & Purnama, Y.M. (2015). Kerawanan Bencana Tanah Longsor Kabupaten Ponorogo. *E-Jurnal Matriks Teknik Sipil* : pp. 194-201