

**APLIKASI METODE GEOFISIKA DAN GEOTEKNIK UNTUK  
ANALISIS KESTABILAN LERENG, KECEPATAN DAN JANGKAUAN  
LONGSOR (STUDI KASUS: RUAS JALAN KERETA API SUKATANI-  
CIGANEA)**

**SKRIPSI**

diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Sains  
Program Studi Fisika Departemen Pendidikan Fisika

Konsentrasi Fisika Kebumihan



Oleh

Agrie Sri Yulia Fuji

1804123

**PROGRAM STUDI FISIKA**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN FISIKA**

**FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

**2022**

APLIKASI METODE GEOFISIKA DAN GEOTEKNIK UNTUK ANALISIS  
KESTABILAN LERENG, KECEPATAN DAN JANGKAUAN LONGSOR  
(STUDI KASUS: RUAS JALAN KERETA API SUKATANI-CIGANEA)

Oleh

Agrie Sri Yulia Fuji

Skripsi ini diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

Program Studi Fisika

Departemen Pendidikan Fisika

FPMIPA UPI

© Agrie Sri Yulia Fuji

Universitas Pendidikan Indonesia

2022

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Skripsi ini tidak diperkenankan untuk diperbanyak seluruhnya atau sebagianya,  
Dengan dicetak ulang, difotokopi, atau dengan cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

Agrie Sri Yulia Fuji, 2022

*APLIKASI METODE GEOFISIKA DAN GEOTEKNIK UNTUK ANALISIS KESTABILAN LERENG,  
KECEPATAN DAN JANGKAUAN LONGSOR (STUDI KASUS: RUAS JALAN KERETA API SUKATANI-  
CIGANEA)*

Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](https://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](https://perpustakaan.upi.edu)

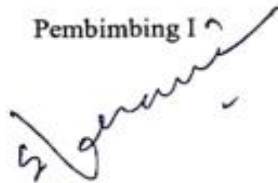
## LEMBAR PENGESAHAN

Agrie Sri Yulia Fuji

APLIKASI METODE GEOFISIKA DAN GEOTEKNIK UNTUK ANALISIS  
KESTABILAN LERENG, KECEPATAN DAN JANGKAUAN LONGSOR  
(STUDI KASUS: RUAS JALAN KERETA API SUKATANI-CIGANEA)

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing,

Pembimbing I



Dr. Selly Feranie, S.Pd., M.Si.

NIP. 197411081999032004

Pembimbing II



Dr. Adrin Tohari, M. Eng.

NIP 197004261989121001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Fisika



Dr. Endf Suhendi, M.Si

NIP. 197905012003121001

Agrie Sri Yulia Fuji, 2022

APLIKASI METODE GEOFISIKA DAN GEOTEKNIK UNTUK ANALISIS KESTABILAN LERENG,  
KECEPATAN DAN JANGKAUAN LONGSOR (STUDI KASUS: RUAS JALAN KERETA API SUKATANI-  
CIGANEA)

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

## ABSTRAK

# APLIKASI METODE GEOFISIKA DAN GEOTEKNIK UNTUK ANALISIS KESTABILAN LERENG, KECEPATAN DAN JANGKAUAN LONGSOR (STUDI KASUS: RUAS JALAN KERETA API SUKATANI- CIGANEA)

Oleh

**Agrie Sri Yulia Fuji**

**NIM 1804123**

**(Program Studi Fisika)**

Jawa barat merupakan salah satu wilayah dengan kerentanan bencana pergerakan tanah yang tinggi. Di beberapa wilayah di Jawa barat, jalur kereta api dibangun di atas timbunan tanah atau lereng tanah kupasan, yang salah satunya ada di jalur kereta api Sukatani-Ciganea, yang berada pada zona kerentanan gerakan tanah. Tugas akhir ini menyajikan hasil analisis kestabilan lereng untuk menentukan kecepatan dan jangkauan longsor di ruas jalan kereta api Sukatani-Ciganea berdasarkan data pengujian sifat fisik tanah di laboratorium, interpretasi material bawah permukaan menggunakan geolistrik resistivitas, serta pemodelan menggunakan metode irisan berdasar metode kesetimbangan batas. Hasil interpretasi citra resistivitas 2-D menunjukkan pada area penelitian ini memiliki jenis tanah pasiran berlanau pada lapisan paling atas, lapisan batu bronjong di bagian tengah, dan lapisan pasiran di lapisan terbawah. Hasil dari interpretasi resistivitas didukung oleh hasil pengujian laboratorium yaitu pengujian berat isi, berat jenis (*specific gravity*), uji batas Atterberg, analisa butir tanah, hidrometer dan triaksial yang menunjukkan tanah sampel lokasi penelitian memiliki jenis pasiran berlanau dengan plastisitas rendah dan dapat bersifat kohesif. Melalui analisis kestabilan lereng berdasarkan metode batas kesetimbangan umum menggunakan perangkat lunak Geostudio dan pyBimStab diperoleh nilai faktor keamanan mendekati 1,04 yang menunjukkan lereng berada dalam kondisi kritis. Apabila terjadi reaktivasi pergerakan tanah, bidang gelincir pada area penelitian termasuk kedalam jenis *translational slide* diprediksi jarak jangkauan longsor sekitar 23,40 m dengan kecepatan pergerakan bahan longsor sekitar 5,73 m/s. Area cakupan longsor mencakup ruas jalan kereta api, sawah, dan kebun yang berada di sekitar titik pusat longsor.

Kata Kunci: Longsor, Sukatani, Resistivitas, Analisis Stabilitas Lereng, Sifat Fisik Tanah, Cakupan Longsor.

Agrie Sri Yulia Fuji, 2022

APLIKASI METODE GEOFISIKA DAN GEOTEKNIK UNTUK ANALISIS KESTABILAN LERENG,  
KECEPATAN DAN JANGKAUAN LONGSOR (STUDI KASUS: RUAS JALAN KERETA API SUKATANI-  
CIGANEA)

Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](https://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](https://perpustakaan.upi.edu)

## **ABSTRACT**

# **APPLICATION OF GEOPHYSICAL AND GEOTECHNICAL METHODS FOR THE ANALYSIS OF SLOPE STABILITY, VELOCITY AND RANGE OF LANDSLIDES (CASE STUDY: SUKATANI-CIGANEA RAILWAY SECTION)**

By

**Agrie Sri Yulia Fuji**

**NIM 1804123**

**(Physics Study Program)**

West Java is one of the areas with high vulnerability to landslides. In several areas in West Java, railway lines are built on heaps of soil or striped soil slopes, one of which is on the Sukatani-Ciganea railway line, which is in the zone of vulnerability to landslides. This final project presents the results of slope stability analysis to determine the velocity and run-out distance of landslides on the Sukatani-Ciganea railway section based on data on soil physical and engineering properties determined in the laboratory, interpretation of subsurface material using resistivity geoelectricity, and modeling using the method of slice based on the limit equilibrium method. The results of the 2-D resistivity image interpretation show that the slope in the study area consists of silty sandy soil in the top layer, a gabion stone layer in the middle, and a sandy layer at the bottom. The results of the resistivity interpretation are supported by the results of laboratory tests, such as the density test, specific gravity, Atterberg limit test, soil grain analysis, hydrometer and triaxial which show that the soil samples obtained from the study site are classified as a silty sandy type with low plasticity and can be cohesive. According to slope stability analysis, based on the general equilibrium limit method using Geostudio and pyBimStab software, the slope safety factor values approach 1.04, respectively, which indicates the slope is in a critical condition. In the event of reactivation of ground movement, the sliding plane in the study area is a translational slide type. It is predicted that the run-out distance is about 23.4 m with the movement velocity of landslide material around 5.73 m/s. The landslide material may cover a large area including railroads, and rice fields around the center of the avalanche.

Keywords: Landslide, Sukatani, Resistivity, Slope Stability Analysis, Soil Physical Properties, Avalanche Coverage.

Agrie Sri Yulia Fuji, 2022  
*APLIKASI METODE GEOFISIKA DAN GEOTEKNIK UNTUK ANALISIS KESTABILAN LERENG,  
KECEPATAN DAN JANGKAUAN LONGSOR (STUDI KASUS: RUAS JALAN KERETA API SUKATANI-  
CIGANEA)*

Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](http://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](http://perpustakaan.upi.edu)

## DAFTAR ISI

|  |       |
|--|-------|
| LEMBAR PENGESAHAN .....  | iii   |
| LEMBAR PERNYATAAN .....  | iv    |
| KATA PENGANTAR .....   | v     |
| UCAPAN TERIMAKASIH.....  | vi    |
| ABSTRAK .....  | ix    |
| ABSTRACT.....  | x     |
| DAFTAR ISI.....  | xi    |
| DAFTAR GAMBAR .....  | xiv   |
| DAFTAR TABEL.....  | xvii  |
| DAFTAR LAMPIRAN.....   | xviii |
| BAB I PENDAHULUAN .....  | 4     |
| 1.1. Latar Belakang.....   | 4     |
| 1.2. Rumusan Masalah.....  | 7     |
| 1.3. Tujuan Penelitian .....   | 5     |
| 1.4. Manfaat Penelitian .....  | 5     |
| 1.5. Batasan Masalah .....   | 6     |
| 1.6. Sistematika Penulisan .....   | 7     |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA .....  | 9     |
| 2.1. Karakteristik Tanah Potensial Longsor.....                          | 9     |
| 2.2. Metode Geolistrik untuk Interpretasi Geometri Bidang Gelincir ..... | 12    |
| 2.2.1. Arus Listrik .....  | 15    |
| 2.2.2. Hukum Ohm.....  | 16    |
| 2.2.3. Elektroda Arus Tunggal di Bawah Permukaan.....                    | 17    |
| 2.2.4. Elektroda Arus Tunggal di Permukaan.....                          | 18    |

Agrie Sri Yulia Fuji, 2022

*APLIKASI METODE GEOFISIKA DAN GEOTEKNIK UNTUK ANALISIS KESTABILAN LERENG, KECEPATAN DAN JANGKAUAN LONGSOR (STUDI KASUS: RUAS JALAN KERETA API SUKATANI-CIGANEA)*

Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](https://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](https://perpustakaan.upi.edu)

|   |           |
|---|-----------|
| 2.2.5. Dua Elektroda Arus di Permukaan.....   | 18        |
| 2.2.6. Resistivitas Semu .....  | 19        |
| 2.2.7. Konfigurasi pada Metode Geolistrik Resistivitas .....  | 20        |
| 2.3. Sifat Mekanika Tanah.....  | 22        |
| 2.4. Kestabilan Lereng dan Metode Batas Kesetimbangan Umum .....  | 31        |
| 2.5. Pemodelan Bahan Blok dalam Matrik .....  | 36        |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>   | <b>41</b> |
| 3.1. Profil Umum Lokasi Penelitian .....  | 41        |
| 3.2. Alur Penelitian .....  | 44        |
| 3.3. Analisis Geometri dan Struktur Bawah Permukaan Berdasarkan Metode Geofisika.....                         | 46        |
| 3.4. Analisis Berdasarkan Metode Geoteknik .....  | 47        |
| 3.4.1. Pengambilan Sampel Tanah.....  | 47        |
| 3.4.2. Pengujian Karakteristik Sifat Fisik dan Sifat Kuat Geser Tanah di Laboratorium Geomekanika BRIN .....  | 49        |
| 3.5. Analisis Stabilitas Lereng ( <i>Slope Stability Analysis</i> ).....                                      | 65        |
| 3.6. Pendekatan Untuk Prediksi Kecepatan dan Jarak Jangkauan ( <i>Run-out</i> ) Gerakan Bahan Longsoran.....  | 71        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>  | <b>72</b> |
| 4.1. Analisis Profil <i>Electrical Resistivity Tomography</i> (ERT) .....                                     | 72        |
| 4.1.1. Profil <i>Electrical Resistivity Tomography</i> (ERT) Lintasan #6 Dalam Arah Barat-Timur.....          | 72        |
| 4.1.2. Profil <i>Electrical Resistivity Tomography</i> (ERT) Lintasan #1 Dalam Arah Baratdaya-Timurlaut ..... | 74        |
| 4.1.3. Profil <i>Electrical Resistivity Tomography</i> (ERT) Lintasan #2 Dalam Arah Baratdaya-Timurlaut ..... | 75        |

|   |     |
|---|-----|
| 4.1.4. Profil <i>Electrical Resistivity Tomography</i> (ERT) Lintasan #3 Dalam Arah Baratdaya-Timurlaut ..... | 76  |
| 4.2. Analisis Karakteristik Sifat Fisik dan Sifat Kuat Geser Tanah Menggunakan Metode Geoteknik.....          | 78  |
| 4.3. Analisis Stabilitas Lereng ( <i>Slope Stability Analysis</i> ) dan Kedalaman Bidang Gelincir.....        | 83  |
| 4.4. Prediksi Kecepatan dan Jarak Jangkauan ( <i>Run-out Distance</i> ) Gerakan Lereng Tanah .....            | 86  |
| BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....  | 90  |
| 5.1. Simpulan .....   | 90  |
| 5.2. Saran .....  | 91  |
| DAFTAR PUSTAKA .....  | 92  |
| LAMPIRAN-LAMPIRAN.....  | 96  |
| LEMBAR RIWAYAT HIDUP .....  | 116 |



## DAFTAR PUSTAKA

- Assa, V. A dkk. (2016). KARAKTERISTIK PEMAMPATAN TANAH RESIDU DI TPA RATAHAN. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 6(3), 157–178.
- Baver, L. D. (1959). *Soil Physics*.
- Bowless dan Joseph E. (1991). *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*.
- Brahmantyo, Arga dkk. (2014). Identifikasi Bidang Gelincir Pemicu Tanah Longsor Dengan Metode Resistivitas 2 Dimensi Di Desa Trangkil Sejahtera Kecamatan Gunungpati Semarang. *Youngster Physics Journal*, 3(2), 83–96.
- Darsono, N. L. B. (2012). Identifikasi Bidang Gelincir Pemicu Bencana Tanah Longsor Dengan Metode Resistivitas 2 Dimensi Di Desa Pablengan Kecamatan Matesih Kabupaten Karanganyar. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 2.
- Darwis. (2018). *DASAR-DASAR MEKANIKA TANAH*.
- Das, B. M. (1988). *Mekanika Tanah 1* (N. E. Terj Mochtar & B. . Mochtar (eds.)). Erlangga.
- Djunaedi, M. S. (2008). Teknik Penetapan Berat Isi Tanah Di Laboratorium Fisika Tanah Balai Penelitian Tanah. *Buletin Teknik Pertanian*, 13(2), 65–68. <http://203.190.36.42/publikasi/bt132087.pdf>
- Elviani, D. (2020). *Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Software Geostudio Slope/W 2012 Studi Kasus Daerah Wisata Kabupaten Pesawaran Lampung*. 18.
- EW, M. (2004). Characterization of bimrocks (rock/soil mixtures) with application to slope stability problems. *EUROCK 2004 & 53rd Geomechanics Colloquy*.
- Fahriana, Nina dkk. (2019). Analisis Klasifikasi Tanah Dengan Metode Uscs ( Meurandeh Kota Langsa ). *Jurnal Ilmiah Jurutera*, 6 (2), 005–013.

Agrie Sri Yulia Fuji, 2022

APLIKASI METODE GEOFISIKA DAN GEOTEKNIK UNTUK ANALISIS KESTABILAN LERENG, KECEPATAN DAN JANGKAUAN LONGSOR (STUDI KASUS: RUAS JALAN KERETA API SUKATANI-CIGANEA)

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

<https://ejournalunsam.id/index.php/jurutera/article/view/1622/1284>

- Faridlah, Mela dkk. (2016). Hubungan Parameter Sifat Magnetik Dan Sifat Keteknikan Tanah Pada Tanah Residual Vulkanik. *Wahana Fisika*, 1(1), 54. <https://doi.org/10.17509/wafi.v1i1.4532>
- Fathurrozi, & Rezqi, F. (2016). Sifat-sifat fisis dan mekanis tanah timbunan badan jalan kuala kapuas. *Jurnal Poros Teknik*, 8(1), 1–54.
- Firmansyah, dkk. (2016). Prediction of landslide run-out distance based on slope stability analysis and center of mass approach. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 29(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/29/1/012003>
- GEO-SLOPE International Ltd. (2012). Stability modeling with Slope/W. *Calgary, Alberta, Canada T2P 2Y5*.
- Guskarnali, I. T. P. I. (2017). *APLIKASI SOFTWARE GEOSTUDIO 2007 SLOPE / W UNTUK ANALISIS KESTABILAN LERENG DI TAMBANG MUARA TIGA BESAR UTARA PT BUKIT ASAM ( PERSERO ) Tbk SUMATERA SELATAN*. 2(September), 31–42.
- Hanafiah, K. A. (2005). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT Rajagrafindo Persada.
- Hardiyatmo, H. C. (1992). *Mekanika Tanah 1*. Gramedia Pustaka Utama.
- Hungr, O dkk (2014). *Varnes Classification of Landslide Types, An Update. Landslides, Vol. 11: 167 – 194. Springer-Verlag Berlin Heidelberg*.
- Indera, Rama dkk. (2015). ANALISIS STABILITAS LERENG DAN PERENCANAAN SOILNAILING DENGAN SOFTWARE GEOSTUDIO 2007 ( Studi Kasus Kampus Untirta Sindangsari ). *Fondasi*, 4(1), 1–12.
- Jaboyedoff, M., & Labiouse, V. (2011). Technical note: Preliminary estimation of rockfall runout zones. *Natural Hazards and Earth System Science*, 11(3), 819–828. <https://doi.org/10.5194/nhess-11-819-2011>

- KPUPR. (2018). *Diklat Penanganan Tanah Problematik Pada Struktur Jalan*.
- Kusuma, R. I dkk. (2016). Tinjauan Sifat Fisis Dan Mekanis Tanah (Studi Kasus Jalan Carenang Kabupaten Serang). *Jurnal Fondasi*, 5(2), 30–39.
- Lusiana, P. N. (2020). *Uji triaksial unconsolidated – undrained (tak terkonsolidasi – tak terdrainase) tanah dasar pada kawasan rencana pembangunan sport center kota tegal*.
- Montoya-Araque, E. A., & Suarez-Burgoa, L. O. (2018). pyBIMstab: Application software for 2D slope stability analysis of block-in-matrix and homogeneous materials. *SoftwareX*, 7, 383–387. <https://doi.org/10.1016/j.softx.2018.11.003>
- Naryanto, H. S dkk. (2019). Analisis Penyebab Kejadian dan Evaluasi Bencana Tanah Longsor di Desa Banaran, Kecamatan Pulung, Kabupaten Ponorogo, Provinsi Jawa Timur Tanggal 1 April 2017. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 272. <https://doi.org/10.14710/jil.17.2.272-282>
- Pangemanan, V., & Sompie, O. (2014). Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Fellenius (Studi Kasus: Kawasan Citraland). *Jurnal Sipil Statik*, 2(1), 22–28. <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/3920>
- Permanasari, I. N. P. (2018). *Mekanisme Runtuhan Tebing dengan Bidang Gelincir Melengkung Sebagai Awal Longsoran Lereng, Studi Kasus Daerah Cililin Kabupaten Bandung Barat*.
- Pinrang, B. (2014). *Gambaran Umum Kondisi Daerah Sementara*. 16–217.
- Reynolds, J. M. (1997). *An Introduction to Applied and Enviromental Geophysics*.
- Santoso, Budi dkk. (2020). Identifikasi Bidang Gelincir Berdasarkan Parameter Fisika Batuan (Studi Kasus: Daerah Rawan Longsor Di Jalan Kereta Api Km 110, Purwakarta). *Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika*, 4(2), 123–130. <https://doi.org/10.24198/jiif.v4i2.27579>
- Seniwati, dkk. (2018). *Menggunakan Metode Geolistrik Hambatan Jenis Pada*. 17(1).

Agrie Sri Yulia Fuji, 2022

**APLIKASI METODE GEOFISIKA DAN GEOTEKNIK UNTUK ANALISIS KESTABILAN LERENG, KECEPATAN DAN JANGKAUAN LONGSOR (STUDI KASUS: RUAS JALAN KERETA API SUKATANI-CIGANEA)**

Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](https://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](https://perpustakaan.upi.edu)

- Sir, T. M. W dkk. (2016). Perbandingan Pengukuran Kadar Air Tanah Lempung Menggunakan Metode Gravimetry dan Metode Gypsum. *Jurnal Teknik Sipil*, V(2), 213–226.
- Souisa, Matheus dkk. (2019). Estimates of Velocity and Slide Travel Distance using ELM Sliding Approach. *J. Math. Appl. Sch.*, 13, 53–60.
- Supermipa. (2020). *Laporan Praktikum Fisika Tanah*.  
<https://www.supermipa.com/2020/02/laporan-praktikum-fisika-tanah.html>
- Sutono, S dkk. (2006). Penetapan plastisitas tanah. *Sifat Fisik Tanah Dan Metode Analisisnya*, 251–259.
- Telford, W. M dkk. (1990). *Applied Geophysics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Varnes, D. J. (1978). *Landslide hazard zonation : a review of principles and practice*. Paris : Unesco, 1984.
- Wardana, I. (2011). Pengaruh Perubahan Muka Air Tanah Dan Terasering Terhadap Perubahan Kestabilan Lereng. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 15(1), 83–92.
- Wibowo, Y. S. (2009). *Pengaruh Sifat Keteknikan Tanah Residual Di Daerah*. 153–162.
- Zuidam, V. (1983). *Guide to Geomorphologic Aerial Photographic Interpretation and Mapping*. ITC. Enshede The Netherland