

## Rekayasa Kestabilan Lereng di Area Permukiman Dusun Nginggo Barat, Desa Pagerharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta

Dilla Octavianti Swastiningtyas<sup>1,a)</sup>, Suharwanto<sup>2,b)</sup>, Herwin Lukito<sup>3,c)</sup>

<sup>1),2),3)</sup>Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta

<sup>a)</sup>Corresponding author: dillaoctavianti96@gmail.com

<sup>b)</sup>suharwanto.upn@gmail.com

<sup>c)</sup>herwin.lukito@upnyk.ac.id

*The mass movement occurred in February 2018 in Nginggo Barat Hamlet, Pagerharjo Village, Samigaluh District, Kulon Progo Regency. Mass movement was resulted in material losses in the form of destroyed kitchen of a house and a field. The purpose of this study is to determine slopes stability by analyzing the limit equilibrium using the Janbu Simplified method. As well as slope stability engineering used for unstable slopes.*

*Descriptive method with quantitative analysis is used in research writing. The method used in data collection in the field using survey methods and field mapping. The data obtained are slope, soil type and texture, rock type, geological structure, and land use. The sampling technique is purposive sampling for soil sampling with the consideration that the soil taken represents each parameter in the research area.*

*Laboratory results of soil samples calculated the value of the safety factor using rockscience slide 6.0 and obtained the results of 0,978 including unstable classification. The slope stability engineering used is changing the geometry of the slopes by making terraces, handling surface water by closing the fractures with clay material and making drainage channels, and revegetation by planting cover crops in the form of elephant grass and planting clove trees. The results of the slope stability engineering obtained a safety factor value of 2,279 including stable classification.*

**Keywords:** Slope Stability, Limit Equilibrium, Janbu Simplified Method, Slope Engineering

### ABSTRAK

Gerakan massa tanah terjadi pada bulan Februari 2018 di Dusun Nginggo Barat, Desa Pagerharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo. Kejadian bencana ini mengakibatkan kerugian material berupa rusaknya 1 rumah warga, dan kebun milik warga. Tujuan penelitian ini diantaranya mengetahui kestabilan lereng dengan analisis kesetimbangan batas dengan menggunakan perhitungan metode Janbu yang disederhanakan. Serta rekayasa kestabilan lereng yang digunakan untuk lereng labil.

Metode deskriptif dengan analisis pendekatan kuantitatif digunakan dalam penulisan penelitian. Metode yang digunakan dalam pengumpulan data dilapangan menggunakan metode survei dan pemetaan lapangan. Data yang diperoleh adalah kemiringan lereng, jenis dan terksur tanah, jenis batuan, struktur geologi, dan penggunaan lahan. Teknik pengambilan sampel *purposive sampling* untuk pengambilan sampel tanah dengan pertimbangan tanah yang diambil mewakili setiap parameter di daerah penelitian.

Hasil laboratorium sampel tanah dihitung nilai faktor keamanannya menggunakan *rockscience slide 6.0* memperoleh hasil 0,978 termasuk klasifikasi labil. Rekayasa kestabilan lereng yang digunakan yaitu mengubah geometri lereng dengan pembuatan teras, penanganan air permukaan dengan menutup rekahan dengan material lempung dan pembuatan saluran drainase, dan revegetasi dengan penanaman cover crop berupa rumput gajah dan penanaman pohon cengkeh. Hasil dari rekayasa kestabilan lereng diperoleh nilai faktor keamanan 2,279 termasuk klasifikasi stabil.

**Kata kunci:** Kestabilan Lereng, Kesetimbangan Batas, Metode Janbu yang disederhanakan, Rekayasa Lereng

**PENDAHULUAN**

Indonesia terletak di daerah rawan bencana alam, bencana alam yang terjadi diantaranya yaitu gerakan massa tanah atau yang sering disebut dengan longsor. Faktor – faktor yang mempengaruhi gerakan massa tanah diantaranya adalah kemiringan lereng, bentuk lahan, struktur geologi, geomorfologi, tanah, penggunaan lahan, serta intensitas curah hujan yang tinggi dan durasi hujan yang lama. Pada Bulan Februari 2018 terjadi gerakan massa tanah di RT 25 / RW 13, Dusun Nglinggo Barat, Desa Pagerharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Kerugian material dari gerakan massa tanah yang terjadi berupa rusaknya satu rumah warga, kerusakan kandang dan kematian hewan ternak milik warga, dan rusaknya tegalan. Lereng merupakan bidang miring yang menghubungkan bidang lain dengan elevasi yang berbeda (Das, Mochtar, & Mochtar, 1995). Terdapat dua jenis lereng, yaitu lereng alami dan lereng buatan (Indera, Mina, & B, 2015). Menurut (Karnawati, 2005), kestabilan lereng ditentukan oleh hubungan antara gaya penggerak dengan gaya penahan. Lereng yang terganggu akan menyebabkan lereng bergerak turun dari tempat semula ke bawah karena adanya beban yang berlebihan. Menurut (Dr. Ir. Surupin, 2004), kestabilan lereng terganggu karena:

1. Adanya lereng yang curam yang memungkinkan massa tanah bergerak,
2. Adanya lapisan atau bidang lunak di bawah permukaan tanah yang tidak kedap air sehingga berpotensi menjadi bidang gelincir,
3. Adanya cukup air yang masuk ke tanah yang membuat lapisan tanah diatas lapisan kedap air menjadi jenuh.

Faktor – faktor lain penyebab gerakan massa tanah diantaranya satuan batuan, struktur geologi, tata guna lahan, iklim, tata air, dan aktivitas manusia. Untuk menstabilkan suatu lereng maka perlu mengetahui nilai faktor keamanan suatu lereng. Dari nilai faktor keamanan tersebut nantinya akan dilakukan analisis untuk memilih rekayasa kestabilan lereng apa yang sesuai dengan kondisi lereng yang mengalami gerakan massa tanah. Bowles (1989) dalam (Zakaria, 2009) mengklasifikasikan nilai faktor keamanan berdasarkan intensitas longsor ditunjukkan pada tabel 1.1.

**Tabel 1.1.** Nilai Faktor Keamanan dan Intensitas Longsoran

| <b>Nilai faktor Keamanan</b> | <b>Kejadian atau Intensitas Longsoran</b>      |
|------------------------------|--|
| FK < 1,07                    | Longsor terjadi biasa/sering (lereng labil)    |
| FK = 1,07 – 1,25             | Longsor pernah terjadi (lereng kritis)         |
| FK > 1,25                    | Longsor jarang terjadi (lereng relatif stabil) |

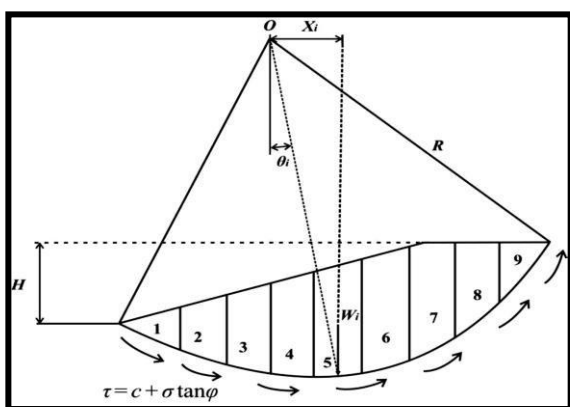
*Sumber: Bowles (1989), dalam Zakaria (2009)*

Analisis kestabilan lereng digunakan untuk menentukan nilai faktor keamanan suatu lereng. Analisis kestabilan lereng bertujuan untuk menentukan kondisi kestabilan suatu lereng, memperkirakan keruntuhan suatu lereng, menentukan kerawanan longsor pada lereng, dan memilih metode penanganan yang tepat (Arief, 2008). Hasil dari analisis kestabilan lereng dilakukan rekayasa teknik. Rekayasa kestabilan lereng, yang pertama mengubah geometri lereng dengan cara pemotongan atau penimbunan lereng, dan pembuatan trap atau teras, yang kedua dengan mengendalikan air permukaan melalui penutupan rekahan dan pembuatan saluran drainase, dan yang ketiga melakukan revegetasi.

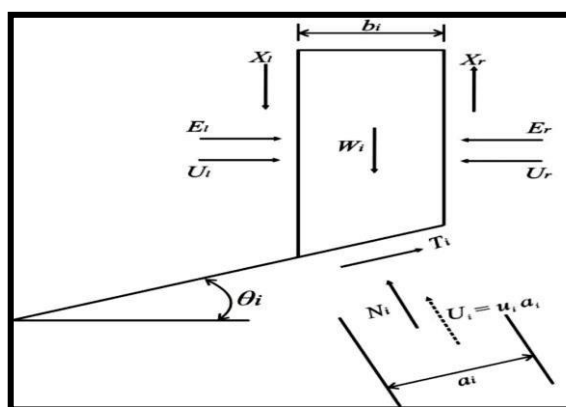
**METODE**

Gerakan massa tanah yang terjadi di Dusun Nglinggo Barat, Desa Pagerharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Dalam penulisan penelitian menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Metode pengumpulan data lapangan menggunakan metode survei dan pemetaan lapangan. Metode survei dan pemetaan dilapangan untuk melakukan observasi pada objek penelitian terhadap faktor – faktor yang mempengaruhi terjadinya gerakan massa tanah. Teknik pengambilan sampel tanah yang digunakan yaitu *purposive sampling*. Pengambilan sampel dilakukan di 3 titik dengan tujuan ketiga titik tersebut mewakili parameter yang ingin diujikan. Pengambilan sampel tanah bertujuan untuk menghitung indeks faktor keamanan dari suatu lereng dengan melihat hasil uji sifat fisik dan sifat mekanik tanah.

Analisis kestabilan lereng menggunakan metode konvensional. Salah satu metode numerik adalah metode kesetimbangan batas. Dalam penggunaan metode kesetimbangan dilihat terlebih dahulu tipe longsornya. Hal ini bertujuan untuk memilih analisis perhitungan yang akan digunakan. Gerakan massa tanah yang terjadi pada penelitian ini memiliki tipe longsor rotasional. Analisis tipe longsor secara rotasioanl menggunakan metode irisan. Karakteristik metode irisan yaitu mengasumsikan geometri dari suatu bidang gelincir. Metode irisan memiliki asumsi – asumsi kesetimbangan yang digunakan. Dalam penelitian ini asumsi yang digunakan yaitu Janbu yang disederhanakan. Janbu yang disederhanakan mengasumsikan gaya geser antar irisan sama dengan nol ( $E = 0$ ), yang artinya dalam metode ini menghitung kesetimbangan gaya namun tidak menghitung kesetimbangan momennya. Model irisan pada bidang gelincir dapat dilihat di Gambar 2.1 dan Gaya yang terjadi pada satu irisan dapat dilihat di Gambar 2.2.



**Gambar 2.1.** Model Irisan Bidang Gelincir



**Gambar 2.1.** Gaya yang Bekerja pada Irisan

Dari gambar di atas perhitungan nilai faktor keamanan suatu lereng menggunakan metode Janbu yang disederhanakan sebagai berikut:

$$FK = \frac{\sum \{c' \cos \alpha + (P - u) \tan \phi' \cos \alpha\}}{\sum P \sin \alpha + \sum kW \pm A - L \cos \omega} \dots \dots \dots (1.1)$$

Dengan rumus faktor koreksi sebagai berikut:

$$f_0 = 1 + d L \left( \frac{d}{L} = 1,4 \left( \frac{d}{L} \right)^2 \right) \dots \dots \dots (1.2)$$

$$F_{Janbu} = f_0 \cdot FK \dots \dots \dots (1.3)$$

Keterangan:

- $c'$  : kohesi efektif
- $P$  : gaya normal efektif pada dasar iris

- $\phi'$  : sudut gesek dalam efektif
- $u$  : tekanan air pori
- $l$  : panjang dasar irisan
- $W$  : berat irisan
- $A$  : gaya tekanan air
- $\omega$  : sudut irisan arah horizontal
- $d$  : lebar irisan
- $L$  : total gaya lebar irisan
- $F$  : faktor aman
- FK : faktor keamanan

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

1. Analisis Kestabilan Lereng

Analisis kestabilan lereng menggunakan metode kesetimbangan batas dengan menggunakan prinsip kesetimbangan gaya. Dari pengamatan dilapangan dan hasil uji laboratorium diperoleh data – data yang ditunjukkan pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1.** Hasil Survei, Pemetaan, dan Uji Laboratorium

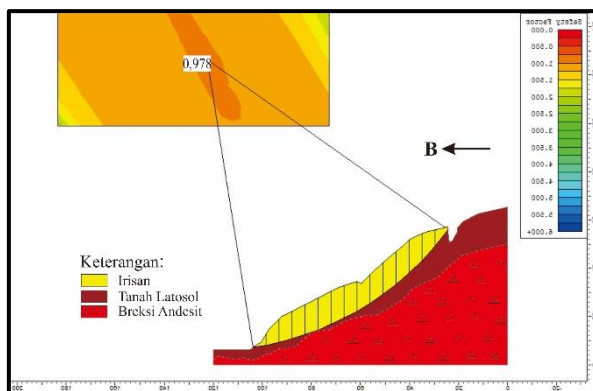
| Satuan Batuan                           | Kondisi Topografi                    | Morfologi         | Sifat Fisik/Mekanik Tanah  | Tipe Gerakan  | Faktor Keamanan | Tata Guna Lahan   |
|---|--------------------------------------|-------------------|----------------------------|---|-----------------|---|
| Breksi Andesit                          | Kemiringan Lereng Terjal (30° - 40°) | Lereng Punggungan | Tinggi Lereng : 22 m       | <i>Multiple Rotational Slide</i> dengan Jenis Material nendatan/ <i>slump</i> | 0,978 (labil)   | Gerakan massa tanah terjadi di Kebun Campuran dari arah timur menuju ke arah barat daya |
|   |                                      |                   | Lebar Lereng : 54 m        |   |                 |   |
|   |                                      |                   | Panjang sisi Lereng : 48 m |   |                 |   |
|   |                                      |                   | <i>Slope</i> : 39°         |   |                 |   |
|   |                                      |                   | Kohesi : 12 kPa            |   |                 |   |
|   |                                      |                   | Sudut Geser Dalam : 25°    |   |                 |   |
| Bobot Isi Tanah 15,14 kN/m <sup>3</sup> |                                      |                   |                            |   |                 |   |

Sumber: Penulis (2021)

Dari data diatas dapat dihitung nilai faktor keamanan menggunakan tinggi lereng sepanjang 22 m, Panjang lereng 48 m, nilai kohesi 12 kPa, nilai sudut geser dalam 25°, dan bobot isi tanah sebesar 15,14 kN/m<sup>3</sup>. Data – data tersebut di masukkan ke dalam aplikasi *Rockscience Slide 6.0* untuk dihitung nilai faktor keamanan dengan menggunakan metode perhitungan Janbu yang disederhanakan. Hasil dari perhitungan nilai faktor keamanan sebesar 0,978 yang termasuk klasifikasi labil. Artinya bahwa, lereng tersebut masih memiliki kemampuan untuk bergerak turun lagi. Maka dari itu diperlukan rekayasa kestabilan lereng agar lereng tersebut dapat stabil. Kenampakan lereng yang ada pada hasil perhitungan dengan aplikasi *Rockscience Slide 6.0* diperoleh 25 irisan, dengan asumsi setiap irisan mewakili beban pada lereng tersebut.

Sifat fisik dan sifat mekanik tanah berpengaruh terhadap nilai faktor keamanan suatu lereng. Apabila bobot isi tanah memiliki nilai lebih besar dari kohesi makan tanah akan mudan mengalami kelongsoran. Hal ini terjadi karena air yang terkandung di dalam tanah lebih banyak, sehingga tekanan air pori tanah menjadi tinggi dan kadar air dalam tanah tinggi, yang menyebabkan sudut geser dalam dan kohesi menurun. Satuan batuan yang ada di lokasi penelitian berupa breksi andesit dengan jenit tanah latosol. Struktur geologi yang terjadi pada lokasi penelitian merupakan rekahan pada tanah. Air masuk melalui celah – celah yang berada pada rekahan tanah yang ada. Sehingga apabila air terus menmbus ke tanah dan mengenai bidang lunak lama kelamaan akan membentuk bidang gelincir.

Berdasarkan nilai faktor keamanan yang diperoleh, lereng memiliki kemiringan  $39^\circ$ , yang artinya dalam klasifikasi kemiringan lereng menurut Van Zuidam (1983) termasuk kedalam topografi yang sangat terjal. Kondisi tersebut sesuai dengan keadaan lokasi penelitian yang berada di lereng punggung. Kondisi lereng yang dihitung menggunakan aplikasi *rockscience slides 6.0*. ditunjukkan pada Gambar 3.1.

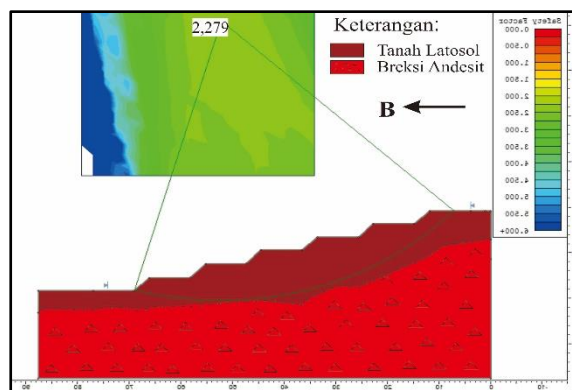


**Gambar 3.1.** Kondisi Awal Lereng dengan Janbu yang Disederhanakan  
 Sumber: Penulis, 2021; Aplikasi *Rockscience Slide 6.0*

## 2. Rekayasa Kestabilan Lereng

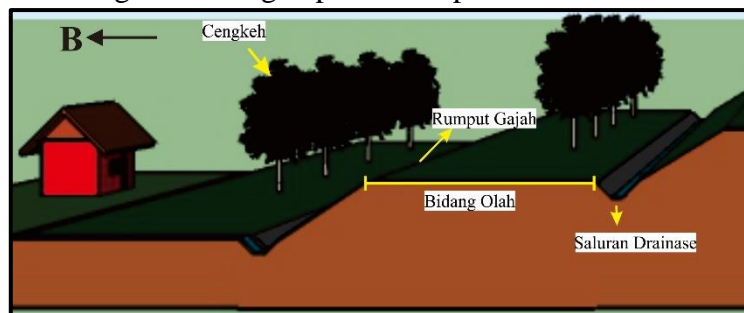
Rekayasa kestabilan lereng yang digunakan mengacu pada Pedoman Departemen Pekerjaan Umum Pd T-09-2005-b yang berkaitan tentang rekayasa penanganan keruntuhan lereng pada tanah residu dan batuan serta Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.105/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018 tentang Tata Cara Pelaksanaan, Kegiatan Pendukung, Pemberian Insentif, Serta Pembinaan dan Pengendalian Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan. Dalam melakukan rekayasa kestabilan lereng menggunakan pendekatan teknologi, pendekatan sosial berupa sosialisasi, dan pendekatan institusi berupa pembangunan fasilitas oleh pemerintah. Pendekatan teknologi dilakukan secara vegetatif dan sipil teknis. Pendekatan secara vegetatif berupa revegetasi tanaman pokok dan *cover crop*. Pendekatan secara sipil teknik yang dilakukan berupa perubahan geometri lereng dengan pembuatan teras bangku, dan pembuatan saluran drainase permukaan.

Salah satu cara memperbaiki kestabilan lereng yaitu dengan mengubah geometri lereng. Pada penelitian ini lereng diubah dengan pembuatan teras. Untuk meningkatkan nilai faktor keamanan pada lereng dilokasi penelitian pembuatan teras terdapat 6 jenjang dengan lebar bidang olah 8 meter dan tinggi 4 meter dengan kemiringan bidang miring  $45^\circ$ . Setelah dilakukan pembuatan teras nilai faktor keamanan pada aplikasi *slide 6.0* meningkat yang semula 1,030 (labil) menjadi 2,279 (stabil). Hasil pembuatan teras ditunjukkan pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.2.** Nilai Faktor Keamanan Setelah di Teras  
 Sumber: Penulis, 2021; Aplikasi *Rockscience Slide 6.0*

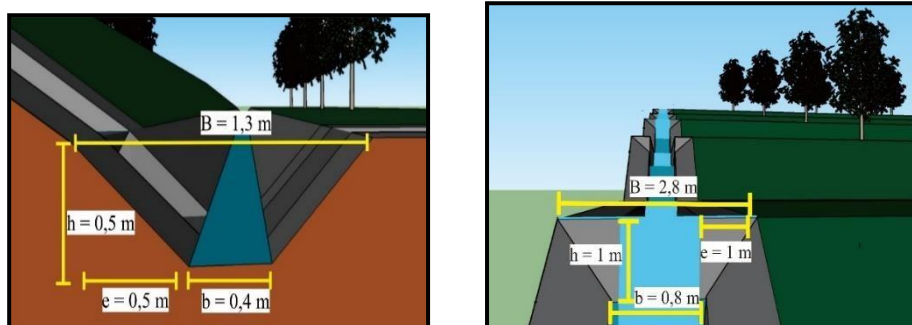
Tumbuhan dapat mempengaruhi suatu stabilitas lereng. Revegetasi dapat memperkuat lereng, namun apabila pemilihan tanaman pokok dan tanaman penutupnya salah atau tidak sesuai dengan kondisi lereng maka akan menyebabkan gangguan pada lereng. Jenis tanaman pokok yang dipilih di lokasi penelitian berupa pohon cengkeh (*Syzygium aromaticum*) dengan tanaman penutup tanahnya berupa rumput gajah (*Pennisetum purpureum*). Pemilihan tanaman cengkeh di daerah penelitian karena cengkeh dapat hidup di ketinggian 500 – 2.000 mdpl dan dapat tumbuh dengan baik pada daerah yang memiliki curah hujan 2210 – 3607 mm/tahun (Rusnani, 2012). Model Revegetasi lereng dapat dilihat pada Gambar 3.3.



**Gambar 3.3.** Model Revegetasi Lereng

Sumber: Penulis, 2021;

Penanganan air permukaan berupa penutupan rekahan menggunakan material kedap air. Penutupan rekahan di lokasi penelitian menggunakan material lempung. Penutupan rekahan berfungsi untuk mengurangi tekanan hidrostatik sehingga mengurangi air pori tanah dan membuat kadar air dalam tanah menurun sehingga kohesi dalam tanah dapat meningkat. Selanjutnya pembuatan saluran drainase permukaan. Tipe saluran drainase permukaan pada daerah penelitian berbentuk trapesium. Dimensi untuk pembuatan saluran drainase secara horizontal yaitu: B dengan panjang 1,3 meter, h dengan panjang 0,5 meter, dan e dengan panjang 0,5 meter, dan b dengan panjang 0,4 meter. Sedangkan dimensi untuk saluran drainase vertikal, yaitu: B dengan panjang 2,6 meter, h dengan panjang 1 meter, e dengan panjang 0,9 meter, dan b dengan panjang 0,8 meter. Selanjutnya air yang ada di hilir dari saluran drainasi akan dialirkan menuju ke drainase yang telah dibangun sebelumnya yang ada di pinggir jalan untuk diteruskan ke sungai. Model saluran dapat dilihat pada Gambar 3.4.



**Gambar 3.4.** Model Saluran Drainase di Daerah Penelitian: a. Secara Horizontal; b. Secara Vertikal

Sumber: Penulis, 2021

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik berdasarkan tujuan dari penulisan penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

1. Hasil analisis kesetimbangan batas (limit equilibrium) dengan menggunakan metode perhitungan Janbu yang disederhanakan melalui aplikasi Slide 6.0 diperoleh nilai faktor keamanan sebesar 0,978 (labil). Setelah dilakukan rekayasa teknik diperoleh nilai faktor keamanan sebesar 2,279 (stabil).
2. Reayasa teknik yang dilakukan pada lereng yang bermasalah dengan cara pembuatan teras kebun, pembuatan saluran drainase permukaan, revegetasi, dan penutupan rekahan dengan semen.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada orang tua yang telah mendukung penelitian ini. Terimakasih kepada Bapak Ir. Suharwanto, M.T., dan Bapak Herwin Lukito S.T., M.Si., yang sudah mendukung penelitian hingga akhir. Kepada teman – teman yang telah atas dukungannya dan juga instansi terkait yang telah memberi informasi dan semua pihak yang sudah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arief, S. (2008). *Metode -metode Dalam Analisis Kestabilan Lereng*. Sorowako.
- Das, B. M., Mochtar, N. E., & Mochtar, I. B. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip - Prinsip Rekayasa Geoteknik)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Dr. Ir. Surupin, M. E. (2004). *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta: Andi.
- Indera, R., Mina, E., & B, S. (2015). Analisis Stabilitas Llereng dan Perencanaan Soilnailing dengan Software Geostudio 2007 (Studi Kasus Kampus Untirta Sindangsari. *Jurnal Vondasi*, 4.
- Karnawati, D. (2005). *Bencana Alam Gerakan Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Rusnani, I. (2012). *Pengaruh Pemotongan Akar Tunggang Bengkok Terhadap Pertumbuhan Bibit Cengkeh*. Surakarta: Universitas Muhamadiyah Surakarta.
- Varnes, D. J., & David , C. M. (1996). Landslide: Investigation and Mitigation (Chapter 3: Landslide Types and Processes). *National Academy of Sciences*, 36-75.
- Zakaria, Z. (2009). Analisis Kestabilan Lereng Tanah. *Lab Geotek PS TG FT Geologi Universitas Padjajaran Bandung*.
- Zuidam, R. A. (1983). *Guide to Geomorphologic Aerial Photographs Interpretation and Mapping*. Netherlands: ITC, Enschede The Netherlands.