

**ANALISIS POTENSI LONGSOR MENGGUNAKAN DATA *GROUND PENETRATING  
RADAR (GPR)* DAN DATA MEKANIKA TANAH DI KAMPUNG CIBITUNG  
KECAMATAN PANGALENGAN KABUPATEN BANDUNG**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk penulisan skripsi sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Sains  
Program Studi Fisika Departemen Pendidikan Fisika  
Konsentrasi Fisika Kebumihan



Oleh:

Agustina Dwi Puspitasari

1909890

**PROGRAM STUDI FISIKA**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN FISIKA**

**FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

**2023**

ANALISIS POTENSI LONGSOR MENGGUNAKAN DATA *GROUND  
PENETRATING RADAR* (GPR) DAN DATA MEKANIKA TANAH DI  
KAMPUNG CIBITUNG KECAMATAN PANGALENGAN KABUPATEN  
BANDUNG

Oleh

Agustina Dwi Puspitasari

Skripsi yang diajukan sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Fisika

Konsentrasi Fisika Kebumihan

FPMIPA UPI

© Agustina Dwi Puspitasari

Universitas Pendidikan Indonesia

2023

Hak cipta dilindungi undang – undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau Sebagian, dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin penulis.

**LEMBAR PENGESAHAN**

AGUSTINA DWI PUSPITASARI

**ANALISIS POTENSI LONGSOR MENGGUNAKAN DATA *GROUND  
PENETRATING RADAR (GPR)* DAN DATA MEKANIKA TANAH DI  
KAMPUNG CIBITUNG KECAMATAN PANGALENGAN KABUPATEN  
BANDUNG**

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I,



Dr. Selly Feranie, M.Si

NIP. 19741111081999032004

Pembimbing II,



Dr. Adrin Tohari, M.Eng.

NIP. 197004261989121001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Fisika



Dr. Endi Suhendi, M.Si

NIP. 197905012003121001

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “ANALISIS POTENSI LONGSOR MENGGUNAKAN DATA *GROUND PENETRATING RADAR* (GPR) DAN DATA MEKANIKA TANAH DI KAMPUNG CIBITUNG KECAMATAN PANGALENGAN KABUPATEN BANDUNG” ini beserta seluruh isinya adalah benar – benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara – cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Juni 2023

Yang membuat pernyataan,



Agustina Dwi Puspitasari

NIM. 1909890

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT Tuhan yang Maha Esa, karena kasih dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Analisis Potensi Longsor Menggunakan Data *Ground Penetrating Radar* (GPR) dan Data Mekanika Tanah di Kampung Cibitung Kecamatan Pangalengan Kabupaten Bandung”. Tak lupa shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah menjadi suri tauladan bagi umatnya.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu seperti pembimbing, dosen – dosen dan juga teman-teman yang telah membantu kelancaran pembuatan skripsi ini.

Akhirnya dengan segala kerendahan hati penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri khususnya dan bagi pembaca pada umumnya. Semoga Allah SWT. senantiasa membuka jalan bagi peningkatan kualitas ilmu pengetahuan dalam upaya mendapatkan ridho-Nya. Aamiin

Bandung, Juni 2023

Penulis

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Selama proses penelitian dan menyusun penulisan tugas akhir ini (skripsi) banyaknya hambatan, akan tetapi berkat dukungan dari berbagai pihak, serta saran dan kritik, sehingga pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Allah SWT yang Maha Esa, yang telah memberikan kekuatan kepada penulis, sampai penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Orang tua dan seluruh keluarga yang selalu mendukung dalam menjalani perkuliahan sampai terselesaikannya skripsi ini.
3. Bapak Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M. Si. selaku Ketua Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI.
4. Bapak Dr. Endi Suhendi, M.Si. selaku Ketua Program Studi Fisika FPMIPA UPI.
5. Ibu Dr. Selly Feranie, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan dukungan dan bimbingan hingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Dr. Adrin Tohari, M. Eng. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan dukungan dan bimbingan hingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
7. Bambang Sugiarto, S.T., M.T. selaku peneliti di Pusat Penelitian Geoteknologi BRIN, yang telah memberikan arahan, bimbingan dan dukungan dalam pengambilan data serta penyusunan penulisan skripsi ini.
8. Bapak Jauhari Arifin, S.T dan bapak Dadan Dani Wardhana, S.T., M.T selaku peneliti di Pusat Penelitian Geoteknologi BRIN, yang telah membantu dalam pengambilan data, sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Ibu Khori Sugianti, M.T., selaku peneliti di Pusat Penelitian Geoteknologi BRIN, yang telah memberikan arahan, bimbingan dan dukungan dalam pengambilan data, untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Bapak Wahyudin dan Bapak Bambang Irianta selaku laboran pada laboratorium Geoteknologi BRIN, yang dapat membimbing penulis dalam pengolahan data mekanika tanah, hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

11. Ila Karmila, Adinda Pramesti Wahyuning Putri, Karla Najiyah Rachmawati, Cahyanisa Alifa Pramesti, dan Amata Kara Perdani Handiman, selaku teman satu penelitian, yang telah dukungan dan motivasi dalam pengambilan data dan penulisan skripsi ini.
12. Yuni Rahmawati dan Taufik Syah Mauludin selaku teman yang telah kebersamai selama perkuliahan berlangsung.
13. Pradito Octa Budiono, Kaulika Cikal Arvi Zulka, dan Chandra Hendriana selaku teman yang telah membantu dalam pengambilan data, hingga bisa skripsi ini selesai.
14. Seluruh dosen dan staf administrasi Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama perkuliahan, hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
15. Teman – teman mahasiswa di Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI khususnya teman – teman Fisika C 2019 yang selalu memberikan dukungan selama perkuliahan.

**ANALISIS POTENSI LONGSOR MENGGUNAKAN DATA  
GROUND PENETRATING RADAR (GPR) DAN DATA  
MEKANIKA TANAH DI KAMPUNG CIBITUNG  
KECAMATAN PANGALENGAN KABUPATEN BANDUNG**

**ABSTRAK**

Kampung Cibitung, Kecamatan Pangalengan, Kabupaten Bandung merupakan salah satu kawasan di Jawa Barat yang memiliki kerentanan longsor yang cukup tinggi, untuk mengetahui potensi longsor, maka dilakukannya analisis kestabilan lereng. Melalui survei metode *Ground Penetrating Radar* (GPR) dan pengambilan sampel tanah telah dilakukan di kampung Cibitung, Kecamatan Pangalengan, Kabupaten Bandung. Pengambilan data GPR diambil sebanyak 2 lintasan dari arah barat ke timur, dengan menggunakan alat GSSI SIR 3000, serta antenna *shielded* dan frekuensi 100 MHz dengan metode akuisisi pengambilan data *radar refraction profiling*. Sedangkan sampel tanah diambil sebanyak 4 titik untuk pengujian mekanika tanah. Dari kedua data tersebut dilakukan pemodelan menggunakan metode kesetimbangan batas umum dengan *software* Geostudio dan pyBIMstab dalam keadaan eksisting (*natural condition*) sehingga diketahui kestabilan lereng. Dan juga menerapkan keadaan kritis lereng untuk menganalisis potensi longsor, sehingga dapat mengetahui prediksi kecepatan dan jarak jangkauan longsor dengan pendekatan pusat massa dan model gesekan *Coulomb* sederhana. Dari analisis menggunakan metode tersebut diperoleh pada keadaan eksisting, lereng dalam keadaan stabil, sehingga tidak berpotensi longsor. Sedangkan dalam keadaan kritis memperoleh bidang gelincir sepanjang 38,34 – 45,4 meter, dengan kedalaman 1 – 5 meter, yang dikategorikan sebagai longsor dangkal dengan tipe longSORan translasi dan rotasi. Untuk jarak jangkauan diperoleh 37,95 – 61,72 meter dengan kecepatan 4,40 – 4,91 meter, sehingga termasuk kategori kecepatan yang ekstrim sangat cepat. Dari hasil tersebut diharapkan dapat adanya rambu – rambu daerah rawan longsor, sehingga dapat meningkatkan kewaspadaan bagi warga yang beraktivitas di area tersebut dan para pekerja di PT. Star Energy Geothermal (Wayang Windu).

**Kata Kunci:** GPR, mekanika tanah, potensi longsor, jarak jangkauan, kecepatan longSORan



**LANDSLIDE POTENTIAL ANALYSIS USING GROUND  
PENETRATING RADAR (GPR) DATA AND SOIL  
MECHANICS DATA IN CIBITUNG VILLAGE  
PANGALENGAN DISTRICT BANDUNG REGENCY**

**ABSTRACT**

Cibitung village, Pangalengan District, Bandung Regency is one of the areas in West Java that is highly susceptible to landslides. To assess the landslide potential, a slope stability analysis was conducted. Ground Penetrating Radar (GPR) survey and soil sampling were performed in Kampung Cibitung, Pangalengan District, Bandung Regency. Two GPR profiles were collected from west to east using a GSSI SIR 3000 instrument with a shielded antenna operating at a frequency of 100 MHz. The data acquisition method employed was radar reflection profiling. Additionally, four soil samples were taken for geotechnical testing. The collected data was then used for modelling using the limit equilibrium method with software such as Geostudio and pyBIMstab, under existing (natural conditions), to determine slope stability. Furthermore, the critical slope conditions were applied to analyse the landslide potential, predicting the velocity and run-out of the landslide using the center of mass approach and the simple Coulomb friction model. Based on the analysis using these methods, it was determined that the slope is stable under existing conditions, indicating no potential for landslides. However, under critical conditions, a potential sliding surface with a length ranging from 38.34 to 45.4 meters and a depth of 1 to 5 meters was identified. This type of landslide is categorized as shallow translational and rotational landslides. The predicted run-out was found to be between 37.95 to 61.72 meters, with velocities ranging from 4.40 to 4.91 meters, indicating an extremely fast speed. Based on these findings, it is recommended to establish warning signs in landslide-prone areas to increase awareness among residents and workers at PT. Star Energy Geothermal (Wayang Windu) who are active in the area.

**Keywords:** GPR, soil mechanics, landslide potential, run-out, landslide velocity.

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
LAMPIRAN .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat .....	6
1.5 Sistematika Penulisan .....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	7
2.1 Karakteristik Longsor .....	7
2.2 Metoda <i>Ground Penetrating Radar</i> (GPR) .....	11
2.3 Mekanika Tanah .....	18
2.3.1 Berat isi tanah .....	20
2.3.2 Berat jenis tanah .....	20
2.3.3 Kadar air tanah .....	21
2.3.4 Porositas tanah .....	22
2.3.5 Derajat kejenuhan .....	23
2.3.6 Batas – batas <i>Atterberg</i> .....	23
2.3.7 Analisis ukuran butir .....	27
2.3.8 Uji triaksial (kohesi efektif dan sudut geser efektif) .....	30
2.4 Analisis Potensi Longsor .....	31
2.4.1 Analisis kestabilan lereng .....	31
2.4.2 Metoda batas kesetimbangan umum ( <i>GLE / General Limit Equilibrium</i> ) .....	34
2.4.3 Pemodelan bahan blok dalam matrik (BIM) .....	39

2.4.4	Pendekatan pusat massa untuk prediksi jarak jangkauan dan kecepatan longsor .....	39
BAB III METODE PENELITIAN.....		43
3.1	Alur Penelitian.....	43
3.2	Lokasi Penelitian dan Lintasan Penelitian.....	44
3.3	Teknik Pengambilan Data .....	46
3.3.1.	Pengambilan data <i>Ground Penetrating Radar</i> (GPR) .....	46
3.3.2.	Pengambilan data mekanika tanah .....	48
3.4	Teknik Pengolahan Data.....	50
3.4.1.	Pengolahan data <i>Ground Penetrating Radar</i> (GPR).....	50
3.4.2.	Pengolahan data mekanika tanah .....	54
3.4.3.	Penentuan bidang gelincir berdasarkan hasil interpretasi <i>Ground Penetrating Radar</i> dan mekanika tanah.....	71
3.4.4.	Penentuan prediksi jarak jangkauan dan kecepatan gerakan tanah di lereng 72	
3.5	Teknik Analisis Data GPR dan Mekanika Tanah.....	72
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN .....		74
4.1	Analisis Profil Bidang Gelincir Berdasarkan Data <i>Ground Penetrating Radar</i> (GPR).....	74
4.2	Analisis Karakteristik Sifat Mekanika Tanah.....	76
4.3	Analisis Kestabilan Lereng Berdasarkan Faktor Keamanan dengan Kondisi Eksisting.....	83
4.4	Potensi Longsor Berdasarkan Jarak Jangkauan dan Kecepatan Longsoran dalam Keadaan Kritis .....	87
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI .....		94
5.1.	Simpulan.....	94
5.2.	Implikasi.....	95
5.3.	Rekomendasi .....	95
DAFTAR PUSTAKA .....		96
LAMPIRAN .....		103

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Laju Kecepatan Gerakan Tanah (Hansen, 1984).....	10
Tabel 2. 2	Jangkauan Kedalaman dan Resolusi Berdasarkan Penggunaan Frekuensi Antena (Lehmann & Green, 1999). ....	12
Tabel 2. 3	Nilai Parameter Fisis Beberapa Material (Bason, 2000 dalam Syukur, 2009) .....	16
Tabel 2. 4	Jenis Tanah berdasarkan Berat jenis Tanah (Hardiyatmo, 1992) .....	21
Tabel 2. 5	Klasifikasi Kondisi Kadar Air Tanah (Omar, 2010) .....	22
Tabel 2. 6	Klasifikasi Porositas (Febrian dkk., 2015). ....	22
Tabel 2. 7	Konsistensi Tanah dan Derajat Kejenuhan (Febrian dkk., 2015) .....	23
Tabel 2. 8	Nilai Indeks Plastisitas dan Jenis Tanah (Hardiyatmo, 1992)..	25
Tabel 2. 9	Nilai Faktor Koreksi Suhu (Reddy, 2002).....	28
Tabel 2. 10	Nilai Kalibrasi (K) untuk Menghitung Diameter Partikel pada Analisis Hidrometer (Reddy, 2002). ....	28
Tabel 2. 11	Nilai Kedalaman Efektif (cm) Berdasarkan Pembacaan Hidrometer (Reddy, 2002).....	29
Tabel 2. 12	Klasifikasi Keadaan Lereng Berdasarkan Nilai Faktor Keamanan (Sosrodarsono & Takeda, 1987).....	31
Tabel 2. 13	Kelas Kedalaman Bidang Gelincir (Zakaria, 2009) .....	32
Tabel 2. 14	Kejadian Longsor di Beberapa Tempat (Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2022).....	33
Tabel 2. 15	Kondisi Keseimbangan berbagai Metode Irisan (Muliando dkk., 2022).....	39
Tabel 4. 1	Hasil Sifat Fisik Tanah Kampung Cibitung .....	76
Tabel 4. 2	Hasil Distribusi Ukuran Butir pada L1A.....	79
Tabel 4. 3	Hasil Distribusi Ukuran Butir pada L1B .....	79
Tabel 4. 4	Hasil Distribusi Ukuran Butir pada L1T .....	80
Tabel 4. 5	Hasil Distribusi Ukuran Butir pada L2T .....	81
Tabel 4. 6	Hasil Sifat Keteknikan Tanah di Kampung Cibitung.....	82

Tabel 4. 7	Parameter - Parameter Lintasan 1 untuk Melakukan Analisis Stabilitas Lereng.....	83
Tabel 4. 8	Parameter - Parameter Lintasan 2 untuk Melakukan Analisis Stabilitas Lereng.....	85
Tabel 4. 9	Hasil dari Parameter Analisis Jarak Jangkauan dan Kecepatan Gerakan Tanah pada Lintasan 1 .....	90
Tabel 4. 10	Hasil dari Parameter Analisis Jarak Jangkauan dan Kecepatan Gerakan Tanah pada Lintasan 2 .....	92

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Ilustrasi tipe gerakan longsoran runtuhan ( <i>falls</i> ) (Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2005). .....	8
Gambar 2. 2	Ilustrasi tipe gerakan tanah longsor rotasi (Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2005) .....	9
Gambar 2. 3	Ilustrasi tipe gerakan tanah longsor translasi (Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2005) .....	9
Gambar 2. 4	(A) Akuisisi data GPR pada titik survei dengan metode konfigurasi radar reflector profiling, (B) Interpretasi penjalaran gelombang (Reynolds, 1997). .....	12
Gambar 2. 5	Metode <i>Radar Reflection Profiling</i> (Reynolds, 1997) .....	17
Gambar 2. 6	Metode <i>Wide Angle Reflection and Refraction</i> (WARR) (Reynolds, 1997).....	17
Gambar 2. 7	Metode <i>Common Mid Point</i> (CMP) (Reynolds, 1997). .....	17
Gambar 2. 8	Metode <i>Transillumination</i> atau <i>Radar Tomography</i> (Reynolds, 1997).....	18
Gambar 2. 9	Komposisi tanah dalam berbagai kondisi (Darwis, 2018).....	19
Gambar 2. 10	Diagram fase tanah (Darwis, 2018).....	20
Gambar 2. 11	Batas - batas Atterberg (Febrijanto dkk., 2016). .....	24
Gambar 2. 12	Alat batas - batas Atterberg (Alat Batas Cair) (Febrijanto dkk., 2016).....	24
Gambar 2. 13	Hasil dari uji batas plastis.....	25
Gambar 2. 14	Grafik plastisitas untuk klasifikasi tanah dengan Metode USCS (Febrijanto dkk., 2016).....	26
Gambar 2. 15	Pengujian analisis saringan (Febrijanto dkk., 2016) .....	27
Gambar 2. 16	Skema alat uji triaksial (Darwis, 2018). .....	30
Gambar 2. 17	Karakteristik pola pergerakan tanah longsor (a) Pergerakan tanah rotasi membentuk bidang gelincir yang busur lingkaran, (b) Pergerakan tanah translasi membentuk bidang gelincir yang landai atau rata (Priyantari dan Wahyono, 2005 dalam Nurhidayati dkk., 2015).....	32

Gambar 2. 18 Gaya-gaya yang bekerja pada irisan bidang kelongsoran dengan metode Morgenstern-Price (Takwin dkk., 2017) .....	35
Gambar 2. 19 Gaya-gaya yang bekerja pada bidang irisan dengan metode Janbu (Saragih dkk., 2021) .....	36
Gambar 2. 20 Gaya-gaya yang bekerja pada bidang irisan metode Bishop (Saragih dkk., 2021).....	37
Gambar 2. 21 Gaya yang bekerja pada bidang kelongsoran dengan metode Ordinary (Sulistyo & Sunarno, 2012). .....	38
Gambar 2. 22 Parameter geometri yang digunakan untuk menganalisis kecepatan dan jarak jangkauan (run-out) pergerakan pusat massa tanah (Firmansyah dkk., 2015).....	40
Gambar 2. 23 Model gesekan Coulomb sederhana (Firmansyah dkk., 2015).	40
Gambar 2. 24 Ilustrasi pergerakan pusat massa tanah (Jaboyedoff & Labiouse, 2011).....	41
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	44
Gambar 3. 2 Peta lokasi penelitian (sumber shapefile: <a href="https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/">https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/</a> ).....	45
Gambar 3. 3 Desain lintasan pengambilan data GPR dan titik pengambilan sampel tanah (sumber kontur: Tohari dkk., 2021) .....	45
Gambar 3. 4 Pengambilan data GPR.....	47
Gambar 3. 5 Pengambilan sampel tanah .....	48
Gambar 3. 6 Data mentah GPR setelah dilakukan penyesuaian panjang pengambilan data dan penyesuaian gelombang datang.....	51
Gambar 3. 7 Data setelah dilakukan filtering dewow. ....	52
Gambar 3. 8 Data GPR setelah diterapkan filtering remove mean trace.....	52
Gambar 3. 9 Data GPR setelah menerapkan F-K filter. ....	53
Gambar 3. 10 Data GPR setelah menerapkan kecepatan, sehingga dapat diketahui kedalamannya.....	53
Gambar 3. 11 Data GPR setelah menerapkan jarak dan ketinggian untuk mengetahui topografi lereng.....	54
Gambar 3. 12 Pencatatan parameter - parameter yang diperoleh dari pengujian berat jenis.....	55

Gambar 3. 13 Ketika menimbang tabung piknometer yang berisi sampel tanah yang telah diberi air suling. ....	56
Gambar 3. 14 Keadaan kedua sisi tanah bertemu. ....	58
Gambar 3. 15 Sampel tanah dalam pengukuran batas plastis yang sudah dikeringkan.....	58
Gambar 3. 16 Sampel tanah dalam pengujian batas susut yang sudah dikeringkan. ....	59
Gambar 3. 17 Alat sieve shaker.....	62
Gambar 3. 18 Larutan dispersi yang sudah dibuat .....	64
Gambar 3. 19 Alat mechanical stirrer untuk mengaduk sampel tanah dengan larutan dispersi.....	64
Gambar 3. 20 Larutan yang akan diukur pada waktu tertentu, untuk mengetahui suhu dan hidrometer untuk mengetahui ukuran butir tanah tersebut. ....	65
Gambar 3. 21 Sampel tanah yang sudah dilapisi membran dan terpasang pada alat. ....	67
Gambar 4. 1 Interpretasi GPR lintasan 1.....	75
Gambar 4. 2 Interpretasi GPR lintasan 2.....	76
Gambar 4. 3 Hasil pengujian batas - batas Atterberg.....	78
Gambar 4. 4 Hasil analisa besar butir L1A .....	79
Gambar 4. 5 Hasil analisa besar butir L1B .....	79
Gambar 4. 6 Hasil analisa besar butir L1T.....	80
Gambar 4. 7 Hasil analisa besar butir L2T.....	80
Gambar 4. 8 Grafik hasil uji triaksial CU .....	81
Gambar 4. 9 Hasil pemodelan lintasan 1 menggunakan Geo-Studio-Slope/W .....	84
Gambar 4. 10 Hasil pemodelan lintasan 1 menggunakan pyBIMstab .....	84
Gambar 4. 11 Hasil pemodelan lintasan 2 menggunakan Geo-Studio-Slope/W .....	86
Gambar 4. 12 Hasil pemodelan lintasan 2 menggunakan pyBIMstab .....	86
Gambar 4. 13 Pemodelan lintasan 1 dengan air muka tanah mendekati permukaan menggunakan Geo-Studio-Slope/W .....	87



Gambar 4. 14	Pemodelan lintasan 1 dengan air muka tanah mendekati permukaan menggunakan pyBIMstab.....	87
Gambar 4. 15	Parameter lintasan 1 yang digunakan untuk menganalisis jarak jangkauan dan kecepatan gerakan longsor pada pusat massa tanah menggunakan Geo-Studio-Slope/W.....	88
Gambar 4. 16	Parameter lintasan 1 yang digunakan untuk menganalisis jarak jangkauan dan kecepatan gerakan longsor pada pusat massa tanah menggunakan pyBIMstab.....	89
Gambar 4. 17	Cakupan area longsoran pada lintasan 1 .....	89
Gambar 4. 18	Pemodelan lintasan 2 dengan air muka tanah mendekati permukaan menggunakan Geo-Studio-Slope/W .....	90
Gambar 4. 19	Pemodelan lintasan 2 dengan air muka tanah mendekati permukaan menggunakan pyBIMstab.....	91
Gambar 4. 20	Parameter lintasan 2 yang digunakan untuk menganalisis jarak jangkauan dan kecepatan gerakan longsor pada pusat massa tanah menggunakan Geo-Studio-Slope/W.....	91
Gambar 4. 21	Parameter lintasan 2 yang digunakan untuk menganalisis jarak jangkauan dan kecepatan gerakan longsor pada pusat massa tanah menggunakan pyBIMstab.....	92
Gambar 4. 22	Cakupan area longsoran pada lintasan 2 .....	93

## LAMPIRAN

Lampiran 1	Prosedur pengolahan data menggunakan software pyBIMstab untuk menganalisis kestabilan lereng .....	103
Lampiran 2	Prosedur pengolahan data menggunakan software (Fiji is Just) ImageJ.....	109
Lampiran 3	Prosedur pengolahan data menggunakan Geo-Studio-Slope/W .....	111
Lampiran 4	Pengolahan data berat isi, porositas, derajat kejenuhan, dan kadar air. ....	114
Lampiran 5	Berat Jenis (Spesific Gravity (SC)) .....	115
Lampiran 6	Batas – Batas Atterberg .....	116
Lampiran 7	Saringan & Hidrometer .....	117
Lampiran 8	Uji Triaksial CU .....	119
Lampiran 9	Pengambilan data Ground Penetrating Radar (GPR) dan mekanika tanah .....	138

## DAFTAR PUSTAKA

- Aini, Q., Kopa, R., & Har, R. (2018). Analisis Kestabilan Lereng Studi Kasus Kelongsoran Ruas Jalan Sicicin-Malalak KM 27.6 Kecamatan Malalak, Kabupaten Agam. *Energies*, 6(1), 1–8.
- Albertus, Iswan, & Jafri, M. (2015). Korelasi Kuat Tekan dengan Kuat Geser pada Tanah Lempung yang Didistribusi dengan Variasi Campuran Pasir. *Jrsdd*, 3(1), 157–170. <https://media.neliti.com/media/publications/127364-ID-korelasi-kuat-tekan-dengan-kuat-geser-pa.pdf>
- Almira, G. (2022). *Aplikasi Metode Geofisika dan Geoteknik untuk Analisis Kestabilan Lereng, Prediksi Jarak Jangkauan serta Kecepatan Longsor di Kampung Cibitung Kecamatan Pangalengan Kabupaten Bandung*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Amukti, R., Mildan, D., Dinata, I. A., & Isniarno, N. F. (2017). Identifikasi Kerentanan Longsor Daerah Pangalengan Dengan Metode Slope Morphology. *JPSE (Journal of Physical Science and Engineering)*, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.17977/um024v2i12017p001>
- Angelo, Y. L. (2014). Gerakan tanah Dengan Metode Grouting Di Perumahan Bukit Manyaran Permai ( Bmp ) Kota Semarang Naskah Publikasi Program Studi Teknik Geologi. *UNDIP*.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2015). *Update Longsor Pangalengan : 4 Tewas, 9 Luka dan 9 Masih Dicari*. <https://bnpb.go.id/berita/update-longsor-pangalengan--4-tewas-9-luka-dan-9-masih-dicari>
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2022). *Geoportal Data Bencana Indonesia* (Nomor 8.5.2017).
- Brahmantyo, A., & Yulianto, T. (2014). Identifikasi Bidang Gelincir Pemicu Tanah Longsor dengan Metode Resitivitas 2 Dimensi di Desa Trangkil Sejahtera Kecamatan Gunungpati Semarang. *Youngster Physics Journal*, 3(2), 83–96.

- Darwis. (2018). *Dasar - Dasar Mekanika Tanah* (A. Kodir (ed.)). Pena Indis.
- Febrian, A. N., Wahyuni, M. G. S., & Satiawati, L. (2015). Studi Laboratorium Pengaruh Penggunaan Fluida Kompleksi CaBr<sub>2</sub> Terhadap Sifat Fisik Batuan Sandstone Sintetik. *Seminar Nasional Cendekiawan 2015, 1*, 1–27.
- Febrijanto, R., Hardiana, Y., Hidayat, D., Wicaksono, S., Jaenudin, A., Sumarno, S., & Marzuki. (2016). *Pekerjaan Tanah untuk Jalan* (Y. Hardiana & N. Suarni (ed.); 2 ed.). Kementerian Pekerjaan Umum dan Peumahan Rakyat.
- Firmansyah, Feranie, S., Tohari, A., & Latief, F. D. E. (2015). Prediksi Jangkauan Pergerakan Tanah Longsor Menggunakan Model Gesekan Coulomb Sederhana. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains 2015 (SNIPS 2015), June*, 65–68.
- Giamboro, W. S., Maskuri, F., & Hidayat, W. (2020). Hazardous potential analysis from landslide slip plane delineation based on ground penetrating radar (GPR) methods in Karangsembung, Kebumen, of Central Java. *AIP Conference Proceedings*, 2245. <https://doi.org/10.1063/5.0011870>
- GSSI. (2017). *SIR 3000 Manual*. Geophysical Survey Systems, Inc.
- Hansen, M. J. (1984). *Strategies for Classification of Landslides* (D. Brunsten & D. B. Prior (ed.)). Slope Instability, John Wiley & Sons.
- Hardiyatmo, H. C. (1992). *Mekanika Tanah 1* (M. P. Widodo (ed.)). Jakarta : Gramedia Pustaka Utama, 1992.
- Haris, V. T., Lubis, F., & Winayati, W. (2018). Nilai Kohesi Dan Sudut Geser Tanah Pada Akses Gerbang Selatan Universitas Lancang Kuning. *SIKLUS: Jurnal Teknik Sipil*, 4(2), 123–130. <https://doi.org/10.31849/siklus.v4i2.1143>
- Hasanah, U., Sujito, S., & Adi Pramono, N. (2021). Aplikasi metode ground penetrating radar untuk mitigasi dini bencana tanah longsor di kecamatan Sawoo kabupaten Ponorogo. *Jurnal MIPA dan Pembelajarannya*, 2(1), 55–

60. <https://doi.org/10.17977/um067v2i1p55-60>

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>

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2015). *Penjelasan Terkait Ledakan Pipa Gas di Pengalengan*. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2015/05/06/848/penjelasan.terkait.ledakan.pipa.gas.di.pengalengan>

Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2005). Pengenalan Gerakan Tanah. In *Esdm*.

Kusuma, R. I., Mina, E., & Irhamna, A. F. (2013). Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Fly Ash Terhadap Nilai Cbr. *Fondasi : Jurnal Teknik Sipil*, 2(2). <https://doi.org/10.36055/jft.v2i2.1731>

Lehmann, F., & Green, A. G. (1999). Semiautomated georadar data acquisition in three dimensions. *Geophysics*, 64(3), 719–731. <https://doi.org/10.1190/1.1444581>

Montoya-araque, E. A., & Suarez-burgoa, L. O. (2018). SoftwareX 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>

Mulianto, M. A., Firdaus, Mili, M. Z., & Ido, I. (2022). *Analisis Kestabilan Lereng dengan Menggunakan Metode Bishop pada Blok PIT Mutiara Blok Utara PT. Manunggal Sarana Surya Pratama Desa Boenaga Kecamatan Lasolo Kepulauan Kabupaten Konawe Utara Provinsi Sulawesi Tenggara*. 2, 31–40.

Nurhayati, N., & Ardi, N. D. (2016). Identifikasi Zona Bidang Gelincir Daerah Rawan Longsor Cihideung Kabupaten Bandung Barat dengan Menggunakan Metode Resistivitas Konfigurasi Wenner. *Prosiding Snips, April 2017*, 581–

589.

- Nurhidayati, Akmam, & Amir, H. (2015). Investigasi Bidang Gelincir Di Jorong Koto Baru Nagari Aie Dingin Kabupaten Solok Dengan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger. *Pillar of Physics*, 6, 73–80.
- Oktafiani, F., Sulistyarningsih, & Wijayanto, Y. N. (2007). Sistem Ground Penetrating Radar Untuk Mendeteksi Benda-benda Di Bawah Permukaan Tanah. *INKOM Journal of Informatics, Control Systems, and Computers*, 1(2), 53–57.
- Omar, H. (2010). Slope Stability Using Remote Sensing and Geographic Information System Along Karak Highway, Malaysia. In *Notes*. [https://www.researchgate.net/publication/235781084\\_Slope\\_stability\\_analysis\\_using\\_remote\\_sensing\\_data](https://www.researchgate.net/publication/235781084_Slope_stability_analysis_using_remote_sensing_data)
- Pangemanan, V. G. M., Turangan, A. ., & Sompie, O. B. . (2014). Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Fellenius. *Jurnal Sipil Statik*, 2(1), 37–46.
- Permanasari, I. N. P. (2017). *Mekanisme Runtuhan Tebing dengan Bidang Gelincir Melengkung sebagai Awal Longsoran Lereng, Studi Kasus Daerah Cililin Kabupaten Bandung Barat*. Institute Teknologi Bandung.
- Pramesty, S. W. (2020). *Analisis Bidang Gelincir dan Pola Longsoran Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas di Desa Cibitung, Kecamatan Pangalengan, Kabupaten Bandung*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Pusat Kritis Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2015). *Bencana Tanah longsor di Kampung Cibitung Kecamatan Pangalengan*. <https://pusatkrisis.kemkes.go.id/bencana-tanah-longsor-di-kampung-cibitung-kecamatan-pangalengan>
- Putro, A. A., Supriyanto, & Rinaldi, A. (2019). Interpretasi bawah permukaan menggunakan metode GPR (ground penetrating radar) di amblesan Jalan Ring Road II Kota Samarinda. *Jurnal Geosains Kutai Basin*, 2(1), 7.

- Rahman, M. R., Suharnoto, Y., & Putra, H. (2020). Analisis Potensi Kelongsoran pada Ruas Jalan Raya Pangalengan menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 5(2), 79–90. <https://doi.org/10.29244/jsil.5.2.79-90>
- Reddy, K. R. (2002). *Engineering Properties of Soils Based on Laboratory Testing*. August, 4755.
- Reynolds, J. M. (1997). *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*.
- Rochmawati, R., & Irianto. (2020). *Tinjauan Sifat dan Mekanis Tanah untuk Menentukan Daya Dukung Tanah (Studi Kasus: Jalan Baru Kayu Batu Base-G Jayapura STA 0+200)*. 3(1), 50–58.
- Saputra, R. A., & Heriyadi, B. (2019). Analisis Klasifikasi Massa Batuan dan Potensi Longsor Pada Area Pit Timur Tambang Terbuka PT . Allied Indo Coal Jaya, Kota Sawalunto, Sumatera Barat. *Jurnal Bina Tambang*, 4(3), 207–217.
- Saragih, J. W., Faramodita, R., Farid, F., & Prabawa, A. D. (2021). *Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Limit Equilibrium Method pada HIGHWALL PIT 5 PT. Tambang Bukit Tambi Site Padang Kelapo, Kabupaten Batanghari, Provinsi Jambi*. 2(4), 6.
- Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (1987). *Hidrologi untuk Perairan* (6 ed.). Pradnya Paramita.
- Sugiarto, B., Muslim, D., Haryanto, I., Zakaria, Z., Sukiyah, E., & Isnaniawardhani, V. (2021). Geophysical Forensic for Surface Fault Investigation in Padang, West Sumatra, Indonesia. *AIP Conference Proceedings*, 2320(March). <https://doi.org/10.1063/5.0037549>
- Sulistyo, T., & Sunarno. (2012). *KAJIAN GERAKAN TANAH DAN PENURUNAN TANAH ( SUBSIDENCE ) TIPIKAL PADA FACIES DELTA*.
- Susanti, P. D., & Miardini, A. (2019). Laju Deoksigenasi Dan Laju Reaerasi Sungai

- Bedadung Segmen Desa Gumelar Kabupaten Jember. *Agritech*, 39(2), 87.  
<https://doi.org/10.22146/agritech.41969>
- Sutapa, G. A. A. (2011). Porositas, Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton dengan Agregat Kasar Batu Pecah Pasca Dibakar. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 15(1), 50–57.
- Syavira, A. (2021). *Analisis Potensi Karakteristik Tanah Longsor Berdasarkan Geometri Bidang Gelincir Berdasarkan Data Ground Penetrating Radar (GPR) di Daerah Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Yogyakarta*. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta.
- Syukur, A. (2009). *Pemetaan Batuan Dasar Sungai dengan Menggunakan Metode Ground Penetrating Radar*. Universitas Indonesia.
- Takwin, G. A., Turangan, A. E., & Rondonuwu, S. G. (2017). Analisis Kestabilan Lereng Metode Morgenstern-Price (Studi Kasus : Diamond Hill Citraland). *Tekno*, 15(67), 66–76.
- Taufik, A. T. (2021). *Pemodelan Bongkahan Lahar Andesit Bawah Permukaan untuk Mengestimasi Pembangunan Infrastruktur Menggunakan Metode GPR di Daerah Gunung Patuha Kabupaten Bandung*.
- Tohari, A., Wibawa, S., Koizumi, K., Oda, K., & Komatsu, M. (2021). Effectiveness of siphon drainage method for landslide stabilization in a tropical volcanic hillslope: a case study of Cibitung Landslide, West Java, Indonesia. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 80(3), 2101–2116. <https://doi.org/10.1007/s10064-020-02093-2>
- Wambes, M., Monintja, S., & Manoppo, F. J. (2015). Pengaruh Derajat Kejenuhan Terhadap Kuat Geser Tanah (Studi Kasus : di Sekitar Jalan Raya Manado-Tomohon). *Tekno*, 13(62), 12.  
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/tekno/article/view/8171>
- Wibowo, Y. S. (2011). Perilaku Sifat Fisik dan Keteknikan Tanah Residual Batuan



Volkanik Kwartir di Daerah Cikijing, Majalengka, Jawa Barat. *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan*, 21(1), 131.  
<https://doi.org/10.14203/risetgeotam2011.v21.52>

Zakaria, Z. (2009). Analisis Kestabilan Lereng Tanah. In *Universitas Padjajaran*.