

ANALISIS KESTABILITAN LERENG AKIBAT PENGARUH PERUBAHAN KADAR AIR TANAH DENGAN MEMPERGUNAKAN PERANGKAT LUNAK APLIKASI GEOSTUDIO

(Studi Kasus : Lereng Padang Mangatas Payakumbuh)

Nofrizal^{1*}, Ronaldo Saputra², Deo febrian³

Dosen Intitut Teknologi Padang¹, Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Padang², Mahasiswa Teknik Sipil, Institut Teknologi Padang³
Email Koresponden :nofrizal @itp.ac.id^{1*}

Abstrak: Analisis stabilitas lereng mempunyai peran yang sangat penting pada perencanaan kontruksi – kontruksi sipil. Lereng yang tidak stabil sangatlah berbahaya terhadap lingkungan sekitarnya, oleh sebab itu analisis stabilitas lereng sangat diperlukan. Ukuran kestabilan lereng diketahui dengan menghitung besarnya faktor keamanan. Di mana hasil hitung analisis stabilitas lereng dipengaruhi banyak faktor, banyaknya faktor tersebut yang membuat perhitungan tidak mudah. Faktor-faktor tersebut misalnya, kondisi tanah berlapis-lapis, kuat geser tanah yang anisotropis, aliran rembesan air dalam tanah dan lain-lain. Adapun tujuan dari penelitian adalah untuk menganalisis faktor keamanan lereng. dapatkan diambil kesimpulan bahwa Berdasarkan hasil perhitungan *safety factor* pada kondisi lereng Padang Mangatas, Kecamatan Luak, Kabupaten Lima Puluh Kota dengan menggunakan cara manual metode *Bishop* didapatkan nilai 2.602 dengan kemiringan sudut 60°, pada kemiringan susut 30° dan 45° didapatkan nilai *safety faktor* yaitu 4.10° dan 3.13°. nilai ini membuktikan bahwa sudut kemiringan mempengaruhi nilai *safety factor*, yang mana semakin kecil sudut kemiringan lereng maka semakin besar nilai *safety factor* yang didapatkan. Begitu juga sebaliknya semakin besar sudut kemiringan lereng maka semakin kecil pula nilai *safety factor* yang di dapatkan. Perhitungan analisis nilai *safety factor* pada kondisi lereng Padang Manggatas sudut 60° menggunakan *software* Bishop didapatkan nilai tidak jauh beda dengan hasil perhitungan manual menggunakan metode Bishop yaitu 2.602, begitu juga pada sudut kemiringan 30° dan 45° didapatkan nilai *safety factor* 3.72 dan 3.151. Berdasarkan hasil perhitungan *safety factor* menggunakan cara manual metode Bishop dan menggunakan *software* Slope pada sudut kemiringan lereng 60° didapatkan nilai *safety factor* >1.5, maka dapat disimpulkan bahwa kondisi lereng stabil.

Kata kunci: analisa stabilitas lereng, *safety factor*, metode bishop, *software* slope

Abstract: *Slope stability analysis has a very important role in planning civil constructions. Unstable slopes are very dangerous for the surrounding environment, therefore slope stability analysis is very necessary. The measure of slope stability is known by calculating the size of the safety factor. Where the results of slope stability analysis calculations are influenced by many factors, the large number of factors makes the calculations not easy. These factors include, for example, the condition of the soil in layers, anisotropic shear strength of the soil, flow of water seepage in the soil and so on. The aim of the research is to analyze slope safety factors. The conclusion was drawn that based on the results of the safety factor calculation on the slope conditions of Padang Manggatas, Luak District, Limapuluh Kota Regency using the manual Bishop method, a value of 2.602 was obtained with a slope angle of 60°, at a loss slope of 30° and 45° the safety factor values were obtained, namely 4.10° and 3.13°. This value proves that the slope angle affects the safety factor value, where the smaller the slope angle, the greater the safety factor value obtained. Likewise, the greater the slope angle, the smaller the safety factor value obtained. Calculation of the safety factor value analysis on the slope conditions of Padang Manggatas at an angle of 60° using Bishop software, the value was not much different from the results of manual calculations using the Bishop method, namely 2.602, likewise at slope angles of 30° and 45° the safety factor values were 3.72 and 3.151. Based on*

the results of the safety factor calculation using the Bishop method manually and using Slope software at a slope angle of 60° , the safety factor value was >1.5 , it can be concluded that the slope condition is stable.

Key words: slope stability analysis, safety factors, bishop method, slope software

A. Pendahuluan

Permukaan tanah tidak selalu membentuk bidang datar atau mempunyai perbedaan elevasi antara tempat yang satu dengan yang lain. sehingga membentuk suatu lereng slope. Lereng merupakan suatu kondisi topografi yang banyak dijumpai pada berbagai pekerjaan konstruksi sipil. Lereng dapat terjadi secara alami maupun sengaja dibuat oleh manusia dengan tujuan tertentu. Longsoran merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi pada lereng – lereng alami maupun buatan. Kelongsoran lereng kebanyakan terjadi pada saat musim penghujan. Itu terjadi akibat peningkatan tekanan air pori pada lereng. Hal ini berakibat pada terjadinya penurunan kuat geser tanah c dan sudut geser dalam ϕ yang selanjutnya menyebabkan kelongsoran (Pangemanan et al., 2014). Analisis stabilitas lereng mempunyai peran yang sangat penting pada perencanaan konstruksi – konstruksi sipil. Lereng yang tidak stabil sangatlah berbahaya terhadap lingkungan sekitarnya, oleh sebab itu analisis stabilitas lereng sangat diperlukan. Ukuran kestabilan lereng diketahui dengan menghitung besarnya faktor keamanan. Di mana hasil hitung analisis stabilitas lereng dipengaruhi banyak faktor, banyaknya faktor tersebut yang membuat perhitungan tidak mudah. Faktor-faktor tersebut misalnya, kondisi tanah berlapis-lapis, kuat geser tanah yang anisotropis, aliran rembesan air dalam tanah dan lain-lain (Pangemanan et al., 2014). Kegagalan lereng di daerah tropis, umumnya dipicu oleh hujan deras yang berkepanjangan selama musim hujan. Mekanisme dari keruntuhan lereng adalah sebagai berikut: infiltrasi curah hujan yang berkepanjangan mengurangi kohesi tanah yang pada gilirannya menurunkan kekuatan geser tanah, dan selanjutnya memicu keruntuhan lereng (Lee et al., 2009). Dengan demikian, dalam menganalisis kestabilan lereng, selain geometri lereng, perlu dipertimbangkan karakteristik curah hujan dan sifat tanah pembentuk lereng, dalam hal ini kemampuan tanah menyerap air dan mengalirkan air.

Untuk mencegah terjadinya longsor tersebut perlu dilakukan analisis kestabilan lereng yaitu dengan menentukan faktor keamanan dari lereng tersebut. Faktor keamanan lereng perlu diketahui untuk memastikan apakah lereng tersebut aman bagi aktivitas masyarakat di sekitar lereng tersebut. Jika lereng diketahui dalam keadaan kurang aman maka perlu dilakukan analisis kembali tentang bagaimana menentukan perkuatan terhadap lereng ataupun geometri yang sesuai dengan lereng tersebut. Selain itu analisis terhadap jenis potensi longsor yang terjadi juga perlu dilakukan untuk menentukan rencana pengendalian sebelum longsor tersebut terjadi.

B. Metode Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah di Kota Payakumbuh, Padang Mangatas, Provinsi Sumatera Barat. Daerah ini daerah dengan kontur tanah yang miring sebagaimana yang dijelaskan pada gambar berikut dibawah ini.



Gambar 1. Kemiringan lereng padang manggatas

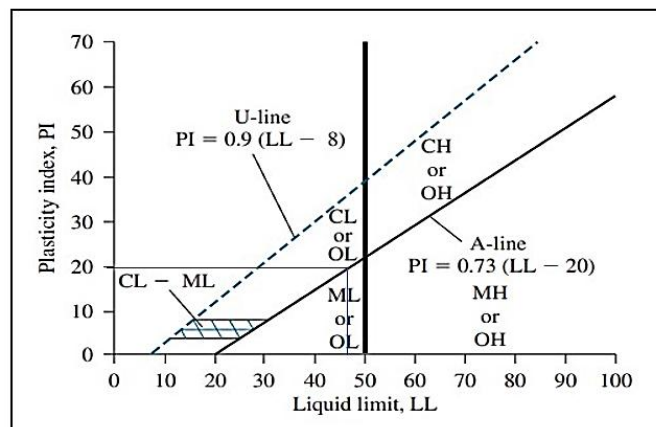
Dalam penelitian ini metode yang dipakai adalah metode analisis laboratorium dengan mengambil sampel data sekunder dari lapangan, yaitu dari daerah rawan longsor, diambil dari daerah lereng wilayah perternakan Padang Mengatas Payahkumbuh, dengan skenario atau tahapan – tahapan sebagai berikut: Penelitian ini difokuskan untuk mengkaji mekanisme keruntuhan lereng, dan mencari nilai factor keamanan dari geometri lereng untuk tanah dasar lempung berlanau dan lempung berpasir akibat pengaruh intensitas hujan dan durasi hujan. Dalam skenario penelitiannya dirancang menjadi beberapa tahapan yaitu : Pengujian propretis tanah dasar, tingkat aliran curah hujan kritis, dan rembesan air pada lapisan tanah pada bentuk geometri potongan lereng.

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan semua informasi penelitian yang berguna dalam menganalisis suatu kegagalan lereng pada lokasi penelitian. Dalam penelitian ini kami menggunakan data sekunder berupa data Peta Topografi dan data curah hujan yang di dapat dari Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air (PSDA) Provinsi Sumatera Barat dan data parameter tanah, yang di dapat dari Dinas Peternakan Sapi di Padang Manggatas.

Data yang telah terkumpul kemudian dianalisis sehingga didapatkan kesimpulan tentang faktor keamanan lereng. Adapun tahap pengolahan data yang dilakukan dengan Aplikasi Geostudio.

C. Hasil Dan Diskusi

Pengklasifikasi tanah bertujuan untuk mengetahui jenis tanah berdasarkan sifat fisis dan mekanis yang dikandung didalamnya. Untuk PI nya 21.870 %, untuk PL nya 28.050 %, dan untuk LL 49.92 %. Pengklasifikasi tanah ini berdasarkan sistem USCS yang dapat kita lihat pada grafik dibawah ini.



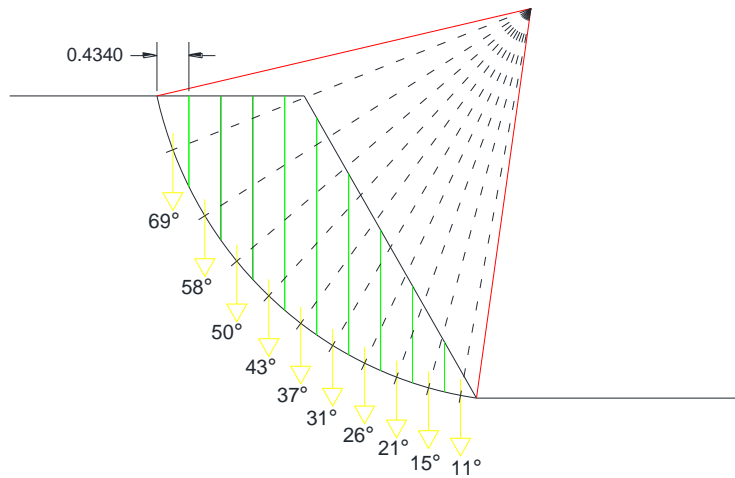
Gambar 2. Grafik Klasifikasi tanah asli Berdasarkan Sistem USCS

(Sumber : Braja M. Das, *Principles of Geotechnical Engineering 9th Edition*, 2019)

Berdasarkan dari tabel klasifikasi tanah dengan menggunakan klasifikasi USCS dapat diketahui bahwa untuk tanah yang di Padang Mangatas pada sampel tanah bagian atas dan tanah bagian bawah termasuk kedalam kelompok Lempung organik (OL).

Perhitungan stabilitas lereng secara manual menggunakan Metode bishop

Analisis kestabilan lereng tanpa perkuatan dilakukan pada stabilitas terhadap kelongsoran lereng. Dengan berdasarkan metode Bishop didapatkan nilai keamanan lereng, kemudian nantinya hasil perhitungan manual menggunakan metode Bishop ini dibandingkan dengan perhitungan menggunakan software Bishop. Contoh perhitungn yang digunakan dalam analisis ini yaitu 3 variasi sudut kemiringan lereng, yaitu pada sudut 60°, 45°, 30°, yang terlihat pada Gambar 3. pembagian pias pada lereng sudut kemiringan 60°.



Gambar 3. Pembagian pias pada lereng (metode bishop)

Rumus menentukan faktor keamanan pada lereng menggunakan metode bishop secara manual yaitu.

$$fs = \frac{\sum_{n=1}^{n=p} (c.bn + Wn.tan\phi) \frac{1}{m\alpha_n}}{\sum_{n=1}^{n=p} Wn.sin\alpha_n} \dots \dots \dots (1)$$

Perhitungan di atas merupakan salah satu contoh perhitungan untuk menentukan faktor keamanan lereng yang pertama. Perhitungan selengkapnya untuk sudut kemiringan lereng 60° dapat dilihat pada Tabel 1. dibawah ini:

Tabel 1. Perhitungan Bishop secara manual sudut kemiringan 60°.

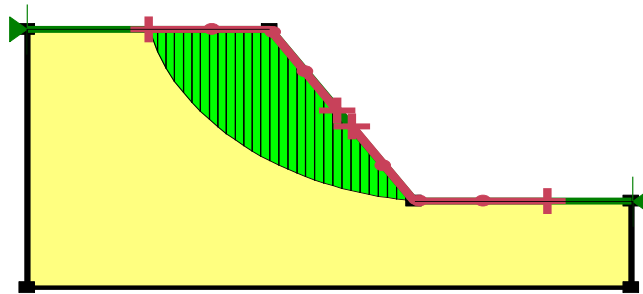
METODE BISHOP															
FS Ruas kiri	Irisan Nomor	C	φ	Wn (kN/m)	αn (°)	Sin αn	Cos αn	bn	tan φ	Wn Sin αn	Wn.tan φ	C.bn	FS Ruas kanan	mαn	(C.bn + Wn.tanφ)*1/mαn
2.56	1	16.573	30.478	3.647	69	0.934	0.358	0.434	0.589	3.405	2.146	7.193	2.56	0.57299	16.298
	2	16.573	30.478	8.726	58	0.848	0.530	0.434	0.589	7.400	5.135	7.193	2.56	0.72488	17.007
	3	16.573	30.478	12.101	50	0.766	0.643	0.434	0.589	9.270	7.122	7.193	2.56	0.8189	17.480
	4	16.573	30.478	14.634	43	0.682	0.731	0.434	0.589	9.981	8.613	7.193	2.56	0.88814	17.796
	5	16.573	30.478	16.380	37	0.602	0.799	0.434	0.589	9.858	9.640	7.193	2.56	0.93699	17.965
	6	16.573	30.478	14.653	31	0.515	0.857	0.434	0.589	7.547	8.624	7.193	2.56	0.97557	16.213
	7	16.573	30.478	11.743	26	0.438	0.899	0.434	0.589	5.148	6.911	7.193	2.56	0.99957	14.110
	8	16.573	30.478	8.748	21	0.358	0.934	0.434	0.589	3.135	5.148	7.193	2.56	1.01597	12.147
	9	16.573	30.478	5.411	15	0.259	0.966	0.434	0.589	1.400	3.184	7.193	2.56	1.02543	10.120
	10	16.573	30.478	1.848	11	0.191	0.982	0.434	0.589	0.353	1.088	7.193	2.56	1.02549	8.075
				JUMLAH						57.495					147.210

Dengan menggunakan metode Bishop untuk menghitung faktor keamanan secara manual pada sudut kemiringan 60°, hasilnya adalah 2.56 > 1,25.

Perhitungan Stabilitas lereng menggunakan Software Geo slope

Selain dilakukan perhitungan manual menggunakan metode Bishop secara manual, juga dilakukan perhitungan menggunakan Geo Slope/W 2012 gunanya untuk mengevaluasi perhitungan secara manual dan program Komputer.

2.602



Gambar 4. Gambar analisa stabilitas lereng

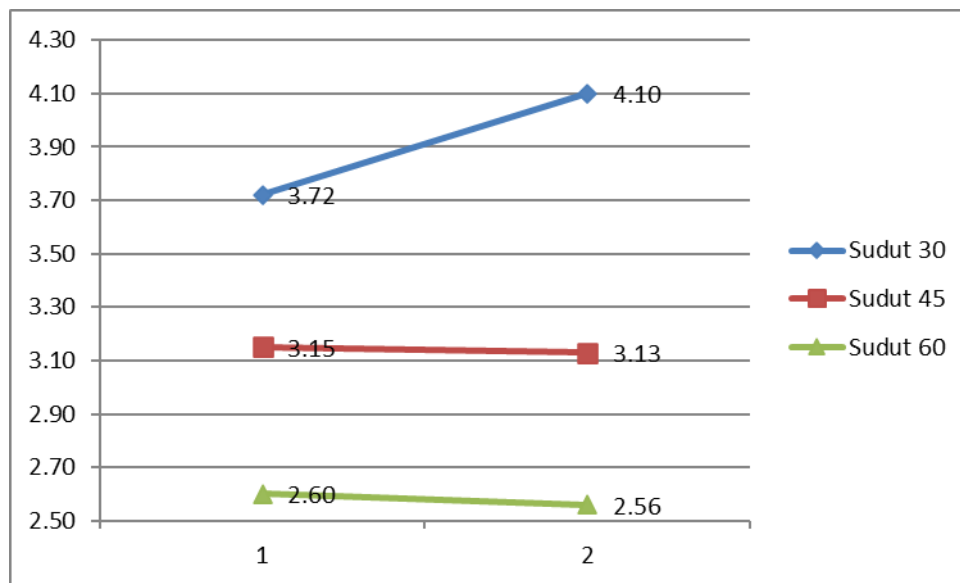
Dari hasil SLOPE/W 2012 di dapatkan nilai faktor keamanan $F = 2.602$. Setelah dilakukan perhitungan ulang nilai faktor keamanan baik menggunakan metode Bishop maupun SLOPE/W 2012 kondisi lereng tetap stabil dimana nilai F lebih besar dari 1.25.

Resume Nilai Faktor Keamaan

Berikut hasil dari resume nilai faktor keamanan berdasarkan sudut lereng sebagai berikut:

Tabel 2. Nilai faktor keamanan sesuai sudut geometri lereng

No	Sudut30°	Sudut45°	Sudut 60 °
1	3.72	3.151	2.602
2	4.10	3.13	2.56



Gambar 5. Nilai faktor keamanan berdasarkan sudut lereng

Pembahasan

Setelah dilakukan analisis penulis dapat menyimpulkan bahwa lereng yang ada di Padang Manggatas merupakan lereng alam. Ada beberapa faktor yang bisa membuat lereng tersebut longsor yaitu:

1. Bentuk geometris penampang lereng (misalnya tinggi lereng dan kemiringan lereng).
2. Penambahan kadar air (misalnya rembesan air atau infiltrasi hujan)

3. Berat dan distribusi beban
4. Getaran atau gempa
5. Semakin tinggi kadar air tanah, maka konsistensi tanah semakin akan menurun, maka potensi kegagalan lereng semakin tinggi
6. Bila nilai kadar air tanah mendekati atau melebihi nilai likuid limit, maka tanah lereng akan menjadi cair, maka akan tanah akan berpotensi mengalami pergerakan dalam bentuk kelongsoran

Sudut kemiringan lereng sangatlah mempengaruhi kestabilan lereng. Dapat dilihat dari hasil perhitungan menggunakan metode Bishop secara manual dan Geoslope menunjukkan nilai faktor keamanan dari lereng dikawasan padang manggatas 2.602, berarti lereng di kawasan tersebut dalam keadaan stabil karena memiliki faktor keamanan > 1.25 .

D. Penutup

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Berdasarkan hasil perhitungan *safety factor* pada kondisi lereng Padang Manggatas, Kecamatan Luak, Kabupaten Lima Puluh Kota dengan menggunakan cara manual metode *Bishop* didapatkan nilai 2.602 dengan kemiringan sudut 60° , pada kemiringan sudut 30° dan 45° didapatkan nilai *safety factor* yaitu 4.10° dan 3.13° . nilai ini membuktikan bahwa sudut kemiringan mempengaruhi nilai *safety factor*, yang mana semakin kecil sudut kemiringan lereng maka semakin besar nilai *safety factor* yang didapatkan. Begitu juga sebaliknya semakin besar sudut kemiringan lereng maka semakin kecil pula nilai *safety factor* yang di dapatkan.

Perhitungan analisis nilai *safety factor* pada kondisi lereng Padang Manggatas sudut 60° menggunakan *software* Bishop didapatkan nilai tidak jauh beda dengan hasil perhitungan manual menggunakan metode Bishop yaitu 2.602, begitu juga pada sudut kemiringan 30° dan 45° didapatkan nilai *safety factor* 3.72 dan 3.151.

Berdasarkan hasil perhitungan *safety factor* menggunakan cara manual metode Bishop dan menggunakan *software* Slope pada sudut kemiringan lereng 60° didapatkan nilai *safety factor* > 1.5 , maka dapat disimpulkan bahwa kondisi lereng stabil.

Daftar Pustaka

- Aisah, E., Gofar, N., 2022. Studi Pengaruh Curah Hujan Terhadap Stabilitas Lereng Menggunakan Program Perisi. JRS-Unand 18, 133. <https://doi.org/10.25077/jrs.18.2.133-147.2022>
- Ardiansyah, M.R., 2023. Analisa Stabilitas Lereng Dengan Menggunakan Software Geostudio 2023 Pada Lereng Aliran Sungai Brantas Di Wilayah Permukiman Wringinanom Gresik 1.
- Bishop, A., 1955. The Use Of Slip Surface In The Stability Of Analysis Slopes. Geotechnique, London.
- Bowles, J.E., 1984. Sifat-sifat fisis dan geoteknis tanah (mekanika tanah) [WWW Document]. Universitas Indonesia Library. URL <https://lib.ui.ac.id> (accessed 8.14.24).
- Djauhari, N., 2006. Geologi Lingkungan. Graha Ilmu, Jogjakarta.
- Fellenius, W., 1927. Calculation of Stability of Slopes. W. Ernst and Sons, Berlin.
- Indrawati, D.M., Dr. Kuswaji Dwi Priyono, M.S., 2016. Analisis kerawanan longsor lahan di kabupaten majalengka provinsi jawa barat (s1). Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Janbu, N., 1954. Stability Analysis of Slopes with Dimensionless Parameter, Harvard Soil Mech. Harvard Univ, Cambridge.
- Lee, L., Gofar, N., Rahardjo, H., 2009. A simple model for preliminary evaluation of rainfall-induced slope instability. Engineering Geology 108, 272–285. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2009.06.011>
- Misdiyanto, 1992. Klasifikasi Penggunaan Lahan. PT. Gramedia, Bandung.
- Muntohar, A.S., 2010. Tanah Longsor. Universitas Muhammadiyah, Yogyakarta.

- Noerhadi Magetsari, A., 1997. Candi Borobudur: Rekonstruksi Agama dan Filsafatnya [WWW Document]. Universitas Indonesia Library. URL <https://lib.ui.ac.id> (accessed 8.14.24).
- Pangemanan, V.G.M., E, T.A., Sompie, O.B.A., 2014. Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Fellenius (Studi Kasus: Kawasan Citraland). *Jurnal Sipil Statik* 2, 131226.
- Purnama, S., 2016. Infiltrasi Tanah Di Kecamatan Nguter Kabupaten Sukoharjo, Propinsi Jawa Tengah. *Majalah Geografi Indonesia* 18, 1–13. <https://doi.org/10.22146/mgi.13262>
- Rahman, A., 2010. Penggunaan Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Kerawanan Longsor Di Kabupaten Purworejo [WWW Document]. *Jurnal Harian Regional*. URL <https://jurnal.harianregional.com/blje/id-121> (accessed 8.13.24).
- Rochmawati, R., Tonggiroh, M., 2019. Pengaruh Infiltrasi Terhadap Analisis Stabilitas Lereng.
- Rodji, A.P., MartuaSihombing, S., Freadno, B., 2023. Analisis Stabilitas Lereng Dengan Metode Bishop Pada Proyek Geotechnical Investigation Kutai Kartanegara 12.
- Saputro, C.D., Djarwanti, N., Purwana, Y.M., n.d. Analisis Stabilitas Lereng Dengan Terasering Dan Perkuatan Bronjong Di Desa Sendangmulyo, Tirtomoyo, Wonogiri.
- Sartika, D.D., Yakin, Y.A., 2016. Analisis Stabilitas Lereng Tanah Berbutir Kasar dengan Uji Model Fisik.
- Soemarto, C.D., 1999. *Hidrologi Teknik*. Erlangga, Jakarta.
- Soewarno, 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*. NOVA, Bandung.
- Sri Harto, B., 1993. *Analisis Hidrologi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Subekti, R.J., 2009. Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Sutrisno, J., Sanim, B., Saefuddin, A., Sitorus, S.R.P., 2011. Prediksi Erosi dan Sedimentasi di Sub Daerah Aliran Sungai Keduang Kabupaten Wonogiri. *Media Konservasi* 16, 231317. <https://doi.org/10.29243/medkon.16.2.%p>
- Syahrifi;, R.M., 2020. Analisis Stabilitas Lereng Akibat Pengaruh Infiltrasi Hujan Menggunakan Metode Elemen Hingga Tiga Dimensi. *Teknik Sipil*.
- Triatmodjo, B., 2015. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B., 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Varnes, D., 1978. *Slope Movement Types And Processes*.