

REHABILITATION AND RECONSTRUCTION OF LANDSLIDES IN THE AL-HUSAINIYYAH JUNIOR HIGH SCHOOL AREA REHABILITASI DAN REKONSTRUKSI LONGSORAN LERENG DI LINGKUNGAN SMP AL-HUSAINIYYAH

Aswin Lim¹, Theresita Herni Setiawan^{*2}, Budijanto Widjaja³, Helmy Hermawan Tjahjanto⁴, Johannes Adhijoso Tjondro⁵, Obaja Triputera Wijaya⁶, Tan Leonardi⁷, Ignatius Tommy Pratama⁸, Yohanes Lim Dwi Adianto⁹, Felix Hidayat¹⁰, Anastasia Sri Lestari¹¹, Januar Yeremy¹², Imam Ahmad Fadhil¹³

^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan Bandung, Indonesia

* Penulis Korespondensi : herni@unpar.ac.id

Abstrak

Longsor di lingkungan SMP Al-Husainiyyah tahun 2023 menyebabkan putusnya jalan penghubung, jalan lingkungan, saluran air drainase dikaki lereng sehingga mobilitas warga terhambat. Tim Pengabdian Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan (UNPAR) telah mengidentifikasi penyebab longsor dan hasil kajian teknisnya dipublikasikan dalam jurnal Dinamisia Agustus 2024. Rehabilitasi dan rekonstruksi longsor lereng diusulkan menggunakan sistem dinding penahan tanah (DPT) kantilever beton. Value engineering memutuskan mengganti material beton menjadi material batukali, pengisi sub-base jalan menggunakan sistem geofom sebagai pengganti tanah urugan. Alternatif ini memberi value dari aspek pemilihan material dan metode pelaksanaan. DPT mendapat tekanan dorong lebih kecil dari geofom. Perbaikan jalan penghubung selesai lebih cepat dan dapat berfungsi kembali. Hampan geomat, hidroseed, dan saluran air pada permukaan lereng, melindungi permukaan dari longsor tanah. Ada enam kegiatan utama dalam konstruksi ini yaitu persiapan, Strauss Pile, DPT, geofom, geomat, dan saluran. Komunitas sekolah dan masyarakat mendapatkan distribusi oksigen lebih banyak dengan menggunakan material pilihan ini.

Kata kunci: *dinding penahan tanah, lapisan geofom, hampan geomat, hidroseed, saluran air*

Abstract

Landslides in the Al-Husainiyyah junior high School environment in 2023 caused the breaking of connecting roads, environmental roads, and drainage channels at the foot of the slope so that the mobility of residents was hampered. The Community Service Team of the Faculty of Engineering, Universitas Katolik Parahyangan (UNPAR) has identified the cause of the landslide and the results of its technical study were published in the Dinamisia journal in August 2024. Rehabilitation and reconstruction of slope landslides are proposed using a concrete cantilever retaining wall (DPT) system. Value engineering decided to replace the concrete material with gravel material, the sub-base of the road filler using a geofom system instead of fill soil. This alternative provides value in terms of material selection and implementation methods. DPT gets less thrust than geofom. Repairs to connecting roads are completed faster and can function again. Geo-mat, hydroseed, and water drainage on the surface of the slope protect the surface from landslides. There are six main activities in this construction, namely preparation, Strauss Pile, DPT, geofom, geomat, and water drainage. The school community and the community get more oxygen distribution by using these selected materials.

Keywords: *retaining wall, geofom layer, geomat layer, hydroseed, water drainage*

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki kondisi topografi yang curam dengan kemiringan lereng > 45°. Hal ini berpotensi untuk terjadinya tanah longsor karena ketidakstabilan lereng

yang dipengaruhi beberapa faktor seperti intensitas hujan, sifat tanah, dan kondisi pembebanan. Kondisi topografi Indonesia sangat rentan terhadap tanah longsor yang setidaknya terdapat 918 lokasi rawan longsor di

Indonesia (BNPB, 2019; BPBD, 2019; Halim, 2018; Kementerian SDA; Muntohar, 2010). Kota Bandung menjadi salah satu kota yang rawan terjadi longsor karena intensitas hujan yang cukup tinggi. Berdasarkan data Dinas Kebakaran dan Penanggulangan Bencana (DKPB) Kota Bandung, dari tahun 2017 hingga 2023 telah terdapat 144 kejadian longsor dimana 72 kejadian menyebabkan kegagalan bangunan (DKPB, 2024).

Undang-undang Nomor 24 tahun 2007 menyebutkan manajemen penanggulangan bencana adalah suatu proses dinamis, berlanjut, dan terpadu untuk meningkatkan kualitas langkah-langkah yang berhubungan dengan observasi dan analisis bencana serta pencegahan, mitigasi, kesiapsiagaan, peringatan dini, penanganan darurat, rehabilitasi dan rekonstruksi bencana. Manajemen penanggulangan bencana mempunyai tujuan diantaranya: 1). mengurangi, atau mencegah, kerugian karena bencana; 2). menjamin terlaksananya bantuan yang segera dan memadai terhadap korban bencana; dan 3). mencapai pemulihan yang cepat dan efektif. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) telah menerbitkan Panduan Penerapan Sekolah Siaga Bencana. Panduan tersebut memiliki tujuan menilai kesiapsiagaan struktur dan non-struktur sekolah. Pengetahuan dan sikap menjadi salah satu kategori non-struktur yang dibahas dalam panduan tersebut. Hal ini penting, mengingat bencana alam tidak dapat diprediksi secara tepat kapan dan dimana akan terjadi. Membekali pengetahuan kepada anggota komunitas sekolah merupakan langkah yang utama dalam meminimalisir korban dan menyikapi bencana. Penyelenggaraan penanggulangan bencana adalah serangkaian upaya yang meliputi penetapan kebijakan pembangunan yang berisiko timbulnya bencana, kegiatan pencegahan bencana, kegiatan kesiapsiagaan, kegiatan tanggap darurat, dan kegiatan rehabilitasi & rekonstruksi. Penyelenggaraan penanggulangan bencana tersebut terdiri atas tiga tahap yaitu (1) Pra Bencana yang meliputi situasi tidak terjadi bencana dan situasi terdapat potensi bencana, (2) Saat tanggap darurat yang dilakukan dalam situasi terjadi bencana, dan (3) Pasca bencana yang dilakukan pada saat setelah terjadi bencana.

Kejadian longsor telah terjadi di lingkungan SMP Al-Husainiyyah pada Rabu, 26 April 2023 pukul 16.24 WIB. Hal ini menyebabkan tidak dapat digunakannya jalan lingkungan menuju lapangan terbuka SMP Al-Husainiyyah karena lokasinya yang berada di dekat mahkota longsor dan jalan lingkungan dengan perkerasan kaku yang tidak lagi memiliki fondasi. Selain itu, jalan lingkungan dan saluran air yang berada di kaki lereng tertutup oleh material longsor berupa tanah dan tanaman bambu sehingga menghambat mobilitas warga sekitar dan menutup akses air dalam saluran drainase. Gambar 1 menampilkan foto udara lokasi longsor dan Gambar 2 menampilkan foto kondisi lereng akibat longsor, dan retakan pada lapangan terbuka SMP Al-

Husainiyyah pada 9 Mei 2023. Dapat terlihat kondisi longsor yang terjadi cukup membahayakan bangunan gedung SMP Al-Husainiyyah dan bangunan sekitarnya. Perlu dipertimbangkan juga bahwa, SMP Al-Husainiyyah memiliki kurang lebih 95 siswa pada Semester Genap 2023/2024 yang mayoritas peserta didiknya merupakan siswa yatim atau berasal dari keluarga kurang mampu tersebut.



Gambar 1. Foto Udara Kondisi Lokasi Longsor di Lingkungan SMP Al-Husainiyyah 9 Mei 2023

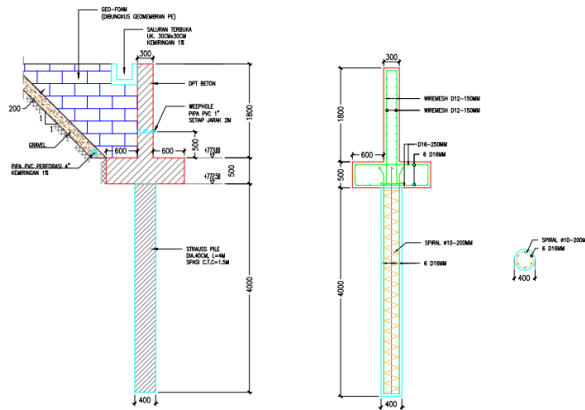


Gambar 2. Kondisi Lereng akibat Longsor dan Retakan pada Lapangan Terbuka SMP Al-Husainiyyah

Tim Pengabdian Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan (UNPAR) dan Mitra UNPAR melakukan identifikasi penyebab longsor dan kajian teknis tanah longsor di lingkungan SMP Al-Husainiyyah yang dapat dibaca dalam artikel jurnal Dinamisia edisi Agustus 2024 (Aswin Lim, et.al., 2024). Rekomendasi Dinding Penahan Tanah dan Rehabilitasi Lereng dianalisis lebih lanjut oleh Tim Pengabdian dengan memilih metode pelaksanaan dan rencana anggaran yang dianggap wajar mengikuti ketersediaan lahan, keberadaan lokasi yang agak jauh dari jalan raya, memenuhi syarat mutu, dan tidak mengganggu aktivitas belajar mengajar sekolah

2. BAHAN DAN METODE

Hasil analisis Tim Pengabdi pada awalnya memilih menggunakan sistem dinding penahan tanah berupa dinding kantilever beton dengan ukuran seperti berikut ini: tinggi 180 cm, tebal 30 cm dan sistem fondasi *Strauss* diameter 40 cm, kedalaman 4 m, dan jarak antar fondasi adalah 2,5 m. Dan untuk mencegah akumulasi air di belakang dan di dasar dinding dipasang sistem drainase *weep hole* pada bagian dinding kantilever dan drainase kerikil (*gravel drain*) pada bagian jalan yang longsor. Badan jalan yang longsor diisi *geofoam* (Gunawan, 2022; Hidayat, 2011, Pratama 2022; Tananda, et.al., 2023) yaitu material ringan pengganti timbunan tanah yang memiliki karakteristik mekanika yang memenuhi syarat teknis. Sistem Dinding Penahan Tanah tersebut disajikan pada Gambar 3 berikut ini.

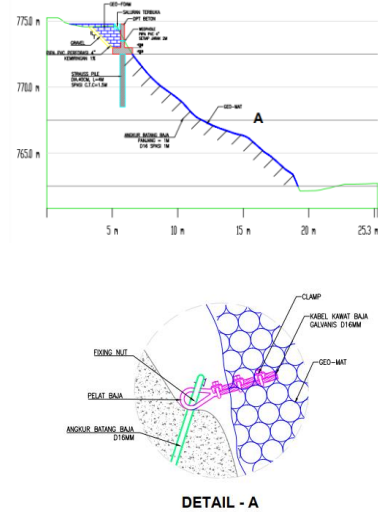


Gambar 3. Potongan Dinding Penahan Tanah, Fondasi, dan *Geofoam*

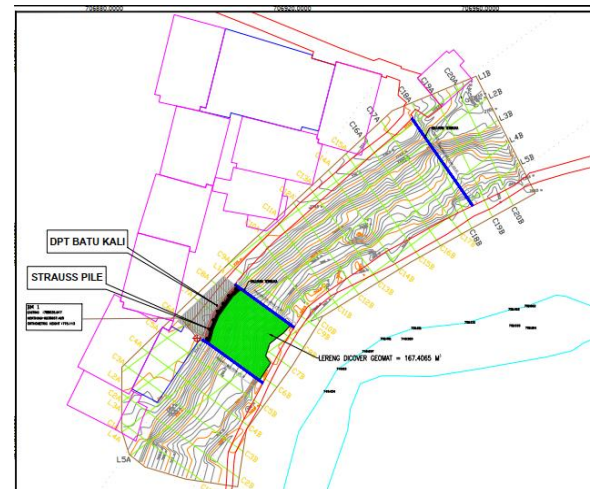
Solusi mencegah erosi lereng, pada lapisan permukaan lereng akan dipasang material *geomat*, seperti tersaji pada Gambar 4. Setelah dipasang *geomat*, selanjutnya adalah melakukan *hydroseeding* dan penyiraman supaya lereng kembali menjadi hijau ditumbuhi rumput dan tanaman.

Dan solusi tambahan pada lereng yaitu direncanakan juga saluran terbuka berukuran 25 cm x 25 cm pada sisi lereng dan satu saluran terbuka lainnya pada inlet saluran air hujan ke posisi lereng, seperti tersaji pada Gambar 5.

Untuk mewujudkan rehabilitasi dan rekonstruksi kerusakan yang terjadi, Tim Pengabdi bekerjasama dengan pihak Yayasan Al-Husainiyah dan Ikatan Alumni Teknik Sipil melakukan survey lanjutan dan *value engineering* terhadap usulan desain. Dan akhirnya diambil kesepakatan perubahan material dinding penahan kantilever beton menjadi dinding penahan batukali. Sementara itu pencegahan erosi lereng tetap menggunakan *geomat* dan *hydroseeding*, serta saluran air pada lereng dibuat satu saluran terbuka dan satu saluran pipa (saluran tertutup).



Gambar 4. Aplikasi *Geomat* pada Permukaan Lereng



Gambar 5. Rencana Posisi Saluran Air Terbuka pada Lereng

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan rehabilitasi dan rekonstruksi longsoeren lereng di lingkungan SMP Al-Husainiyah direncanakan dengan durasi 8 bulan. Rencana jadwal pelaksanaan dapat dilihat pada Tabel 1. Pada pelaksanaan konstruksi terdapat enam kegiatan utama dalam proyek ini yaitu pekerjaan persiapan, pekerjaan *Strauss Pile*, pekerjaan DPT, pekerjaan *geofoam*, pekerjaan *geomat*, dan pekerjaan saluran.

Pelaksanaan di lapangan adalah bentuk inisiatif dari Tim Pengabdi dan Mitra UNPAR berkolaborasi dengan Yayasan dalam implementasi metode pelaksanaan yang digunakan dengan mengacu pada kemudahan, kesehatan, dan keselamatan kerja.

Pelaksanaan pekerjaan menyesuaikan keberadaan lokasi dan ketersediaan tempat kerja.

Pekerjaan persiapan dilakukan dimulai dari mobilisasi alat bor *Strauss* & perlengkapan lainnya. Pendirian bordes kayu sementara sebagai tempat berdirinya alat bor dilakukan sehubungan dengan sempitnya lebar jalan eksisting yang tersisa akibat longsor.

Pekerjaan *Strauss Pile* dilaksanakan sesuai dengan hasil desain yaitu diameter 40 cm, kedalaman 4 m, dan antar tiang berjarak 2,5 m. Total titik *Strauss* terpasang 7 buah.



Gambar 6. Pekerjaan Persiapan dan Pekerjaan *Strauss Pile*

Pekerjaan Dinding Penahan Tanah (DPT) dimulai setelah *Strauss Pile* cukup umur beton yaitu 28 hari kalender. Untuk kemudahannya pelaksanaan yang berlokasi di bibir lereng terjal, batukali dipasang dan disusun persegi dan bukan trapesium sebagaimana bentuk DPT umumnya. Gambar 7 menunjukkan tampak atas dan tampak samping DPT batu kali.



Gambar 7. Tampak Atas dan Tampak Samping Dinding Penahan Tanah Batu Kali

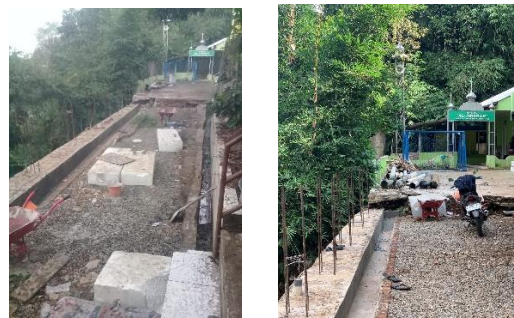
Pekerjaan *geofom* dilakukan dengan tahapan berikut: lantai kerja terdiri dari batuan *screening* dialasi terpal yang akan digunakan untuk membungkus tumpukan *geofom* yang disusun sedemikian rupa berselang seling ditambah perkuatan kait antar *geofom*.

Tumpukan *geofom* didesain rapat tanpa sela dan celah kemudian dibungkus rapat oleh terpal. Terpal ini berfungsi melindungi *geofom* dari rembesan minyak atau bahan kimia yang memungkinkan merusak dan/atau bereaksi dengan *geofom* dan mengubah dimensi susunan *geofom* tersebut. Material *geofom* digunakan karena memiliki berat yang lebih ringan dibanding tanah timbunan konvensional sehingga. Hal ini mengurangi tegangan geser, deformasi, dan gaya dorong pada DPT (Tananda et al., 2023). Gambar 8 menunjukkan tumpukan *geofom* dan terpal.



Gambar 8. Pengiriman Material *Geofom* dan Tumpukan *Geofom* dialasi Terpal

Setelah susunan *geofom* dibungkus terpal dengan rapi dan rapat, dilanjutkan dengan urugan batuan sebagai *sub-base* jalan penghubung yang disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Lapisan Urugan Batuan sebagai *Sub-base* Jalan Penghubung



Gambar 10. Pekerjaan Saluran Terbuka

Pekerjaan saluran dimulai setelah susunan *geofoam* selesai dan terbungkus terpal. Saluran terbuka dibuat sepanjang dinding penahan tanah dan perbaikan saluran terbuka eksisting di sisi lain dari jalan penghubung antara lapangan menuju mushola dan jalan masuk lokasi belakang sekolah. Gambar 10 menunjukkan pekerjaan saluran terbuka sepanjang DPT dan Gambar 11 menunjukkan lapisan urugan batuan dan perapian saluran terbuka di sepanjang jalan penghubung.



Gambar 11. Perapian Saluran Terbuka dan Rekonstruksi Jalan Penghubung

Saluran air lain yang diinstalasi adalah saluran air pembuangan menuju dasar lereng berupa pipa PVC dan saluran terbuka berukuran 25 cm x 25 cm yang dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Pekerjaan Saluran Air pada Lereng

Pekerjaan *geomat* dilaksanakan setelah perapian dan pembersihan lereng dari tanah gembur dan tanaman liar. Gambar 13 menunjukkan hamparan *geomat* yang terpasang menutupi lereng longsor. Rehabilitasi longsor lereng dan rekonstruksi jalan penghubung menggunakan sistem dinding penahan tanah terbuat dari batukali dan susunan *geofoam* merupakan teknologi terkini. Penggunaan *geofoam* yang ringan dan padat sebagai pengganti tanah urugan yang berat menjadi alternatif *value* dari aspek pemilihan material dan durasi pelaksanaan pekerjaan. Jumlah tenaga kerja dan peralatan transportasi yang digunakan pun lebih sedikit.

Dinding penahan tanah mendapat tekanan dorong lebih kecil dari susunan *geofoam* sebagai pengisi badan jalan dibandingkan penggunaan urugan tanah konvensional. Perbaikan jalan penghubung dapat diselesaikan dengan lebih cepat dan jalan dapat digunakan kembali oleh pihak sekolah SMP Al-Husaniyyah dan masyarakat sekitarnya. Permukaan lereng yang dihampari *geomat* menjadikan lahan yang cocok dan mudah untuk ditanami vegetasi diantaranya rumput. Tanaman ini diharapkan tumbuh dan melindungi permukaan lereng dari longsor tanah. Komunitas sekolah dan masyarakat sekitar pun mendapatkan distribusi oksigen lebih banyak dibandingkan dengan penggunaan material mortar atau material beton sebagai pelindung permukaan lereng.



Gambar 13. Pekerjaan *Geomat* pada Lereng

Kendala dan solusi selama tahapan pelaksanaan yang muncul diantaranya adalah berikut ini. Pengiriman material *geofoam* dalam volume besar dengan menggunakan kendaraan truk 20 ton tidak dapat masuk langsung ke lokasi rehabilitasi. Solusi kendala ini adalah material dilangsir ke kendaraan *pickup* 3 ton. Dengan demikian terjadi mobilisasi berulang dari kendaraan besar ke kendaraan kecil dan membutuhkan banyak tenaga bongkar muat material serta tambahan kebutuhan bahan bakar mobil. Lokasi di belakang sekolah SMP Al-Husaniyyah kecil dan sempit. Solusi kendala ini adalah mengatur pengiriman material mengikuti jadwal urutan pekerjaan yang dilakukan di site. Lokasi kerja di ketinggian dan kemiringan lereng yang cukup terjal merupakan kendala keamanan dan kenyamanan para tukang saat bekerja. Solusi kendala ini adalah membuat terasering lereng sebagai lantai kerja para tukang dan tambahan bordes sebagai tempat dukunya peralatan besar dan berat. Melengkapi metode pelaksanaan rehabilitasi dan rekonstruksi longsor lereng di SMP Al-Husaniyyah

ditampilkan rencana anggaran biaya konstruksi yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Jadwal Pelaksanaan Rehabilitasi dan Rekonstruksi Longsoroan Lereng di Lingkungan SMP Al-Husaniyyah

Item Pekerjaan	Bulan ke-1	Bulan ke-2	Bulan ke-3	Bulan ke-4	Bulan ke-5	Bulan ke-6	Bulan ke-7	Bulan ke-8
Pekerjaan Persiapan	■		■	■				
Pekerjaan <i>Strauss Pile</i>	■							
Pekerjaan DPT		■						
Pekerjaan <i>Geofoam</i>					■			
Pekerjaan <i>Geomat</i>						■		
Pekerjaan Saluran						■		

Tabel 2. Jadwal Pelaksanaan Rehabilitasi dan Rekonstruksi Longsoroan Lereng di Lingkungan SMP Al-Husaniyyah

No	Item	Vol	Unit	Harga Satuan (Rp.)	Harga Total (Rp.)
A	Pekerjaan Persiapan				
	Mob Demob		ls		12.500.000
	Bouwplank		ls		2.000.000
	Pengukuran		ls		1.000.000
B	Pekerjaan <i>Strauss</i> dia 40 cm - 400 cm (7 titik)				
	Pengeboran lubang <i>strauss</i>	7	ttk	1.000.000	7.000.000
	Penulangan dan Pengecoran	7	ttk	4.000.000	28.000.000
C	Pekerjaan DPT 13 m'				
	Pile Cap				
	Bekisting	16	m2	696.000	11.136.000
	Pembesian dia 16 mm	700	kg	33.000	23.100.000
	Beton	10	m3	1.800.000	18.000.000
	DPT Batu Belah				
	Batu belah	18	m3	1.074.000	19.332.000
D	Pekerjaan <i>Geomat</i>				
	Hamparan <i>geomat</i>	300	m'	75.000	22.500.000
	Pipa PVC 4" <i>perforated</i>	7	titik	350.000	2.450.000
	Terasering lereng	300	m'	45.000	13.500.000
E	Pekerjaan <i>Geofoam</i>				
	<i>Geofoam</i>	43,29	m3	2.000.000	86.580.000
	Batuan / <i>Gravel</i>	5	m3	350.000	1.750.000

No	Item	Vol	Unit	Harga Satuan (Rp.)	Harga Total (Rp.)
F	Pekerjaan saluran terbuka 25 x 25 cm				
	Bata merah	90,75	m2	178.000	16.153.500
	Plaster finishing dan perapian	90,75	m2	37.500	3.403.125
G	Pekerjaan Jalan Beton				
	Pengecoran	39	m2	1.100.000	42.900.000
				Total Harga	311.304.625

4. KESIMPULAN

Artikel ini memaparkan hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat oleh tim dosen dan mahasiswa jurusan Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan berupa rehabilitasi dan rekonstruksi longsor lereng di SMP Al-Husaniyyah. Kegiatan pengabdian meliputi inisiasi, perencanaan, pelaksanaan, monitoring, metode pelaksanaan, dan anggaran biaya konstruksi. Penyelesaian konstruksi dicapai tepat waktu dalam 8 bulan sesuai jadwal rencana dan total biaya sekitar Tiga Ratus Sebelas Juta Rupiah. Saat ini memasuki tahap penggunaan (operasional) dan pemeliharaan yang diserahkan ke pihak sekolah SMP Al-Husaniyyah. Vegetasi yang ditanam di lereng pun sudah terlihat tumbuh dan menutupi permukaan lereng sehingga tampak hijau. Rekomendasi tahapan pemeliharaan kepada pihak sekolah yaitu membersihkan tanaman yang menjalar menutupi saluran terbuka di sepanjang lereng agar aliran air lebih lancar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Mitra Universitas Katolik Parahyangan (Mitra UNPAR) yaitu Ikatan Alumni Teknik Sipil UNPAR, supplier *geofoam*, supplier *geomat*, sub-kontraktor *Strauss*, kontraktor pekerjaan sipil; yang bekerjasama dan memberikan dukungan tenaga, dukungan teknis, dan dukungan finansial sehingga kegiatan pengabdian dapat terlaksana dan dapat digunakan oleh komunitas sekolah SMP Al-Husaniyyah dan masyarakat sekitarnya.

DAFTAR PUSTAKA

Aswin Lim, et.al. (2024). Penanganan Longsor di Lingkungan SMP Al-Husaniyyah dengan Menggunakan Dinding Kantilever-Geofoam. *Dinamisia Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* Vol. 8, No. 4 Agustus 2024. DOI: <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v8i4.19519>

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), (2017). *Buku Pedoman Latihan Kesiapsiagaan Bencana: Membangun Kesadaran, Kewaspadaan dan Kesiapsiagaan dalam Menhadapi Bencana*.

Direktorat Kesiapsiagaan Deputi Bidang Pencegahan dan Kesiapsiagaan Badan Nasional Penanggulangan Bencana.

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). (2019, Maret 7). *Definisi dan Jenis Bencana*. Diambil kembali dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana: <https://www.bnpb.go.id/home/definisi>

Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (t.thn.). *Definisi dan Jenis Bencana*. Diambil kembali dari www.bnpb.go.id: <https://bnpb.go.id//definisi-bencana>

Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (t.thn.). *Potensi dan Ancaman Bencana*. Diambil kembali dari www.bnpb.go.id: <https://www.bnpb.go.id/home/potensi>

Badan Penanggulangan Bencana Daerah (2019). <https://bpbd.wonogirikab.go.id/2019/02/22/upaya-penanggulangan-bencana-longsor/>

BPBD (2019). *Panduan: Tanah Longsor*. <https://bpbd.sidoarjo.go.id/website/detilInfo/1/6>

Halim, D. (2018, Desember 19). *BNPB: 2018, Jumlah Bencana Turun tetapi Korban Meningkat hingga 1.072 Persen*. Available: www.nasional.kompas.com: <https://nasional.kompas.com/read/2018/12/19/17524741/bnpb-2018-jumlahbencana-turun-tetapi-korban-meningkat-hingga-1072-persen>

Kementerian Sumber Daya Air (t.thn.). *Bagaimana cara menghindari tanah longsor*. <https://sumberdayaair.malangkab.go.id/pd/detail?title=sumberdayaair-opd-bagaimana-cara-menghindari-tanah-longsor>

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (t.thn.). *Pengenalan Gerakan Tanah*. Diambil kembali dari www.esdm.go.id: https://www.esdm.go.id/assets/media/content/Pengenalan_Gerakan_Tanah.pdf

DKPB. (2024, July 29). *Jumlah Kejadian Bencana Lainnya di Kota Bandung*. Open Data Kota Bandung.

Gunawan, A. (2022). *Geofoam: A potential for Indonesia's soil problem III – stabilizing retaining*

- wall. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 998(1), 012010. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/998/1/012010>
- Hidayat, I., & Suhendra, A. (2011). Aplikasi geofoam sebagai material timbunan di atas tanah lunak. *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, 2(1), 106-116. <https://doi.org/10.21512/comtech.v2i1.2722>
- Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (2013). *Panduan Penerapan Sekolah Siaga Bencana*. Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI. Bandung.
- Masi, E. B., Segoni, S., & Tofani, V. (2021). Root reinforcement in slope stability models: a review. *Geosciences*, 11(5), 212. <https://doi.org/10.3390/geosciences11050212>
- Muntohar, A. S. (2010). *Tanah longsor. Analisis, Prediksi, Mitigasi*. Universitas Muhamadiyah Yogyakarta.
- Pratama, I. T., Widjaja, B., & Hutabarat, G. M. (2022). Evaluasi dan desain perbaikan dinding penahan tanah tipe dinding gravitasi di Cikupa, Tangerang, Banten. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*, 5(4), 265–274. <https://doi.org/10.24815/jarsp.v5i4.27492>
- Tananda, H., Handoko, A., & Rahardjo, P. P. (2023). The Use Of Lightweight Material At Road Access Construction On Slope. *Indonesian Geotechnical Journal*, 2(3), 95–108. <https://doi.org/10.56144/igj.v2i3.61>
- Undang-Undang No.24 (2007). *Undang Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana*. Jakarta: Pemerintah Indonesia.