

Pemetaan Lokasi Penerapan *Nature-Based Solution* melalui Pendekatan Berbasis Masyarakat sebagai Mitigasi Bencana Tanah Longsor di Kecamatan Ngebel

Agus Joko Pitoyo*, Amanda Irbah, Anindya Hias Bestari, Sulistiawan Fajar Nugrohi

Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Diterima: 09 Februari 2024; Direvisi: 08 Mei 2024; Disetujui: 08 Mei 2024

Abstract

Topographically, Ngebel Sub-district, Ponorogo Regency is located in the western highland complex of Mount Wilis which is steep so that many landslides occur. This prompted an analysis of the vulnerability of landslides in Ngebel sub-district. This study formulates solutions for landslide disasters using Nature-based Solutions (NbS) or nature-based solutions in landslide-prone areas in Ngebel District by involving the community so that they can find the most suitable location for the application of NbS. NbS is a step to be able to implement mitigation in the Ngebel District area. The implementation of this service is carried out using several methods, including literature studies, secondary data collection, data processing, and counseling to the community. Information on the results of the FGD and landslide vulnerability mapping information is taken into consideration in determining alternative solutions, in the form of NbS. NbS selected for landslide disaster mitigation in Ngebel District in the form of vegetative measures and bio-engineering techniques. The selection of NbS is based on things that support the sustainability of agricultural, plantation, and livestock potential in Ngebel District so that existing solutions are able to utilize the potential and community involvement.

Keywords: Community-based approach; Nature-based solution; Landslide

Abstrak

Secara topografi, Kecamatan Ngebel, Kabupaten Ponorogo berada di kompleks dataran tinggi bagian barat Gunung Wilis yang terjal sehingga banyak terjadi longsor. Hal ini mendorong analisis mengenai kerawanan bencana tanah longsor di Kecamatan Ngebel dilakukan. Kajian ini merumuskan solusi untuk bencana tanah longsor menggunakan *Nature-based Solutions* (NbS) atau solusi berbasis alam di wilayah rawan longsor di Kecamatan Ngebel dengan melibatkan masyarakat sehingga dapat menemukan lokasi yang paling sesuai untuk penerapan NbS. NbS menjadi langkah untuk dapat melaksanakan mitigasi di wilayah Kecamatan Ngebel. Pelaksanaan pengabdian ini dilakukan menggunakan beberapa metode, di antaranya studi literatur, pengumpulan data sekunder, pengolahan data, dan penyuluhan kepada masyarakat. Informasi hasil FGD dan informasi pemetaan kerawanan longsor dijadikan pertimbangan dalam penentuan alternatif solusi, berupa NbS. NbS yang dipilih untuk mitigasi bencana longsor di Kecamatan Ngebel berupa *vegetative measures* dan *bio-engineering techniques*. Pemilihan NbS tersebut didasarkan pada hal yang mendukung keberlanjutan potensi pertanian, perkebunan, dan peternakan di Kecamatan Ngebel sehingga solusi yang ada mampu mendayagunakan potensi dan keterlibatan masyarakat.

Kata kunci: Pendekatan berbasis masyarakat; Solusi berbasis alam; Tanah longsor

1. PENDAHULUAN

Tanah longsor merupakan bencana alam yang sering terjadi di Indonesia dan umumnya terjadi di wilayah pegunungan ketika musim penghujan. Tanah longsor merupakan bentuk erosi dimana pengangkutan atau gerakan masa tanah terjadi pada suatu saat dalam volume yang relatif besar (Suripin, 2002). Faktor-faktor utama penyebab terjadinya tanah longsor, antara lain lereng terjal, tanah yang kurang padat dan tebal, curah hujan yang tinggi, jenis penggunaan lahan, getaran, adanya

ISSN 3025-633X (print), ISSN 3025-6747 (online)

*Penulis korespondensi: Agus Joko Pitoyo

Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Sekip Utara, Bulaksumur, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, 55281

Email: aguspit@ugm.ac.id

material timbunan pada tebing, bekas longsor lama, penggundulan hutan, dan daerah pembuangan sampah (Kementrian ESDM (2008) dalam [Yuniarta, dkk. \(2015\)](#)).

Kabupaten Ponorogo terletak di bagian barat daya Provinsi Jawa Timur. Kabupaten ini setidaknya pernah mengalami 5 jenis bencana dengan total kejadian sebanyak 3.155 yang terjadi pada periode waktu 10 tahun terakhir, yaitu antara 2008 hingga 2017 ([Fauzianto, 2023](#)). Bencana tersebut meliputi tanah longsor, banjir, kekeringan, angin puting beliung, kebakaran hutan dan lahan. Bencana tanah longsor menjadi bencana yang paling banyak terjadi dengan total 85 kali kejadian. Wilayah yang sering mengalami bencana tanah longsor di Kabupaten Ponorogo yaitu Kecamatan Ngebel. Secara topografi, Kecamatan Ngebel berada di kompleks dataran tinggi bagian barat Gunung Wilis yang sebagian besar memiliki morfologi berbukit hingga bergunung dengan kemiringan lereng yang bervariasi mulai dari landai, curam, hingga terjal. Kecamatan Ngebel memiliki curah hujan rata-rata sebesar 156 mm/tahun dengan curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Januari, yaitu sebesar 402 mm/bulan ([BPS Kabupaten Ponorogo, 2020](#)).

Kejadian tanah longsor juga banyak dikeluhkan oleh warga masyarakat di wilayah Kecamatan Ngebel. Kejadian tanah longsor yang terjadi seringkali menyebabkan akses jalan yang terblokir sehingga warga kesulitan untuk mengakses jalan yang tertutup longsor. Selain itu, tanah longsor juga seringkali menyebabkan gangguan terhadap listrik, sehingga warga berdampak pada pemadaman listrik di wilayah Kecamatan Ngebel. Analisis mengenai kerawanan bencana tanah longsor di Kecamatan Ngebel perlu dilakukan untuk dapat mengantisipasi dan mengurangi kejadian tanah longsor. Salah satu analisis yang dapat digunakan yaitu analisis spasial Sistem Informasi Geografis (SIG) dan pembobotan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) ([Prasindya, dkk., 2017](#)).

Kajian terkait dengan solusi tanah longsor di wilayah Kecamatan Ngebel juga perlu dilakukan pengkajian setelah diketahui wilayah dengan tingkat kerawanan yang tinggi. Kerawanan dengan tingkat tinggi di Kecamatan Ngebel menunjukkan bahwa wilayah tersebut memiliki kondisi yang riskan terhadap bencana tanah longsor. Salah satu solusi yang dapat dikaji yaitu *Nature-based Solution* (NbS). Penggunaan teknik ini telah terbukti lebih efektif dibandingkan pendekatan infrastruktur konvensional karena vegetasi dapat membantu secara mekanik dengan menstabilkan lereng, meningkatkan drainase air, dan mengurangi erosi tanah ([Devanand, dkk., 2023](#)). NbS memungkinkan masyarakat untuk membangun ketahanan terhadap peristiwa ekstrem sekaligus memberikan berbagai manfaat yang akan memperkaya ekosistem dan kesejahteraannya. NbS juga harus dilaksanakan dengan mempertimbangkan kearifan lokal selain faktor fisik seperti hidrometeorologi, biofisik, geomekanikal, dan kondisi lokasi lainnya. Pelaksanaan KKN Unit JI-080 di wilayah Kecamatan Ngebel melaksanakan kajian terhadap solusi menggunakan NbS yang bertujuan untuk dapat diterapkan pada wilayah rawan longsor di Kecamatan Ngebel dengan melibatkan masyarakat sehingga ditemukan lokasi yang paling sesuai untuk penerapan NbS.

2. METODE PELAKSANAAN

Pelaksanaan pengabdian Tim KKN-PPM periode 4 Unit JI-080 dilakukan di Kecamatan Ngebel, Kabupaten Ponorogo. Unit kajian dilakukan pada tingkat kecamatan yang terbagi menjadi delapan desa, yaitu Gondowido, Ngebel, Ngrogung, Pupus, Sahang, Sempu, Talun, dan Wagir Lor. Pengabdian untuk program kerja tersebut dilaksanakan pada periode Desember 2023 hingga Februari 2024. Untuk pelaksanaan pengabdian ini dilakukan menggunakan beberapa metode, di antaranya studi literatur, pengumpulan data sekunder, pengolahan data, dan penyuluhan kepada masyarakat.

Tahapan studi literatur dimaksudkan untuk menambah wawasan terkait dengan program pengabdian yang dilakukan, Tahapan pengumpulan data sekunder dilakukan dengan penajuan data sekunder kepada berbagai instansi. Data yang dikumpulkan mencakup data penunjang pelaksanaan pengabdian. Data tersebut berupa data parameter kerawanan tanah longsor, baik dari segi fisik dan

sosial. Selain pengumpulan data sekunder ke berbagai instansi, pengumpulan data juga dilakukan melalui *Focus Group Discussion* pada kepala dusun serta perangkat desa terkait permasalahan longsor yang terjadi di Desa Ngebel. Melalui Hasil *Focus Group Discussion* tersebut diperoleh lokasi titik kerawanan tanah longsor dan upaya penanganan yang telah dilakukan selama ini.

Tahapan selanjutnya adalah pengolahan data. Pengolahan data yang dilakukan berupa melakukan pembuatan peta kerawanan longsor di Kecamatan Ngebel. Input data parameter melalui hasil FGD dan pengumpulan data sekunder dari berbagai instansi. Peta tersebut akan diklasifikasikan menjadi lima kelas, berupa sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Melalui peta tersebut, dilakukan penentuan solusi berbasis alam untuk bencana tanah longsor yang didasarkan pada karakteristik wilayah. Selain itu, dilakukan validasi lapangan melalui peta yang telah dibuat sebelumnya ke unit analisis wilayah Kecamatan Ngebel. Selain validasi melalui survei, validasi juga dilakukan melalui kepala dusun dan perangkat desa terkait di Kecamatan Ngebel.

Tahapan yang terakhir berupa penyuluhan terkait solusi berbasis alam sebagai alternatif mitigasi bencana tanah longsor di Kecamatan Ngebel. Penyuluhan tersebut dilakukan pada kepala dusun dan perangkat desa selaku pemangku kebijakan di wilayah setempat terkait pengaplikasian solusi berbasis alam. Selain itu, juga dilakukan pengaplikasian solusi berbasis alam di wilayah Kecamatan Ngebel.

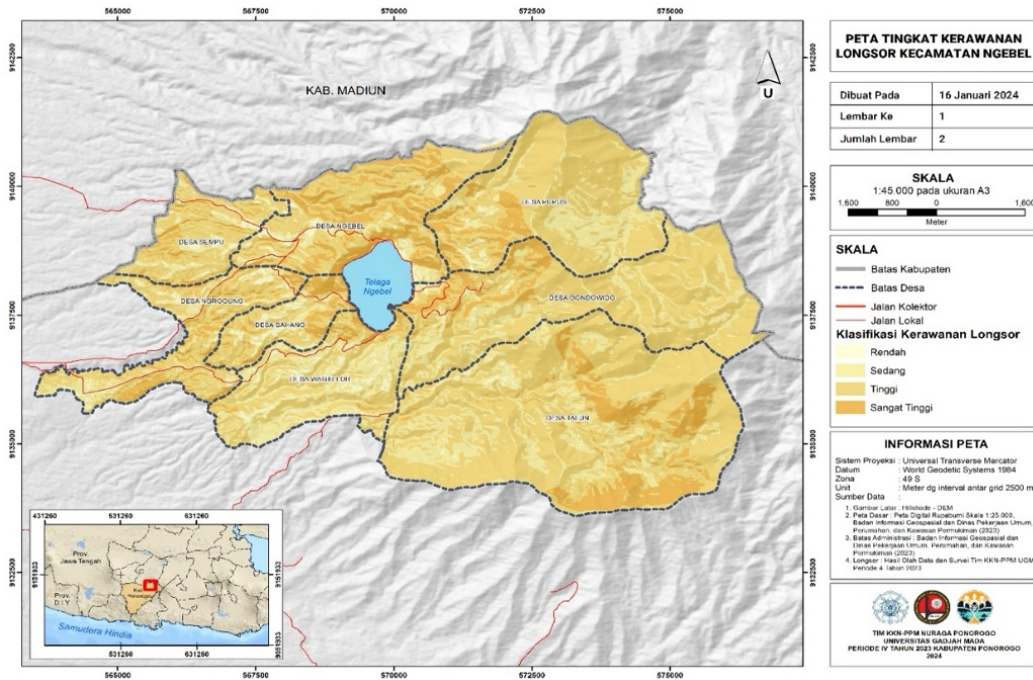
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis permasalahan longsor melalui *focus group discussion*

Program kerja yang dilakukan Tim KKN-PPM periode 4 Unit JI-080 ini diawali dengan pelaksanaan *Focus Group Discussion* (FGD) sebagai sumber informasi analisis permasalahan yang ada. Analisis permasalahan longsor melalui FGD di Kecamatan Ngebel merupakan upaya yang signifikan dalam memahami kompleksitas tantangan bencana alam yang dihadapi oleh komunitas setempat (Van Eeuwijk & Angehrn, 2017). FGD, sebagai metode kualitatif yang digunakan dalam penelitian ini, memungkinkan para peneliti untuk mendapatkan wawasan mendalam dari perspektif lokal, khususnya dari kepala dusun dan perangkat desa sebagai pemangku kebijakan di tingkat masyarakat. Melalui pertemuan kelompok ini, para peserta yang terdiri atas enam kamituwo (kepala dusun) di salah satu desa di Kecamatan Ngebel, yaitu Desa Ngebel, berbagi pengalaman langsung mereka tentang permasalahan longsor, termasuk identifikasi lokasi titik kerawanan, faktor penyebab, dampak, dan upaya penanganan yang telah dilakukan. Pentingnya FGD dalam konteks ini juga tercermin dalam validasi informasi yang dilakukan untuk memastikan keakuratan data yang diperoleh, melalui survei lapangan, dan diskusi lanjutan dengan pihak terkait. Hasil analisis dari FGD ini memberikan kontribusi penting dalam merumuskan pemahaman yang lebih mendalam tentang permasalahan longsor di wilayah Kecamatan Ngebel, yang pada gilirannya dapat menjadi dasar untuk merumuskan rekomendasi kebijakan dan strategi mitigasi yang lebih efektif. Dengan demikian, FGD tidak hanya menjadi alat pengumpulan data, tetapi juga menjadi wadah bagi dialog dan kolaborasi antara peneliti dan komunitas lokal dalam menghadapi tantangan bencana alam yang kompleks dan mendesak.

3.2. Pemetaan tingkat kerawanan longsor Kecamatan Ngebel

Berdasarkan hasil FGD dan pengumpulan data sekunder pada berbagai instansi, Tim KKN-PPM periode 4 Unit JI-080 melakukan pemetaan kerawanan tanah longsor sebagai *base analysis*. Kecamatan Ngebel yang terletak di Kabupaten Ponorogo, menghadapi kerawanan longsor dengan klasifikasi yang bervariasi, mulai dari rendah hingga sangat tinggi (**Gambar 1**). Secara spasial, wilayah dengan tingkat kerawanan longsor yang sangat tinggi di Kecamatan Ngebel tersebar di sekitar Telaga Ngebel dan bagian Timur Laut karena didukung dengan kemiringan lereng yang tinggi. Dari keseluruhan wilayah, lebih dari setengah luas wilayah di Kecamatan Ngebel (58.58 km²) memiliki kerawanan longsor yang tinggi (**Tabel 1**).



Gambar 1. Peta kerawanan longsor Kecamatan Ngebel

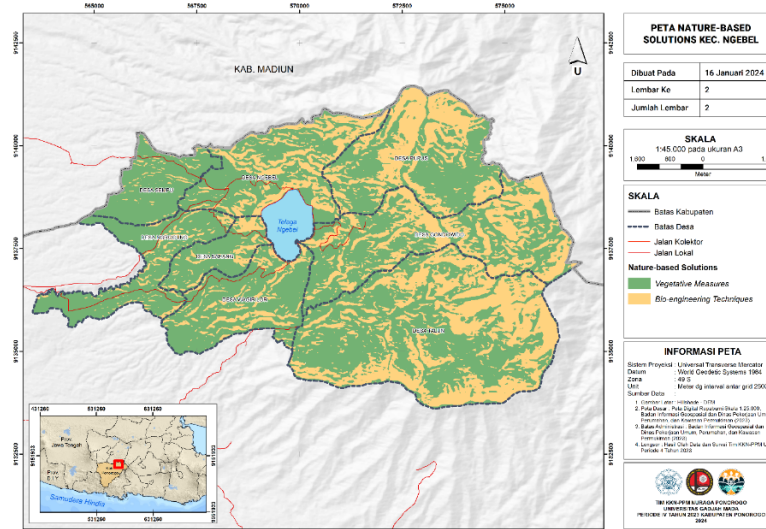
Tabel 1. Luas tiap klasifikasi kerawanan longsor Kecamatan Ngebel

No.	Klasifikasi	Luas (km ²)	Persentase (%)
1	Rendah	2,99	4,79
2	Sedang	14,39	23,07
3	Tinggi	36,54	58,58
4	Sangat Tinggi	8,46	13,56

Analisis kerawanan tanah longsor di wilayah ini mencerminkan kompleksitas kondisi fisik dan sosial yang mempengaruhi potensi terjadinya bencana tersebut (Rijanta, dkk., 2018). Faktor-faktor geografis seperti topografi yang curam, jenis tanah yang rentan terhadap erosi, dan tata guna lahan yang tidak sesuai secara signifikan berkontribusi terhadap peningkatan kerawanan longsor. Selain itu, aspek sosial seperti tingkat kesadaran masyarakat terhadap mitigasi bencana, infrastruktur yang kurang memadai, serta perubahan pola cuaca yang mungkin disebabkan oleh faktor perubahan iklim, juga turut memperburuk situasi. Klasifikasi kerawanan yang mencakup tingkat rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi memberikan gambaran yang lebih terperinci tentang seberapa rentan wilayah ini terhadap potensi terjadinya longsor. Dengan demikian, analisis kerawanan longsor di Kecamatan Ngebel membutuhkan pendekatan yang holistik yang memperhitungkan berbagai faktor fisik dan sosial serta mempertimbangkan intervensi mitigasi yang sesuai untuk mengurangi risiko dan dampak yang mungkin ditimbulkan oleh bencana tersebut.

3.3. Penentuan lokasi penerapan Nature-based Solution di Kecamatan Ngebel

Berdasarkan hasil pengolahan pemetaan kerawanan longsor dan observasi lapangan oleh Tim KKN-PPM periode 4 Unit JI-080 di Kecamatan Ngebel kemudian dipilih salah satu mitigasi bencana yang bersifat *sustainable*, yaitu solusi berbasis alam atau *Nature-based Solution*. Pemilihan solusi berbasis alam sebagai tindakan mitigasi bencana longsor di Kecamatan Ngebel dikarenakan wilayah tersebut belum banyak terjadi alih fungsi lahan (Li, dkk., 2021). Menurut penelitian Devanand, dkk. (2023) diperlukan solusi berbasis alam yang mampu menjaga stabilitas lereng dalam perencanaan mitigasi bencana longsor. Melalui hal tersebut, dipilih dua macam solusi berbasis alam untuk mitigasi bencana longsor di Kecamatan Ngebel berupa *vegetative measures* dan *bio-engineering techniques*.



Gambar 2. Peta lokasi penentuan solusi berbasis alam Kecamatan Ngebel

Berdasarkan hasil pemetaan penentuan lokasi penerapan solusi berbasis alam di Kecamatan Ngebel (**Gambar 2**), diperoleh hasil bahwa sebanyak 64,36 % atau 4017,56 ha wilayah di Kecamatan Ngebel berpotensi dilakukan solusi berbasis alam *vegetative measures* dan sebanyak 35,64 % atau 2225,16 Ha wilayah berpotensi diterapkan *bio-engineering techniques*. Tindakan *vegetative measures* atau tindakan penanaman pohon di didominasi di wilayah dengan kerawanan yang rendah. Tindakan ini menjadi salah satu yang mampu menstabilkan lereng di Kecamatan Ngebel. Tindakan kedua berupa *bio-engineering techniques* berupa tindakan penguatan struktural lereng untuk mencegah penggerusan tanah akibat erosi (Tejakusuma, 2016). Tindakan ini dilakukan di wilayah dengan kerawanan yang tinggi dan tidak mampu diterapkan solusi *vegetative measures*. *Bio-engineering techniques* dilakukan dengan mempertimbangkan aspek fisik dan sosial masyarakat sehingga mampu diimplementasikan di wilayah tersebut. Oleh karena itu, dipilihlah metode strata tanaman vegetasi berupa struktur strata atas, menengah, dan bawah. Menurut penelitian Soewandita (2020), metode tersebut dapat diterapkan dengan membagi tanaman berdasarkan stratanya seperti tanaman durian sebagai tanaman strata atas, tanaman kopi sebagai tanaman strata tengah, dan tanaman kaliandra sebagai tanaman strata bawah. Pemilihan tersebut didasarkan pada potensi dan kondisi masyarakat Kecamatan Ngebel sebagai sentra durian dan kopi serta peternak.

3.4. Upaya Peningkatan Kapasitas Melalui Penyuluhan *Nature-Based Solution*

Peningkatan kapasitas masyarakat dilakukan salah satunya dengan mitigasi struktural dengan penanaman pohon sebagai upaya pengurangan risiko bencana tanah longsor (**Gambar 3**). Upaya ini juga dilakukan bersama warga untuk meningkatkan kesadaran akan pentingnya penghijauan hutan sebagai bentuk penerapan *Nature-based Solution* metode *Vegetative Measures*.



Gambar 3. Upaya penyuluhan *nature-based solution* dengan metode *vegetative measures*

Pelaksanaan mitigasi non-struktural juga dilaksanakan kepada tokoh masyarakat (**Gambar 4**). Tokoh masyarakat dalam hal ini dapat berperan dalam pengambilan kebijakan dan juga sosialisasi terhadap masyarakat untuk dapat mengetahui langkah antisipasi terhadap bencana tanah longsor.



Gambar 4. Penyuluhan daerah rawan longsor kepada tokoh masyarakat

Sementara itu, masyarakat juga memiliki andil besar dalam upaya mitigasi terhadap bencana tanah longsor. Masyarakat perlu diberikan pemahaman terkait dengan daerah rawan longsor dan penerapan NbS sebagai bentuk mitigasi terhadap bencana tanah longsor (**Gambar 5**).



Gambar 5. Penyuluhan mitigasi bencana kepada Masyarakat Kecamatan Ngebel

Kapasitas masyarakat terhadap mitigasi bencana tanah longsor dapat diukur dengan tingkat pengetahuan masyarakat tentang upaya mitigasi. Kapasitas dapat diartikan sebagai kemampuan masyarakat dalam melakukan adaptasi untuk menghadapi bencana. Secara konseptual, adaptasi masyarakat adalah pola perilaku masyarakat untuk menyesuaikan diri dalam menghadapi bencana tanah longsor. Masyarakat yang tinggal di lingkungan rawan bencana tanah longsor akan dipaksa untuk dapat merespon secara tepat dan tanggap hal apa yang harus dilakukan ([Annisa & Setyowati, 2019](#)).

Peningkatan kapasitas masyarakat tersebut dapat dilakukan dengan diadakannya kegiatan penyuluhan. Tim KKN-PPM periode 4 Unit JI-080 melakukan kegiatan pemberian penyuluhan kepada masyarakat setempat untuk membentuk masyarakat tangguh yang diharapkan dapat menambah wawasan terkait bencana tanah longsor dan penyebab terjadinya longsor. Selain itu, penyuluhan ini dimaksudkan untuk membentuk pemahan terhadap upaya yang dapat dilakukan saat terjadi tanah longsor susulan guna meminimalisasi korban dan kerugian material.

Pemilihan solusi berbasis alam sebagai tindakan mitigasi bencana longsor di Kecamatan Ngebel dikarenakan wilayah tersebut belum banyak terjadi alih fungsi lahan. Masyarakat dapat menerapkan solusi berbasis alam berupa *vegetaive measures* dan *Bio-Engineering Techniques*. Program peningkatan

kapasitas masyarakat melalui penyuluhan dilaksanakan dengan memberikan informasi kepada kepala dusun dan tokoh masyarakat di Kecamatan Ngebel.

Penyuluhan mitigasi bencana dengan NbS membicarakan empat hal penting, diantaranya tersedianya informasi dan peta kawasan rawan bencana, sosialisasi dalam meningkatkan pemahaman serta kesadaran masyarakat dalam menghadapi bencana, mengetahui apa yang perlu dilakukan dan dihindari serta cara penyelamatan diri jika bencana terjadi sewaktu-waktu dan pengaturan, penataan kawasan rawan bencana untuk mengurangi ancaman bencana berdasarkan penerapan *vegetative measures* dan *Bio-Engineering Techniques*. Harapannya setelah diadakan penyuluhan dan pendampingan terhadap bencana tanah longsor yang terjadi, masyarakat dapat mengantisipasi dan meminimalisasi risiko bencana tanah longsor pada masa yang akan datang.

4. KESIMPULAN

Program kerja mitigasi bencana longsor yang dilakukan Tim KKN-PPM periode 4 Unit JI-080 dilakukan dengan beberapa tahapan pelaksanaan. Tahap awal dilakukan dengan FGD sebagai sarana penghubung antara masyarakat, pemangku kebijakan, dan mahasiswa untuk menganalisis permasalahan berkaitan dengan bencana longsor. Melalui hasil tersebut diperoleh informasi permasalahan longsor, termasuk identifikasi lokasi titik kerawanan, faktor penyebab, dampak, dan upaya penanganan yang telah dilakukan. Melalui informasi tersebut kemudian dilakukan pemetaan kerawanan longsor sebagai *base analysis* yang memberikan informasi ilmiah berdasarkan faktor penentu longsor. Informasi hasil FGD dan informasi pemetaan kerawanan longsor dijadikan pertimbangan dalam penentuan alternatif solusi, berupa *Nature-based Solution* atau solusi berbasis alam. Solusi berbasis alam yang dipilih untuk mitigasi bencana longsor di Kecamatan Ngebel berupa *vegetative measures* dan *Bio-Engineering Techniques*. Pemilihan solusi berbasis alam tersebut didasarkan pada hal yang mendukung keberlanjutan potensi pertanian, perkebunan, dan peternakan di Kecamatan Ngebel sehingga solusi yang ada mampu mendayagunakan potensi dan keterlibatan masyarakat. Untuk mendukung keberlanjutan solusi berbasis alam tersebut, dilakukan peningkatan kapasitas masyarakat melalui penyuluhan serta penerapan solusi berbasis alam tersebut. Diharapkan masyarakat dapat melakukan pencegahan longsor melalui komunitas lingkungannya tersendiri sehingga terbentuk masyarakat tangguh bencana.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ini kami sampaikan kepada berbagai pihak yang telah mendukung terlaksananya pengabdian KKN-PPM Unit JI-080 sehingga dapat terlaksana dengan lancar. Terima kasih kami ucapkan kepada Bapak Agus Joko Pitoyo selaku dosen pembimbing lapangan dan rekan seperjuangan tim yang kebersamaan dalam pelaksanaan pengabdian ini. Terima kasih juga kami ucapkan kepada Universitas Gadjah Mada, instansi pemerintah daerah, kecamatan, hingga desa serta masyarakat Kecamatan Ngebel yang telah membantu dalam pelaksanaan pengabdian ini. Kami berharap adanya pengabdian KKN-PPM Unit JI-080 dapat memberikan dampak yang positif bagi masyarakat Kecamatan Ngebel.

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa, A., & Setyowati, D. L. (2019). Kapasitas masyarakat dalam upaya pengurangan risiko bencana tanah longsor di Desa Tempur Kecamatan Keling Kabupaten Jepara tahun 2018. *Edu Geography*, 7(1), 83–94. <https://doi.org/10.15294/edugeo.v7i1.30138>
- BPS Kabupaten Ponorogo. (2020). *Kecamatan Ngebel dalam angka 2018*. BPS Kabupaten Ponorogo. <https://ponorogokab.bps.go.id/publication/2018/09/26/c7d0f767fb8db7313f2b22f5/kecamatan-ngebel-dalam-angka-2018.html>

- Devanand, V. B., Mubeen, A., Vojinovic, Z., Torres, A. S., Paliaga, G., Abdullah, A. F., Leitão, J. P., Manojlovic, N., & Fröhle, P., (2023). Innovative methods for mapping the suitability of nature-based solutions for landslide risk reduction. *Land*, 12(7).
- Fauzianto, R. & Hadibasyir, H. Z. (2023). *Analisis tingkat kerawanan longsor lahan dan penentuan jalur evakuasi berbasis sistem informasi geografis di Kecamatan Ngebel Kabupaten Ponorogo* [Disertasi]. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Li, L., Cheshmehzangi, A., Chan, F. K. S., & Ives, C. D. (2021). Mapping the research landscape of nature-based solutions in urbanism. *Sustainability*, 13(7).
- Prasindya, P., Hariyanto, T., & Kurniawan, A. (2020). Analisis potensi tanah longsor menggunakan sistem informasi geografis dan analytical hierarchy process (AHP) (Studi kasus: Kecamatan Songgon, Kabupaten Banyuwangi). *Geoid*, 16(1), 19–27.
- Rijanta, R., Hizbaron, D. R., & Baiquni, M. (2018). *Modal sosial dalam manajemen bencana*. UGM PRESS.
- Soewandita, H. (2020). Model implementasi bioengineering sebagai upaya mitigasi longsor: (Kajian di lokasi rawan longsor Desa Jatiradio Kecamatan Cililin Kabupaten Bandung Barat). *Jurnal ALAMI: Jurnal Teknologi Reduksi Risiko Bencana*, 4(2), 71–80.
- Suripin. (2002). *Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Tejakusuma, I. G. (2016). Soil bioengineering dan peranannya dalam geologi lingkungan. *Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana*, 11(1), 51–57.
- Van Eeuwijk, P., & Angehrn, Z. (2017). *How to... conduct a focus group discussion (FGD)*. Methodological Manual.
- Yuniarta, H., Saido, A. P., & Purwana, Y. M. (2015). Kerawanan bencana tanah longsor Kabupaten Ponorogo. *Matriks Teknik Sipil*, 3(1).