

KAJIAN STABILITAS LERENG PADA LAHAN BEKAS TAMBANG ANDESIT

Mochammad Jihad^[1], Ratih Hardini Kusuma Putra^[1], Avellyn Shinthya Sari^[1]

Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jalan Arief Rachman Hakim, Klampis Ngasem, Sukolilo, Kota Surabaya

e-mail: corpsjihad@gmail.com

ABSTRAK

Lahan bekas tambang merupakan tempat dimana banyak terjadi sebuah longsoran dikarenakan kurangnya monitoring dan perawatan yang dilakukan oleh beberapa perusahaan tambang yang ada. Longsor dapat terjadi kapan pun pada lereng yang terbentuk secara alami maupun buatan secara tiba – tiba tanpa adanya tanda – tanda yang menunjukkan akan terjadinya sebuah longsoran. Analisis kestabilan lereng perlu dilakukan untuk menentukan factor aman dari bidang longsor yang potensial, yaitu dengan cara menghitung besarnya kekuatan geser dan tekan untuk yang kemudian dihitung menggunakan perangkat lunak Slide 6.0 untuk diketahui besarnya nilai factor keamanan dari lereng tersebut. Dari analisis yang dilakukan di lokasi penelitian, didapat nilai factor keamanan 1.26 berdasarkan design lereng yang nantinya akan diperuntukan untuk kegiatan reklamasi pascatambang dengan besaran sudut tiap lereng 40° dengan ketinggian 8 meter dan memiliki sudut keseluruhan sebesar 28°.

Kata kunci: Kestabilan, Lereng, Faktor Keamanan, Kuat Tekan, Kuat Geser

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Permasalahan pada setiap lereng pada batuan merupakan suatu hal yang unik, dikarenakan setiap lokasi dengan lokasi lainya memiliki permasalahan kestabilan lereng yang berbeda. Dengan kondisi struktur batuan di Indonesia yang sangat beragam, memungkinkan bagi seorang teknisi geotek melakukan tindakan pencegahan yang berbeda pula sesuai kondisi struktur geologi pada lokasi tersebut. Analisa stabilitas lereng tentu mengacu pada dasar-dasar hukum yang berlaku di Indonesia, seperti Keputusan Menteri ESDM nomor 1827 K 30 tahun 2018.

Stabilitas dari lereng batuan dengan kondisi struktur yang lemah biasanya membutuhkan perhatian yang lebih agar proses penambangan dapat berjalan secara aman setiap harinya. Longsornya lereng pada suatu jenjang, dapat terjadi kapan pun dan dimana pun dengan sesuai dengan kondisi pada lokasi tersebut. Lereng dinyatakan stabil apabila memenuhi kriteria dari Kepmen ESDM nomor 1827 K 30 tahun 2018 yang menyatakan bahwa lereng tunggal dengan nilai minimum FK 1.1 dan lereng keseluruhan dengan nilai minimum FK 1.3.

Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini ialah sebagai berikut:

- Faktor apa saja yang mempengaruhi kestabilan lereng ?
- Bagaimana cara menentukan kondisi lereng yang stabil ?
- Bagaimana cara menangani lereng pada bekas tambang ?

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari kegiatan penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut:

- Mengetahui sifat fisik dan sifat mekanik batuan pada daerah penelitian.
- Mengetahui tingkat kestabilan lereng pada daerah penelitian.
- Memberikan rekomendasi geometri lereng yang tepat pada daerah penelitian.

Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang akan diteliti, maka penulis membatasi permasalahan yang meliputi:

- Lokasi penelitian dilakukan pada tambang andesit Cv. Banyuatis Maju di Desa Banjarasem, Kecamatan Seririt, Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali.
- Analisis kestabilan lereng dilakukan dengan parameter dari data hasil pengeboran meliputi: sifat fisik yaitu, bobot isi kering, bobot isi asli dan bobot isi jenuh sedangkan untuk sifat mekanik batuan yaitu, Uji Kuat Tekan (Kuat tekan batuan (σ_c), Modulus Young (E), Nisbah Poisson (ν)) dan Uji Kuat Geser (Kohesi (c), Sudut gesek dalam (Θ)) yang merupakan data sekunder,

sedangkan untuk data primer meliputi: Jenis litologi, arah strik/dip.

- Analisis kestabilan lereng menggunakan metode kesetimbangan batas.
- Desain lereng diperuntukan kegiatan reklamasi pascatambang dan nilai faktor keamanan yang dianggap aman adalah $FK > 1.1$ untuk lereng tunggal dan $FK > 1.3$ untuk lereng keseluruhan (KEMENTERIAN ESDM, 2018)
- Kegiatan penelitian ini tidak membahas biaya langsung maupun tidak langsung

Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian dari adanya analisa stabilitas lereng pada area bekas tambang CV. Banyuwatis Maju diharapkan dapat bermanfaat bagi:

- Masyarakat

Dengan adanya penelitian ini diharapkan agar lereng yang ditinggalkan tidak berbahaya bagi masyarakat yang tinggal sekitar area tersebut. Dan apabila memungkinkan bisa di jadikan sarana edukasi dan wisata bagi masyarakat sekitar.

- Mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan

Penelitian ini diharap bisa menjadi referensi bagi peneliti-peneliti selanjutnya dan menjadikannya pedoman untuk merangkai sebuah karya tulis yang berguna.

- Perusahaan

Penelitian ini dapat memberikan kontribusi atau parameter bagi perusahaan yang bisa digunakan ketika melakukan perencanaan kegiatan operasi produksi. Juga dapat meningkatkan keselamatan para pekerja dan menurunkan tingkat terjadinya longsoran pada lereng bekas tambang tersebut

KAJIAN PUSTAKA

Tinjauan Umum

Lereng adalah suatu bidang di permukaan tanah yang menghubungkan permukaan tanah yang lebih tinggi dengan permukaan tanah yang lebih rendah. Lereng dapat terbentuk secara alami dan dapat juga dibuat oleh manusia. Setiap jenis lereng memiliki kemungkinan adanya longsoran yang bisa terjadi setiap saat, karena setiap tanah yang memiliki permukaan tidak datar atau rata pasti memiliki kecenderungan untuk bergerak dari elevasi tinggi menuju ke elevasi yang lebih rendah

Analisis stabilitas lereng meliputi konsep kemantapan lereng yaitu penerapan pengetahuan mengenai kekuatan geser tanah. Keruntuhan geser pada tanah dapat terjadi akibat gerak relatif antar butirnya. Kekuatan geser pada memiliki bagian-bagian yang bersifat kohesif seperti ikatan butirnya dan yang

bersifat gesekan seperti gaya yang bekerja pada bidang geser.

Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Kestabilan Lereng

Keruntuhan pada lereng alami atau buatan disebabkan karena adanya perubahan antara lain topografi, seismik, aliran air tanah, kehilangan kekuatan, perubahan tegangan, dan musim/iklim/cuaca. Akibat adanya gaya-gaya luar yang bekerja pada material pembentuk lereng menyebabkan material pembentuk lereng mempunyai kecenderungan untuk menggelincir. Kecenderungan menggelincir ini ditahan oleh kekuatan geser material sendiri. Meskipun suatu lereng telah stabil dalam jangka waktu yang lama, menurut (Arief, 2007) lereng tersebut dapat menjadi tidak stabil karena beberapa faktor seperti:

1. Penyebab-penyebab eksternal yang menyebabkan naiknya gaya geser yang bekerja sepanjang bidang runtuh, antara lain yaitu:

- 1) Perubahan geometri lereng
 - 2) Penggalian pada kaki lereng
 - 3) Pembebanan pada puncak atau permukaan lereng bagian atas.
 - 4) Gaya vibrasi yang ditimbulkan oleh gempa bumi atau ledakan.
 - 5) Penurunan muka air tanah secara mendadak
2. Penyebab-penyebab internal yang menyebabkan turunnya kekuatan geser material, antara lain yaitu:
- 1) Pelapukan
 - 2) Keruntuhan progressive
 - 3) Hilangnya sementasi material,
 - 4) Berubahnya struktur material

Getaran atau gempa Faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng dapat menghasilkan tegangan geser pada seluruh massa tanah, dan suatu gerakan akan terjadi kecuali tahanan geser pada setiap permukaan runtuh yang mungkin terjadi lebih besar dari tegangan geser yang bekerja.

Rock Quality Designation (RQD)

RQD digagas oleh D.U. Deere dan D.W. Deere ((Deere, 1988) sebagai sebuah metode kuantitatif *Rock Mass Classification* (RMC). RQD ini sederhana sehingga nilainya kurang detail. tetapi masih banyak digunakan sebagai salah satu parameter uji kuantitatif RMC hingga saat ini. Konsep dari klasifikasi RQD ini sederhana yaitu persentase patahan batuan dari total panjang uji bor inti, semakin tinggi nilai RQD maka semakin baik kualitas batuan.

Kelemahan RQD adalah pada saat *no recovery* atau pengeboran yang tidak menghasilkan sampel inti, kesulitan dalam mendapatkan data pada batuan

aluvium (batuan lunak), hasil sampel inti akan terganggu saat ada isian di antara lapisan batuan dan hasil RQD yang hanya berdasar presentase retakan tidak merepresentasikan parameter kekuatan serta jenis batumannya.

Bidang Diskontinuitas

Secara umum bidang diskontinu merupakan bidang yang membagi-bagi massa batuan menjadi bagian-bagian yang terpisah. Bidang diskontinu terbentuk karena tegangan tarik yang terjadi pada batuan. Sehingga dapat membedakan antara diskontinuitas alami dengan diskontinuitas artifisial. Bidang diskontinu yang terbentuk secara alami disebabkan oleh kondisi geologi dan untuk bidang diskontinu yang terbentuk secara artifisial disebabkan oleh kegiatan-kegiatan seperti pengeboran, peledakan, dll. Secara tiga dimensi, struktur diskontinuitas pada batuan disebut sebagai struktur batuan sedangkan batuan yang tidak pecah disebut sebagai material batuan yang bersama struktur batuan, membentuk massa batuan.

METODE UJI BATUAN

Untuk mengetahui perilaku serta memperkirakan kekuatan massa batuan yang akan digunakan untuk mendesain suatu lereng tambang, perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu dapat berupa pengujian laboratorium. Pengujian yang dilakukan adalah uji sifat fisik dan uji sifat mekanik, yaitu Kuat Tekan Uniaksial (*Uniaxial Compressive Strength*) dan Uji Kuat Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

Uji Sifat Fisik

Uji sifat fisik dilakukan untuk mendapatkan sifat – sifat fisik batuan yaitu bobot isi asli (*natural density*), bobot isi kering (*dry density*), bobot isi jenuh (*saturated density*), kandungan air asli (*natural water content*), derajat kejenuhan (*degree of saturation*), porositas (*porosity*) dan angka pori (*void ratio*).

Uji Kuat Tekan (Uniaxial Compressive Strength)

Melalui pengujian kuat tekan uniaksial kita dapat memperoleh nilai kuat tekan uniaksial batuan. Uji kuat tekan dilakukan pada contoh untuk mengetahui kuat tekan Modulus Elastisitas (E), Poisson's ratio (ν) serta deformasi lateral dan aksial hingga mengalami failure. Contoh akan diuji berbentuk tabung dengan perbandingan panjang diameternya adalah (L/D) antara 2 – 2,5.

Uji Kuat Geser

Pengujian Kuat geser langsung dilakukan untuk mendapatkan nilai kohesi (c) dan sudut gesek dalam (ϕ) batuan baik puncak maupun sisa, kemudian akan dilakukan perbandingan terhadap kedua parameter tersebut pada kondisi natural dan jenuh. Selain itu,

parameter – parameter tersebut juga digunakan dalam menganalisis kestabilan lereng pada kondisi masing – masing. Uji sample ini dilakukan pada enam contoh batuan masing – masing yang terdiri dari dua kondisi yaitu natural dan jenuh. Pengujian dilakukan dengan tegangan normal (σ) yang berbeda – beda yaitu 0,2 kN ; 0,4 kN dan 0,6 kN

Metode Kesetimbangan Batas

Metode Bishop adalah metode yang diperkenalkan oleh A.W. Bishop menggunakan cara potongan dimana metode Bishop dipakai untuk menganalisis permukaan gelincir (slip surface) yang berbentuk lingkaran. Dalam metode ini diasumsikan bahwa gaya gaya normal total berada/bekerja dipusat alas potongan dan bisa ditentukan dengan menguraikan gaya-gaya pada potongan secara vertical atau normal. Persyaratan keseimbangan dipakai pada potongan-potongan yang membentuk lereng tersebut. Metode Bishop menganggap bahwa gaya-gaya yang bekerja pada irisan mempunyai resultan nol pada arah vertical (Bishop,1955)

HASIL PENELITIAN

Kondisi Geologi Pit CV. Banyuatis Maju

Lokasi penelitian berada di Desa Banjarasem, Kecamatan Seririt, Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali. Secara geografis Desa Banjarasem, Kecamatan Seririt, Kabupaten Buleleng berada pada 8°10'53.8948" – 8°20'14.7247" LS dan 114°48'36.1621" – 115°00'36.6992" BT. Kondisi geologi regional Bali dimulai dengan adanya kegiatan di lautan selama kala Miosen Bawah yang menghasilkan batuan lava bantal dan breksi yang disisipi oleh batu gamping. Di bagian selatan terjadi pengendapan oleh batu gamping yang kemudian membentuk Formasi Selatan.

Penelitian dilakukan pada dinding sisi selatan dari CV. Banyuatis Maju. Pada lokasi pertama memiliki arah umum strike/dip N 203° E/38°, untuk lokasi kedua memiliki arah umum strike/dip N 217° E/33°, dan pada lokasi ketiga memiliki arah umum strike/dip N 219° E/44°

Hasil Uji Sifat Fisik

Tujuan uji laboratorium ini adalah untuk mendapatkan nilai sifat-sifat fisik batuan yaitu *natural density*, *dry density*, *saturated density*, *apparent specific gravity*, *true specific gravity*, *natural water content*, *saturated water content*, *degree of saturation*, *porosity*, dan *void ratio*.

Berdasarkan data dari pengujian sifat fisik batuan yang dilakukan di Laboratorium Mekanika dan

Batuan Institut Teknologi Sepuluh November didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Uji Sifat Fisik Sampel A

Keterangan	Satuan	Sample	
		A1	A2
Berat isi asli (Natural Density)	gr/cc	2.538	2.576
Berat isi kering (Dry Density)	gr/cc	2.513	2.561
Berat isi jenuh (Saturated Density)	gr/cc	1.536	1.575
Apparent Spesifik Gravity		2.513	2.561
True Spesifik Gravity		2.573	2.597
Kadar air asli	%	0.933	0.541
Saturated Water Content (Absorbtion)	%	0.999	0.580
Derajat Kejenuhan	%	107.018	107.353
Porositas	%	2.509	1.486
Angka Pori		-1.663	-3.056

Tabel 2. Hasil Uji Sifat Fisik Sampel B

Keterangan	Satuan	Sample	
		B1	B2
Berat isi asli (Natural Density)	gr/cc	2.367	2.344
Berat isi kering (Dry Density)	gr/cc	2.362	2.338
Berat isi jenuh (Saturated Density)	gr/cc	1.391	1.367
Apparent Spesifik Gravity		2.362	2.338
True Spesifik Gravity		2.433	2.407
Kadar air asli	%	1.234	1.225
Saturated Water Content (Absorbtion)	%	0.247	0.248
Derajat Kejenuhan	%	20.000	20.280
Porositas	%	0.583	0.581
Angka Pori		1.398	1.384

Hasil Uji Sifat Mekanik

Pada uji sifat mekanik batuan dilakukan dengan 2 jenis pengujian

Uji kuat tekan batuan / Unconfined compression test

Tujuan dari pengujian laboratorium ini adalah untuk menentukan *Unconfined compressive strength*, *Young's modulus*, dan *Poisson's ratio*.

Tabel 3. Hasil Uji Kuat Tekan

Keterangan	Sample	
	A	B
<i>Unconfined Compressive Strength(Mpa)</i>	31.86	49.35
<i>Young's Modulus(Mpa)</i>	159.29	246.74
<i>Poisson's Ratio</i>	2	2

Uji kuat geser langsung / Direct shear test

Tujuan uji laboratorium ini adalah untuk mendapatkan kuat geser, harga kohesi dan sudut geser dalam, baik puncak, semu (*apparent*) atau sisa dari contoh batuan.

Parameter ini digunakan untuk penentuan kemantapan lereng

Tabel 4. Hasil Uji Kuat Geser

Sample	Puncak	
	Tegangan Geser	Tegangan Normal
A	9.014	6.996
B	7.984	6.197
Kohesi	4E-13	
Sudut Geser	52.21	

Perhitungan Nilai Rock Mass Rating (RMR)

Dalam mengklasifikasikan massa batuan berdasarkan sistem Klasifikasi RMR, Bieniawski menggunakan lima parameter utama yang dijumlahkan untuk memperoleh nilai total RMR, yaitu;

1. *Uniaxial Compressive Strength* (UCS)
2. *Rock Quality Designation* (RQD)
3. Jarak antar (spasi) kekar (*Spacing of discontinuities*)
4. Kondisi kekar (*Condition of discontinuities*)
5. Kondisi air tanah (*Groundwater conditions*)

Tabel 5. Hasil Perhitungan Nilai RMR

Nama Sampel	A1	A2	A3
Panjang (m)	3	3	3
Parameter	Rating		
Kekuatan Batuan (Mpa)	4	4	4
RQD (%)	17	17	17
Jarak Rekahan (cm)	5	5	5
Kondisi Rekahan	25	25	25
Air Tanah	15	15	15
Total Rating	66	66	66
Kategori Kelas	II (Baik)	II (Baik)	II (Baik)

DISKUSI

Sifat Fisik dan Mekanik Batuan

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium sifat fisik dan mekanik batuan, didapatkan hasil yang berbeda-beda dan berfarisai pada sampel. Untuk andesit: bobot isi kering 2.338 gr/cc – 2.516 gr/cc, bobot isi jenuh 1.367 gr/cc – 1.575 gr/cc, kohesi 0.000000000004 dan sudut geser dalam 52.21°

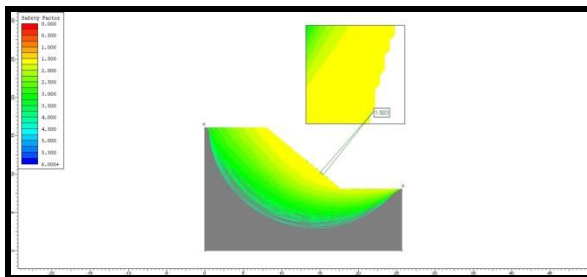
Permodelan Lereng Tunggal

Pemodelan lereng tunggal dilakukan dengan menggunakan pendekatan sebagai berikut:

1. Permodelan lereng tunggal dilakukan pada masing – masing litologi dengan simulasi tinggi 8 meter, dan 10 meter dengan sudut kemiringan 40°, 45°, dan 50°.

2. Nilai faktor keamanan yang dianggap aman adalah $FK > 1.1$ (KEMENTRIAN ESDM, 2018)
3. Permodelan diaplikasikan dengan pendekatan properti (jenis lapisan batuan) pada saat melakukan metode *scanline*.
4. Kondisi air tanah di asumsikan sesuai dengan Tabel 4.2 pada kondisi air jenuh dan kering.

Permodelan lereng tunggal dilakukan untuk mendapatkan factor keamanan menggunakan perangkat lunak (Slide 6.0) dengan menggunakan metode kesetimbangan batas (Bishop)(Darmadi & Inayatillah, n.d.).



Gambar 1: Contoh Permodelan Lereng Tunggal pada Batuan Andesit, Tinggi = 8 meter, dan sudut = 40°

Setelah dilakukan permodelan lereng tunggal menggunakan perangkat lunak Slide 6.0 didapatkan factor keamanan lereng yang tercantum pada tabel berikut.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Faktor Keamanan Pada Lereng Tunggal

Kondisi Air Tanah	Tinggi (m)	Sudut (°)	Faktor Keamanan
			Single Slope Bishop Simplified
Kering	8	40	1.504
		45	1.257
		50	1.062
	10	40	1.468
		45	1.23
		50	1.045
Jenuh	8	40	1.253
		45	1.003
		50	0.817
	10	40	1.218
		45	0.976
		50	0.798

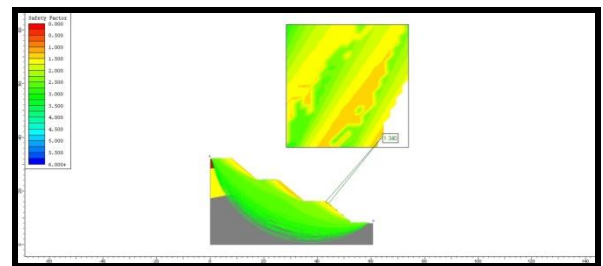
Permodelan Lereng Keseluruhan

Permodelan lereng tunggal dilakukan dengan menggunakan pendekatan sebagai berikut:

1. Permodelan lereng keseluruhan dilakukan berdasarkan litologi yang terlihat pada bagian lereng bekas tambang.

2. Lereng tunggal sesuai dengan rekomendasi yaitu tinggi 8 m dengan sudut 40°. Nilai F_k yang dijadikan dasar bahwa lereng tersebut aman adalah $FK > 1.3$.(KEMENTRIAN ESDM, 2018)
3. Analisa dan rekomendasi yang diberikan berdasarkan pada asumsi kondisi air jenuh, dan kering.

Permodelan lereng keseluruhan dilakukan untuk mendapatkan factor keamanan menggunakan perangkat lunak (Slide 6.0) dengan menggunakan metode kesetimbangan batas (Bishop)(Darmadi & Inayatillah, n.d.).



Gambar 2: Contoh Permodelan Lereng Keseluruhan, Tinggi = 8 meter, dan sudut = 40°

Setelah dilakukan permodelan lereng keseluruhan menggunakan perangkat lunak Slide 6.0 didapatkan factor keamanan lereng yang tercantum pada tabel berikut

Tabel 7. Hasil Perhitungan Faktor Keamanan Pada Lereng Keseluruhan

Kondisi Air Tanah	Tinggi (m)	Sudut (°)	Faktor Keamanan
			Overall Slope Bishop Simplified
Kering	8	40	1.489
		45	1.250
		50	1.046
	10	40	1.485
		45	1.23
		50	1.031
Jenuh	8	40	1.239
		45	0.998
		50	0.806
	10	40	1.235
		45	0.996
		50	0.786

KESIMPULAN

1. Dari hasil analisis penelitian pada lokasi CV. Banyuatis Maju menggunakan metode *Rock Mass Rating (RMR)* menunjukkan bahwa lokasi bekas tambang tersebut memiliki nilai rata-rata yang cukup baik dengan katagori kelas II.
2. Dari hasil analisis perhitungan sampel batuan pada uji laboratorium sifat fisik dan mekanik

- batuan menunjukkan bahwa batuan pada lokasi penelitian memiliki nilai 31.86 MPa – 49.35 MPa.
3. Berdasarkan hasil design komputer menggunakan perangkat lunak Slide 6.0 menunjukkan bahwa semakin kecil sudut keseluruhan lereng maka semakin besar nilai factor keamanan lereng tersebut
 4. Rekomendasi lereng yang disarankan oleh penulis adalah lereng dengan ketinggian 8 meter dengan sudut 40° dan untuk sudut keseluruhan adalah 28°

SARAN

Berdasarkan hasil kesimpulan penelitian diatas maka penulis menyarankan agar lereng bekas tambang tersebut harus tetap di monitoring, karena walaupun kelas massa batuan cukup baik tetapi terdapat beberapa faktor mempunyai potensi untuk terjadi longsoran

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, S. (2007). Dasar - Dasar Analisis Kestabilan Lereng.
- Darmadi, I., & Inayatillah, A. (n.d.). Analisis Kestabilan Lereng Dengan Software Rocscience Slide.
- Deere, D. W. D. U. Du. (1988). The rock quality designation (RQD) index in practice. In *Symposium on Rock Classification Systems for ...* (pp. 91–101).
- KEMENTRIAN ESDM. (2018). KEPUTUSAN MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL NOMOR 1827 K/30/MEM/2018.
- ZAKARIA, ZULFIADI. (2009). ANALISIS KESTABILAN LERENG TANAH. LABORATORIUM GEOLOGI TEKNIK UNIVERSITAS PADJAJARAN