

Kesiapsiagaan dan Pemetaan Aliran Longsor Bahan Rombakan (Debris Flow)

I Nengah Sinarta¹, A.A Gede Sumanjaya², I Made Surya Kumara³, I Made Adi Bhaskara³, I Made Kusuma Wiranata²

Magister Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan Universitas Warmadewa, Denpasar - Bali, Indonesia¹

Program Studi Teknik Sipil Universitas Warmadewa, Denpasar - Bali, Indonesia²

Program Studi Teknik Komputer Universitas Warmadewa, Denpasar - Bali, Indonesia³

inengahsinarta@warmadewa.ac.id

Abstrak

Kejadian bencana gerakan tanah dapat dipicu akibat gempa ataupun hujan dengan intensitas tertentu. Pada 18 Oktober 2021 terjadi gempa dengan magnitude 4,8 terjadi di darat pada jarak 8 km Barat Laut Karangasem, pada kedalaman 10 km. Pada bencana tersebut di Kabupaten Bangli meninggal dunia 2 orang akibat tertimpa longsor di Desa Terunyan dan 171 bangunan mengalami kerusakan. Wilayah mitra yang rentan mengalami bencana gerakan tanah memerlukan suatu skema mitigasi bencana yang dapat mengurangi dampak kerugian berupa korban jiwa dan materiil. Saat ini telah terdapat tim siaga bencana di Dusun Dukuh. Namun kondisi saat ini tim kurang aktif dalam sosialisasi kebencanaan pada masyarakat dan kurang pemahaman dalam pemeliharaan instrumen sistem peringatan dini yang telah dihibahkan ke tim. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah ini terdiri dari 2 (dua) kegiatan pokok. Kegiatan pertama adalah identifikasi dan melakukan pemetaan kelompok permukiman rentan dilalui aliran longsor (debris flow), serta penyuluhan dan pelatihan terkait tanda-tanda terjadinya longsor, mekanisme evakuasi. Hasil menunjukkan bahwa area ini memerlukan pemetaan risiko yang komprehensif dan pembentukan jaringan relawan lokal yang tangguh. Peningkatan kapasitas tim siaga bencana, melalui penggunaan teknologi modern dan peningkatan infrastruktur, terbukti mampu meningkatkan kesiapsiagaan terhadap bencana debris flow. Dengan implementasi strategi yang tepat, mitigasi risiko bencana di Dusun Dukuh dapat lebih efektif dan responsif terhadap ancaman bencana di masa mendatang.

Kata Kunci: pemetaan, debris flow, tim siaga bencana

Abstract

Landslide disasters can be triggered by earthquakes or intense rainfall. On October 18, 2021, an earthquake with a magnitude of 4.8 struck 8 km northwest of Karangasem at a depth of 10 km. In Bangli Regency, this disaster resulted in two fatalities in Terunyan Village, caused by landslides and damage to 171 buildings. A robust disaster mitigation plan is crucial in landslide-prone areas to minimize casualties and material losses. Currently, a disaster alert team exists in Dukuh Hamlet. Still, it is less active in educating the community about disasters and lacks adequate knowledge to maintain early warning system instruments previously donated to the team. Addressing these issues involves two main activities. First, identifying and mapping settlement groups vulnerable to landslides (debris flow) and providing counselling and training on recognizing landslide signs and evacuation mechanisms. The results highlight the need for comprehensive risk mapping and a strong local volunteer network. Enhancing the disaster preparedness team's capacity through modern technology and infrastructure improvements has proven effective in boosting preparedness for debris flow disasters. By implementing an

appropriate strategy, disaster risk mitigation in Dusun Dukuh can become more effective and responsive to future threats.

Keywords: mapping, debris flow, disaster response team

I. PENDAHULUAN

Balai Besar Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BBMKG) Wilayah III Denpasar, Bali, mencatat gempa bumi sangat sering terjadi di Indonesia khususnya di pulau Bali. Tercatat terjadi 18 kali gempa di wilayah Bali sepanjang Bulan Oktober 2021 (BBMKG, 2022). Gempa tektonik pada 18 Oktober 2021, sekitar pukul 04.18 wita berkekuatan magnitudo 4,8, saat itu terjadi longsor bahan rombakan (debris flow) dan jatuhnya batuan (rock fall) di Desa Terunyan, Dusun Cemara Landung dengan korban jiwa 2 orang dan disekitar 171 bangunan mengalami kerusakan, di Kabupaten Karangasem 1 orang meninggal 6 orang luka berat dan 960 bangunan mengalami kerusakan.

Khusus di Kabupaten Bangli data Pusdalop BPBD Provinsi Bali tahun 2020, telah terjadi 27 kali bencana longsor atau sekitar 16,26% dari seluruh kejadian gerakan tanah di Pulau Bali (Pusdalop BPBD Provinsi Bali, 2020). Ancaman bencana tanah longsor ancaman tinggi sebesar 11% dan sangat tinggi 9%, dengan paparan sangat tinggi 4216 ha, dusun rawan paparan yaitu Desa Trunyan, Desa Abang Batudinding dan Desa Buahon dan terjadi pada musim hujan (Sinarta, 2018) (Sinarta et al., 2017).

Potensi longsor bahan rombakan (debris flow) sangat tinggi di Dusun Dukuh, Desa Abang Batudinding berdasarkan peta hasil dari penelitian dasar RISTEKBRIN 2019-2020 dimana luas genangan sebesar 49.830m², volume 98,639m³/dt, jangkauan lembah sungai mencapai 49,5m dan tebal sedimen 1-1,5m (Sinarta et al., 2019). Pemicu terjadinya debris flow akibat kondisi batuan vulkanik lapuk lepas, lereng terjal, vegetasi kurang, struktur geologi, intensitas curah hujan tinggi dan durasi hujan panjang (Sinarta et al., 2019) (Sinarta et al., 2020). Pasca bencana longsor tanggal 18 Oktober 2021, tim peneliti melakukan kunjungan dan identifikasi kondisi pasca longsor yang terjadi. Berikut adalah dokumentasi pelaksanaan dan hasil kunjungan ke lokasi mitra.



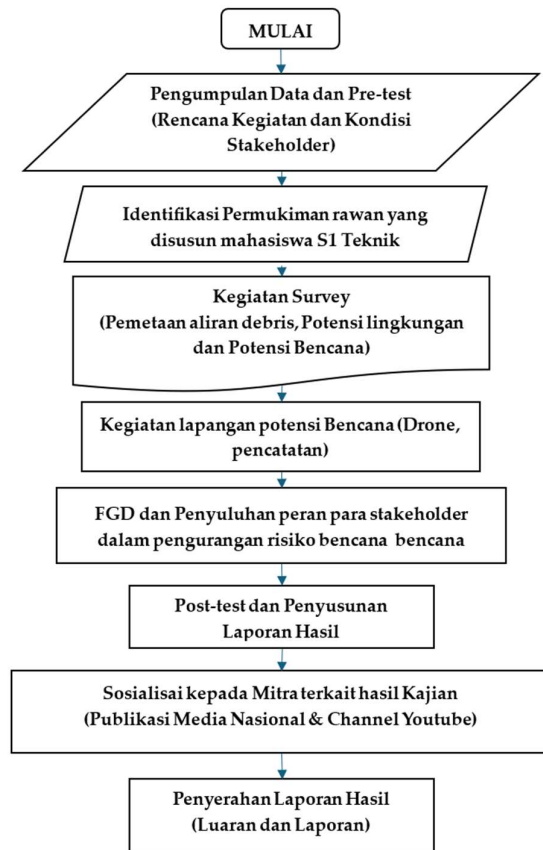
Gambar 1 Kunjungan tim ke lokasi mitra pasca bencana longsor 18 Oktober 2021

Dari hasil penelitian terdahulu dan kunjungan lapangan, lokasi mitra di Dusun Dukuh merupakan area yang rawan bencana gerakan tanah susulan dan memerlukan penguatan tim siaga bencana yang ada saat ini. Pengetahuan yang benar terhadap bencana yang terjadi dapat meminimalisir risiko dan juga dampaknya, karena debris flow bergerak dengan sangat cepat dan memiliki daya rusak yang tinggi (Sinarta dkk, 2021). Sehingga perlu pemahaman yang baik serta pengetahuan terhadap lingkungan untuk meminimalisir risiko bencana.

Pemahaman lingkungan dapat dilakukan dengan pemetaan risiko dampak bencana (Rustan & Purqon, 2016).

II. METODE PENELITIAN

Metode pelaksanaan pada program ini adalah langkah-langkah dalam pelaksanaan solusi dan target capaian seperti pada Gambar berikut:



Gambar 2 Diagram Alir Pelaksanaan Pengabdian

Partisipasi Mitra:

1. Data sejarah secara jujur tentang kejadian bencana dari tahun ke tahun lokasi tersebut.
2. Memberikan akses, memasuki kawasan permukiman dan wilayah sakral dalam pendataan visual dan pengukuran.
3. Akses memberikan tempat balai desa, untuk menginap selalu survey dan melakukan Fokus Grup Diskusi (FGD).

Pengumpulan Data

1. Data primer dan sekunder yang diperlukan adalah topografi detail, kapasitas drainase, kemiringan lereng, jenis tanah serta daya dukung tanah.
2. Identifikasi permukiman, fasilitas dan kegiatan yang ada di daerah aliran debris.
3. Usaha pengelolaan kebencanaan yang telah dilakukan
4. Fokus Grup Discussion (FGD) antara Tim Pengabdian dengan Tim Siaga Bencana, Aparat Desa Dusun Dukuh Desa Abang Batudinding untuk memastikan permasalahan mitra dalam kajian pengelolaan bencana khususnya pengurangan risiko bencana (PRB).

Analisis Data

1. Data kegiatan pengelolaan kegiatan dan identifikasi permukiman rawan aliran debris
2. Peta arah aliran debris pada permukiman dan fasilitas masyarakat serta rencana pengembangan dan potensi bencana.
3. Kapasitas yang dihasilkan dalam perencanaan pengurangan risiko bencana baik struktural dan non struktural
4. Pada tahap ini masyarakat khususnya tim siaga bencana dan aparat desa diajak diskusi melalui Fokus Grup Diskusi tentang pemetaan potensi bencana di kawasan Dusun Dukuh Abang Batudinding.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Survey Awal

Kegiatan pengabdian diawali dengan melakukan survey awal. Survey awal dilakukan untuk mendapatkan data primer daerah – daerah dengan potensi dampak *debris flow* terutama di daerah pemukiman. Pengambilan data dilakukan dengan foto udara dengan bantuan *drone*.



Gambar 3 Pengambilan data dengan Drone

Selain melakukan pengambilan gambar tim PKM juga melakukan *pre-test* kepada masyarakat tentang pemahaman potensi bencana dan metode evakuasi yang akan dilakukan ketika bencana tersebut terjadi. Pre test juga dilakukan pada tim siaga bencana Dusun Dukuh dengan hasil *pre-test* menunjukkan nilai yang masih kurang tentang pemahaman potensi bencana dan metode evakuasi yang dapat dilakukan ketika terjadi bencana.

Berdasarkan hasil pre tes didapat hasil tes sebagai berikut :

Tabel 1 Nilai Pre Test dan Post Test Pemahaman Potensi Bencana dan Metode Evakuasi

No Responden	Nilai Pre-Test	Nilai Post-Test	Selisih Nilai
1	72	76	4
2	56	64	8
3	48	60	12
4	68	84	16
5	68	72	4
6	64	72	8
7	52	64	12
8	60	76	16
9	76	80	4
10	60	68	8
11	72	84	12
12	68	84	16

No Responden	Nilai Pre-Test	Nilai Post-Test	Selisih Nilai
13	68	72	4
14	76	84	8
15	60	72	12
16	68	84	16
17	64	68	4
18	68	76	8
19	72	84	12
20	68	84	16
21	56	60	4
22	60	68	8
23	68	80	12
24	60	76	16
25	64	68	4
26	76	84	8
27	60	72	12
28	60	76	16
29	68	72	4
30	76	84	8
Rata - rata	65	75	10

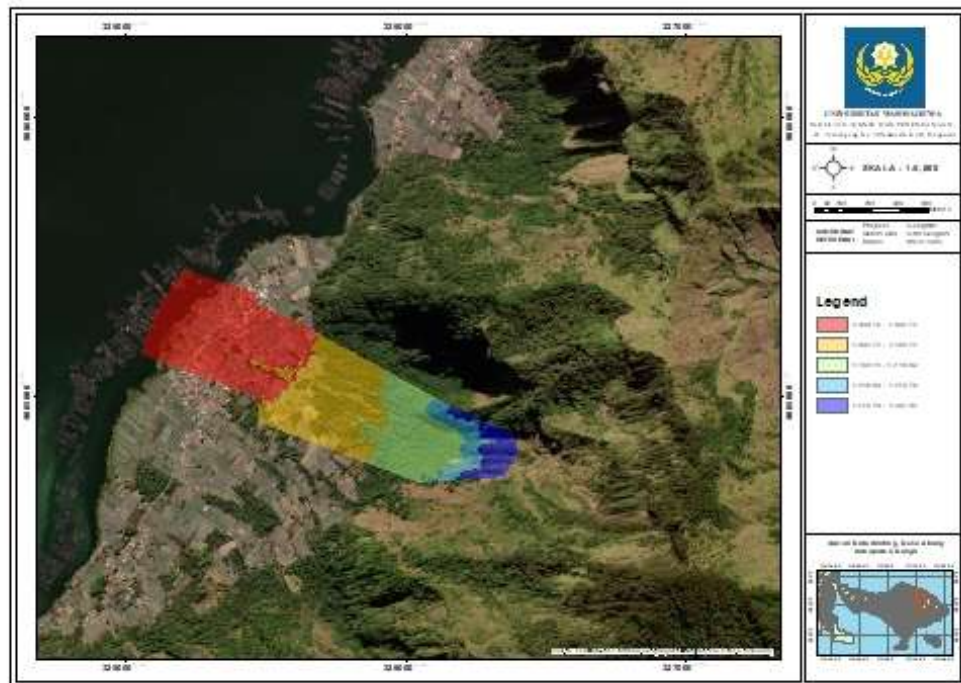
Rata-rata nilai *post-test* lebih tinggi dibandingkan dengan *pre-test*, rata – rata pre tes memperoleh nilai 65 dan rata – rata post test memperoleh nilai 75 dengan selisih 10 poin. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar setelah dilakukan sosialisasi dan (FGD) fokus group diskusi dengan tim PKM Fakultas Teknik dan Perencanaan Universitas Warmadewa.



Gambar 4 Diskusi dengan Tim Siaga Bencana

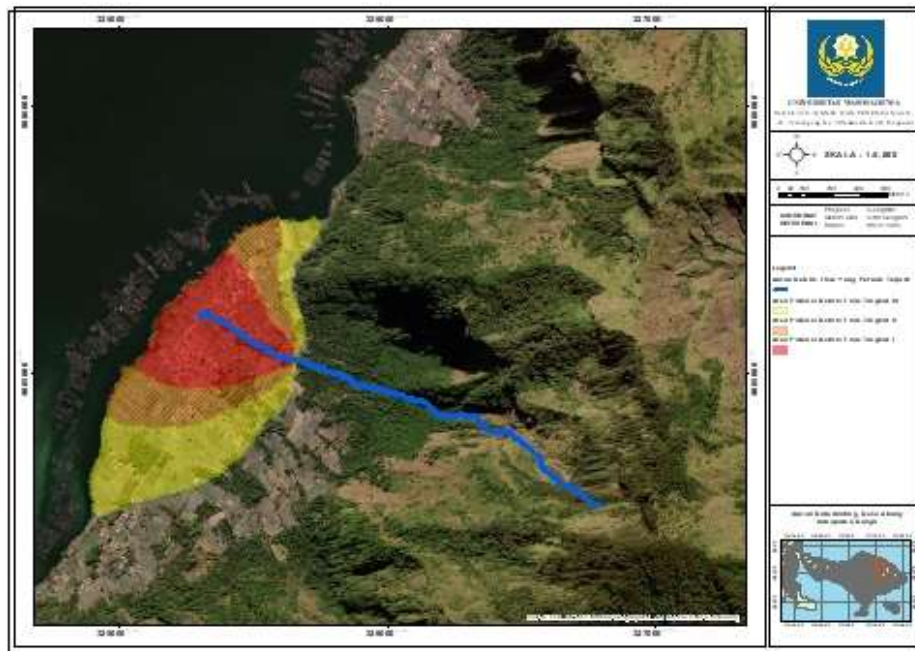
2. Peta Lokasi Aliran Debris

Pemetaan sangat penting untuk dilakukan untuk mengidentifikasi daerah – daerah yang berpotensi sebagai daerah aliran debris, terutama pada daerah padat penduduk. Pemetaan pada pengabdian kali ini dilakukan dengan menggunakan data prime dengan data pesawat nirawak (*drone*) yang diolah dengan menggabungkan data primer dengan data skunder yang diambil dari *Google Earth*.



Gambar 4 Peta Hasil Drone Aliran Sungai Dusun Dukuh Abang Batudinding

Dari gambar 4 tersebut dan analisis tinjauan lapangan berdasarkan historical debris flow yang terjadi pada Dusun Dukuh Abang Batudinding dapat di gambarkan pemetaan daerah yang rawan terdampak aliran rombakan (debris flow) yang disajikan pada gambar 5.



Gambar 5 Peta Daerah Potensi Bencana Debris Flow Dusun Dukuh Abang Batudinding

Pada Gambar 5 terlihat terdapat aliran *debris flow* yang pernah terjadi pada tahun 1917(Sinarta & Wahyuni, 2022). Terlihat terdapat 3 kategory risiko pemukiman yang

berisiko terdampak aliran rombakan yaitu Risiko I, Risiko II, dan Risiko III. Makin kecil angka risiko makin besar risiko terdampak aliran rombakan.

3. *Penguatan Tim Siaga Bencana*

Tim siaga bencana perlu memahami segala bentuk ancaman bencana yang dapat terjadi di lingkungan sekitar dengan cara mengetahui potensi dan juga ancamana lingkungannya. Penguatan tim bencana perlu dilakukan pada tahap *pre disaster* (mitigasi bencana), karena dapat mengurangi dampak bencana dan juga korban jiwa (Sinarta et al., 2023). Penguatan tim siaga bencana dilakukan dengan Fokus Group Diskusi dengan beberapa stakeholders di Dusun Batudinding dengan metode analisis SWOT (Cahyadi et al., 2018).

a. *Strengths* (Kekuatan)

- Ketersediaan Sumber Daya Lokal: Dusun Dukuh Desa Batudinding mungkin memiliki sumber daya manusia yang terampil dan berpengalaman dalam penanggulangan bencana, seperti petugas relawan lokal yang sudah terbiasa dengan medan dan lingkungan setempat.
- Dukungan Komunitas: Solidaritas dan kepedulian antarwarga desa yang kuat dapat menjadi modal penting dalam upaya penguatan tim siaga bencana.
- Akses ke Informasi Lokal: Pengetahuan mendalam mengenai sejarah bencana dan kondisi geologi lokal yang dimiliki oleh warga setempat dapat memberikan keuntungan dalam pencegahan dan mitigasi.
- Kerjasama dengan Lembaga Terkait: Adanya kolaborasi dengan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) dan lembaga lainnya meningkatkan efektivitas respon terhadap bencana.

b. *Weaknesses* (Kelemahan)

- Keterbatasan Peralatan dan Infrastruktur: Tim siaga bencana mungkin kekurangan peralatan yang diperlukan untuk evakuasi dan penanganan *Debris flow*, seperti alat berat dan peralatan komunikasi.
- Kurangnya Pelatihan dan Pendidikan: Masih kurangnya pemahaman khususnya terkait *Debris flow* yang diadakan untuk tim siaga bencana bisa mengurangi kesiapan mereka dalam menghadapi situasi nyata.
- Kesulitan Akses ke Area Terdampak: Infrastruktur jalan yang terbatas atau terhalang akibat bencana dapat memperlambat respon tim siaga bencana.
- Pendanaan Terbatas: Anggaran yang terbatas untuk kegiatan mitigasi dan kesiapsiagaan bencana dapat membatasi pengembangan kemampuan tim.

c. *Opportunities* (Peluang)

- Peningkatan Kesadaran dan Pendidikan Publik: Kesempatan untuk melakukan kampanye pendidikan tentang bahaya *Debris flow* dan pentingnya kesiapsiagaan dapat meningkatkan kesiapan masyarakat secara keseluruhan.

- Dukungan dari Pemerintah dan LSM: Kemungkinan mendapatkan bantuan teknis dan finansial dari pemerintah pusat, LSM, atau donor internasional untuk memperkuat kapasitas tim siaga.
- Penggunaan Teknologi Modern: Penerapan teknologi baru, seperti sistem peringatan dini berbasis sensor atau drone, dapat membantu tim siaga bencana dalam memonitor area rawan *Debris flow*.
- Kolaborasi dengan Akademisi dan Peneliti: Adanya peluang untuk bekerjasama dengan universitas atau lembaga penelitian untuk mendapatkan data dan saran berbasis ilmu pengetahuan tentang mitigasi *Debris flow*.

d. *Threats* (Ancaman)

- Frekuensi dan Intensitas Bencana yang Meningkat: Perubahan iklim yang menyebabkan curah hujan ekstrem dapat meningkatkan risiko dan frekuensi *Debris flow*, menguji batas kesiapan tim siaga.
- Keterbatasan Komunikasi Selama Bencana: Terputusnya jaringan komunikasi selama bencana dapat menyulitkan koordinasi dan respon yang cepat.
- Kurangnya Partisipasi Masyarakat: Jika masyarakat kurang terlibat atau tidak memperhatikan pentingnya kesiapsiagaan, hal ini dapat melemahkan upaya penguatan tim siaga.
- Persaingan untuk Sumber Daya: Terbatasnya sumber daya, baik finansial maupun material, yang harus dibagi dengan kebutuhan lain di daerah, bisa menghambat proses penguatan tim siaga.

Setelah melihat kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman yang ada pada Dusun Dukuh Abang Batuudinding, didapatkan strategi untuk memperkuat Tim Siaga Bencana di Dusun Dukuh Abang Batudinding yaitu sebagai berikut :

a. Memanfaatkan Sumber Daya Lokal dan Dukungan Komunitas

- Pelatihan dan Peningkatan Kapasitas: Mengadakan program pelatihan intensif yang melibatkan pengetahuan lokal dan keahlian dari ahli bencana untuk meningkatkan kesiapsiagaan tim siaga bencana.
- Penguatan Jaringan Relawan: Membangun dan melatih jaringan relawan lokal dengan membentuk kelompok kecil yang memiliki tanggung jawab spesifik dalam kesiapsiagaan dan respons bencana.

b. Meningkatkan Infrastruktur dan Aksesibilitas

- Pengadaan Peralatan dan Infrastruktur: Mencari dukungan dari pemerintah daerah, LSM, atau donor untuk pengadaan alat berat dan peralatan komunikasi yang dibutuhkan oleh tim siaga bencana.
- Peningkatan Infrastruktur Jalan: Bekerjasama dengan pemerintah untuk memperbaiki dan memperkuat infrastruktur jalan guna mempermudah akses ke area terdampak selama bencana.

c. Meningkatkan Kesadaran dan Partisipasi Masyarakat

- Kampanye Kesadaran Publik: Mengadakan kampanye pendidikan tentang bahaya Debris flow dan kesiapsiagaan, dengan melibatkan tokoh masyarakat dan pemuda setempat.
 - Program Partisipasi Masyarakat: Melibatkan masyarakat dalam simulasi bencana, perencanaan evakuasi, dan program pengurangan risiko bencana.
- d. Membangun Kolaborasi dan Mengoptimalkan Teknologi
- Kolaborasi dengan Lembaga Terkait: Memperkuat kerjasama dengan BPBD, universitas, dan lembaga penelitian untuk mendapatkan dukungan teknis dan data yang diperlukan.
 - Implementasi Teknologi Modern: Mengajukan proyek percontohan untuk teknologi peringatan dini berbasis sensor dan drone, guna meningkatkan pemantauan dan kesiapsiagaan.
- e. Mengelola Sumber Daya dengan Efisien dan Mencari Dukungan Eksternal
- Optimalisasi Pendanaan: Mengelola dana secara efektif dengan prioritas pada pengadaan peralatan dan pelatihan, serta mencari pendanaan tambahan dari berbagai sumber.
 - Program Pembangunan Berkelanjutan: Menjamin keberlanjutan jangka panjang dari setiap inisiatif dengan fokus pada pemeliharaan dan pembaruan infrastruktur serta peralatan.
- f. Mitigasi Risiko dan Adaptasi terhadap Perubahan Iklim
- Pengurangan Risiko Bencana: Mengimplementasikan langkah-langkah mitigasi seperti reboisasi dan pembangunan struktur pelindung untuk mengurangi dampak Debris flow.
 - Adaptasi Perubahan Iklim: Mengadopsi langkah-langkah adaptasi yang mempertimbangkan perubahan pola cuaca dan curah hujan untuk mempersiapkan respons terhadap bencana yang lebih sering dan intens.
- g. Pemetaan Daerah Rawan
- Pemetaan Risiko dan Identifikasi Area Rawan: Melakukan pemetaan komprehensif untuk mengidentifikasi daerah-daerah rawan Debris flow dengan menggunakan data geospasial dan analisis geologi. Libatkan ahli dan pemetaan berbasis teknologi GIS (Geographic Information System) untuk memperoleh data akurat.
 - Integrasi Pemetaan dalam Rencana Kesiapsiagaan: Mengintegrasikan hasil pemetaan risiko dalam rencana kesiapsiagaan dan mitigasi bencana. Gunakan peta untuk menentukan lokasi evakuasi, zona aman, dan jalur evakuasi.
 - Penyuluhan Berdasarkan Pemetaan: Menggunakan hasil pemetaan untuk mengedukasi masyarakat tentang area rawan dan tindakan pencegahan yang harus diambil. Sediakan informasi visual seperti peta yang mudah dipahami dan akses ke data secara online jika memungkinkan.

- Pemantauan dan Pembaruan Peta: Melakukan pemantauan berkala dan pembaruan peta untuk mencerminkan perubahan kondisi geografis dan lingkungan yang dapat mempengaruhi risiko Debris flow.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

1. Simpulan

Dari hasil penelitian dan kegiatan pengabdian yang dilakukan di Dusun Dukuh, Desa Abang Batudinding, dapat disimpulkan bahwa area ini memiliki potensi bencana debris flow yang sangat tinggi, terutama karena faktor geologi, topografi, dan iklim setempat. Pemahaman dan kesiapsiagaan terhadap bencana ini sangat penting untuk mengurangi risiko dan dampak yang ditimbulkan.

Penguatan tim siaga bencana melalui pelatihan, peningkatan kapasitas, serta kolaborasi dengan berbagai pihak, termasuk pemerintah dan akademisi, merupakan langkah strategis yang perlu diambil. Selain itu, pemetaan daerah rawan bencana menggunakan teknologi modern seperti drone, serta partisipasi aktif masyarakat dalam proses mitigasi, menjadi kunci dalam menciptakan sistem peringatan dini yang efektif dan respons bencana yang cepat.

Dengan strategi yang terfokus pada pemanfaatan sumber daya lokal, peningkatan infrastruktur, dan partisipasi masyarakat, dusun dukuh dapat meningkatkan kesiapsiagaan dan kapasitas mitigasi bencana, sehingga mampu menghadapi potensi bencana dengan lebih baik di masa depan.

2. Saran

Saran untuk Masyarakat perlu meningkatkan kesadaran bencana melalui pelatihan, serta membentuk dan memperkuat jaringan relawan lokal. Pada pengabdian selanjutnya perlu terus memperbarui pemetaan risiko dan mengembangkan program pelatihan yang praktis dengan memanfaatkan teknologi modern, serta dapat mengembangkan alat pendeteksi dini untuk potensi *debris flow* pada dusun dukuh abang batudinding.

DAFTAR PUSTAKA

- BMKG, W. I. D. (2022). *BMKG Catat 185 Gempa Terjadi di Bali Sepanjang Tahun 2021*.
- Cahyadi, F. D., Khakhim, N., & Mardiatno, D. (2018). Integrasi SWOT dan AHP dalam Pengelolaan Ekosistem Mangrove di Kawasan Wisata Bahari Gugusan Pulau Pari. *Jurnal Pariwisata Pesona*, 3(2). <https://doi.org/10.26905/jpp.v3i2.2336>
- Pusdalop BPBD Provinsi Bali. (2020). *Laporan Kejadian Bencana Provinsi Bali 2010-2019*.
- Rustan, R., & Purqon, A. (2016). Pemodelan Aliran Debris Flow Untuk Analisis Potensi Longsoran Studi Kasus: Pegunungan Fishhwak, California. *Journal Online Of Physics*, 2(1), 6–10. <https://doi.org/10.22437/jop.v2i1.3446>
- Sinarta, I. N. (2018). *Tingkat Ancaman Gerakan Tanah Pada Batuan Vulkanik di Bali Berdasarkan Pendekatan Geoteknik Komprehensif*. Perpustakaan Universitas Gadjah Mada.
- Sinarta, I. N., Gede Sumanjaya, A. A., Wahyuni, P. I., Aryastana, P., Situmeang, Y. P., Made, I., & Wiranata, K. (2023). *Manajemen Risiko Bencana Kawasan Kissidan-Ecohill*

Pada Perencanaan Pre-Disaster (Prevention, Mitigation, Preparedness) (Vol. 3, Issue 1).

- Sinarta, I. N., Ika Wahyuni, P., & Aryastana, P. (2019). Debris Flow Hazard Assessment Based on Resistivity Value and Geological Analysis In Abang Mountain, Geopark Batur, Bali. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 10(11), 11–18.
- Sinarta, I. N., Rifa'i, A., Fathani, T. F., & Wilopo, W. (2017). Slope Stability Assessment Using Trigger Parameters and SINMAP Methods on Tamblingan-Buyan Ancient Mountain Area in Buleleng Regency, Bali. *Geosciences*, 7(4), 110. <https://doi.org/10.3390/geosciences7040110>
- Sinarta, I. N., Rifa'i, A., Fathani, T. F., & Wilopo, W. (2020). Spatial analysis of safety factors due to rain infiltration in the buyan-beratan ancient mountains. *International Review of Civil Engineering*, 11(2), 90–97. <https://doi.org/10.15866/IRECE.V11I2.17668>
- Sinarta, I. N., & Wahyuni, P. I. (2022). Analisis Potensi Longsor Rombakan (Debris Flow) dengan Pemodelan Aliran di Lereng Gunung Abang, Kintamani, Bali. In *Media Komunikasi Teknik Sipil* (Vol. 28, Issue 2). <http://137.204.103.162/geoappl/dflowz/dflowz.htm>
- Sinarta, I. N., Candrayana, K. and ... (2021) Pkm Dengan Tim Pengembangan Desa Wisata Dalam Perencanaan Masterplan Infrastruktur Ekowisata Di Desa Besang Kawan, *Jurnal Abdi Jaya*, 1(2), pp. 23–32. Available at: <https://www.ejournal.warmadewa.ac.id/index.php/mrill/article/view/4148>.