

Mitigasi Longsor Berbasis Komunitas Melalui Penerapan Metode *Bioengineering* Rumput Vetiver di Desa Petir

Heriansyah Putra^{1*}, Sutoyo², Zainab Ramadhanis³, Apriadi⁴, Anisa D Utami⁵, Avrill Khayyira⁶, Windy D Aryanti⁷, Fitri W Bilqist⁸, Meindika R Praditya⁹, Muhammad F Faiq¹⁰, Muhammad A I Munawar¹¹, Jose T Hutapea¹², Muhammad Athourrohman¹³

^{1,2,3,4,6,7,9,10,11,12,13}Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Sekolah Teknik, IPB University

^{5,8}Departemen Agribisnis, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, IPB University

*heriansyahptr@apps.ipb.ac.id

Abstract

*Petir Village, Dramaga District, Bogor Regency, is one of the areas with a high level of landslide susceptibility. The steep topography, high rainfall, and history of landslide incidents that have caused casualties indicate the need for effective and sustainable mitigation efforts. This community service activity aims to strengthen community-based landslide mitigation through the application of the soil bioengineering method using vetiver grass (*Vetiveria zizanioides*). The program was conducted from June to October 2025 and consisted of four main stages: slope gradient measurement, landslide and bioengineering method socialization, vetiver planting, and identification of hazard-prone areas. Measurements in RW 03 and RW 04 identified slope gradients ranging from 17.7° to 35°, which are considered suitable for vetiver planting according to the PUPR Technical Guidelines (2012). Two points in RW 03 and RW 04 were prioritized for vetiver planting due to their proximity to residential areas. The results show that vegetation-based bioengineering methods can be effectively applied in the area. In addition to forming vegetative slope reinforcements, this activity also enhanced community capacity in understanding and implementing environmentally friendly disaster mitigation practices.*

Keywords: disaster mitigation, community, landslide, soil bioengineering, vetiver grass

Abstrak

Desa Petir, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor merupakan salah satu wilayah dengan tingkat kerawanan tanah longsor yang tinggi. Kondisi topografi yang curam, curah hujan tinggi, serta sejarah kejadian longsor yang telah menimbulkan korban jiwa menjadi alasan diperlukan mitigasi yang efektif dan berkelanjutan. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk memperkuat upaya mitigasi longsor berbasis komunitas melalui penerapan metode *soil bioengineering* menggunakan tanaman rumput vetiver (*Vetiveria zizanioides*). Kegiatan dilaksanakan pada Juni sampai Oktober 2025 yang mencakup empat tahapan, yaitu pengukuran kemiringan lereng, sosialisasi bencana longsor dan metode *bioengineering*, penanaman vetiver, penetapan daerah rawan. Hasil pengukuran di RW 03 dan RW 04 mengidentifikasi kemiringan lereng 17,7°–35°, yang tergolong sesuai untuk penanaman vetiver berdasarkan pedoman teknis PUPR (2012). Dua titik di RW 03 dan RW 04 Desa Petir dijadikan sebagai prioritas penanaman rumput vetiver karena letaknya yang dekat dengan pemukiman warga. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa metode *bioengineering* berbasis vegetasi dapat diaplikasikan secara di wilayah tersebut. Selain membentuk barisan vegetasi penguat lereng, kegiatan ini juga meningkatkan kapasitas masyarakat dalam memahami serta melaksanakan mitigasi bencana yang ramah lingkungan.

Kata kunci: mitigasi bencana, komunitas, longsor, *soil bioengineering*, rumput vetiver



1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat kerawanan bencana alam yang tinggi, terutama bencana tanah longsor. Berdasarkan data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), tahun 2023 mencatat sebanyak 591 kejadian tanah longsor di seluruh Indonesia, menunjukkan bahwa ancaman ini masih menjadi permasalahan serius yang perlu penanganan berkelanjutan [1]. Salah satu wilayah yang mengalami dampak signifikan adalah Kabupaten Bogor, Jawa Barat, dengan 487 insiden tanah longsor pada tahun yang sama [2]. Berdasarkan data BPBD Kabupaten Bogor, pada tahun 2022 sebanyak 26 dari 40 kecamatan di wilayah ini memiliki potensi menengah hingga tinggi terhadap bencana tanah longsor [3].

Salah satu desa yang memiliki kerawanan longsor adalah Desa Petir, yang terletak di Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor. Desa ini memiliki luas wilayah mencapai 328,27 hektar dan jumlah penduduk sebanyak 16.043 jiwa [4]. Selama beberapa tahun terakhir, Desa Petir telah mengalami sejumlah kejadian longsor yang berdampak langsung terhadap keselamatan dan kesejahteraan warganya. Tahun 2021, beberapa kampung seperti Kampung Cikuruh RT 03/03, Kampung Bengkong RT 03/02, dan Kampung Cikeruh RT 04/08 mengalami peristiwa tanah longsor yang memaksa warga mengungsi. Longsor juga terjadi pada tahun 2023 yang berakibat menyebabkan jatuhnya dua korban jiwa.

Salah satu faktor penyebab utama terjadinya tanah longsor adalah kegagalan lereng akibat gaya yang bekerja pada permukaan tersebut melebihi kekuatan geser dalam tanah. Beragam metode telah diterapkan, salah satunya adalah metode konvensional berupa rekayasa keras seperti pembangunan dinding penahan tanah [5]. Meskipun metode ini cukup efektif, namun sering kali membutuhkan biaya besar dan menimbulkan dampak lingkungan yang tidak ramah. Alternatif lain yang juga telah diterapkan, seperti penggunaan geomat dan *shotcrete*, memiliki keterbatasan dalam aspek keberlanjutan dan penerimaan masyarakat [6].

Solusi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan mulai banyak dikembangkan melalui pendekatan berbasis vegetasi, salah satunya dengan metode *soil bioengineering*. Metode ini memanfaatkan tanaman yang memiliki sistem akar kuat untuk memperkuat kestabilan tanah,

mengurangi erosi, serta menyerap air hujan agar tidak terakumulasi di dalam tanah [7]. Salah satu tanaman yang paling banyak digunakan dalam teknik ini adalah rumput vetiver (*Vetiveria zizanioides*), yang dikenal efektif dalam meningkatkan kekuatan geser tanah melalui struktur akarnya yang dalam dan rapat. Rumput vetiver dikenal memiliki sistem akar vertikal yang dapat menembus tanah hingga kedalaman 3–5 meter [8]. Akar yang dalam dan rapat tersebut mampu meningkatkan kekuatan geser tanah dan efektif mencegah pergerakan massa tanah. Selain itu, vetiver juga memiliki toleransi ekologis tinggi terhadap berbagai kondisi tanah dan iklim, menjadikannya pilihan yang fleksibel untuk diterapkan di berbagai lokasi rawan longsor [9]. Vetiver tidak hanya berfungsi sebagai penguat tanah, tetapi juga sebagai barier alami yang mampu mengendalikan infiltrasi air berlebihan, sehingga mengurangi risiko peningkatan tekanan air pori yang sering memicu kegagalan lereng.

Sebagai langkah tindak lanjut terhadap tingginya risiko tanah longsor di wilayah tersebut, diperlukan upaya mitigasi yang tidak hanya bersifat teknis tetapi juga melibatkan partisipasi masyarakat. Oleh karena itu, kegiatan ini difokuskan pada penguatan kapasitas masyarakat melalui pembentukan Desa Tangguh Bencana (Destana) di Desa Petir. Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan kesiapsiagaan bencana longsor bagi anggota Destana Desa Petir melalui serangkaian pelatihan dan praktik lapangan. Selain itu, kegiatan ini juga diarahkan untuk mengembangkan program kerja berkelanjutan yang memberdayakan sumber daya manusia Destana agar mampu mencapai kemandirian komunitas dalam menghadapi potensi bencana. Di sisi lain, kegiatan ini turut berfokus pada peningkatan pemahaman masyarakat terhadap peta kerawanan longsor melalui pembuatan peta zona longsor sebagai studi kasus salah satu RT Desa Petir.

2. Metode Pengabdian Masyarakat

Kegiatan pengabdian dilaksanakan di Desa Petir, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor, yang memiliki luas 448,25 hektar dan secara administratif terbagi ke dalam 5 dusun, 9 RW, serta 43 RT. Program diimplementasikan dengan melaksanakan pendidikan dan implementasi secara langsung sebagai upaya dalam peningkatan masyarakat terhadap pemahaman, kesiapsiagaan, dan upaya mitigasi bencana longsor. Melalui

serangkaian pendidikan mengenai risiko dan mitigasi bencana longsor, masyarakat diharapkan mampu menyelesaikan permasalahan secara mandiri. Kegiatan ini melibatkan tim dosen dan mahasiswa dari perguruan tinggi, perangkat desa serta masyarakat desa sebagai peserta kegiatan. Kolaborasi ini bertujuan untuk mewujudkan masyarakat yang tangguh terhadap bencana melalui penguatan kapasitas lokal, peningkatan kesadaran lingkungan, serta penerapan praktik mitigasi berbasis partisipasi warga. Pendekatan ini diharapkan mampu menciptakan sistem kesiapsiagaan yang berkelanjutan, memperkuat koordinasi antar unsur masyarakat dan pemerintah desa, sekaligus menumbuhkan budaya sadar risiko di tingkat komunitas. Adapun tahapan pelaksanaan kegiatan, yaitu sebagai berikut.

2.1 Pengukuran lahan dan kemiringan lereng

Kegiatan ini bertujuan untuk menentukan area prioritas untuk mitigasi yang sesuai dengan kriteria teknis penanaman vetiver. Kegiatan dilakukan melalui peninjauan area rawan longsor, wawancara dengan warga, serta pengamatan cepat dan pengukuran kemiringan lereng menggunakan total station.

2.2 Sosialisasi mitigasi bencana

Sosialisasi mitigasi bencana menjadi langkah berikutnya dalam upaya mitigasi bencana. Sosialisasi ini berisi pemaparan terkait mekanisme terjadinya longsor, pemicu, zona kerentanan longsor, analisis stabilitas lereng dan pengenalan vetiver sebagai upaya mitigasi bencana longsor. Melalui sosialisasi ini diharapkan adanya pemahaman masyarakat terhadap bencana longsor serta upaya pemanfaatan vetiver sebagai metode *bioengineering* dalam upaya mitigasi bencana longsor.

2.3 Penanaman rumput vetiver

Pelaksanaan penanaman vetiver direncanakan pada lokasi yang telah dievaluasi dan diidentifikasi perlu dilakukan penanganan dan dimungkinkan untuk penanaman rumput vetiver. Lokasi ditentukan berdasarkan hasil pengamatan kerawanan dan kemiringan lereng. Penanaman vetiver ini dilaksanakan dengan pedoman teknis oleh kementerian PUPR tahun 2012 yaitu Pedoman Penanaman Rumput Vetiver Untuk Pengendalian Erosi Permukaan dan Pencegahan Longsor Dangkal pada Lereng Jalan [10]. Pelaksanaan penanaman vetiver ini melibatkan masyarakat dan mahasiswa yang diharapkan memberikan pemahaman mengenai implementasi upaya mitigasi bencana longsor dengan metode *bioengineering*.

2.4 Pembuatan peta kerawanan longsor

Peta kerawanan longsor dibuat berdasarkan zona kerentanan gerakan tanah sebagai tindak lanjut mitigasi bencana longsor di Desa Petir. Peta zona kerentanan dapat digunakan dalam mengidentifikasi tingkat longsor di Desa Petir. Pembuatan peta dilaksanakan dengan metode analisis spasial yang dibuat oleh mahasiswa serta peran masyarakat dalam memastikan kondisi di lapangan sehingga peta yang dibuat dapat dipastikan kebenarannya.

3. Hasil dan Pembahasan

Kegiatan pengabdian dilaksanakan pada bulan Juni sampai November 2025 yang mencakup empat tahapan, yaitu pengukuran kemiringan lereng, sosialisasi bencana longsor dan metode *bioengineering*, penanaman vetiver, dan pembuatan peta kerawanan longsor.

3.1 Pengukuran kemiringan lereng

Kegiatan pengukuran kemiringan lereng dilaksanakan oleh 20 peserta yang terdiri dari mahasiswa Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan IPB University serta masyarakat Desa Petir, khususnya para anggota DESTANA dan Linmas. Kegiatan ini meliputi peninjauan wilayah rawan longsor yang dilakukan oleh mahasiswa dan masyarakat berdasarkan informasi dari warga setempat. Kegiatan pengukuran kemiringan lereng dilaksanakan pada RW 03 di 4 titik dan RW 04 di 3 titik. Pengukuran kerentanan di validasi dengan pengukuran kemiringan lereng menggunakan peralatan *total station*.

Berdasarkan hasil pengukuran, wilayah RW 03 memiliki kemiringan 30° - 35°, sedangkan RW 04 umumnya lebih landai yaitu memiliki kemiringan 17,7° - 30°. Berdasarkan kriteria kelayakan penanaman vetiver, kondisi kemiringan pada kedua wilayah tersebut tergolong sesuai untuk ditanami rumput vetiver karena kemiringan lereng sekitar 17,7°-35°. Lereng dengan kemiringan lebih dari 45° tidak disarankan untuk tidak disarankan untuk ditanamkan vetiver [10]. Kegiatan pengukuran kemiringan lereng dapat dilihat pada Gambar 1. Sementara Hasil pengukuran kemiringan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran kemiringan lereng

Lokasi	Titik	Luas Lahan (m ²)	Kemiringan (°)
RW 03	1	32 m ²	33 °
	2	16 m ²	33 °
	3	11.2 m ²	30 °
	4	47.9 m ²	35 °
RW 04	1	95.5 m ²	30 °
	2	72.6 m ²	26 °
	3	109.5 m ²	17.7 °



Gambar 1. Pengukuran kemiringan lereng RW 04 titik 3

3.2 Sosialisasi bencana longsor

Kegiatan sosialisasi dihadiri oleh 40 peserta yang terdiri dari mahasiswa, dosen, dan masyarakat setempat, serta perwakilan dari BPBD Kabupaten Bogor. Sosialisasi ini membahas tentang bencana longsor dan upaya mitigasi melalui metode *bioengineering* menggunakan tanaman vetiver. Kegiatan dikemas dalam bentuk penyampaian materi, diskusi, dan praktik persiapan lahan. Materi sosialisasi mencakup definisi, penyebab, serta pemicu longsor, kondisi geografis Desa Petir, dan zona kerentanan bencana berdasarkan data BNPB serta arsip bencana desa. Sosialisasi yang efektif menjadi indikator penting dalam peningkatan kapasitas individu dan komunitas karena berperan dalam membangun kesadaran, pengetahuan, dan kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi bencana [11].

Materi disampaikan oleh perwakilan BPBD, yang menekankan peran aktif masyarakat dalam mitigasi bencana longsor, dan dosen Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan IPB University, yang menjelaskan bencana longsor, zona kerentanan di Desa Petir, serta penerapan *bioengineering* dengan vetiver. Kegiatan ini memperkenalkan masyarakat pada metode *bioengineering* dengan tanaman vetiver. Pengenalan penggunaan vetiver mencakup penjelasan mengenai sistem perakaran yang menembus tanah 3–5 meter, tingkat keberhasilan tumbuh 87%, manfaat ekologis dalam menahan erosi dan memperkuat lereng, serta standar teknis penanaman sesuai pedoman PUPR [8]. Pelaksanaan kegiatan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Penyampaian sosialisasi bencana longsor dan upaya mitigasi

3.3 Penanaman vetiver

Kegiatan penanaman rumput vetiver dihadiri oleh 43 orang yang terdiri dari mahasiswa Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan IPB University, dosen pendamping, serta masyarakat Desa Petir, termasuk anggota DESTANA dan Linmas. Pelaksanaan kegiatan penanaman rumput vetiver dilakukan pada dua titik pada RW 03 dan RW 04 sesuai dengan hasil survei pada kegiatan pengukuran kemiringan lereng. Titik 1 berada di wilayah RW 03 yang memiliki kemiringan lereng 33° dan luas lahan 32 m^2 . Sementara, titik 2 berada di wilayah RW 04 dengan kemiringan lereng 26° dan luas lahan $72,6 \text{ m}^2$.

Kedua titik lokasi ini dipilih karena berdekatan dengan pemukiman warga dan keadaan lokasi yang lebih memadai sehingga menjadi prioritas penanaman vetiver efektif. Penanaman rumput vetiver di kedua titik dilakukan pada seluruh lahan sesuai dengan ketentuan Kementerian PUPR Tahun 2012 mengenai *Pedoman Penanaman Rumput Vetiver untuk Pengendalian Erosi Permukaan dan Pencegahan Longsor Dangkal pada Lereng Jalan* [10]. Sebelum penanaman dilakukan, lahan terlebih dahulu dibersihkan dan digemburkan seperti yang terlihat pada Gambar 3. Bibit rumput vetiver ditanam pada lahan yang sudah dibersihkan dan digemburkan. Rumput vetiver ditanam dengan jarak antar tanaman $\pm 10 \text{ cm}$ dan jarak antar baris $\pm 40 \text{ cm}$. Adapun kegiatan penanaman ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Persiapan lahan sebelum penanaman



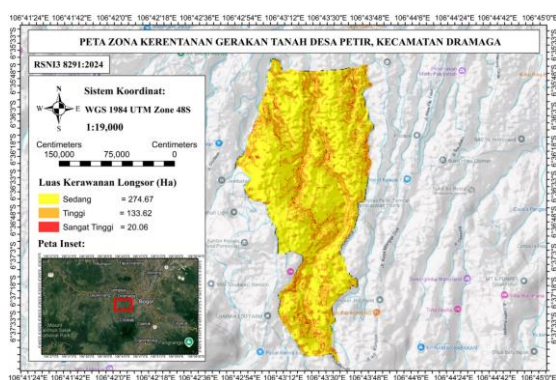
Gambar 4. Penanaman rumput vetiver

3.4 Peta kerawanan longsor

Peta kerawanan longsor merupakan representasi spasial yang digunakan untuk mengidentifikasi tingkat potensi longsor di suatu wilayah berdasarkan faktor – faktor penyebabnya. Peta ini berfungsi sebagai alat penting dalam upaya mitigasi bencana, karena memberikan informasi mengenai zona yang memiliki tingkat kerawanan rendah, sedang, hingga tinggi.

Penyusunan peta kerawanan longsor umumnya dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa parameter utama seperti kemiringan lereng, jenis tanah, kondisi geologi, penggunaan lahan, dan curah hujan [12]. Setiap parameter diberikan bobot dan skor sesuai tingkat pengaruhnya terhadap potensi longsor, kemudian dianalisis menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk menghasilkan klasifikasi tingkat kerawanan.

Berdasarkan hasil analisis spasial, wilayah ini memiliki variasi tingkat kerawanan yang terdiri atas kelas sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Sebagian besar area desa didominasi oleh tingkat kerawanan sedang dengan luasan sekitar 274,67 hektar, diikuti oleh tingkat tinggi seluas 133,62 hektar, dan sangat tinggi seluas 20,06 hektar. Zona dengan tingkat kerawanan tinggi dan sangat tinggi umumnya berada di area lereng curam serta dekat dengan aliran sungai, yang menunjukkan perlunya perhatian lebih dalam upaya mitigasi bencana. Peta ini menjadi dasar dalam menentukan lokasi prioritas penanaman rumput vetiver sebagai bagian dari penerapan *bioengineering* pengendalian longsor. Hasil penyusunan peta ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Peta zona kerentanan gerakan tanah Desa Petir, Kecamatan Dramaga

4. Kesimpulan

Kegiatan mitigasi bencana longsor di Desa Petir yang melibatkan Dosen serta mahasiswa Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Pertanian Bogor Bersama masyarakat setempat

dilaksanakan melalui tiga tahapan utama, yaitu pengukuran kemiringan lereng, sosialisasi dan persiapan lahan, serta penanaman rumput vetiver. Pengukuran kemiringan lereng dilakukan pada dua wilayah, yaitu RW 03 dan RW 04. Kemiringan lereng pada wilayah tersebut berkisar antara 30°–35° pada RW 03 dan 17.7°–30° pada RW 04. Kedua wilayah tergolong sesuai untuk penanaman rumput vetiver berdasarkan rekomendasi pedoman PUPR, yaitu kemiringan lereng tidak lebih dari 45°. Penanaman vetiver dilakukan di dua titik prioritas pada RW 03 dengan luas 32 m² dan kemiringan 33°, serta RW 04 dengan luas 72,6 m² dan kemiringan 26°. Kegiatan berhasil meningkatkan pemahaman masyarakat terhadap risiko longsor serta pentingnya metode *bioengineering* dengan tanaman vetiver sebagai solusi penguatan lereng. Penanaman vetiver yang dilakukan secara gotong royong oleh mahasiswa dan masyarakat menghasilkan barisan tanaman penguat lereng yang berfungsi ekologis sekaligus edukatif.

Adapun beberapa rekomendasi dari kegiatan ini meliputi perlu adanya sosialisasi yang masif kepada semua masyarakat terkait mitigasi longsor menggunakan vetiver, termasuk cara penanaman dan perawatan vetiver agar tumbuh maksimal. Monitoring pertumbuhan vetiver juga perlu dilakukan untuk memastikan pertumbuhan vetiver sesuai dengan rencana. Selain itu, keberhasilan program ini diharapkan dapat dilanjutkan pada desa lain yang juga memiliki daerah rawan longsor.

Daftar Rujukan

- [1] A. Rhosyida, M. Aziz, Y. Firmansyah, T. Setiawan, K. P. Pangesti, and K. I. Febrianto, *Buku Data Bencana Indonesia 2023*, vol. 3. Jakarta Timur: Pusat Data Informasi dan Komunikasi Kebencanaan Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2023.
- [2] Badan Pusat Statistik Kabupaten Bogor, “Rekapitulasi Kejadian Bencana Menurut Jenis Bencana, 2023.” Accessed: Oct. 07, 2025. [Online]. Available: <https://bogorkab.bps.go.id/statistics-table/2/MjQ3IzI%3D/rekapitulasi-kejadian-bencana-menurut-jenis-bencana.html>
- [3] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Bogor, “40 Kecamatan di Bogor Rawan Longsor-Banjir Bandang, Ini Datanya.” Accessed: Oct. 07, 2025. [Online]. Available: <https://bpbd.bogorkab.go.id/berita/Seputar-OPD/40-kecamatan-di-bogor-rawan-longsor-banjir-bandang-ini-datanya>
- [4] Diskominfo Kabupaten Bogor, “PROFIL DESA PETIR KECAMATAN DRAMAGA - KABUPATEN BOGOR,” BESTIE. Accessed: Oct. 10, 2025. [Online]. Available: <https://bestie.bogorkab.go.id/profilwilayah.php?cKec=30&cKel=274&cDx=d947bf06a885db0d477d707121934ff8>
- [5] K. Ciptaning, Y. Yunus, and S. M. Saleh, “Analisis Stabilitas Lereng Dengan Kontruksi Dinding Penahan Tanah Tipe Counterfort,” *J. Arsip Rekayasa Sipil dan Perenc.*, vol. 1, no. 2, pp. 58–68, 2018, doi:

- 10.24815/jarsp.v1i2.10942.
- [6] S. P. Putra, “STUDI METODE PERKUATAN TERHADAP LERENG MENGGUNAKAN GEOMAT, SHOTCRETE, DAN SOIL NAILING (STUDI KASUS : LERENG SPILLWAY BENDUNGAN SADAWARNA PAKET II SUBANG),” Universitas Islam Sultan Agung Semarang, 2022.
- [7] D. B. S. Prariz, M. P. A. Parangan, and W. Wijaya, “Pemanfaatan Penahan Lereng Bioengineering Untuk Pembangunan Ibu Kota Negara Baru di Kalimantan Yang Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan,” *J. Reka Cipta*, vol. 1, pp. 1–7, 2024.
- [8] P. Kurniawati and S. Wulandari, “Analisis Pengaruh Tanaman Vetiver Terhadap Stabilitas Lereng,” *J. Poli-Teknologi*, vol. 19, no. 2, pp. 185–196, 2020, doi: 10.32722/pt.v19i2.2744.
- [9] S. Susilawati and V. Veronika, “Vetiver grass study as a continuous slope safety,” *Civ. Eng. Commun. Media*, vol. 22, no. 2, p. 99, 2016.
- [10] Kementerian Pekerjaan Umum, *Pedoman Penanaman Rumput Vetiver Untuk Pengendalian Erosi Permukaan dan Pencegahan Longsor Dangkal pada Lereng Jalan*. Jakarta, 2012.
- [11] Badan Nasional Penanggulangan Bencana, *Pedoman Sosialisasi Penanggulangan Bencana Nomor 3 Tahun 2024*. Jakarta, 2024.
- [12] M. Taufik, A. Kurniawan, and A. R. Putri, “Identifikasi Daerah Rawan Tanah Longsor Menggunakan SIG (Sistem Informasi Geografis),” vol. 5, no. 2, pp. C78–C82, 2016.