



Analisis stabilitas lereng dan penanganan longsor di Kabupaten Lahat menggunakan HYRCAN

Aurelius Silvanno Krisdiyanto^a, Aminudin Syah^b, Iswan^c, Lusmeilia Afriani^d

^a Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

^b Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

^c Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

^d Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

HIGHLIGHTS

- Perkuatan yang digunakan adalah dinding penahan tanah dengan *mini pile*, *sheet pile*, dan *soil nailing* dengan *shotcrete*.
- Perhitungan stabilitas lereng menggunakan *software* HYRCAN dengan metode *Morgenstern-Price*.

INFO ARTIKEL

Kata kunci:

Stabilitas Lereng, HYRCAN, *Morgenstern-Price*, Kombinasi Perkuatan

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab longsor serta melakukan analisis stabilitas lereng pada longsor di salah satu jalan lintas Kabupaten Lahat sebelum dan setelah diberi perkuatan. Metode penelitian yang dilakukan adalah survei lapangan, pengumpulan data tanah serta topografi, dan melakukan pemodelan lereng sebelum dilakukan analisis stabilitas. *Software* HYRCAN menjadi alat bantu dalam menghitung nilai stabilitas lereng dengan metode *Morgenstern-Price*. Berdasarkan hasil penelitian ditemukan bahwa hujan menjadi faktor pemicu utama terjadinya longsor pada area badan jalan tersebut. Selain itu jenis tanah yang didominasi oleh lempung serta kondisi kemiringan lereng yang curam menjadi faktor lainnya. Hasil analisis stabilitas menunjukkan nilai faktor aman pada kondisi eksisting sebesar 1,288 pada kondisi statis dan 1,013 pada kondisi dinamis. Peningkatan nilai faktor aman terjadi setelah diberi perkuatan, dengan nilai angka aman tertinggi dimiliki perkuatan *soil nailing + shotcrete* dengan nilai 1,665 pada kondisi statis dan 1,264 pada kondisi dinamis.

Diterbitkan oleh Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung

1. Pendahuluan

Lereng adalah suatu permukaan tanah yang miring dan membentuk sudut tertentu terhadap suatu bidang horizontal dan tidak terlindungi [1]. Pada permukaan tanah yang tidak horizontal, komponen gravitasi cenderung untuk menggerakkan tanah ke bawah. Terminologi pergerakan lereng lebih tepat digunakan dalam mendefinisikan longsor yaitu gerakan material penyusun lereng ke arah bawah atau keluar lereng oleh adanya pengaruh gravitasi bumi [2]. Jika komponen gravitasi sedemikian besar sehingga perlawanan terhadap geseran yang dapat dikerahkan oleh tanah pada bidang longsornya terlampaui, maka akan terjadi kelongsoran lereng.

* Penulis koresponden.

Alamat E-mail: aureliussilvanno@gmail.com (Aurelius).

Peer review dibawah tanggung-jawab Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.

Penyebab kelongsoran lereng dapat dibagi menjadi dua, terdiri dari akibat pengaruh dalam (*internal effect*) dan pengaruh luar (*external effect*) [3]. Pengaruh luar, yaitu pengaruh yang menyebabkan bertambahnya gaya geser dengan tanpa adanya perubahan kuat geser tanah. Contohnya, akibat perbuatan manusia mempertajam kemiringan tebing atau memperdalam galian tanah dan erosi sungai. Pengaruh dalam, yaitu longsor yang terjadi dengan tanpa adanya perubahan kondisi luar atau gempa bumi.

Kabupaten Lahat merupakan salah satu daerah di Provinsi Sumatera Selatan yang sering mengalami bencana longsor. Salah satu faktor alam penyebab longsor adalah curah hujan yang tinggi. Curah hujan daerah ini mencapai angka lebih dari 3.000 mm pertahunnya. Selain itu, wilayah ini didominasi oleh jenis tanah lempung dengan tingkat kerentanan yang cukup tinggi. Selain itu, Kabupaten Lahat merupakan area dataran tinggi dengan kemiringan lereng di atas 15%, sehingga bencana longsor rawan terjadi [4]. Seperti yang terjadi di salah satu ruas jalan di Kabupaten

Lahat mengalami longsor. Bencana longsor ini terjadi disinyalir akibat dari hujan deras yang terjadi pada malam sebelum kejadian.

Untuk mengetahui dan menanggulangi kondisi tersebut, perlu dilakukan analisis stabilitas lereng. Umumnya analisis stabilitas dilakukan untuk mengecek keamanan dari lereng alam, lereng galian, dan lereng urugan tanah. Bentuk model keruntuhan biasanya dapat ditentukan dengan baik walaupun demikian untuk pusat rotasi mungkin memerlukan beberapa kali percobaan (titik pusat dan jari-jari lingkaran ditentukan dengan cara coba-coba) untuk mendapatkan kasus terburuk, angka keamanan yang paling minimum [5]. Salah satu metode perhitungan stabilitas lereng adalah metode yang dikembangkan oleh Morgenstern-Price [6]. Metode ini menganalisis stabilitas lereng dengan memperhitungkan parameter variasi kuat geser dan tekanan air pori dalam tanah. Kesetimbangan setiap gaya-gaya normal dan momen yang bekerja diperhitungkan pada setiap irisan dari bidang longsor.

Analisis dalam penelitian ini dilakukan menggunakan *software* HYRCAN. *Software* ini bersifat *open-source*, yang berarti lisensi nya bersifat gratis sehingga bisa digunakan untuk semua kalangan termasuk mahasiswa dengan berbagai keperluan baik komersial maupun non-komersial. *User interface* yang sederhana dan berbagai keunggulan lainnya menjadikan HYRCAN salah satu program yang potensial untuk digunakan dalam kebutuhan edukasi dan berbagai penelitian [7].

Mengingat akses jalur darat di daerah ini cukup terbatas, jalan yang mengalami longsor ini merupakan satu-satunya jalur yang dapat dilewati sebagai akses kendaraan. Selain itu, terdapat sungai kecil yang mengalir di bagian kaki lereng. Apabila sungai ini tertimbun, dalam jangka panjang berpotensi menimbulkan bencana yang lebih berbahaya yaitu longsor disertai aliran debris yang akan semakin merusak jalan di atas lereng [8]. Melihat kondisi tersebut, perlu adanya solusi untuk menanggulangi lereng yang longsor tersebut untuk tetap menjaga keamanan dan kenyamanan para pengguna jalan yang melintas di jalan tersebut.

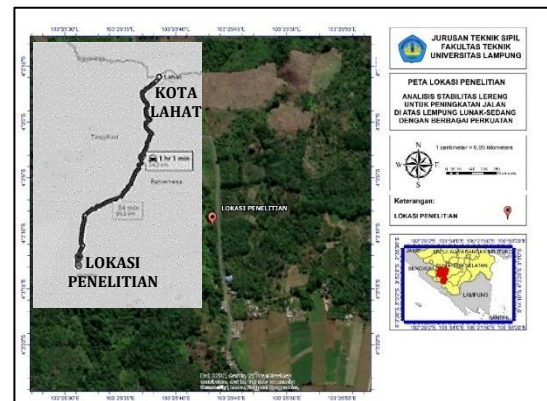
Maka dari itu upaya mitigasi baik secara struktural maupun non-struktural harus dilakukan secepatnya untuk menanggulangnya. Perlu dibuat suatu konstruksi perkuatan pada lereng yang memiliki fungsi dalam menahan kelongsoran [9]. Pemberian perkuatan ini perlu dilakukan untuk menaikkan nilai keamanan pada lereng dan mencegah lereng longsor kembali [10]. Beberapa jenis perkuatan seperti dinding penahan tanah, *sheet pile* dan *soil nailing*, merupakan jenis perkuatan yang efektif digunakan dalam kondisi area yang terbatas serta mampu meningkatkan nilai stabilitas dari lereng itu sendiri [11] [12].

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab terjadinya longsor dan melakukan analisis stabilitas lereng pada saat kondisi eksisting dan setelah diberi perkuatan struktural berupa perkuatan dengan menggunakan kombinasi dinding penahan tanah dan *mini pile*, *sheet pile*, dan *shotcrete* dengan *soil nailing*.

2. Metode Penelitian

Lokasi penelitian berada di Desa Sukarami, Kecamatan Kota Agung, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatra Selatan Selatan dengan koordinat 4°03'06.53" lintang selatan dan 103°25'44.21" bujur timur. Dari pusat Kota Lahat menuju lokasi penelitian memiliki jarak tempuh 39 kilometer.

Lokasi penelitian ini dipilih karena mengalami longsor pada lereng jalan dan memerlukan perkuatan yang sesuai dan segera agar jalan tetap bisa dilalui.



Gambar 1 Peta lokasi penelitian

Metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah survei lapangan, pengambilan data geoteknik serta topografi, setelah itu melakukan pemodelan lereng untuk dianalisis. Survei lapangan bertujuan untuk melihat secara langsung kondisi eksisting setelah kejadian longsor. Selain itu, survei lapangan juga bertujuan untuk mengumpulkan informasi terkait kejadian sebelum longsor sekaligus melihat berbagai objek dan kenampakan alam yang berada di sekitar lokasi longsor.

Pengumpulan data tanah dilakukan dengan pengambilan sampel tanah. Sampel tanah yang diambil berjumlah 5 tabung. Lokasi pengambilan sampel tanah berada pada area longsor, secara spesifik penentuan pengambilan sampel tanah dilakukan di atas lereng, di tengah lereng, dan di bawah lereng. 5 titik lokasi sampel yang diambil dianggap mewakili kondisi lapisan tanah pada area tersebut. Sampel yang diambil selanjutnya diuji di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung. Selain itu, data hasil survei topografi lereng dan data borlog didapatkan setelah dilakukan penyelidikan geoteknik berupa yang telah dilakukan sebelumnya.

Langkah selanjutnya setelah semua data dikumpulkan, dilakukan pemodelan lereng untuk dilakukan analisis stabilitas dengan menggunakan HYRCAN. Analisis stabilitas dilakukan dengan dua kondisi yaitu kondisi statis dan dinamis. Model lereng yang akan dianalisis adalah kondisi eksisting dan setelah diberi perkuatan dinding penahan tanah dengan *mini pile*, *sheet pile*, dan *soil nailing* dengan *shotcrete*.

3. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil survei lapangan, diketahui bahwa longsor pada area penelitian terjadi setelah hujan deras yang mengguyur daerah itu pada malam sebelum kejadian. Hujan deras menjadi pemicu utama terjadinya longsor, karena aliran air dari hujan langsung melimpas ke badan lereng akibat tidak adanya drainase yang memadai di sekitar jalan. Hal ini menyebabkan naiknya muka air tanah sekaligus membuat badan lereng menjadi jenuh akan air. Kondisi ini mengurangi parameter kuat geser tanah secara drastis sehingga menyebabkan longsor.

Selain itu, dari hasil pengumpulan data diketahui bahwa area ini memiliki kemiringan lereng 30 - 45°,

sehingga lereng tersebut masuk dalam kategori curam. Pengamatan yang dilakukan pada area yang mengalami longsor juga menunjukkan bahwa jenis tanah didominasi oleh lempung menjadi faktor lain terjadinya longsor.

Berdasarkan hasil pengujian sampel tanah dan data borlog, diketahui bahwa pada daerah ini di dominasi oleh tanah lempung hingga kedalaman 30 meter dengan tingkat kekakuan tanah yang terus meningkat. Muka air tanah berada kedalaman 6,8 meter. Untuk mempermudah proses pemodelan dan analisis stabilitas, lapisan tanah dibagi menjadi 5 jenis lapisan. Lapisan 1 berada pada kedalaman 0-5 meter, lapisan 2 berada pada 5-9 meter, lapisan 3 berada pada kedalaman 9-18 meter, lapisan 4 berada pada kedalaman 18-24 meter, dan lapisan 5 berada pada kedalaman 24-30 meter. Berikut adalah parameter tanah yang digunakan dan pemodelan lereng.

Tabel 1

Parameter Tanah Untuk Analisis

Parameter	Lap. 1	Lap. 2	Lap. 3
Berat volume tak jenuh (kN/m^3)	15,461	14,411	15,137
Berat volume jenuh (kN/m^3)	16,767	15,196	15,617
Sudut gesek ($^\circ$)	20	26,1	26,1
Kohesi (kN/m^2)	8,918	12,152	20

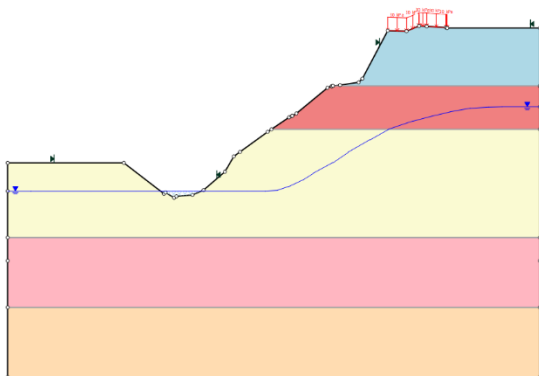
Tabel Lanjutan

Parameter Tanah Untuk Analisis

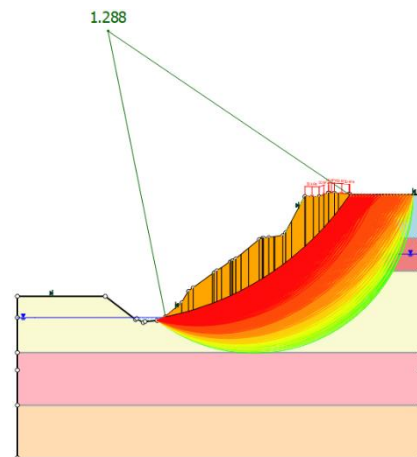
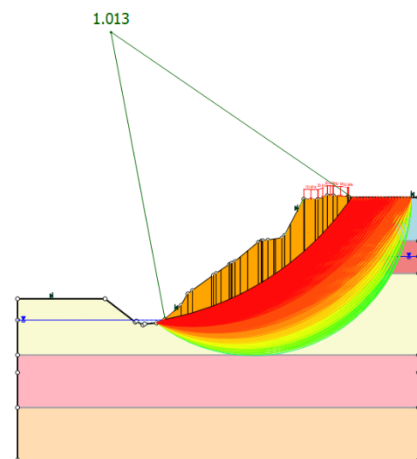
Parameter	Lap. 4	Lap. 5
Berat volume tak jenuh (kN/m^3)	20	20
Berat volume jenuh (kN/m^3)	21	21
Sudut gesek ($^\circ$)	35	35
Kohesi (kN/m^2)	50	100

Beban gempa yang digunakan adalah koefisien seismik horizontal yang didapatkan dari percepatan puncak di permukaan (PGA) dan didapat nilai percepatan maksimum pada lokasi penelitian sebesar 0,5282 g. Lereng bukan merupakan material yang kaku dan percepatan puncak gempa terjadi dalam waktu yang singkat, maka dari itu koefisien seismik horizontal (k_h) yang umum digunakan sebesar minimal 1/3 dari percepatan puncak horizontal. [13]. Berdasarkan hal tersebut, nilai beban yang digunakan dalam analisis sebesar 0,176 g.

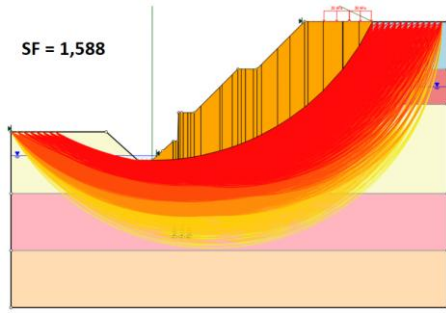
Pembebanan dengan beban kendaraan mengacu kepada kendaraan terberat yang melintas di atas lereng. Kendaraan terberat yang melintasi lereng tersebut adalah MAN TGS 40.440 varian *head trailer*. Pembebanan yang digunakan pada analisis stabilitas ini merupakan beban terberat dari perhitungan penyebaran beban kendaraan dan muatan yang melintas di atas jalan [14], yaitu sebesar 30 kPa. Berikut adalah pemodelan lereng pada kondisi eksisting.


Gambar 2 Pemodelan lereng pada kondisi eksisting

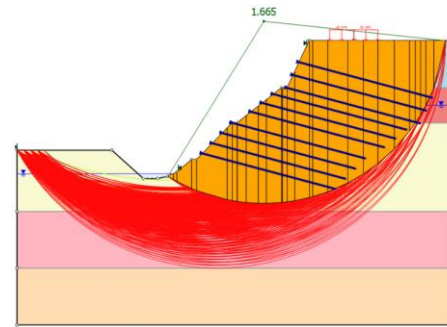
Hasil analisis dengan menggunakan HYRCAN menggunakan metode *Morgenstern-Price* menghasilkan nilai keamanan sebesar 1,288 untuk kondisi statis, dan 1,013 untuk kondisi dinamis. Berdasarkan hasil analisis diatas, nilai SF pada lereng tidak memenuhi syarat lereng yang aman sesuai dengan standar yang berlaku [15], dimana lereng dapat disebut aman apabila nilai $SF < 1,5$ untuk beban statis, dan $SF < 1,1$ untuk beban dinamis. Maka dari itu perlu adanya perancangan perkuatan untuk menaikkan nilai keamanan dari lereng tersebut. Perancangan perkuatan sebaiknya harus memotong bidang gelincir lereng, yang dimana hal tersebut merupakan titik kritis suatu lereng. Hal ini diperlukan dengan tujuan untuk menaikkan nilai angka aman secara lebih optimal sehingga mencegah terjadinya longsor kembali.


Gambar 3 Hasil analisis stabilitas lereng eksisting pada kondisi statis

Gambar 4 Hasil analisis stabilitas lereng eksisting pada kondisi dinamis

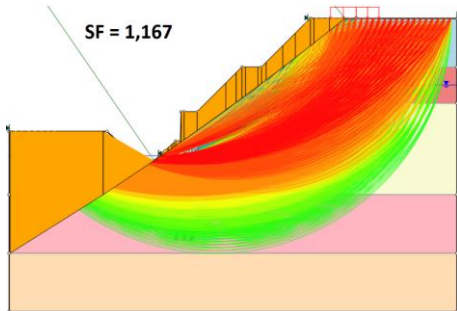
Mengingat kondisi dan situasi area longsor yang memiliki sungai yang mengalir di kaki lerengnya, maka perkuatan yang dipilih harus bisa diaplikasikan pada area yang terbatas. perkuatan yang dipilih merupakan gabungan dari metode kontrol dan perkuatan karena menggabungkan penataan timbunan dan kondisi eksisting lereng serta penambahan perkuatan structural. Perkuatan yang dianalisis adalah dinding penahan tanah dengan *mini pile*, *sheet pile*, dan *soil nailing* dengan *shotcrete*. Hasil analisis stabilitas dari ketiga jenis perkuatan yang telah direncanakan ditampilkan pada gambar berikut.



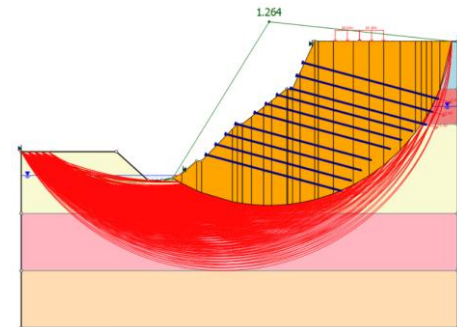
Gambar 5 Hasil analisis stabilitas lereng dengan perkuatan dinding penahan tanah dan *mini pile* pada kondisi statis



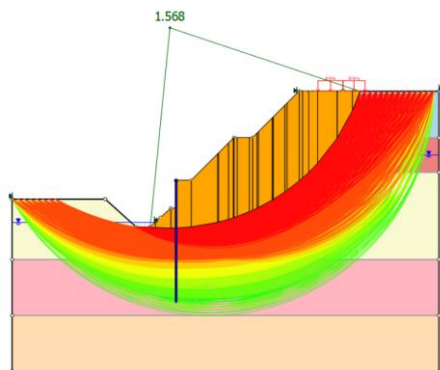
Gambar 9 Hasil analisis stabilitas lereng dengan perkuatan *soil nailing* dan *shotcrete* pada kondisi statis



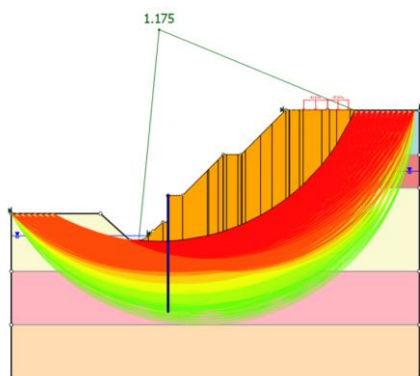
Gambar 6 Hasil analisis stabilitas lereng dengan perkuatan dinding penahan tanah dan *mini pile* pada kondisi dinamis



Gambar 9 Hasil analisis stabilitas lereng dengan perkuatan *soil nailing* dan *shotcrete* pada kondisi dinamis



Gambar 7 Hasil analisis stabilitas lereng dengan perkuatan *sheet pile* pada kondisi statis



Gambar 8 Hasil analisis stabilitas lereng dengan perkuatan *sheet pile* pada kondisi dinamis

Tabel 2

Hasil analisis stabilitas lereng

Perkuatan	Kondisi Statis	Kondisi dinamis
Eksisting	1,288	1,013
DPT + <i>mini pile</i>	1,588	1,167
<i>Sheet pile</i>	1,565	1,175
<i>Soil nailing</i> + <i>shotcrete</i>	1,665	1,264

Berdasarkan hasil analisis dan tabel diatas mengenai nilai stabilitas lereng, terjadi peningkatan nilai faktor keamanan yang cukup signifikan sesudah diberi perkuatan. Nilai faktor aman yang dihasilkan masing-masing kombinasi perkuatan sudah memenuhi nilai yang disyaratkan yaitu diatas 1,5 pada kondisi statis dan 1,1 pada kondisi dinamis. Perkuatan *soil nailing* dengan *shotcrete* memiliki nilai faktor aman yang tertinggi dibanding perkuatan lainnya yaitu sebesar 1,665 pada kondisi statis dan 1,264 pada kondisi dinamis.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, faktor pemicu utama longsor pada area tersebut adalah naiknya muka air tanah akibat limpasan air dari hujan deras yang langsung mengalir ke badan lereng. Selain itu, faktor lain penyebab longsor adalah curamnya geometri lereng, lapisan tanah yang didominasi oleh lempung, dan tidak adanya drainase yang memadai di area tersebut.

Hasil analisis stabilitas kondisi eksisting lereng dengan program HYRCAN menggunakan metode *Morgenstern-Price* menghasilkan nilai SF sebesar 1,288 pada kondisi statis dan 1,013 pada kondisi dinamis. Nilai ini belum memenuhi syarat sehingga perlu diberikan perkuatan. perkuatan dengan nilai SF tertinggi dimiliki oleh perkuatan *soil nailing* dengan *shotcrete*.

Daftar Pustaka

- [1] *Das, B. M.*: Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I, Erlangga, Jakarta, 1995
- [2] *Varnes, D. J.*: Slope Movement Types and Processes, 1978
- [3] *Terzaghi, K.*: Mechanisms of landslides. Geotechnical Society of America, Berkeley, 1950
- [4] *Rijalullah, M., Shida Natul, A., & Shalihah, K.*: Pemetaan Kerentanan Tanah Longsor di Kabupaten Lahat, 2023
- [5] *Mikola, R. G.*: HYRCAN: A Comprehensive Limit Equilibrium Software Package for 2D Slope Stability Analysis, 2023
<https://doi.org/10.22541/au.167533016.65709246/v1>
- [6] *Bowles, J. E.*: Physical and Geotechnical Properties of Soils. Mc-Graw Hill Book Company, New York, 1984
- [7] *Morgenstern, N.R., and Price, V.E.*: The Analysis of the Stability of General Slip Surfaces. Geotechnique, Vol. 15, 1965, pp. 79-93
- [8] *Syah, A., Siregar, A. M., & Wijaya, R. C.*: Debris flow modeling and its mitigation: A case study in Semaka, 2024
<https://doi.org/10.1063/5.0208267>
- [9] *Dedy, D.*: Alternatif Perkuatan Lereng Pada Ruas Jalan Trenggalek-Ponorogo KM 23+650. 2017
- [10] *Iswan, Usman, K., & Karami, M.*: Evaluasi longsor pada lereng di jalur kereta api Tarahan di Provinsi Lampung. REKAYASA: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung, 27(3), 2023, 12-15
<https://doi.org/10.23960/rekrjits.v27i3.82>
- [11] *Firdausi, J. M., Novianto, D., & Purnomo, F.*: Analisa Perbandingan Stabilitas Tanah Dengan Perkuatan Dinding Penahan Tanah Dan Dengan Soil Nailing-Shotcrete Pada Proyek Pintu Air Demangan Surakarta (Vol. 4, Issue 2), 2023
- [12] *Baihaqi Bafandi, A., Ahmad, R., Suroso, P.*: Analisa Stabilitas Sheet Pile Sebagai Perkuatan Tebing Sungai (Studi Kasus: Sungai Karang Mumus Pada Sta 0+040-Sta 0+160 Kota Samarinda), XVI(1), 2024, 27
- [13] *Syah, A., Dani, I., & Erfani, S.*: Kombinasi Metode Kontrol dan Perkuatan untuk Penanganan Longsor (Studi Kasus: Longsor Waikerap, Tanggamus, Lampung), 2020
- [14] *Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga*: Bumeti No.01/MN/B/1983 Manual Pemeriksaan Perkerasan Jalan Dengan Alat Benkelman Beam, 1983
- [15] *Badan Standarisasi Nasional: SNI 8460-2017* Persyaratan Perancangan Geoteknik, Jakarta, 2017