

PERANCANGAN DINDING PENAHAN TANAH DALAM UPAYA PELESTARIAN LINGKUNGAN DESA SIBETAN, KEC. BEBANDEM, KARANGASEM, BALI

I Putu Ellsa Sarassantika, I Nengah Sinarta, I Wayan Widanan, I Made Wahyu Pramana

Program Studi Teknik Sipil

Universitas Warmadewa, Denpasar - Bali, Indonesia

iputuellsasarassantika@warmadewa.ac.id

Abstrak

Desa Sibetan di Kecamatan Bebandem, Karangasem, Bali, menghadapi tantangan dalam mengelola kawasan dataran tinggi yang digunakan sebagai setra adat. Lereng curam dan intensitas hujan yang tinggi membuat wilayah ini rawan longsor, yang dapat mengganggu akses jalan serta aktivitas keagamaan masyarakat. Menyikapi kondisi tersebut, I Made Mustiawan selaku pemimpin masyarakat Desa Sibetan menekankan pentingnya dukungan dari Universitas Warmadewa untuk membantu menyediakan solusi teknis yang tepat. Pada 13 Februari 2024, tim pengabdian masyarakat melakukan survei awal untuk memahami kondisi geografis dan karakteristik tanah. Survei meliputi pemetaan titik rawan longsor, analisis kualitas tanah, serta identifikasi faktor risiko lingkungan. Data yang terkumpul menjadi dasar penyusunan desain dinding penahan tanah (retaining wall) yang dirancang sesuai kondisi lapangan. Desain ini mencakup rekomendasi dimensi, material, dan sistem drainase untuk meningkatkan stabilitas lereng. Hasil desain tersebut dapat dijadikan dokumen pendukung untuk permohonan hibah pembangunan desa, sehingga proses peningkatan infrastruktur dapat berjalan lebih terarah dan terencana bagi masyarakat Desa Sibetan.

Kata Kunci: Dinding Penahan Tanah; Longsor; Pengelolaan lingkungan.

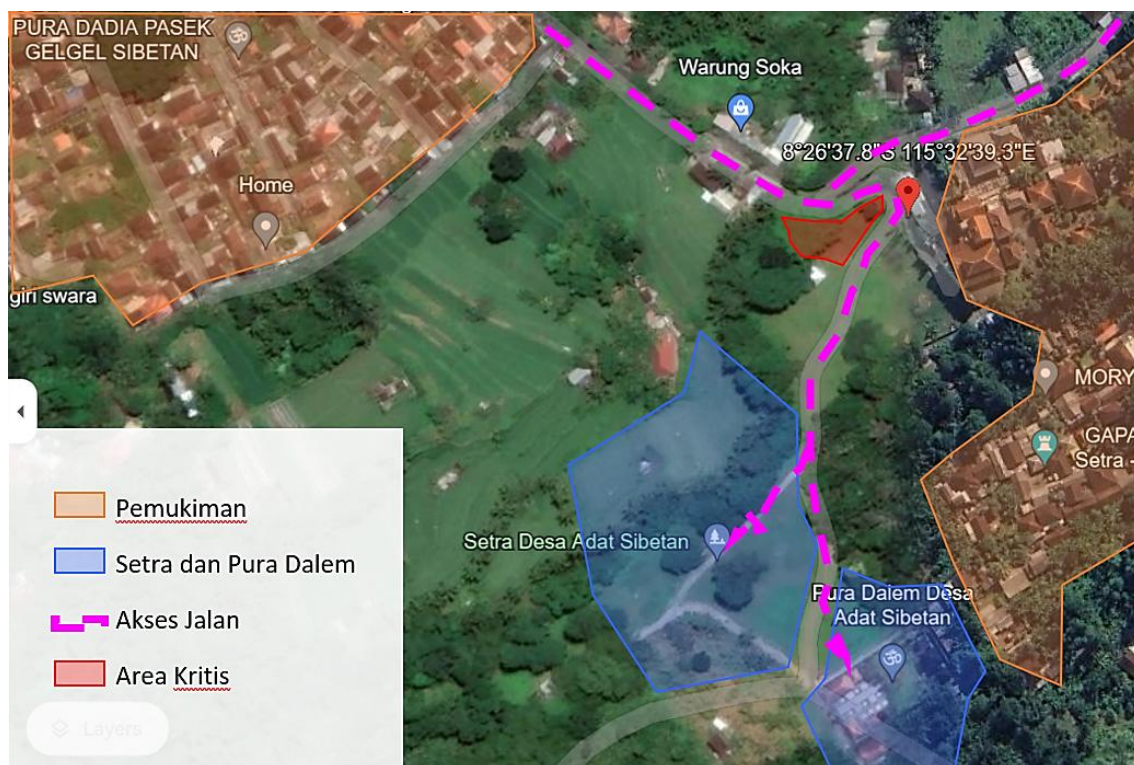
Abstract

Sibetan Village in Bebandem District, Karangasem, Bali faces significant challenges in managing its highland area, particularly the section used as the traditional cemetery (setra adat). The steep topography makes the area highly vulnerable to landslides and soil degradation during heavy rainfall, which threatens road access and disrupts important cultural and religious activities. Recognizing the urgency of this issue, village leader I Made Mustiawan expressed the need for technical support from Warmadewa University to develop a sustainable solution. An initial survey was conducted on 13 February 2024 to assess the geographical conditions, slope stability, and soil characteristics of the area. The survey included mapping landslide-prone zones, testing soil quality, and identifying key risk factors affecting the stability of the site. The collected data served as the foundation for preparing a retaining wall design tailored to local conditions. This design includes dimensions, structural considerations, and drainage elements required to improve slope safety. The final design output will be used as the basis for submitting a village development grant proposal, ensuring that infrastructure improvements are supported by clear technical justification and community involvement.

Keywords: Environmental management; Landslides; Retaining walls

I. PENDAHULUAN

Desa Sibetan, yang terletak di Kecamatan Bebandem, Kabupaten Karangasem, Bali, merupakan kawasan yang kaya akan budaya dan nilai tradisional yang kental. Di tengah kehidupan masyarakatnya, terdapat dua elemen penting yaitu Pura Dalem Desa Adat Sibetan dan setra adat, dapat dilihat pada **Gambar 1**. Kedua elemen ini bukan hanya menjadi pusat kegiatan keagamaan, tetapi juga representasi kearifan lokal dan identitas budaya yang harus dijaga dan dilestarikan [1]. Pura Dalem Desa Adat Sibetan, sebagai pusat kegiatan keagamaan, memiliki peran sentral dalam kehidupan spiritual dan sosial masyarakat Desa Sibetan. Setiap ritual dan upacara keagamaan dilaksanakan di pura ini, menjadi bagian tak terpisahkan dari kehidupan sehari-hari penduduk [2]. Begitu juga dengan setra adat, yang memiliki peran penting dalam menjaga keberlangsungan tradisi dan kebudayaan Desa Sibetan.



Gambar 1. Peta Situasi Potensi Permasalahan Desa Sibetan

Sumber: Tim PkM Unwar, 2024

Namun, keberadaan Pura Dalem Desa Adat Sibetan dan setra adat tidak terlepas dari tantangan yang dihadapi, terutama terkait dengan kondisi lingkungan sekitarnya. Dataran tanah yang lebih tinggi yang diperuntukkan sebagai setra adat rentan terhadap ancaman longsor dan kerusakan lahan, terutama saat musim hujan tiba [3]–[5], lihat. Kondisi ini dapat mengganggu aksesibilitas masyarakat menuju pura dan setra adat, serta mengancam keberlangsungan kegiatan keagamaan dan kehidupan sehari-hari Masyarakat. Dalam rangka mengatasi permasalahan tersebut, Universitas Warmadewa berkomitmen untuk turut serta dalam menyediakan solusi yang berkelanjutan. Program Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) yang diusulkan bertujuan untuk mengatasi permasalahan longsor dan kerusakan lahan di Desa Sibetan. Desa Sibetan menghadapi dua permasalahan utama yang menjadi fokus dalam program PKM ini. Pertama, kondisi geografis yang rentan terhadap longsor dan kerusakan lahan, terutama di dataran tanah yang diperuntukkan sebagai setra adat. Kedua,

aksesibilitas menuju Pura Dalem Desa Adat Sibetan dan setra adat yang terganggu akibat kondisi lingkungan yang tidak stabil.



Gambar 2 Kondisi Eksisting Elevasi Tanah dari Akses Jalan Menuju Setra dan Pura Dalem Desa Adat Sibetan

Sumber : Tim PkM, 2024

Permasalahan pertama berkaitan langsung dengan keberlangsungan kegiatan keagamaan dan tradisi masyarakat Desa Sibetan. Ancaman longsor dan kerusakan lahan dapat mengganggu kegiatan keagamaan di pura dan setra adat, serta menimbulkan risiko bagi keselamatan dan kesejahteraan masyarakat. Permasalahan ini membutuhkan pendekatan holistik yang melibatkan berbagai pihak, mulai dari akademisi, peneliti, hingga masyarakat setempat, untuk mengidentifikasi solusi yang tepat dan berkelanjutan. Permasalahan kedua berkaitan dengan aksesibilitas menuju Pura Dalem Desa Adat Sibetan dan setra adat dari lahan pemukiman masyarakat. Potensi gangguan pada akses jalan akibat longsor dan kerusakan lahan dapat menghambat kegiatan keagamaan dan kehidupan sehari-hari masyarakat, serta mengisolasi mereka dari pusat kegiatan keagamaan. Pencegahan terhadap kerusakan infrastruktur dan pengelolaan lingkungan yang baik sangat diperlukan [5]–[7] untuk menjaga kelangsungan kegiatan keagamaan dan tradisi masyarakat Desa Sibetan.

Tujuan utama kegiatan ini adalah mengatasi permasalahan longsor dan kerusakan lahan di Desa Sibetan, serta memperkuat kapasitas dan kemandirian masyarakat dalam mengelola lingkungan mereka. Secara khusus, tujuan kegiatan ini meliputi: (1) membangun dinding penahan tanah [8] yang efektif untuk mengurangi risiko longsor dan melindungi lahan serta infrastruktur yang ada di sekitarnya. Dokumen perencanaan dinding penahan tanah yang terkait dengan solusi dari permasalahan ini akan mencakup berbagai aspek yang komprehensif, termasuk narasi konsep yang menyeluruh, penjelasan yang mendetail mengenai lokasi proyek, serta analisis situasi eksisting yang memperlihatkan kondisi aktual. Selain itu, dokumen tersebut akan mencakup gambar skematis yang menjelaskan tata letak struktur dinding penahan tanah. Gambar ini akan dirancang dengan teliti untuk memudahkan estimasi biaya pembangunan di masa depan. Dengan demikian, dokumen ini akan menjadi alat yang sangat berguna bagi Desa Adat Sibetan dalam mengajukan dana hibah pembangunan kepada instansi pemerintah atau swasta.

II. METODE

Metode pengerjaan dalam pengabdian ini dirancang secara sistematis untuk menghasilkan solusi efektif dalam perancangan dinding penahan tanah di Desa Sibetan. Pengabdian ini menggunakan pendekatan lapangan yang komprehensif, melibatkan survei mendalam, pemetaan geografis, pengukuran dimensi, dan analisis data tanah. Data primer diperoleh langsung dari lapangan melalui survei topografi menggunakan *CHCNAV i50 GNSS*

GEODETIC [9], serta uji teknis tanah seperti sondir dan boring [10]. Data sekunder diambil dari literatur, regulasi, dan studi terdahulu yang relevan. Pengumpulan data dilakukan melalui survei lapangan, uji tanah, serta wawancara dan diskusi dengan masyarakat setempat untuk mendapatkan informasi tambahan. Data kualitatif dari wawancara dan diskusi dianalisis untuk memahami persepsi dan kebutuhan masyarakat, sedangkan data kuantitatif dari survei dan uji tanah dianalisis untuk mengevaluasi risiko longsor, stabilitas tanah, dan kebutuhan teknis dalam perancangan dinding penahan. Analisis ini dibantu dengan pemodelan dan simulasi menggunakan perangkat lunak *CAD* dan perangkat lunak analisis *GeoStudio* [11]. Dengan pendekatan terstruktur ini, pengabdian diharapkan dapat memberikan hasil yang akurat dan dapat diimplementasikan secara efektif untuk mengatasi permasalahan yang ada, serta memberikan manfaat berkelanjutan bagi masyarakat Desa Sibetan.



Gambar 3. Survey: (a) Pemetaan dan (b) Test Mechanic Property Tanah

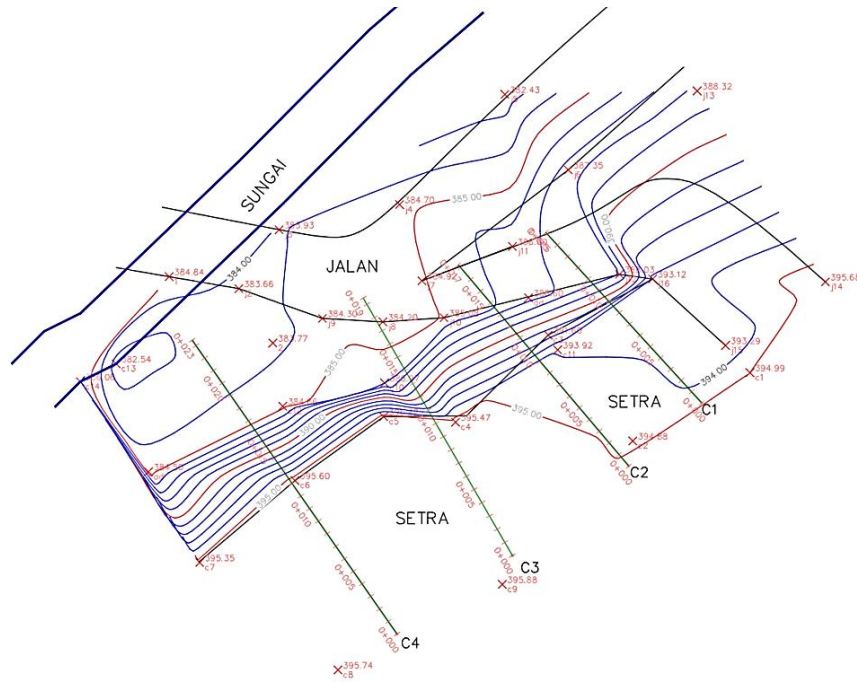
Sumber: Tim PkM Unwar, 2024

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

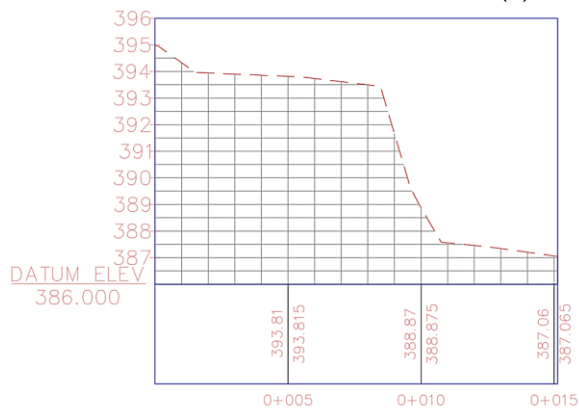
1. Hasil Survey

Hasil wawancara dan diskusi dengan masyarakat setempat memberikan gambaran mengenai persepsi mereka terkait dengan risiko longsor. Masyarakat mengungkapkan kekhawatiran tentang potensi longsor selama musim hujan dan menyampaikan harapan mereka terhadap solusi yang berfungsi jangka panjang. Berdasarkan survei lapangan yang dilakukan menggunakan alat CHCNAV i50 GNSS *GEODETIC*, diperoleh data topografi yang akurat dari wilayah yang ditinjau, dapat dilihat pada **Gambar 4**. Topografi menunjukkan bahwa area yang ditinjau memiliki kemiringan tajam. Ketinggian lereng pada lokasi tersebut adalah 12 meter dengan kemiringan keseluruhan lereng rata – rata 65° . Kondisi existing pada lereng adalah tidak ada bangunan yang dekat dengan lereng.

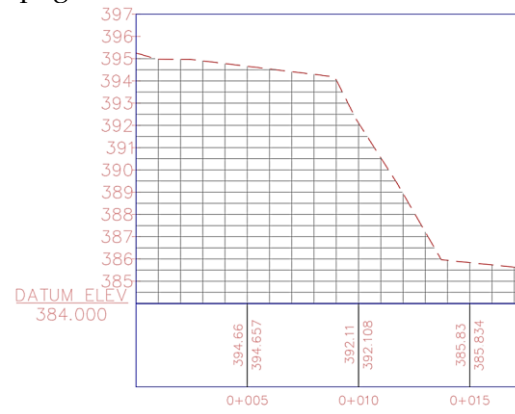
Hasil uji teknis tanah, sondir dan boring mengungkapkan karakteristik tanah di lokasi, yang menunjukkan variasi dalam daya dukung tanah dan tingkat stabilitasnya, hasil dapat dilihat pada **Gambar 5**. Dari hasil tes sondir dan boring, tanah keras di area tersebut menunjukkan daya dukung yang seragam pada titik S1 dan S2, dengan kekuatan tekan 250 kg/cm^2 pada kedalaman 2,40 hingga 6,00 meter. Pada kedalaman 0,00 hingga 3,00 meter ditemukan lempung berlanau kecoklatan, dan dari 3,00 hingga 6,00 meter lempung berlanau berbatu lepas. Tidak ada muka air tanah yang terdeteksi.



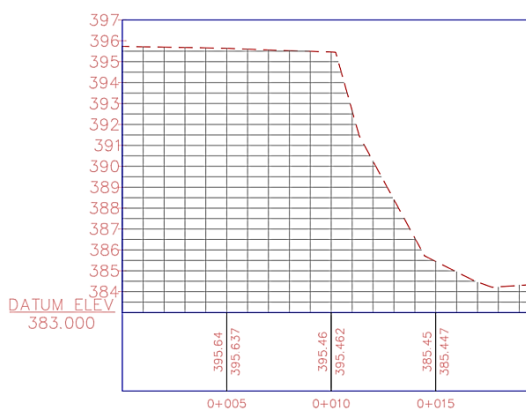
(a) Peta Topografi



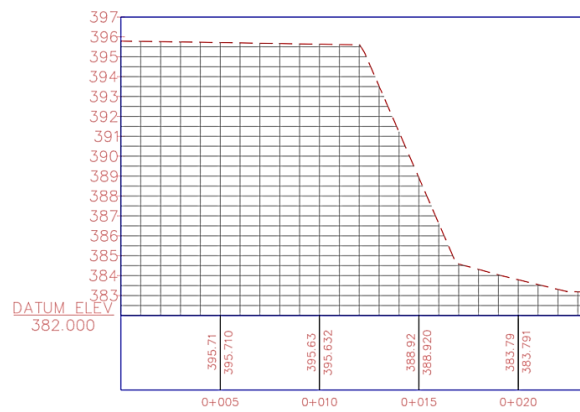
(b) Cross Section C1



(c) Cross Section C2



(d) Cross Section C3



(e) Cross Section C4

Gambar 4. Hasil CHCNAV i50 GNSS GEODETIC dalam CAD: (a) Peta Topografi; (b) Cross Section C1; (c) Cross Section C2; (d) Cross Section C3; (e) Cross Section C4.

Sumber: Tim PkM Unwar, 2024

2. Hasil Analisa

Data topografi, *sondir* dan *boring* ini kemudian diolah menggunakan perangkat lunak *GeoStudio* untuk mensimulasikan potensi pergerakan tanah dan mengidentifikasi potensi longsor. Tanah dengan kemiringan curam atau lereng yang dianalisa adalah Section C3 dari peta topografi, ditunjukkan dengan **Gambar 6**. Lereng tersebut akan dikontrol faktor keamanannya, momen, gaya dan deformasi yang terjadi.



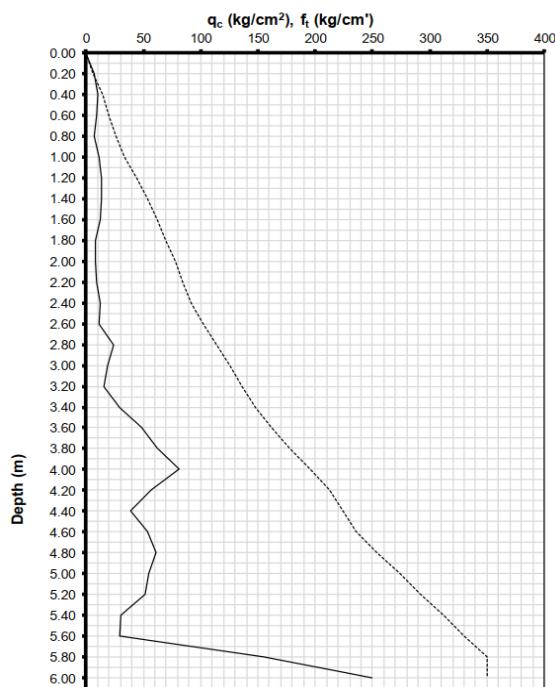
(a) Titik *Sondir* & *Boring*

Kedalaman (m)	m.a.t (m)	Bor Log	Deskripsi
0.0			
1.0			Lempung berlanau kecoklatan.
2.0			
3.0			
4.0			Lempung berlanau berbatu lepas kecoklatan.
5.0			
6.0			

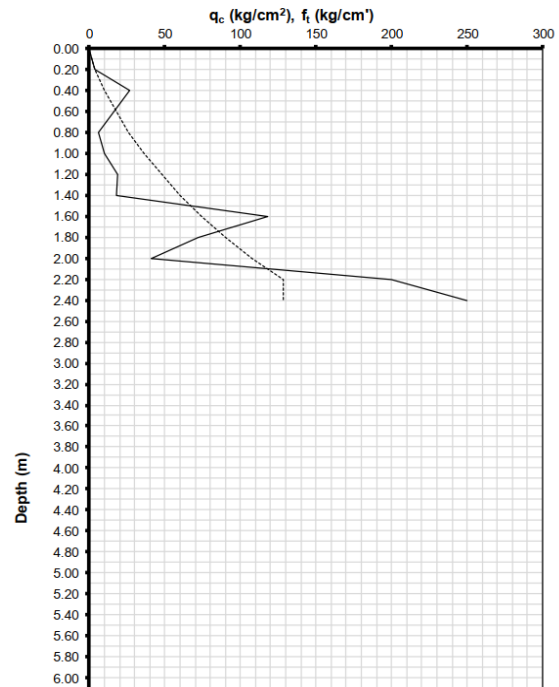
Keterangan:

▼ : Tidak ditemukan muka air tanah.

(b) Hasil *Boring* (B1)



(c) Hasil *Sondir* S1



(d) Hasil *Sondir* S2

Gambar 5. *Sondir* & *Boring*: (a) Lokasi; (b) B1; (b) S1; (c) S2.

Sumber: Tim PkM Unwar, 2024

Input jenis tanah dan parameter tanah pada GeoStudio disesuaikan dengan data tanah dan kondisi gambaran kondisi existing, dapat dilihat pada *Tabel 1*.

Tabel 1. Input Jenis dan Material Tanah pada GeoStudio

Kedalaman	Jenis Tanah	Berat Volume	Sudut Geser	Kohesi
0 – 3 m	Lempung berlanau	16 kN/m ³	8°	18 kPa
3 – 6 m	Lempung berlanau berbatu	17 kN/m ³	38°	1 kPa

Sumber: Tim PkM 2024

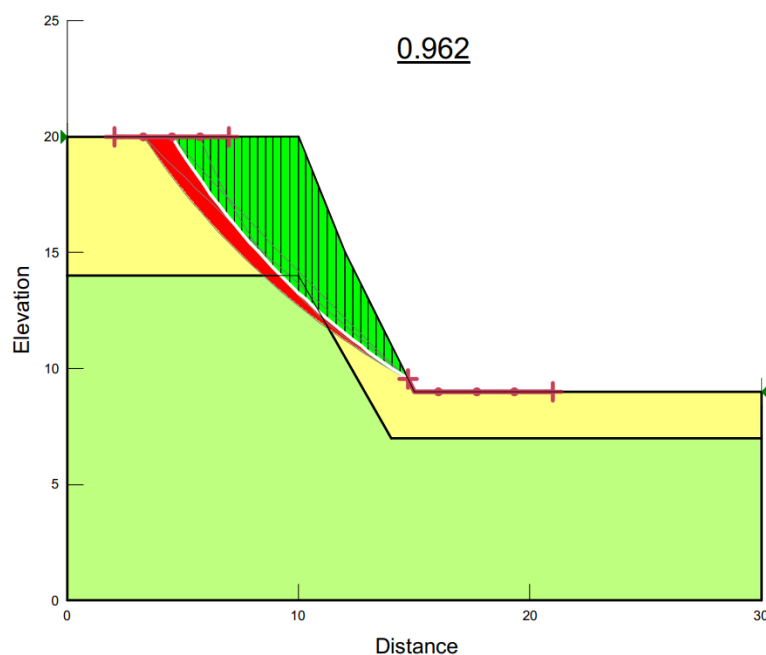
Simulasi dengan GeoStudio mengonfirmasi bahwa area yang ditinjau memiliki potensi risiko longsor. Jenis kasus kelongsoran dianalisa di dalam laporan ini. Nilai berikut merupakan nilai faktor keamanan kritis (minimum) dari hasil perhitungan stabilitas lereng. Hasil dari perhitungan stabilitas lereng ditunjukkan dalam *Tabel 2*.

Tabel 2. Output Hasil Faktor Keamanan Kritis pada GeoStudio

No	Kasus	FS	Rekomendasi FS
1	Overall Slope Stability Elv 396 m ke Elv 384 m	0,96	1,25

Sumber: Tim PkM 2024

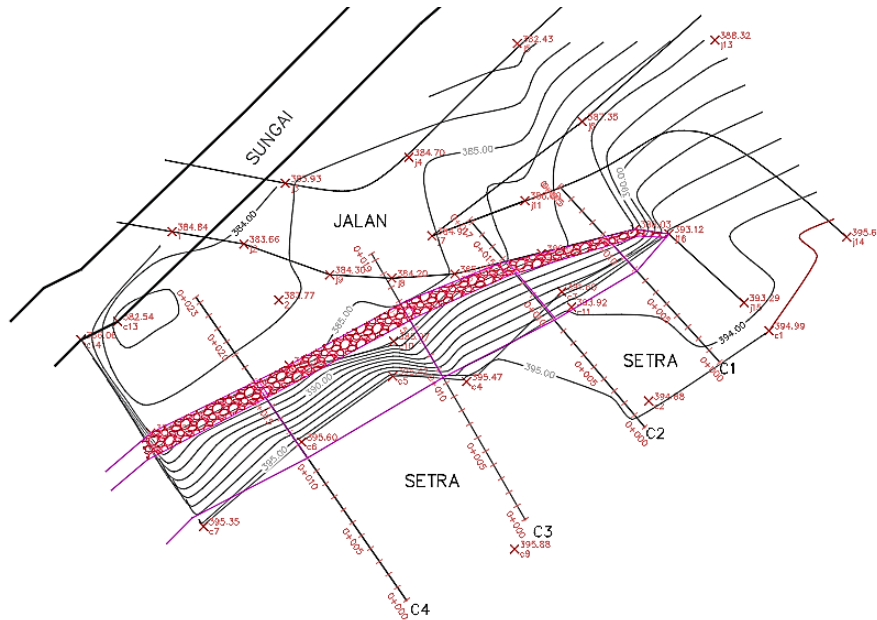
Dari hasil analisa stabilitas lereng berdasarkan data tanah dan topographi yang diberikan, overall stability dari lereng memiliki nilai faktor keamanan yang tidak cukup terhadap longsor (FS=0,96), sedangkan rekomendasi SF berdasarkan SNI 8460 – Standard Perancangan Geoteknik adalah FS=1,25. Dalam perhitungan faktor keamanan lereng, didapatkan “slip surface” / potensial keruntuhan. Output grafis dari factor of safety (FS) dan garis kelongsoran kritis ditunjukkan pada **Gambar 6**.



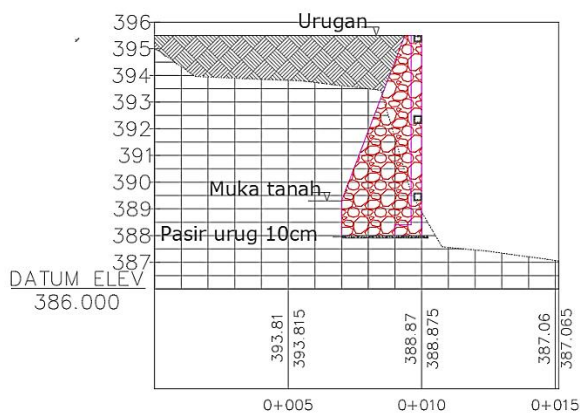
Gambar 6. Hasil Analisa Kestabilan Tanah pada GeoStudio.

Sumber: Tim PkM Unwar, 2024

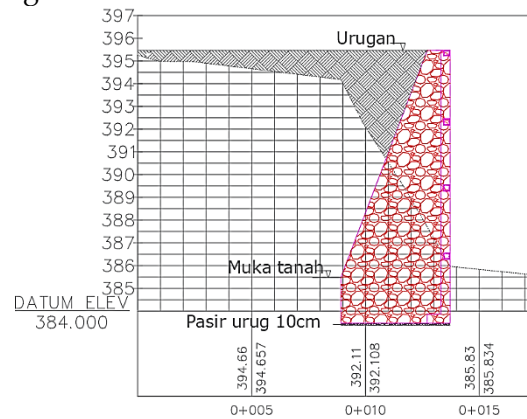
Berdasarkan hasil pemodelan, diperlukan perbaikan / perkuatan pada lereng untuk memperkuat stabilitasnya, sehingga dapat mengurangi kerusakan yang nantinya dapat ditimbulkan akibat ketidakstabilan lereng. Disarankan untuk membangun dinding penahan dengan fondasi dan material yang memiliki daya dukung yang cukup.



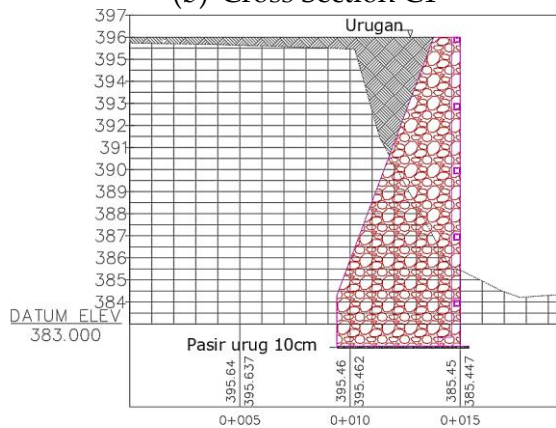
(a) Plan View Dinding Penahan Tanah



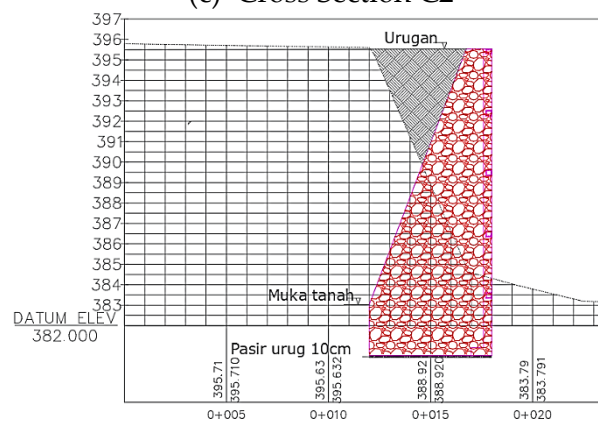
(b) Cross Section C1



(c) Cross Section C2



(d) Cross Section C3



(e) Cross Section C4

Gambar 7. Hasil Desain Dinding Penahan Tanah.

Sumber: Tim PkM Unwar, 2024

Desain dinding penahan tanah yang dianalisis menggunakan metode Coulomb menunjukkan bahwa struktur yang direncanakan mampu menahan tekanan tanah lateral pada empat variasi ketinggian ($\pm 7,5$ hingga ± 14 m). Material yang digunakan adalah pasangan batu kali dengan pondasi melebar untuk meningkatkan stabilitas. Dimensi utama meliputi tinggi dinding, ketebalan dasar (B), lebar kaki depan (t_a), serta kedalaman pondasi (d), yang disesuaikan dengan kondisi tanah pada Setra Sibetan.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa seluruh model dinding memiliki faktor keamanan terhadap guling sekitar 3,1–3,2 dan faktor keamanan terhadap geser sebesar 5,5–6,5, jauh di atas batas minimal (≥ 2). Selain itu, daya dukung tanah juga sangat aman dengan faktor keamanan berkisar 4,6–5,0. Nilai-nilai ini menegaskan bahwa dinding stabil terhadap beban tanah dan air permukaan. Secara keseluruhan, desain ini menghasilkan dinding penahan tanah batu kali yang aman, dan stabil. Berdasarkan hasil perencanaan struktur dinding penahan tanah yang telah dilakukan, diperoleh hasil berupa desain gambar Rencana struktur Dinding Penahan Tanah, terlihat pada **Gambar 7**. Desain yang diajukan memiliki pilihan struktur yang kuat [12] dan dapat menahan beban tanah dan air dengan baik, serta mengurangi risiko longsor secara signifikan. Gambar rencana ini nantinya akan menjadi dasar dalam menentukan volume pekerjaan, spesifikasi dan Rencana Anggaran Biaya dalam membangun Dinding Penahan Tanah Desa Sibetan.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

1. *Simpulan*

Desa Sibetan menghadapi ancaman longsor di daerah setra adat yang mengancam akses dan keselamatan masyarakat. Universitas Warmadewa melalui PKM bertujuan memberikan solusi berkelanjutan dengan membangun dinding penahan tanah untuk mengurangi risiko longsor.

- Metode Komprehensif: Pendekatan lapangan yang digunakan meliputi survei topografi, uji teknis tanah, dan wawancara masyarakat. Analisis dilakukan dengan bantuan perangkat lunak GeoStudio untuk mengevaluasi stabilitas lereng dan merancang dinding penahan yang efektif.
- Hasil Analisa Stabilitas: Dari hasil simulasi, lereng di Desa Sibetan memiliki nilai faktor keamanan yang tidak cukup ($FS=0,96$) dibandingkan dengan rekomendasi standar ($FS=1,25$). Oleh karena itu, diperlukan perbaikan pada lereng untuk meningkatkan stabilitasnya.
- Desain Dinding Penahan: Desain dinding penahan tanah yang dihasilkan mampu menahan beban tanah dan air dengan baik serta mengurangi risiko longsor secara signifikan. Dokumen perencanaan ini dapat digunakan sebagai dasar pengajuan dana pembangunan kepada instansi terkait.
- Manfaat Jangka Panjang: Implementasi dinding penahan tanah diharapkan memberikan manfaat berkelanjutan bagi masyarakat Desa Sibetan, terutama dalam menjaga keberlangsungan kegiatan keagamaan dan kehidupan sosial mereka.

2. *Saran*

Pemerintah Desa Sibetan disarankan untuk segera mengimplementasikan pembangunan dinding penahan tanah guna mengurangi risiko longsor dan memastikan keselamatan masyarakat. Universitas Warmadewa diharapkan terus mendampingi dan memonitor pelaksanaan pembangunan serta stabilitas lereng di Desa Sibetan. Masyarakat

Desa Sibetan perlu aktif berpartisipasi dalam pelatihan pengelolaan lingkungan dan pencegahan bencana. Pemerintah Daerah Kabupaten Karangasem disarankan memberikan dukungan regulasi, perizinan, dan anggaran untuk mendukung pencegahan bencana longsor, sementara instansi pendanaan diharapkan mempertimbangkan alokasi dana untuk proyek pembangunan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I Nyoman Sutapa, I Made Tapa Yasa, and Made Sudiarsa, "Pengabdian Kepada Masyarakat Penataan Kawasan Setra Dan Pura Dalem Parajepati Yeh Malet Kelod Belumbang," *Semin. Nas. Terap. Ris. Inov. Ke-6 (community Serv.)*, vol. 6, no. 3, pp. 97–103, 2020.
- [2] N. W. M. Mustika, I. K. M. Wijaya, and A. A. S. D. Rahadiani, "Pendampingan Perencanaan Fasilitas Penunjang di Pura Dalem Desa Adat Sebnubus, Kecamatan Nusa Penida, Kabupaten Klungkung, Bali," *J. Lingkung. Binaan Indones.*, vol. 12, no. 2, pp. 109–116, Jun. 2023, doi: 10.32315/jlbi.v12i2.85.
- [3] S. Bachri *et al.*, "Developing land capability to reduce land degradation and disaster incident in Bendo Watershed, Banyuwangi," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 630, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/630/1/012004.
- [4] I. P. E. Sarasantika, G. B. A. Wicaksana, and K. T. U. Putri, "Assessing the Impact of Environmental Hazards on Educational Facility Structures in Karangasem Regency: Implications for Risk Mitigation," *J. Infrastruct. Plan. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 41–49, 2024, doi: 10.22225/jipe.3.2.2024.41-49.
- [5] S. P. Tampubolon, I. P. E. Sarasantika, and I. W. G. Suarjana, "Analisis Kerusakan Struktur Bangunan dan Manajemen Bencana Akibat Gempa Bumi, Tsunami, dan Likuifaksi di Palu," *Bentang J. Teor. dan Terap. Bid. Rekayasa Sipil*, vol. 10, no. 2, pp. 169–186, 2022, doi: 10.33558/bentang.v10i2.3263.
- [6] I. P. E. Sarasantika and I. B. G. P. Putra, "The Importance of Awareness of Heritage Building's Seismic Behaviors : Specific on Pagoda-Type Structure," *J. Infrastruct. Facil. Asset Manag.*, vol. 2, no. 1, 2020, doi: 10.12962/jifam.v2i1.6903.
- [7] I. P. E. Sarasantika, P. D. Sulistiana, I. G. D. P. Sanjaya, I. M. N. Hartawan, I. G. N. A. E. A. Tejadinata, and K. Y. P. Suwandi, "Seismic Performance Analysis of Meru (Bali Pagoda): Preliminary Study," *E3S Web Conf.*, vol. 445, 2023, doi: 10.1051/e3sconf/202344501014.
- [8] H. Brooks and John P. Nielsen, *Basic of Retaining Wall Design: A Design Guide for Earth Retaining Structures*. 2013.
- [9] S. L. Madawalagama, N. Munasinghe, S. D. P. J. Dampegama, and L. Samarakoon, "Low cost aerial mapping with consumer-grade drones," *37th Asian Conf. Remote Sensing, ACRS 2016*, vol. 3, no. October 2016, pp. 2309–2316, 2016.
- [10] E. Erny and L. Trisnawati, "Penyelidikan Lapisan Tanah dengan Alat Sondir (Cone Penetration Test) dan Auger Boring (Hand Boring)(Studi Kasus: Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang di Kabupaten Indragiri Hulu)," *Innov. J. Soc. Sci. Res.*, vol. 4, no. 1, pp. 1271–1281, 2024.
- [11] GEO-SLOPE International Ltd, *Satbility Modeling with GeoStudio*. Calgary, AB, Canada.
- [12] C. B. Casita, I. P. E. Sarasantika, and R. Sulaksitaningrum, "Behaviour of Rectangular Concrete Filled Tubes and Circular Concrete Filled Tubes under Axial Load," *J. Appl. Sci. Manag. Eng. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 14–20, 2020.