Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi e-ISSN: 2549-4236, p-ISSN: 1411-8939
Lembaga Penellitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Vol 24, No 2 (2024): Juli, 1376-1382
DOI: 10.33087/jiubj.v24i2.5040

Analisis Penggunaan Tanaman Vetiver terhadap Stabilitas Lereng pada Bendungan Way Sekampung

Renanda Okta Sari*, Alfath Zain, Dian Pratiwi
Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia
*Correspondence: renanda_okta_sari@teknokrat.ac.id

Abstrak. Pemasalahan yang terjadi pada bagian sebelah barat As Way Sekampung berpontesi terjadinya kelongsoran. Upaya yang digunakan untuk penanganan perkuatan lereng dengan penanaman tanaman vetiver. Metode penelitian yang digunakan untuk menganalisis lereng menggunakan metode kesetimbangan batas pada irisan bidang gelincir cara Morgenstren-Price dengan bantuan perangkat lunak Geostudio 2023.1.0. SLOPE/W untuk mendapatkan faktor keamanan pada kondisi normal dan pada kondisi beban gempa (*seismic*). Dengan menggunakan beban *seismic* perioda ulang 500 tahun (PE 10% dalam 50 Tahun) dengan nilai *Peak Ground Acceleration* (PGA) untuk daerah genangan Bendungan Way Sekampung sebesar 0.265 g. Pada tanaman vetiver kedalaman akar disimulasikan sesuai dengan kedalaman tanah top soil 0,0 – 0,1 m. Tanah yang ditanami tanaman vetiver mengalami kenaikan nilai kohesi (c) sebesar 74,42% dan penurunan nilai sudut gesek dalam (φ°) sebesar 49,40%. Hasil kesimpulan yang didapat kestabilan lereng kondisi eksisting normal sebesar 4,525 dan pada kondisi perkuatan tanaman vetiver normal faktor keamanan meningkat menjadi 4,529. Kemudian pada kondisi eksisting seismic faktor keamanan sebesar 2,624 dan pada perkuatan tanaman vetiver dengan beban seismic nilai faktor keamanan meningkat menjadi 2,626. Dapat disimpulkan bahwa tanaman vetiver mampu memperkuatan keadaan lereng.

Kata kunci : longsor, lereng, faktor keamanan, tanaman vetiver

Abstract. *Problems that occur in the western part of As Way Sekampung have the potential for landslides to occur. Efforts used to handle slope strengthening by planting vetiver plants. The research method used to analyze slopes uses the limit equilibrium method on slip surface sections using the Morgenstren-Price method with the help of Geostudio 2023.1.0 software. SLOPE/W to get the safety factor under normal conditions and under seismic load conditions. By using a seismic load with a return period of 500 years (PE 10% in 50 years) with a Peak Ground Acceleration (PGA) value for the Way Sekampung Dam inundation area of 0,265 g. In vetiver plants, the root depth is simulated according to the top soil depth of 0,0 – 0,1 m. Soil planted with vetiver plants experienced an increase in the value of cohesion (c) by 74,42% and a decrease in the value of the angle of internal friction (φ°) by 49,40%. The conclusion obtained was that slope stability in normal existing conditions was 4,525 and in normal vetiver plant strengthening conditions the safety factor increased to 4,529. Then, in the existing seismic conditions, the safety factor is 2,624 and in strengthening vetiver plants with seismic loads, the safety factor value increases to 2,626. It can be concluded that vetiver plants are able to strengthen slope conditions.*

Keywords **:** *landslide, slope, safety factor, vetiver plant*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki kondisi fisiografi berupa daerah perbukitan dan pegunungan dengan bentuk morfologi daratan bergelombang dan kemiringan lereng yang tajam hingga terjal, sehingga rentan terhadap gangguan stabilitas lereng (Hamdhan et al. 2020). Permukaan tanah tidak selalu membentuk bidang datar tetapi juga membentuk lereng (*slope*) dengan perbedaan elevasi antara tempat yang satu dengan yang lain (Gabriella et al. 2014). Material yang membentuk lereng menjadi tidak stabil akibat adanya aktivitas penggalian atau timbunan yang mengakibatkan perubahan profil kemiringan lereng dengan peningkatan air tanah, penurunan kuat geser tanah dan adanya getaran yang disebabkan oleh gempa bumi (Saraun & Mandagi 2023). Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi erosi tanah salah satunya longsor yang merupakan bencana alam yang sering terjadi pada lereng alami maupun buatan, kelongsoran lereng terjadi pada saat musim penghujan. Kondisi lereng dengan kemiringan curam dapat mengakibatkan kelongsoran terutama kelongsoran pada lereng jalan yang berbukit dengan mempunyai tingkat bahaya yang dapat menjadi bahan pertimbangan dalam

pekerjaan perkuatan lereng (Kurniawati & Wulandari 2020).

Upaya penanganan longsor dengan perkuatan struktur akan membutuhkan biaya yang cukup mahal dan waktu perencanaan serta pelaksanaan yang cukup lama. Penggunaan sistem *soil bioengineering* sebagai salah satu alternatif untuk mengatasi longsoran (Agustina, 2012). Selain itu, tanaman vetiver dengan nama latin *vetiveria zizanioides* telah digunakan secara luas untuk stabilitas lereng dangkal (Cornelius, 2020). Tanaman vetiver digunakan untuk memenuhi berbagai kebutuhan *ekologis* dan *fitoremediasi* lahan dan air, seperti memperbaiki pencegahan erosi lereng dan memperbaiki lingkungan dengan tanaman. Vetiver memiliki akar serabut yang dapat masuk ke dalam tanah sampai kedalaman 5,2 meter, tanaman vetiver mampu menembus lapisan tanah yang keras hingga ketebalan 15 cm, dan ujung akar dapat menembus lereng yang keras dan berbatu (Hamdhan et al. 2020).

Kekuatan tarik akar vetiver berkisar antara 40-180 MPa. Kekuatan tarik rata-rata vetiver adalah 75 MPa setara dengan seperenam baja ringan yang menunjukkan bahwa akar vetiver sangat kuat untuk mendorong akar di lereng yang curam (Truong & Loch, 2004). Dengan kemampuan menembus lapisan keras atau tanah bebatuan (*rock*), akar vetiver bekerja sebagai paku tanah yang hidup (*living soil nais*), namun vetiver bukan pengganti bangunan struktur, tetapi berfungsi sebagai pendukung dalam kondisi ekstrim, vetiver juga dapat digunakan bersamaan dengan bangunan struktur (Noor et al., 2011). Pada penelitian sebelumnya dua parameter utama c akar (C_R) dan kedalaman akar (h_R) telah digunakan untuk menganalisis dampak vegetasi pada stabilitas lereng melalui metode elemen hingga. Kedalaman akar divariasikan menjadi 3, yaitu sepanjang 1 meter, 2 meter, dan 3 meter. Hasil yang terjadi kenaikan nilai faktor keamanan untuk kedua kondisi pemodelan, nilai faktor keamanan tertinggi mencapai kedalaman akar sepanjang 3 meter. Ini menunjukkan bawah vegetasi memanikan peran penting dalam menstabilkan lereng yang dangkal dan mempengaruhi stabilitas lereng (Chok et al., 2004).

Pemasalahan yang terjadi pada bagian sebelah timur bendungan AS way sekampung adalah berpontesi terjadinya kelongsoran. Sehingga diperlukan analisis untuk mengetahui faktor keamanan lereng dan upaya yang digunakan untuk penanganan lereng tersebut. Pada masalah ini akan membahas stabilitas lereng dengan perkuatan akar vetiver untuk mendapatkan faktor keamanan yang cukup aman dalam keadaan eksisting dan apabila lereng tersebut ditanamani dengan perkuatan tanamana vetiver. Parameter tanah yang digunakan untuk menganalisa stabilitas lereng antara lain berat volume tanah, sudut geser tanah saat kondisi derajat jenuh 75%, dan nilai kohesi saat kondisi derajat jenuh 75%. Data tersebut di didapat dari data eksisting tanah (Ardiansyah 2023).

Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan analisis terhadap kestabilan lereng dengan perkuatan tanaman vetiver sesuai kedalaman akar vetiver yang menembus tanah serta dapat menghasilkan nilai faktor keamaan pada kondisi lereng normal dan kondisi lereng jika terdapat beban gempa (*seismic*) menggunakan perangkat lunak Geostudio 2023.1.0. SLOPE/W dan diharapkan dapat menghasilkan faktor keamanan yang aman.

METODE

Lokasi penelitian terletak di Banjarejo bagian sebelah barat dari As Bendungan Way Sekampung. Data yang di dapatkan untuk menganalisis kestabilan lereng berasal dari data sekunder yang telah diperoleh dari studi literatur (BBWS Mesuji Sekampung, 2019), berupa data parameter tanah, elevasi muka air tanah, dan nilai PGA dengan 500 tahun. Adapun data-data tersebut, diantaranya: (a) stratigrafi penampang lereng Banjar Rejo terdiri atas tiga litologi, yaitu bagian atas terdapat lapisan tanah *Top Soil* dan tanah lanau-lempung pasiran dengan tebal lapisan bervariasi antara 1,5-4 meter.



Sumber: *Google Earth*, (2015)

Gambar 1
Lokasi Penelitian Bendungan Way Sekampung

Tabel 1
Parameter Material Lereng

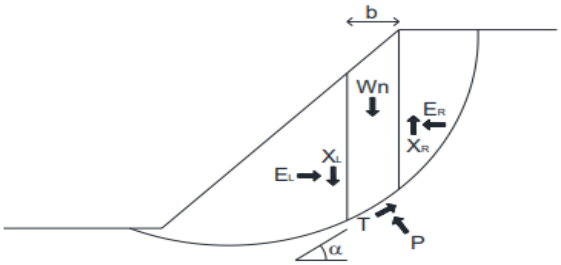
Property	*Top Soil*	Kuarsit Lapuk	Sekis Lapuk	Kaursit Lapuk 2	Kaursit Lapuk 3
Color					
Strength Type	Mohr-Coulomb	Generalised Hoek-Brown	Generalised Hoek-Brown	Generalised Hoek-Brown	Generalised Hoek-Brown
Unsaturated Unit Weight (kN/m3)	20	15.32	19.46	15.32	15.32
Saturated Unit Weight (kN/m3)	21	18.46	21.26	18.46	18.46
Cohesion (kPa)	25				
Friction Angle (deg)	35				
Uniconfined Compressive Strength (intact) (kPa)		882.6	5610.69	2000	5200
Parameter mb		3.35354	1.67677	3.35354	3.35354
Parameter s		0.00386597	0.00386597	0.00386597	0.00386597
Parameter a		0.505734	0.505734	0.505734	0.505734
Water Surface	Water table	Water table	Water table	Water table	Water table
Hu Value	1	1	1	1	1

Sumber: (BBWS Mesuji Sekampung, 2019)

1. *Top soil*
   Lapisan tanah paling atas di permukaan tanah, yang mengandung bahan organik, nutrisi, dan mikroorganisme yang mendukung pertumbuhan tanaman.
2. Tanah lanau – lempung
   Tanah lanau -lampung memiliki kandungan lanau yang tinggi, memiliki tekstur tanah yang halus serta butiran yang kecil, memiliki kandungan mineral yang kaya sehingga menambahkan potensi kesuburan yang tinggi.
3. Kuarsit
   Batuan ini terdapat di kiri, di bawah dasar sungai dan di kanan sungai, merupakan batuan dasar (basement) berumur *Pre Tersier*. Sifat fisik berwarna putih kemerahan dalam kondisi segar, berwarna coklat kemerahan dalam kondisi lapuk, massif, kompak, keras., banyak terdapat kekar-kekar (*jointed*) dengan interval antara 5 cm sampai 30 cm. Klasifikasi batuan antara CL sampai CM
4. Sekis
   Dijumpai pada bagian paling bawah, posisi batuan selang seling dengan kwarsit. Berwarna abu-abu keputihan dalam kondisi segar, berwarna coklat keputihan dalam kondisi lapuk, memperlihatkan bidang belahan (*schistocity*), secara kesatuan keras, kadang-kadang terdapat mineral mika, banyak terdapat kekar-kekar (*jointed*), keras, kompak. Klasifikasi batuan CL sampai CM.

Parameter elevasi muka air tanah di peroleh dengan ketinggian MAT lereng dari Fluktuasi pada uji lapangan. Berdasarkan dengan panduan SNI 8617-2017 Tentang *"Persyaratan perancangan geoteknik"*, beban *seismic* gempa yang digunakan untuk menganalis kestabilan lereng dengan gempa perioda ulang 500 tahun (PE 10% dalam 50 Tahun). Berdasarkan Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia 2017 (PUSGEN, 2017), nilai *peak ground acceleration* (PGA) untuk daerah genangan bendungan Way Sekampung sebesar 0,265 g.

Analisis data yang digunakan adalah metode kesetimbangan batas pada irisan bidang gelincir cara Morgenstren-Price.



Sumber: Gideon, dkk.(2017)

Gambar 2
Gaya yang bekerja pada irisan

Metode Morgenstren-Price merupakan metode yang berdasarkan prinsip kesetimbangan batas pada tahun 1965 dimana proses analisis hasil dari kesetimbangan setiap gaya-gaya normal dan momen yang bekerja pada tiap irisan dari bidang kelongsoran lereng tersebut. Pada metode ini dilakukan asumsi penyederhanaan untuk menunjukan hubungan antara gaya geser sekitar irisan (x) dan gaya normal di sekitar irisan (E) dengan persamaan (Takwin & Rondonuwu, 2017).

$X = \lambda.f(x).E$

Gaya-gaya yang bekerja pada tiap irisan bidang kelongsoran seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 dengan persamaan:

$$N = \frac{[Wn-(X_R-X_L)-\frac{1}{F}(c'(\sin\alpha-u\ \tan\theta'\ \sin\alpha))]}{\cos\alpha(1+\tan\alpha\frac{\tan\theta'}{F})}$$

Dimana: N = Gaya normal (kN); c' = Kohesi (kN/m²); Wn = Gaya akibat beban tanah ke-n (kN); α = Sudut antara titik tengah bidang irisan dengan titik pusat busur bidang longsor (˚); θ' = Sudut geser dalam tanah (jika dalam kondisi *undrained* nilai sudut geser 0) (˚); u = Tekanan

air pori (kN/m²); $X_R - X_L$= Gaya gesek yang bekerja di tepi irisan (kN)

Pada metode analisis faktor keamanan menggunakan dua prinsip yaitu kesetimbangan gaya (F_f) dan kesetimbangan momen (F_m).
Faktor keamanan prinsip kesetimbangan gaya:

$$F_t = \frac{\sum (c + (N-u)\tan\theta)\cos\alpha}{\sum N \sin\alpha}$$

Faktor keamanan prinsip kesetimbangan momen:

$$F_m = \frac{\sum (c + (N-u)\tan\theta)}{\sum W \sin\alpha}$$

Analisa stabilitas lereng tanah pada permukaan miring disebut stabilitas lereng, dalam menentukan kestabilan lereng dikenal dengan istilah faktor keamanan (*factor of safety)* yang merupakan perbandingan antara gaya penahan terhadap gaya penggerak yang secara matematis (Sari, 2021). Rumus perhitungan yang mendefinisian Faktor Kesetimbangan (FK atau *Safety Factor/* SF) dari lereng dengan menghitng rasio atau perbandingan antara *shar strength* kumulatif terhadap *maximum shear stress* kumlatif dengan perhitungan sebagai berikut:

Safety Factor (SF) $\frac{\tau_f}{\tau_m}$

Dimana: FS = Faktor keamanan; τ_f = *shear strength* kumulatif; τ_m = *maximum shear stress* kumulatif

Kalkulasi *shear strength* kumulatif dan *maximum shear stress* kumulatif diperoleh melalui:

τ_f = c + γ*H*$cos^2\beta$*tan θ

τ_m = γ*H*cos β*sin β

Dimana: c = Kohesi tanah (kN/m^2); γ = Densitas tanah (kg/m^3); H = Kedalaman tanah (m); β = Kemiringan lereng (derajat); Φ = Sudut geser dalam (derajat)

Faktor keamanaan (FK) suatu lereng menggunakan nilai rata-rata kuat geser tanah/batuan sepanjang bidang keruntuhan krisisnya terhadap beban yang diterima lereng di sepanjang bidang keruntuhan. Nilai faktor keamanan yang sesuai dengan bidang keruntuhanya juga perlu mempertimbngkan akibat timbulnya, yaitu korban jiwa atau kehilangan secara ekonimis. Mengacu kepada Pd T-09-2005-B Tentang Rekayasa penanganan keruntuhan lereng pada tanah residual dan batuan untuk menentukan faktor keamanan yang digunakan (Deppu RI, 2005).

Tabel. 2
Rekomendasi nilai FK untuk lereng

Resiko ekonomis \ Risiko kehilangan nyawa manusia		Rekomendasi nilai faktor keamanan terhadap resiko kehilangan nyawa manusia		
		Tak diperhatikan	Rendah	Tinggi
Rekomendasi nilai faktor keam	Diabaikan	1.1	1.2	1.5
	Rendah	1.2	1.2	1.5
	Tinggi	1.4	1.4	1.5

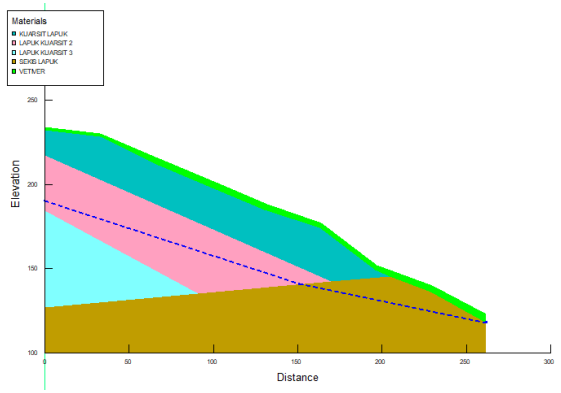
Sumber: KemenPU, 2005).

Untuk keamanan lereng normal diberikan faktor keamana lereng minimal sebesar FK = 1,5 dalam analisis ini, sementara untuk skenario analisis kestabilan lereng yang dikenakan beban gempa (*seismic*) diberikan faktor keamaan lereng minimal sebesar FK = 1,1 sesuai dengan panduan SNI 8460:2007 Tentang Persyaratan perancangan geoteknik (Asrurifak dkk 2018). Pemodelan analisis kestabilan lereng pada daerah Banjarejo yang telah di analisis dengan bantuan perangkat lunak Geostudio dengan program SLOPE/W pendekatan dengan metode kesetimbangan batas irisan pada bidang gelincir menggunakan metode Morgenstrain-Price. Pada tanaman vetiver kedalaman akar vetiver disimulasikan sesuai dengan kedalaman tanah top soil 0,0 – 0,1 m. Pada tanah yang ditanami tanaman vetiver mengalami kenaikan nilai kohesi (c) sebesar 74,42% dan penurunan nilai sudut geser dalam (ϕ^0) sebesar 49,40%.

Tabel 3
Parameter tanaman vetiver

Parameter Tanah	Tanah Top Soil	Tanah Top Soil + Akar
Nilai Kohesi (C)	25	43,61
Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ^0)	35	17,71

sumber: data olahan

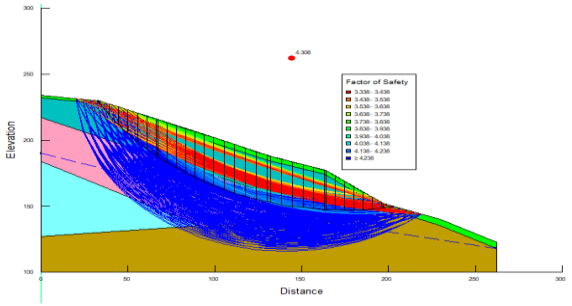


sumber: data olahan

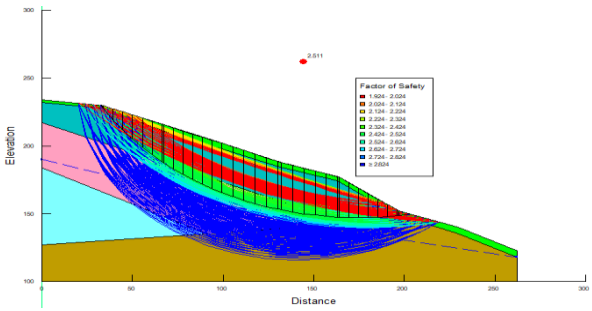
Gambar 3
Pemodelan Dengan Tanaman Vetiver

HASIL

Hasil analisis kestabilan lereng pada keadaan normal dengan kondisi eksisting dan penambahan perkuatan tanah menggunakan tanaman vetiver. Pada kondisi normal dan terdapat beban *seismic*.



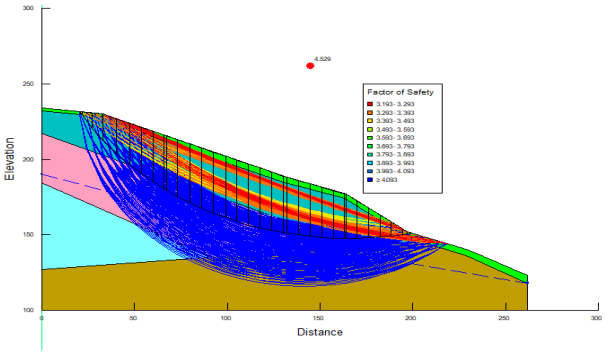
(a)



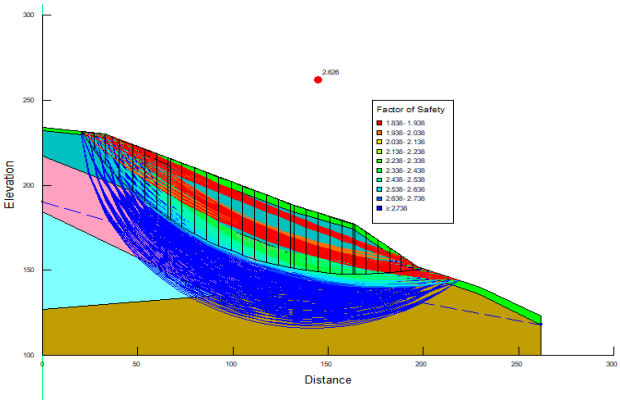
(b)

Sumber: data olahan

Gambar 4
Hasil stabilitas lereng dengan kondisi eksisting (a) kondisi normal (b) kondisi *seismic*



(a)



(b)

Sumber: data olahan

Gambar 5
Hasil stabilitas lereng menggunakan tanaman vetiver (a) kondisi normal (b) kondisi *Seismic*

Tabel 4
Hasil rekapitulasi nilai faktor keamanan lereng

Kondisi		Faktor Keamanan Izin	Hasil Faktor Keamanan	Keterangan
Tanpa Vetiver	Normal	1,5	4,525	Aman
	Seismic	1,1	2,624	Aman
Menggunakan Vetiver	Normal	1,5	4,529	Aman
	Seismic	1,1	2,626	Aman

Sumber: data olahan

Hasil rekapitulasi pada Tabel 4 menunjukkan bawah analisis dengan metode Morgenstren-Price lereng dengan kondisi eksisting dan perkuatan tanaman vetiver tersebut dalam kondisi aman karena dapat dilihat dari nilai faktor keamanan izin. Dan dengan adanya penerapan tanaman vetiver faktor keamanan mengalami peningkatan pada kondisi eksisting maupun pada beban *seismic*. Hal ini dapat disimpulkan bahwa tanaman vetiver mampu memperkuat kestablian lereng pada bagian Barat dari As Bendungan Way Sekampung.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kestabilan lereng menggunakan simulasi perangkat lunak Geostudio 2023.1.0. Didapatkan hasil dari kondisi eksisting normal sebesar 4,525 dan pada kondisi perkuatan tanaman vetiver normal faktor keamanan meningkat menjadi 4,529. Kemudian pada kondisi eksisting *seismic* faktor keamanan sebesar 2,624 dan pada perkuatan tanaman vetiver dengan beban *seismic* nilai faktor keamanan meningkat menjadi 2,626. Disimpulkan bahwa tanaman vetiver mampu memperkuatan keadaan lereng pada daerah bagian Barat dari As Bendungan Way Sekampung.

DAFTAR PUSTAKA

Ardiansyah, M. R. 2023. Analisa Stabilitas Lereng Dengan Menggunakan Software GeoStudio 2023 Pada Lereng Aliran Sungai Brantas di Wilayah Permukiman Wringinanom Gresik. *Jurnal Vokasi Teknik Sipil*, *1*(1), 127-132.

Asrurifak, M. 2018. *Laporan Progres Revisi SNI 1726:2012 – Sub-Struktur*. Rapat Teknis Sub-Struktur 23 Mei 2018, Jakarta.

BBWS Mesuji Sekampung, 2019, *Laporan Studi Longsoran Pada Daerah Genangan Bendungan Way Sekampung*

Chok, Y., Kaggwa, G., Jaksa, M., & Griffiths, D. 2004. *Modelling the effects of vegetation on stability of slopes.*

Cornelius Dwi Hartono Tumbel, Steeva G. Rondonuwu, Roski R. I. Legrans. 2020. Analisa Kestabilan Lereng Perkuatan Rumput Vetiver Kasus Daerah Rawan Longsor Winangun Dua. *TEKNO*, 17.

Depeartemen Pekerjaan Umum (Deppu) RI, 2005. Pedoman Konstruksi dan Bangunan: Rekayasa Penanganan Keruntuhan Lereng Pada Tanah Residual dan Batuan.

Gabriella, Violetta, Margaretha Pangemanan, A E Turangan, and O B A Sompie. 2014. Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Fellenius (Studi Kasus: Kawasan Citraland). *Jurnal Sipil Statik*, 2(1), 37–46.

Hamdhan, Indra Noer, Desti Santi Pratiwi, Rizka Adisya, and Kamila Rahmah. 2020. Analisis Stabilitas Pada Lereng Dengan Perkuatan Tanaman Vetiver Menggunakan Metode Elemen Hingga 3D. *Media Komunikasi Teknik Sipil*

Agustina, D. H. 2012. Soil Bioengineering Sebagai Alternatif Metoda Stabilisasi Longsoran. *Jurnal Dimensi*, 1(1).

Kurniawati, Putri, and Sri Wulandari. 2020. Analisis Pengaruh Tanaman Vetiver Terhadap Stabilitas Lereng.

Noor, A., Vahlevi, J., & Rozi, F. 2011. Stabilisasi Lereng untuk Pengendalian Erosi dengan Soil Bioengineering Menggunakan Akar Rumput Vetiver. *Poros Teknik*, 3(2).

Sari, S. 2021. Studi Penggunaan Rumput Vetiver sebagai Perkuatan Lereng Timbunan Sampah pada Closed Landfill, *Doctoral dissertation*, Universitas Hasanuddin.

Saraun, Virginia G, Fabian J Manoppo, and Agnes T Mandagi. 2023. Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Aplikasi Google Earth Dan PLAXIS 3D.

Takwin, G. A., Turangan, A. E., & Rondonuwu, S. G. 2017. Analisis Kestabilan Lereng

Metode Morgenstern-Price (Studi Kasus: Diamond Hill Citraland). *TEKNO*, *15*(67).

Truong, P., & Loch, R. 2004. Vetiver system for erosion and sediment control. *Proceeding of 13th international soil conservation organization conference*, 1-6.