

**PENGARUH INTENSITAS CURAH HUJAN TERHADAP
PERTAMBAHAN PANJANG *CRACKS* BIDANG LONGSOR
PADA TANAH TIMBUNAN MODEL LABORATORIUM**

SKRIPSI



OLEH :

RESTU SARITANU
DBD 114 133

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
2021**

**PENGARUH INTENSITAS CURAH HUJAN TERHADAP
PERTAMBAHAN PANJANG *CRACKS* BIDANG LONGSOR
PADA TANAH TIMBUNAN MODEL LABORATORIUM**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Persyaratan

Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1

Pada Jurusan/Program Studi Teknik Pertambangan



OLEH :

RESTU SARITANU

DBD 114 133

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
2021**

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : RESTU SARITANU
NIM : DBD 114 133
JURUSAN : TEKNIK PERTAMBANGAN

Menyatakan bahwa penyusunan Skripsi ini adalah hasil penelitian saya sendiri, terkecuali kutipan-kutipan yang telah saya jelaskan sumbernya di daftar pustaka. Apabila terdapat pelanggaran dalam penulisan dan penyusunan Skripsi ini, saya bersedia untuk menerima sanksi sesuai aturan dan ketentuan yang berlaku.

Palangka Raya, 27 April 2021

Penulis



RESTU SARITANU
DBD 114 133

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Jikalau Kamu Menuruti Perintah-Ku, Kamu Akan Tinggal Di dalam Kasih-Ku, Seperti Aku Menuruti Perintah Bapa-Ku Dan Tinggal Di Dalam Kasih-Nya. Jika Kamu Menaati Semua Perintah-Ku, Kamu Akan Tinggal Dalam Kasih-Ku, Sama Seperti Aku Telah Menaati Perintah Bapa Dan Tinggal Dalam Kasihnya”.

(Yohanes 15:10)

Segala puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan kesempatan, kesehatan, kekuatan dan kelancaran sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini saya ingin mempersembahkan Skripsi yang telah saya susun ini kepada:

1. Terimakasih untuk Ayah dan Ibu saya atas segala perjuangan, dukungan, semangat, arahan serta nasehat-nasehat sehingga saya bisa melewatisemuanya dengan baik.
2. Terimakasih untuk Kakak dan Adek saya yang merupakan bagian dari semangat saya untuk menyelesaikan study saya ini dan seluruh keluarga yang telah memberikan semangat serta dukungan selama saya berjuang menyelesaikan perkuliahan saya.
3. Terimakasih untuk pembimbing 1 saya Dr. Stephanus Alexsander, S.T., M.T. dan Pembimbing 2 saya Ir. Yulian Taruna, M.Si. yang selama ini membimbing dan memberi arahan kepada saya dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
4. Terimakasih untuk seluruh Dosen Jurusan/Prodi Teknik Pertambangan UPR yang telah membimbing saya selama ini, sehingga saya dapat menyelesaikan studi saya.
5. Terimakasih untuk teman-teman seperjuangan saya Squad Tambang Begal (@kawaltinggalkawal) Mardantio Encun, Rogas Yogi, Darsono Arson, Rahman Nonon, Jupri Imak, Erik Kecek, Muhdan Quy sang Legend, Kristian, Ade A, Bos Niky, Heri Njeh, Bek Meggregor, Trisno Toris Boos emas Tewah, Bryan R, Hendra Badol, Kiki dan teman-teman seperjuangan angkatan 2014.

“Bersabarlah, Berusaha Dan Bertekunlah Dalam Doa”

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

PENGARUH INTENSITAS CURAH HUJAN TERHADAP PERTAMBAHAN PANJANG *CRACKS* BIDANG LONGSOR PADA TANAH TIMBUNAN MODEL LABORATORIUM

Oleh

RESTU SARITANU
DBD 114 133

Telah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji Pada Tanggal 27 April 2021
Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat Untuk Diterima

Susunan Tim Penguji,

1. Dr. STEPHANUS ALEXSANDER, S.T., M.T.
NIP. 19790622 200801 1 007

Ketua

2. Ir. YULIAN TARUNA, M.Si.
NIP. 19580705 198903 1 019

Sekretaris

3. FAHRUL INDRAJAYA, S.T., M.T.
NIP. 19791215 200812 1 001

Anggota

4. LISA VIRGIYANTI, S.T., M.T.
NIP. 19770904 200801 2 011

Anggota

5. DODY ARIYANTHO KUSMA WIJAYA, S.Hut., M.Si.
NIP. 19831207 201212 1 001

Anggota

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik



Ir. WALUYO NUSWANTORO, M.T.
NIP. 19651119 199302 1 001

Menyetujui Ketua Jurusan/Prodi
Teknik Pertambangan

FAHRUL INDRAJAYA, S.T., M.T.
NIP. 19791215 200812 1 001

SARI

Retak merupakan rongga-rongga di dalam tanah yang mengakibatkan terjadinya longsor sehingga menimbulkan pergerakan tanah, yang bergerak dari tempat yang lebih tinggi ketempat yang lebih rendah untuk mencari keseimbangan yang baru. Proses terjadinya tanah longsor karena air yang meresap ke dalam tanah akan menambah bobot tanah. Retakan sering kali terjadi karena adanya pengaruh lereng yang tidak stabil, dan dapat juga dipengaruhi oleh intensitas curah hujan. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan terjadinya *cracks* dengan menggunakan Tomografi *Resistivity* dan *Induced Polarization* dengan menggunakan alat geolistrik dan pengaruh intensitas curah hujan terhadap pertambahan panjang *cracks* bidang longsor pada tanah timbunan model laboratorium. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif. Berdasarkan analisa data yang dilakukan hasil pengujian Tomografi *Resistivity* dan *Induced Polarization* dengan alat geolistrik letak *cracks* dalam tanah dapat diketahui pada pengujian minggu pertama dilakukan untuk mengetahui kondisi awal sampel, pada pengujian minggu kedua *cracks* dalam tanah terletak pada katoda 34-44, pada pengujian minggu ketiga *cracks* terletak pada katoda 31-39, pada pengujian minggu keempat *cracks* terletak pada katoda 33-39. Pengaruh intensitas curah hujan buatan terhadap pertambahan panjang *cracks* bidang longsor model laboratorium dengan hujan sangat lebat dapat diketahui pada intensitas curah hujan 20 ml terdapat panjang *cracks* 56,56 cm, pada intensitas curah hujan 21 ml terdapat pertambahan panjang *cracks* 67,08 cm dan pada intensitas curah hujan 22 ml mengalami pertambahan panjang *cracks* 81,39 cm.

Kata Kunci : *Cracks, Longsoran, Geolistrik, Tomografi Resistivity, Induced Polarization, Curah Hujan.*

ABSTRACT

Cracks are cavities in the soil that result in landslides resulting in the movement of the soil, which moves from a higher place to a lower place in search of a new equilibrium. The process of landslides due to water seeping into the soil will increase the weight of the soil. Cracks often occur due to the influence of unstable slopes, and could also be affected by the intensity of rainfall. This research aims to prove the occurrence of cracks by using Tomography Resistivity and induced polarization by using geoelectricity method and the effect of rainfall intensity could the increase in the length of landslide cracks in laboratory model deposits. The method used in this study is a quantitative descriptive method. Based on the analysis of data conducted results of Tomography Resistivity testing and induced polarization with geoelectric tools the location of cracks in the ground could be known in the first week test is done to find out the initial condition of the sample, in the second week test cracks in the soil located in the cathode 34-44, in the third week tests cracks located at the cathode 31-39, in the fourth week tests cracks located at the cathode 33-39. The effect of artificial rainfall intensity on the increase in the length of cracks of the avalanche field laboratory model with very heavy rain could be known at the intensity of rainfall 20 ml there is a crack length of 56.56 cm, at the intensity of rainfall 21 ml there is an increase in the length of cracks 67.08 cm and at the intensity of rainfall 22 ml experienced a long increase of cracks 81.39 cm.

Keywords : Cracks, Landslide, Geoelectricity, Tomography Resistivity, Induced Polarization, Rainfall.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan karunia-Nya, maka Skripsi yang berjudul: “Pengaruh Intensitas Curah Hujan Terhadap Pertambahan Panjang Cracks Bidang longsor Pada Tanah Timbunan Model Laboratorium” dapat diselesaikan dengan baik,

Sehubungan dengan bantuan, bimbingan, dukungan, fasilitas dan kesempatan dalam menyelesaikan Skripsi ini, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar - besarnya kepada Yth:

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswanotro, M.T., Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Bapak Fahrul Indrajaaya, S.T., M.T., Ketua Jurusan/Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya, dan juga selaku Dosen Penguji I Skripsi Jurusan/Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Palangkaraya.
3. Bapak Yossa Yonathan, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan/Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya, dan juga selaku Dosen Koordinator Skripsi Jurusan/Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Palangkaraya.
4. Bapak Dr. Stephanus Alexsander, S.T., MT, Dosen Pembimbing I yang telah memberikan masukan-masukan dan arahan serta menyediakan fasilitas untuk melakukan penelitian.

5. Bapak Ir. Yulian Taruna, M.Si, Dosen Pembimbing II yang telah memberikan masukan-masukan dan arahan.
6. Ibu Lisa Virgiyanti, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji II Skripsi.
7. Bapak Dody Ariyantho Kusma Wijaya, S.Hut., M.Si., selaku Dosen Penguji III Skripsi.
8. Dosen-dosen dan Staf Tenaga Administrasi pada Jurusan/Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya.
9. Laboratorium Mekanika Tanah dan Batuan PT. Cemara *Geo Engineering* yang telah memfasilitasi saya dan juga telah memberikan kesempatan kepada saya sebagai tempat untuk menyelesaikan penelitian Skripsi.

Seperti kata pepatah tiada gading yang tak retak, penulis menyadari sepenuhnya, bahwa, di dalam Skripsi ini tentu masih banyak terdapat kekurangan baik dalam penulisan ataupun keterbatasan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis mohon maaf sekaligus mengharapkan masukan berupa saran dan kritik yang membangun dari pembaca. Sehingga penyusunan Skripsi ini nantinya dapat bermanfaat bagi penulis dan juga pembacanya.

Palangka Raya, 27 April 2021

Penulis



Restu Saritanu

DBD 114 133

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
SURAT PERNYATAAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
SARI	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Maksud Dan Tujuan.....	4
1.3.1 Maksud.....	4
1.3.2 Tujuan.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	7
2.1 Terjadinya Tanah Longsor	7
2.2 Metode Bishop Disederhanakan.....	9
2.3 Intensitas Curah Hujan.....	12
2.3.1 Durasi Curah Hujan.....	14
2.3.2 Pengaruh Hujan Terhadap Mekanisme Longsoran	14
2.4 <i>Crack Soil</i> (Retak Tanah).....	15
2.5 Kestabilan Lereng.....	16
2.5.1 Faftor-Faktor Yang Mempengaruhi Stabilitas Lereng.....	17
2.6 Regrasi Linear	24
2.7 Geolistrik	25
2.7.1 Kegunaan Geolistrik.....	26
2.7.2 Metode Resistivitas.....	27
2.7.3 Meode <i>Induced Polarazation</i>	30
BAB III METODE PENELITIAN.....	32
3.1 Lokasi Penelitian.....	32
3.2 Lokasi Pengambilan Sampel.....	32
3.2.1 Iklim Dan Curah Hujan	32
3.3 Kondisi Geologi Regional.....	34

3.3.1 Fisiografi.....	34
3.3.2 Stratigrafi.....	34
3.4 Alat Dan Bahan.....	37
3.5 Peralatan Pengumpulan Dan Pengolahan Data.....	38
3.6 Tata Laksana Penelitian.....	39
3.6.1 Langkah Kerja.....	39
3.6.2 Metode Penelitian.....	41
3.7 Flowchart Penelitian.....	42
3.8 Waktu Penelitian.....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
4.1 Hasil.....	42
4.1.1 Menentukan Letak <i>Cracks</i> Dalam Tanah Berdasarkan Hasil Tomografi <i>Resistivity</i> Dan <i>Induced Polarization</i> Dengan Menggunakan Alat Geolistrik.....	42
4.1.2 Pengaruh Curah Hujan Terhadap Pertambahan Panjang <i>Cracks</i> Bidang Longsor Pada Tanah Timbunan.....	52
4.2 Pembahasan.....	55
4.2.1 Menentukan Letak <i>Cracks</i> Dalam Tanah Berdasarkan Hasil Tomografi <i>Resistivity</i> Dan <i>Induced Polarization</i> Dengan Menggunakan Alat Geolistrik.....	55
4.2.2 Pengaruh Curah Hujan Terhadap Pertambahan Panjang <i>Cracks</i> Bidang Longsor Pada Tanah Timbunan.....	57
BAB V PENUTUP.....	60
5.1 Kesimpulan.....	60
5.2 Saran.....	61

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Skema Penempatan Electroda.....	28
Gambar 3.1. Grafik Curah Hujan Maksimum Harian Kota Palangka Raya.....	34
Gambar 3.2. Grafik Curah Hujan Maksimum Harian Tangkiling.....	35
Gambar 3.3. Diagram Alir Analisis Hasil Penelitian	40
Gambar 4.1. Alat Geolistrik	42
Gambar 4.2. Sampel Tanah Lempung Kepasiran	43
Gambar 4.3. Jarak Katoda/Paku	43
Gambar 4.4. Hasil Pengujian Geolistrik <i>Tomografi Resistifity</i> Pada sampel Minggu Pertama.....	44
Gambar 4.5. Hasil Pengujian Geolistrik <i>Induced Polarazation</i> Pada sampel Minggu Pertama.....	45
Gambar 4.6. Hasil Pengujian Geolistrik <i>Tomografi Resistifity</i> Pada sampel Minggu Kedua.....	46
Gambar 4.7. Hasil Pengujian Geolistrik <i>Induced Polarazation</i> Pada sampel Minggu Kedua.....	47
Gambar 4.8. Hasil Pengujian Geolistrik <i>Tomografi Resistifity</i> Pada sampel Minggu Ketiga.....	48
Gambar 4.9. Hasil Pengujian Geolistrik <i>Induced Polarazation</i> Pada sampel Minggu Ketiga.....	49
Gambar 4.10. Hasil Pengujian Geolistrik <i>Tomografi Resistifity</i> Pada sampel Minggu Keempat.....	50
Gambar 4.11. Hasil Pengujian Geolistrik <i>Induced Polarazation</i> Pada sampel Minggu Keempat.....	51
Gambar 4.12. Pemberian Hujan Buatan.....	52
Gambar 4.13. Ambrometer Dan Gelas Ukur.....	52
Gambar 4.14. Grafik Pengaruh Intensitas Curah Hujan.....	53

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Kelas Kemiringan Lereng (Van Zuidam, 1983)	8
Tabel 2.2. Keadaan Dan Intensitas Hujan.....	12
Tabel 3.1. Data Hujan Dan Klimatologi Di Kota Palangka Raya.....	33
Tabel 3.2. Waktu Penelitian Tugas Akhir.....	41
Tabel 4.1. Data Curah Hujan Buatan.....	53
Tabel 4.2. Perhitungan Mencari Persamaan Regrasi Linear.....	54
Tabel 4.3. Perhitungan Mencari Persamaan Regrasi Linear.....	54
Tabel 4.4. Perhitungan Mencari Persamaan Regrasi Linear.....	54
Tabel 4.5. Perhitungan Mencari Persamaan Regrasi Linear.....	54
Tabel 4.6. Perhitungan Mencari Persamaan Regrasi Linear.....	55

DAFTAR LAMPIRAN

- A. Peta Kesampaian Daerah Pengambilan Sampel.
- B. Peta Geologi Regional Daerah Pengambilan Sampel.
- C. Peta Geologi Lembar Palangka Raya, Kalimantan
- D. Foto Dokumentasi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Longsor dapat didefinisikan sebagai suatu gerakan massa tanah dan batuan yang bergerak dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah untuk mencari keseimbangan baru. Longsor seringkali terjadi akibat adanya pergerakan tanah pada kondisi daerah lereng yang curam, serta tingkat kelembaban (*moisture*) tinggi, tumbuhan jarang (lahan terbuka) dan material kurang kompak. Faktor lain untuk timbulnya longsor adalah rembesan dan aktifitas geologi seperti patahan, rekahan dan liniasi. Kondisi lingkungan setempat merupakan suatu komponen yang saling terkait. Bentuk dan kemiringan lereng, kekuatan material, kedudukan muka air tanah dan kondisi drainase setempat sangat berkaitan pula dengan kondisi kestabilan lereng (Verhoef, 1985).

Terbentuknya tanah longsor adalah akibat perpindahan material pembentuk lereng seperti batuan, bahan rombakan, tanah yang bergerak dari lereng bagian atas meluncur ke bawah. Secara prinsip tanah longsor terjadi jika gaya pendorong pada lereng bagian atas lebih besar dari pada gaya penahan. Gaya pendorong dipengaruhi oleh intensitas hujan yang tinggi, keterjalannya lereng, beban serta adanya lapisan kedap air, ketebalan volume tanah, dan berat jenis tanah. Pada hal gaya penahan tersebut umumnya

dipengaruhi oleh ketahanan geser tanah, kerapatan dan kekuatan akar tanaman serta kekuatan batuan (Sidle dan Dhakal, 2003).

Kejadian tanah longsor di Indonesia umumnya terjadi pada musim penghujan. Tanah pada umumnya akan berada dalam kondisi jenuh air pada musim penghujan dan mengakibatkan lereng menjadi tidak stabil. Sehingga beresiko untuk terjadi kelongsoran. Peningkatan air pori akibat pembasahan atau peningkatan kadar air pada musim penghujan, akan meningkatkan muka air tanah serta menurunkan ketahanan tanah yang bersangkutan disepanjang bidang gelincirnya.

Menurut Subiyanti (2011) hujan normal dengan durasi lama berpengaruh terhadap perubahan tekanan air pori. Hujan normal dengan durasi lama, pada tanah berbutir halus menyebabkan muka air tanah naik dan tekanan air pori juga naik. Pada umumnya dikatakan bahwa peningkatan tekanan air pori dapat menurunkan tegangan efektif dan tegangan geser di dalam tanah yang berdampak terhadap penurunan stabilitas lereng. Proses penjuhan tanah berlangsung terhadap fungsi waktu. Ketika tanah jenuh, maka kekuatan geser tanah mengecil, sehingga kemungkinan besar terjadi longsor.

Hujan pemicu longsor adalah tipe hujan deras dan tipe hujan normal tetapi berlangsung lama. Tipe hujan deras adalah hujan yang mempunyai intensitas 70 mm per jam atau hujan dengan intensitas lebih dari 100 mm per hari. Tipe hujan seperti ini hanya efektif memicu longsor pada lereng yang tanahnya mudah menyerap air seperti tanah pasir. Tipe hujan normal

adalah hujan yang intensitasnya kurang dari 20 mm per hari. Tipe hujan seperti ini apabila berlangsung selama beberapa minggu hingga beberapa bulan dapat efektif memicu longsor pada lereng yang tanahnya lebih kedap air seperti tanah lempung (Karnawati, 2010).

Mochtar (2010,2011) menunjukkan fakta bahwa di lapangan untuk kasus longsor, ditemukan lereng telah banyak mengalami retak-retak/*cracks* antara lain akibat adanya susut permukaan, pergerakan massa tanah di masa lalu, adanya lapisan sedimen yang berlapis-lapis, berselang-seling dengan lapisan pasir tipis, akibat adanya *strain* tarik di dalam lapisan tanah lanau-lempung yang cukup tebal dan akibat adanya getaran yang cukup kuat di masa lalu seperti gempa bumi. *Cracks* yang ada akan dapat terisi air sampai semua keretakan-keretakan/*cracks* jenuh dengan air. Kondisi pada saat semua keretakan terisi air hujan akan mengakibatkan gaya dorong horisontal tanah yang besar. Gaya horisontal yang terjadi diakibatkan adanya tekanan air di dalam *cracks*.

Pendeteksian *cracks* di lapangan terutama di dalam lereng telah diupayakan sebelumnya dengan menggunakan pendekatan *tomografi resistivity* dan *induced polarization* dengan menggunakan alat geolistrik (Stephanus, 2013). Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang bertujuan mengetahui sifat-sifat kelistrikan lapisan batuan dibawah permukaan tanah dengan cara menginjeksikan arus listrik ke dalam tanah.

Penelitian mengenai stabilitas lereng tanah yang dilakukan para peneliti terdahulu belum ada yang membahas tentang pengaruh intensitas

curah hujan terhadap pertambahan panjang *cracks* pada tanah timbunan. Hal inilah yang menjadi bahan pemikiran penulis untuk melakukan penelitian tentang “Pengaruh Intensitas Curah Hujan Terhadap Pertambahan Panjang *Cracks* Bidang Longsor Pada Tanah Timbunan Model Laboratorium”.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diteliti pada penyusunan tugas Skripsi ini adalah:

1. Bagaimana menentukan letak *cracks* dalam tanah, berdasarkan hasil *tomografi resistivity* dan *induced polarazation* dengan menggunakan alat geolistrik?
2. Bagaimana pengaruh intensitas curah hujan terhadap pertambahan panjang *cracks* bidang longsor pada tanah timbunan model laboratorium?

1.3. Maksud dan Tujuan

1.3.1. Maksud

Adapun maksud kegiatan penelitian Skripsi ini adalah untuk menentukan letak *cracks* dalam tanah, berdasarkan hasil *tomografi resistivity* dan *induced polarazation* dengan menggunakan alat geolistrik serta pengaruh intensitas curah hujan terhadap pertambahan panjang *cracks* bidang longsor pada tanah timbunan model laboratorium. Serta mengaplikasikan ilmu yang diperoleh mahasiswa selama diperkuliahkan dan juga untuk memenuhi sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar sarjana Strata-1 pada

Jurusan/Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik,
Universitas Palangkaraya.

1.3.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian Skripsi ini adalah untuk :

1. Membuktikan terjadinya *cracks* dengan menggunakan *tomografi resistivity* dan *induced polarization* dengan menggunakan alat geolistrik.
2. Pengaruh intensitas curah hujan terhadap pertambahan panjang *cracks* bidang longsor pada tanah timbunan model laboratorium.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penulisan Skripsi ini meliputi :

1. Penelitian di lakukan dengan menggunakan uji skala Laboratorium.
2. Mengetahui terjadinya *cracks* dengan menggunakan *tomografi resistivity* dan *induced polarization* dengan menggunakan alat geolistrik.
3. Pengaruh intensitas curah hujan terhadap pertambahan panjang *cracks* bidang longsor pada tanah timbunan model laboratorium.

1.5. Manfaat Penelitian

Setelah penelitian ini dilakukan diharapkan dapat memberi manfaat terutama bagi peneliti dan jurusan teknik pertambangan yaitu :

1. Bagi Mahasiswa

Sebagai sarana dalam menerapkan dan mengaplikasikan ilmu yang diperoleh mahasiswa selama kuliah di Jurusan/Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.

2. Bagi Jurusan Teknik Pertambangan

Penelitian ini bisa dijadikan referensi untuk diadakan penelitian selanjutnya. Terutama yang meneliti tentang *Cracks Soil*.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

Proses terjadinya longsor diawali dengan meresapnya air kedalam tanah sehingga menambah bobot massa tanah. Kemudian air menembus sampai ke lapisan kedap air yang berperan sebagai bidang gelincir, sehingga tanah menjadi licin dan tanah hasil pelapukan di atasnya bergerak mengikuti lereng dan keluar dari lereng.

2.1. Terjadinya Tanah Longsor

Menurut Nandi (2007), gejala umum tanah longsor ditandai dengan munculnya retakan-retakan di lereng yang sejajar dengan arah tebing, biasanya terjadi setelah hujan, munculnya mata air baru secara tiba-tiba dan tebing rapuh serta kerikil mulai berjatuh. Faktor lainnya adalah sebagai berikut:

a. Hujan

Musim kering yang panjang akan menyebabkan terjadinya penguapan air dipermukaan tanah dalam jumlah besar. Hal ini mengakibatkan munculnya pori-pori tanah hingga terjadi retakan dan merekahnya tanah ke permukaan. Ketika hujan, air akan menyusup ke bagian yang retak sehingga tanah dengan cepat mengembang kembali. Pada awal musim hujan, intensitas hujan yang tinggi biasanya sering terjadi, sehingga kandungan air pada tanah menjadi jenuh dalam waktu yang singkat. Hujan lebat pada awal musim dapat menimbulkan

longsor karena melalui tanah yang merekah air akan masuk dan terakumulasi di bagian dasar lereng, sehingga menimbulkan gerakan lateral.

b. Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng merupakan beda tinggi antara dua tempat yang dibandingkan dengan daerah yang relatif lebih rata atau datar. Kemiringan lereng dapat juga diartikan sebagai ukuran kemiringan lahan relatif terhadap bidang datar yang secara umum dinyatakan dalam persen atau derajat. Kelas kemiringan lereng dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kelas Kemiringan Lereng (Van Zuidam, 1983).

Kelas	Kemiringan(%)	Klasifikasi
I	< 3	Datar
II	3 – 15	Kemiringan rendah
III	16 – 25	Kemiringan sedang
IV	26 – 40	Kemiringan tinggi
V	> 40	Curam

c. Tanah Yang Kurang Padat dan Tebal

Jenis tanah yang kurang padat adalah tanah lempung atau tanah liat dengan ketebalan lebih dari 2,5 meter. Tanah jenis ini memiliki potensi untuk terjadinya tanah longsor terutama bila terjadi hujan. Selain itu tanah ini sangat rentan terhadap pergerakan tanah karena menjadi lembek terkena air dan pecah ketika hawa terlalu panas.

d. Batuan Yang Kurang Kuat

Batuan endapan gunung api dan sedimen berukuran pasir dan campuran antara kerikil, pasir dan lempung umumnya kurang kuat. Batuan tersebut akan mudah menjadi tanah apabila mengalami proses

pelapukan dan umumnya rentan terhadap tanah longsor bila terdapat pada lereng yang terjal.

e. Jenis Tata Lahan

Tanah longsor banyak terjadi di daerah lahan persawahan, perladangan, dan adanya genangan air di lereng yang terjal. Pada lahan persawahan akarnya kurang kuat untuk mengikat butir tanah yang membuat tanah menjadi lembek dan jenuh dengan air sehingga mudah longsor, sedangkan untuk daerah perladangan penyebabnya adalah karena akar pohonnya tidak dapat menembus bidang longsor yang dalam dan umumnya terjadi di daerah longsor lama.

2.2. Metode *Bishop* Disederhanakan (*Simplified Bishop Method*)

Metode *Bishop* disederhanakan (Bishop, 1955) menganggap bahwa gaya-gaya yang bekerja pada sisi-sisi irisan mempunyai resultan nol pada arah vertikal. Persamaan kuat geser dalam tinjauan tegangan efektif yang dapat dikerahkan tanah, hingga tercapainya kondisi keseimbangan batas dengan memperhatikan faktor aman, adalah:

$$\tau = \frac{c'}{F} + (\sigma - u) \frac{tg\varphi'}{F} \quad (\text{Persamaan 1})$$

Dengan σ adalah tegangan normal total pada bidang longsor dan u adalah tekanan pori. Untuk irisan ke- i , nilai $T_i = \tau a_i$, yaitu gaya geser yang dikerahkan tanah pada bidang longsor untuk keseimbangan batas. Karena itu:

$$T = \frac{c'a_i}{F} + (N_i - u_i a_i) \frac{tg\varphi_i}{F} \quad (\text{Persamaan 2})$$

Kondisi keseimbangan momen dengan pusat rotasi O antara berat massa tanah yang akan longsor dengan gaya geser total yang dikerahkan tanah pada dasar bidang longsor.

$\Sigma W_i x_i = \Sigma T_i R$ dengan x_i adalah jarak W_i ke pusat rotasi O. dari persamaan dapat diperoleh:

$$F = \frac{R \sum_{i=1}^{i=n} [c' a_i + (N_i - u_i a_i) \operatorname{tg} \varphi']}{\sum_{i=1}^{i=n} W_i x_i} \quad (\text{Persamaan 3})$$

Pada Kondisi keseimbangan vertikal, jika, $X_i = X_i$ dan $X_r = X_{i+1}$:

$$N_i \cos \Theta_i + T_i \sin \Theta_i = W_i + X_i - X_{i+1}$$

$$N_i = \frac{W_i + X_i - X_{i+1} - T_i \sin \Theta_i}{\cos \Theta_i} \quad (\text{Persamaan 4})$$

Dengan $N_i' = N_i - u_i a_i$, Substitusi persamaan dapat diperoleh:

$$N_i = \frac{W_i + X_i - X_{i+1} - u_i a_i \cos \Theta_i - c' a_i \sin \Theta_i / F}{\cos \Theta_i + \sin \Theta_i \operatorname{tg} \varphi' / F} \quad (\text{Persamaan 5})$$

Substitusi persamaan diperoleh:

$$F = \frac{R \sum_{i=1}^{i=n} \left(c' a_i + \operatorname{tg} \varphi' \frac{W_i + X_i - X_{i+1} - u_i a_i \cos \Theta_i - c' a_i \sin \Theta_i / F}{\cos \Theta_i + \sin \Theta_i \operatorname{tg} \varphi' / F} \right)}{\sum_{i=1}^{i=n} W_i x_i} \quad (\text{Persamaan 6})$$

Untuk penyederhanaan dianggap $X_i - X_{i+1} = 0$ dan mengambil :

$$x_i = R \sin \Theta_i$$

$$b_i = a_i \cos \Theta_i$$

Substitusi persamaan diperoleh persamaan faktor aman:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} [c' b_i + (W_i - u_i b_i) \operatorname{tg} \varphi'] \left(\frac{1}{\cos \Theta_i (1 + \operatorname{tg} \Theta_i \operatorname{tg} \varphi' / F)} \right)}{\sum_{i=1}^{i=n} W_i \sin \Theta_i} \quad (\text{Persamaan 7})$$

Dengan :

F = faktor aman

c' = kohesi tanah efektif (kN/m^2)

φ = sudut gesek dalam tanah efektif (derajat)

b_i = lebar irisan ke-i (m)

w_i = berat irisan tanah ke-i (m)

Θ = sudut yang didefinisikan (derajat)

u_i = tekanan air pori pada irisan ke-i (kN/m^2)

Rasio tekanan pori (*pore pressure ratio*) didefinisikan sebagai:

$$r_u = \frac{ub}{W} = \frac{u}{yh}$$

Dengan :

r_u = rasio tekanan pori

u = tekanan air pori (kN/m^2)

b = lebar irisan (m)

y = berat volume tanah (kN/m^2)

h tinggi irisan rata-rata (m)

Dari substitusi persamaan bentuk lain dari persamaan faktor aman untuk analisis stabilitas lereng cara Bishop:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} [c' b_i + (W_i - u_i b_i) \text{tg } \varphi'] \left(\frac{1}{\cos \Theta_i (1 + \text{tg } \Theta_i \text{tg } \varphi' / F)} \right)}{\sum_{i=1}^{i=n} W_i \sin \Theta_i} \quad (\text{Persamaan 8})$$

Persamaan faktor aman Bishop ini lebih sulit pemakaiannya dibandingkan dengan metoda fellinius. Lagi pula membutuhkan cara coba-coba (*trial and error*), karena nilai faktor aman F nampak di kedua sisi persamaannya. Akan tetapi, cara ini telah terbukti menghasilkan nilai faktor aman yang mendekati hasil hitungan dengan cara lain yang lebih teliti. Untuk mempermudah hitungan secara manual dapat digunakan untuk menentukan nilai fungsi M_i , dengan:

$$M_i = \cos \Theta_i (1 + \text{tg } \Theta_i \text{tg } \varphi' / F) \quad (\text{Persamaan 9})$$

Lokasi lingkaran longsor kritis dari metoda Bishop (1995), biasanya mendekati dengan hasil pengamatan dilapangan. Karena itu, walaupun metoda Felellinius lebih mudah, metode Bishop (1995) lebih disukai.

Dalam praktek diperlukan cara coba-coba dalam menemukan bidang longsor dengan nilai faktor aman yang terkecil. Jika bidang longsor dianggap

lingkaran, maka lebih baik kalau dibuat kotak-kotak dimana tiap potong garis-garisnya merupakan tempat kedudukan pusat lingkaran longsor. Pada titik-titik potong garis yang merupakan pusat lingkaran longsor, dituliskan nilai faktor aman terkecil pada titik tersebut. Perlu diketahui bahwa tiap titik pusat lingkaran harus dilakukan pula hitungan faktor aman untuk menentukan nilai faktor aman yang terkecil dari bidang longsor dengan pusat lingkaran pada titik tersebut, yaitu dengan cara mengubah jari-jari lingkarannya.

Kemudian, setelah faktor aman terkecil pada tiap-tiap titik pada kotaknya diperoleh, digambarkan garis kontur yang menunjukkan tempat kedudukan dari titik-titik pusat lingkaran yang mempunyai faktor aman yang sama. Gambar menunjukkan contoh kontur-kontur faktor aman yang sama. Dari kontur faktor aman tersebut dapat ditentukan letak kira-kira dari pusat lingkaran yang menghasilkan faktor aman terkecil.

Hitungan secara manual memerlukan waktu sangat lama. Pada saat ini telah banyak program-program komputer untuk hitungan faktor aman stabilitas lereng.

2.3. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah besarnya jumlah hujan yang turun yang dinyatakan dalam tinggi curah hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Besarnya intensitas hujan berbeda-beda, tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Hujan merupakan satu bentuk presipitasi yang berwujud cairan. Presipitasi sendiri dapat berwujud padat (misalnya

salju dan hujan es). Hujan terbentuk apabila titik air yang terpisah jatuh ke bumi dari awan. Tidak semua air hujan sampai ke permukaan bumi karena sebagian menguap ketika jatuh melalui udara kering. Hujan jenis ini disebut sebagai virga.

Intensitas curah hujan yang tinggi pada umumnya berlangsung dengan durasi pendek dan meliputi daerah yang tidak luas. Hujan yang meliputi daerah luas, jarang sekali dengan intensitas tinggi, tetapi dapat berlangsung dengan durasi cukup panjang. Kombinasi dari intensitas hujan yang tinggi dengan durasi panjang jarang terjadi, tetapi apabila terjadi berarti sejumlah besar volume air bagaikan ditumpahkan dari langit. Adapun jenis-jenis hujan berdasarkan besarnya curah hujan (definisi BMKG), diantaranya yaitu hujan kecil antara 0–21 mm per hari, hujan sedang antara 21–50 mm per hari dan hujan besar atau lebat di atas 50 mm per hari.

Distribusi curah hujan berbeda-beda sesuai dengan jangka waktu yang ditinjau yakni curah hujan tahunan, bulanan, harian dan curah hujan per-jam. Cara perhitungan intensitas curah hujan jangka pendek disampaikan oleh Talbot, Sherman dan Ishiguro. Untuk menghitung intensitas curah hujan setiap waktu berdasarkan data curah hujan harian disampaikan oleh Mononobe. Rumus Mononobe :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.2}$$

Dimana : I = Intensitas curah hujan (mm/jam).

t = Lamanya curah hujan / durasi curah hujan (jam).

R_{24} = Curah hujan rencana dalam suatu periode ulang, yang nilainya didapat dari tahapan sebelumnya (tahapan analisis frekuensi).

2.3.1. Durasi Curah Hujan

Durasi adalah lamanya suatu kejadian hujan (Sudjarwadi, 1987). Hujan yang meliputi daerah luas, jarang sekali dengan intensitas tinggi, tetapi dapat berlangsung dengan durasi cukup panjang. Kombinasi dari intensitas hujan yang tinggi dengan durasi panjang jarang terjadi.

2.3.2. Pengaruh Hujan Terhadap Mekanisme Longsoran

Curah hujan tertentu merupakan faktor pemicu terjadinya longsor. Secara umum terdapat dua tipe hujan pemicu longsoran di Indonesia, yaitu tipe hujan deras misalnya hujan yang mencapai 70 mm/jam atau lebih dari 100 mm/jam yang berlangsung singkat dan hujan normal tapi berlangsung lama dengan intensitas 20 - 50 mm/jam. Menurut Sosrodarsono dan Takeda (1999), keadaan dan intensitas hujan dapat dikategorikan seperti dalam tabel di bawah ini.

Tabel 2.2 Keadaan dan Intensitas Hujan

Keadaan Curah Hujan	Intensitas Curah Hujan	
	1 Jam	24 Jam
Hujan Sangat Ringan	< 1	< 5
Hujan Ringan	1 - 5	5 - 20
Hujan Normal	5 - 20	20 - 50
Hujan Lebat	10 - 20	50 - 100
Hujan Sangat Lebat	> 20	> 100

2.4. *Crack Soil (Retak Tanah)*

Retak adalah diskontinuitas dalam benda padat yang ditandai dengan memiliki titik inisiasi (atau nukleasi) dan dengan berkembang dari titik ini ke ukuran yang terbatas dengan waktu, baik yang memimpin, atau tidak, ke pembagian benda awal menjadi dua. atau lebih banyak potongan ". *Cracks soil* sering ditemukan dipuncak lereng tanah dan batuan. Keberadaan retakan tersebut menunjukkan bahaya dalam zona tertentu, tegangan tarik melebihi kekuatan tarik (Beker,1981). Efek dari retakan terhadap stabilitas lereng dibagi menjadi beberapa hal, diantaranya:

- Kekuatan geser akibat lekatan dan gesekan tanah berkurang akibat adanya retakan.
- Tekanan air yang bekerja pada permukaan retakan merupakan suatu kekuatan yang mendorong untuk terjadinya longsor.
- Air yang berada didalam celah retakan cenderung melunakan tanah sehingga kekuatan tanah tersebut berkurang.

Mochtar (2010,2011) menunjukkan fakta bahwa di lapangan untuk kasus longsor, ditemukan lereng telah banyak mengalami retak-retak/*cracks* antara lain akibat adanya susut permukaan, pergerakan massa tanah di masa lalu, adanya lapisan sedimen yang berlapis-lapis, berselang-seling dengan lapisan pasir tipis, akibat adanya strain tarik di dalam lapisan tanah lanau-lempung yang cukup tebal dan akibat adanya getaran yang cukup kuat di masa lalu seperti gempa bumi. *Cracks* yang ada akan dapat terisi air sampai semua keretakan-keretakan/*cracks* jenuh dengan air.

Kondisi pada saat semua keretakan terisi air hujan akan mengakibatkan gaya dorong horisontal tanah yang besar.

Gaya horisontal yang terjadi diakibatkan adanya tekanan air di dalam *cracks*. Pendeteksian *cracks* di lapangan terutama di dalam lereng telah diupayakan sebelumnya dengan menggunakan pendekatan *tomografi resistivity* dan *induced polarization* dengan menggunakan alat geolistrik (Stephanus, 2013). Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang bertujuan mengetahui sifat-sifat kelistrikan lapisan batuan dibawah permukaan tanah dengan cara menginjeksikan arus listrik ke dalam tanah.

2.5. Kestabilan Lereng

Kestabilan suatu lereng dipengaruhi oleh banyak faktor, Terzaghi (1950) membagi penyebab longsor terdiri dari, akibat pengaruh dalam (*internal effect*) dan pengaruh luar (*external effect*). Pengaruh luar yaitu pengaruh yang menyebabkan bertambahnya gaya geser dengan tanpa adanya perubahan kuat geser tanah (Hardiyatmo, 2002). Pengaruh dalam yaitu longsor yang terjadi dengan tanpa adanya perubahan kondisi dari luar atau gempa bumi, contohnya bertambahnya tekanan air pori di dalam lereng. Pengaruh yang datang dari dalam diantaranya,

1. Pengaruh Iklim

Di dekat permukaan tanah, kuat geser tanah berubah dari waktu ke waktu bergantung pada iklim. Beberapa jenis tanah mengembang saat musim hujan dan menyusut saat musim kemarau, sehingga kekuatan geser tanah mengalami perubahan.

2. Pengaruh Air

Pengaruh aliran air atau rembesan menjadi faktor yang sangat penting dalam menentukan stabilitas lereng. Erosi permukaan lereng dapat menyebabkan terkikisnya tanah permukaan yang mengurangi tinggi lereng, sehingga menambah stabilitas lereng. Sebaliknya erosi yang memotong kaki lereng dapat menambah tinggi lereng, sehingga mengurangi stabilitas lereng. Pengaruh air yang meresap kedalam tanah juga sangat mempengaruhi kestabilan suatu lereng. Besarnya air yang meresap kedalam tanah sangat dipengaruhi oleh nilai koefisien permeabilitas tanah tersebut.

2.5.1. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kestabilan Lereng

Secara umum faktor yang menyebabkan ketidakstabilan lereng ada dua (2) yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor internal adalah faktor yang berasal dari tubuh lereng seperti material tanah pembentuk lereng, muka air tanah, kemiringan lereng, retakan pada lereng, pelapukan tanah, dan aktivitas geologi dari lereng untuk lereng alami. Sedangkan faktor eksternal adalah faktor yang berasal dari luar seperti infiltrasi air hujan, aktivitas manusia, keberadaan vegetasi, rayapan lereng, dan gempa.

1. Faktor Internal

Faktor internal adalah faktor-faktor pereduksi kuat geser tanah dan berasal dari tubuh lereng sendiri yang menyebabkan kelongsoran. Faktor-faktor tersebut antara lain :

a. Material Pembentuk Lereng

Material pembentuk lereng sangat mempengaruhi stabilitas lereng. Diantara material pembentuk lereng adalah tanah granuler dan tanah kohesif. Tanah granuler meliputi pasir, kerikil, batuan dan campurannya. Kelemahan tanah *granuler* adalah jenis tanah ini mempunyai sifat meloloskan air. Jadi, lereng yang material pembentuknya tanah granuler akan mudah terjadinya longsor ketika musim hujan, karena material pembentuk akan ikut terbawa aliran air permukaan.

Selain itu, jika terjadi getaran dengan frekuensi tinggi dan beban yang besar, penurunan besar akan terjadi terutama jika kondisi butiran tanah tidak padat. Keunggulan tanah *granuler* adalah mempunyai kuat geser yang baik. Semakin kasar permukaan butirannya maka akan semakin besar kuat gesernya. Sedangkan tanah kohesif meliputi tanah lempung, lempung berlanau, dan lempung pasir.

Kelemahan tanah kohesif adalah sifat kembang-susutnya, dan kuat geser rendah. Sifat kembang susut dari tanah kohesif pembentuk lereng sangat berpengaruh pada stabilitas lereng. Jika tanah jenuh air, maka tanah akan mengembang yang akan mereduksi kuat geser dari lereng. Sebaliknya jika kondisi kering maka tanah akan susut, kedua kondisi akan mempengaruhi stabilitas lereng.

Tanah kohesif mempunyai kuat geser yang rendah, hal ini terjadi jika susunan tanahnya terganggu akibat perubahan kadar air pada tubuh lereng. Keunggulan tanah kohesif adalah sifat yang tidak mudah lolos air. Lereng yang material pembentuknya tanah kohesif akan sulit untuk terjadinya infiltrasi air hujan.

b. Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng juga memberikan pengaruh terhadap bahaya kelongsoran. Secara visual lereng terjal akan sangat mudah untuk terjadinya kelongsoran tanah. Yulvi zaika (2011) menyimpulkan bahwa semakin besar derajat kemiringan lereng maka akan semakin menurunkan angka keamanan lereng, yang artinya lereng tersebut berpotensi untuk terjadinya longsor.

c. Muka Air Tanah

Keberadaan air tanah dalam tubuh lereng biasanya menjadi masalah bagi stabilitas lereng. Kondisi ini tak lepas dari pengaruh luar, yaitu iklim (diwakili oleh curah hujan) yang dapat meningkatkan kadar air tanah, derajat kejenuhan, dan muka air tanah. Keberadaan air tanah akan menurunkan sifat fisik dan mekanik tanah.

Kenaikan muka air tanah meningkatkan tekanan pori yang berarti memperkecil ketahanan geser dari massa lereng, terutama pada material tanah (*soil*). Kenaikan muka air tanah

juga memperbesar debit air tanah dan meningkatkan erosi dibawah permukaan (*piping* atau *subaqueous erosion*). Akibatnya lebih banyak fraksi halus (lanau) dari masa tanah yang di hanyutkan, sehingga ketahanan massa tanah akan menurun (Bell, 1984, dalam Zakaria).

d. Kondisi Geologi Lereng

Struktur geologi material pembentuk sangat menentukan stabilitas lereng, sebagai contoh, rangkaian, tebal dan letak bidang dasar batuan berpengaruh secara langsung terhadap potensi perkembangan dan pembentukan lereng, pembentukan lembah, punggung bukit, tebing curam dan pembentukan tanah redusial, talus dan endapan.

Ketidak menerusan (*discontinuity*) seperti : patahan (*faults*), lipatan (*folds*) dan kekar (*joints*) harus dipelajari dengan cermat dan dipetakan. Dalam memprediksi stabilitas lereng secara akurat, penting untuk memperhatikan urutan bidang lemah dan kuat, permukaan runtuh yang telah lalu, zona patahan, dan pengaruh hidrogeologi (Hardiyatmo, 2006).

e. Pelapukan Tanah

Terdapat dua macam pelapukan, yaitu pelapukan secara kimiawi dan secara mekanis. Kecepatan pelapukan secara kimiawi berkisar diantara beberapa hari sampai

tahunan dan mempengaruhi stabilitas jangka pendek dan jangka panjang lereng (*Blyth* dan *Freitas* dalam Hardiyatmo,2006). Sebaliknya, pelapukan secara mekanis dapat berlangsung sebelum pelapukan secara kimiawi (yang berakibat buruk pada lereng).

Pelapukan secara kimiawi berupa pecahnya mineral ke dalam komponen yang baru oleh akibat reaksi kimia dengan asam di dalam udara, hujan dan air sungai. Pelapukan secara mekanik adalah proses hancurnya batuan ke dalam fragmen-fragmen lebih kecil disebabkan oleh proses fisik, seperti siklus beku-cair es dan perubahan temperatur. Ketika air membeku dalam retakan batuan, energi yang besar dapat memecah batuan.

2. Faktor Eksternal

Faktor Eksternal adalah faktor yang menambah gaya-gaya penyebab longsor (kausatif). Faktor-faktor tersebut antara lain :

1. Infiltrasi Air Hujan

Air hujan yang sampai ke permukaan tanah yang tidak kedap air dapat bergerak ke dalam tanah akibat gaya gravitasi dan kapiler dalam suatu aliran yang disebut infiltrasi. Infiltrasi adalah proses masuknya air ke permukaan tanah sedangkan air yang telah ada di dalam

tanah kemudian bergerak ke bawah oleh gravitasi disebut perkolasi. Kelongsoran lereng pada musim hujan, disebabkan terutama oleh infiltrasi air hujan ke dalam tanah yang menyebabkan tanah menjadi jenuh disertai perubahan pada karakteristik tanah terutama kekuatannya (Wardana, 2011).

2. Keberadaan Vegetasi

Vegetasi atau tanaman juga berpengaruh terhadap stabilitas lereng. Akar tanaman akan menyerap air hujan yang berinfiltrasi kedalam tanah melalui proses evapotranspirasi oleh tanaman yang dapat meningkatkan tegangan pori negatif dan membatasi timbulnya tegangan pori positif. Pengaruh ini menyebabkan perubahan pada kedua parameter (tegangan air pori dan tegangan udara pori) yang memberikan pengaruh terhadap tegangan geser serta volume tanah. (Santiawan,dkk,2007).

3. Kegempaan

Rayapan atau rangkai didefinisikan sebagai gerakan tanah atau batuan pembentuk lereng yang kurang lebih kontinyu dalam arah tertentu. Rayapan ini bisa terjadi pada tanah permukaan maupun pada kedalaman tertentu. Proses terjadinya rayapan sering digambarkan sebagai peristiwa geser kental (*viscos shear*) yang menyebabkan terjadinya

deformasi permanen tetapi tidak ada keruntuhan seperti longsoran (Hardiyatmo,2006).

4. Rayapan (*Creep*)

Rayapan atau rangkai didefinisikan sebagai gerakan tanah atau batuan pembentuk lereng yang kurang lebih kontinyu dalam arah tertentu. Rayapan ini bisa terjadi pada tanah permukaan maupun pada kedalaman tertentu. Proses terjadinya rayapan sering digambarkan sebagai peristiwa geser kental (*viscos shear*) yang menyebabkan terjadinya deformasi permanen tetapi tidak ada keruntuhan seperti longsoran (Hardiyatmo,2006).

5. Aktivitas Manusia

Beban tambahan di tubuh lereng bagian atas (puncak) mengikutsertakan peranan aktivitas manusia. Pendirian atau peletakan bangunan, terutama memandangi aspek estetika belaka, misalnya dengan membuat perumahan (*real-estate*) atau villa di tepi-tepi lereng atau di puncak-puncak bukit merupakan tindakan ceroboh yang dapat mengakibatkan longsor.

Kondisi tersebut menyebabkan berubahnya kesetimbangan tekanan dalam tubuh lereng. Sejalan dengan kenaikan beban di puncak lereng, maka keamanan lereng akan menurun. Pengurangan beban di daerah kaki lereng

berdampak menurunkan faktor keamanan. Makin besar pengurangan beban di kaki lereng, makin besar pula penurunan faktor keamanan lerengnya, sehingga lereng makin labil atau makin rawan longsor. Aktivitas manusia berperan dalam kondisi seperti ini. Pengurangan beban di kaki lereng diantaranya oleh aktivitas penambangan bahan galian, pemangkasan (*cut*) kaki lereng untuk perumahan, jalan serta erosi.

2.6. Regresi Linear

Dalam statistika, regresi linear adalah sebuah pendekatan untuk memodelkan hubungan antara variable terikat Y dan satu atau lebih variable bebas yang disebut X. Salah satu kegunaan dari regresi linear adalah untuk melakukan prediksi berdasarkan data-data yang telah dimiliki sebelumnya. Hubungan di antara variable-variabel tersebut disebut sebagai model regresi linear. Jika kurva hampiran dinyatakan sebagai garis lurus, maka regresi tersebut adalah regresi linear.

$$a_0 = \frac{\sum_{i=1}^m y_i \sum_{i=1}^m x_i^2 - \sum_{i=1}^m x_i \sum_{i=1}^m x_i y_1}{m \sum_{i=1}^m x_i^2 - \{\sum_{i=1}^m x_i\}^2}$$

$$a_1 = \frac{m \sum_{i=1}^m x_i y_i - \sum_{i=1}^m x_i \sum_{i=1}^m y_1}{m \sum_{i=1}^m x_i^2 - \{\sum_{i=1}^m x_i\}^2}$$

Koefisien a_0 , secara sederhana dapat diperoleh dengan:

$$m \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_{i=1}^m x_i = \sum_{i=1}^m y_1$$

Dengan: m = adalah jumlah data

y_i, x_i = adalah pasangan data

x, y = adalah rerata x dan y

2.7. Geolistrik

Penggunaan geolistrik pertama kali dilakukan oleh Conrad Schlumberger pada tahun 1912. Geolistrik adalah hasil perpaduan disiplin ilmu geoteknik dan listrik. Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika untuk mengetahui perubahan tahanan jenis lapisan batuan di bawah permukaan tanah dengan cara mengalirkan arus listrik DC (*Direct Current*) yang mempunyai tegangan tinggi ke dalam tanah. Injeksi arus listrik ini menggunakan 2 buah elektroda arus A dan B yang ditancapkan ke dalam tanah dengan jarak tertentu. Semakin panjang jarak elektroda AB akan menyebabkan aliran arus listrik bisa menembus lapisan batuan lebih dalam.

Dengan adanya aliran arus listrik tersebut maka akan menimbulkan tegangan listrik di dalam tanah. Tegangan listrik yang terjadi di permukaan tanah diukur dengan menggunakan multimeter yang terhubung melalui 2 buah "elektroda tegangan" M dan N yang jaraknya lebih pendek dari pada jarak elektroda AB. Bila posisi jarak elektroda AB diubah menjadi lebih besar maka tegangan listrik yang terjadi pada elektroda MN ikut berubah sesuai dengan informasi jenis batuan yang ikut terinjeksi arus listrik pada kedalaman yang lebih besar. Dengan asumsi bahwa kedalaman lapisan batuan yang bisa ditembus oleh arus listrik ini sama dengan separuh dari jarak AB yang biasa disebut $AB/2$ (bila digunakan arus listrik DC murni), maka diperkirakan pengaruh dari injeksi aliran arus listrik ini berbentuk setengah bola dengan jari-jari $AB/2$ (Surdaryo,2008).

2.7.1. Kegunaan Geolistrik

Mengetahui karakteristik lapisan batuan bawah permukaan sampai kedalaman sekitar 0-500 meter sangat berguna untuk mengetahui kemungkinan adanya lapisan akifer yaitu lapisan batuan yang merupakan lapisan pembawa air. Umumnya yang dicari adalah 'confined aquifer' yaitu lapisan akifer yang diapit oleh lapisan batuan kedap air (misalnya lapisan lempung) pada bagian bawah dan bagian atas. 'Confined' akifer ini mempunyai 'recharge' yang relatif jauh, sehingga ketersediaan air tanah di bawah titik bor tidak terpengaruh oleh perubahan cuaca setempat.

Geolistrik ini bisa untuk mendeteksi adanya lapisan dari suatu mineral yang mempunyai harga ketetapan resistivitas yang mempunyai kontras resistivitas dengan lapisan batuan/mineral pada bagian atas dan bawahnya. Bisa juga untuk mengetahui perkiraan kedalaman 'bedrock' untuk fondasi bangunan.

Metoda geolistrik juga bisa untuk menduga adanya panas bumi (geotermal) di bawah permukaan. Hanya saja metoda ini merupakan salah satu metoda bantu dari metoda geofisika yang lain untuk mengetahui secara pasti keberadaan sumber panas bumi di bawah permukaan.

Keunggulan dari konfigurasi *Wenner alpha* adalah ketelitian pembacaan tegangan pada elektroda MN lebih baik dengan angka yang relatif besar karena elektroda MN yang relatif dekat dengan

elektroda AB. Sedangkan konfigurasi wenner beta ketelitian pembacaan elektroda hampir sama dengan metode wenner alpha. Hanya saja metode wenner beta pola konfigurasinya cenderung ke konfigurasi dipole-pole dan juga faktor geometrinya.

Sedangkan kelemahannya konfigurasi Wenner alpha adalah Tidak bisa mendeteksi homogenitas batuan di dekat permukaan yang bisa berpengaruh terhadap hasil perhitungan. data yang didapat dari cara konfigurasi *Wenner alfa*, sangat sulit untuk menghilangkan *factor* non-homogenitas batuan, sehingga hasil perhitungan menjadi kurang akurat.

2.7.2. Metode Resistivitas

Pada metode resistivitas digunakan arus listrik yang diinjeksikan kedalam bumi melalui elektroda arus C1 dan C2. Beda potensial yang timbul sebagai akibat arus ukur melalui elektroda potensial P1 dan P2 dari hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda tertentu, maka dapat kita tentukan variasi harga resistivitas masing-masing lapisan dibawah titik ukur (titik *sounding*) atau sering disebut datum.

Umumnya metode resistivitas digunakan untuk eksplorasi dangkal, sekitar 0 - 500 m (Telford at all,1990). Jika kedalaman lapisan lebih dari harga tersebut, informasi yang diperoleh kurang akurat, hal ini disebabkan melemahnya arus listrik untuk jarak bentang

yang lebih besar karena itu, metode itu jarang digunakan untuk eksplorasi dalam, sebagai contoh eksplorasi minyak.

Aliran listrik pada suatu formasi batuan terjadi karena adanya fluida elektrolit pada pori-pori atau rekahan batuan. Oleh karena itu resistivitas dari suatu batuan bergantung pada porositas batuan serta jenis fluida pengisi pori-pori batuan tersebut. Batuan poros yang terisi air atau asin tentu lebih konduktif karena resistivitas-nya rendah jika dibandingkan dengan batuan yang sama tetapi pori-porinya terisi oleh udara.

Resistivitas merupakan hasil pengukuran dari geolistrik, jika bumi bersifat homogen isotronis maka resistivitas terukur merupakan resistivitas sebenarnya. Berdasarkan keadaan di lapangan bumi tidak bersifat homogen, maka harga resistivitas merupakan harga rata-rata resistivitas formasi yang dilalui arus listrik atau disebut resistivitas semu.

Resistivitas adalah karakteristik bahan yang menunjukkan kemampuan bahan tersebut untuk menghantarkan listrik. Resistivitas mempunyai pengertian yang berbeda dengan resistansi (hambatan), dimana resistansi tidak hanya tergantung pada bahan tetapi juga tergantung oleh faktor geometri atau bentuk bahan tersebut, sedangkan resistivitas tidak tergantung pada faktor geometri.

Pengukuran geolistrik secara teknis dilakukan dengan mengalirkan arus kedalam tanah melalui dua elektroda C1 dan C2 dan

responya, beda potensial dilakukan dengan dua elektroda P1 dan P2. Sifat kelistrikan medium di bawah permukaan dapat diperkirakan berdasarkan konfigurasi elektrode dan respon yang terukur.

Jika ditinjau kawat konduktor dengan panjang L , luas penampang A dan resistivitas adalah R , secara matematis dapat dirumuskan :

$$R = \rho L / A \dots\dots\dots(13)$$

Dimana :

R = Resistansi (Ohm)

ρ = Resistivitas (Ohm meter)

L = Panjang kawat konduktor (m)

A = Luas Penampang (m²)

Menurut hukum Ohm resistivitas dirumuskan :

$$R = V / I \dots\dots\dots(14)$$

Dimana : R = Resistansi (Ohm)

V = Beda Potensial (Volt)

I = Kuat Arus (Ampere)

Pada metode geolistrik, pembahasan mengenai aliran listrik dalam bumi didasarkan pada asumsi pada bumi merupakan medium *homogeny* isotropis, pada kondisi demikian, maka potensial listrik disekitar arus listrik yang berbeda dalam bumi.

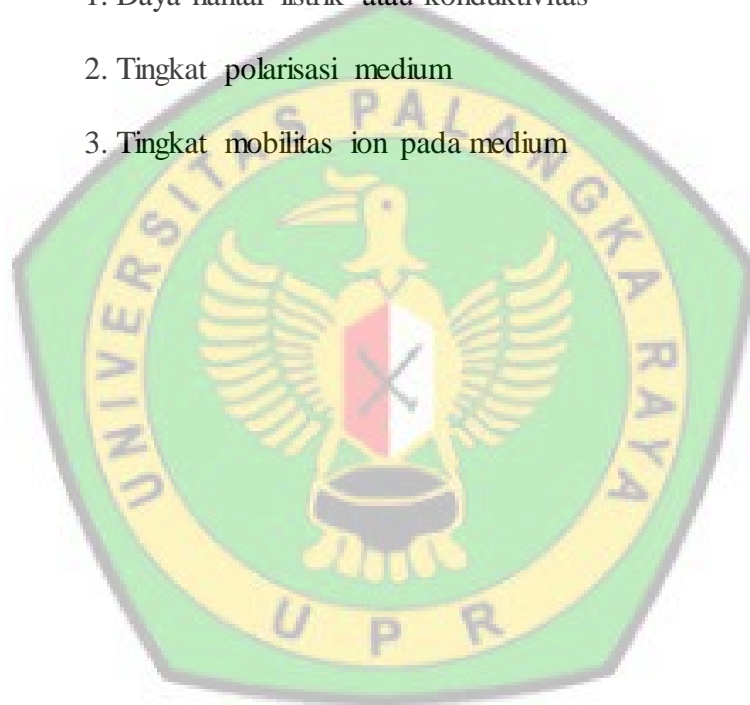
Pengukuran metode geolistrik resistivitas dalam prakteknya di laboratorium bertujuan untuk membandingkan potensial disuatu titik tertentu, sehingga diperlukan dua buah *elektroda* arus dipermukaan yang berfungsi untuk memberikan dan merespon arus, baik sumber medium atau sebaliknya.

Beda potensial dipermukaan akan dipengaruhi oleh kedua *elektroda* arus tersebut. Harga potensial diukur adalah harga

nilai beda potensial antara kedua elektroda potensial tidak secara langsung bernilai 0 kembali melainkan secara perlahan-lahan mengalami penurunan sehingga bernilai 0. Medium yang mengalami efek tersebut dinamakan medium yang dapat terpolarisasi (*polarisable medium*).

Hal ini sangat dipengaruhi oleh :

1. Daya hantar listrik atau konduktivitas
2. Tingkat polarisasi medium
3. Tingkat mobilitas ion pada medium



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Dalam penulisan Skripsi ini penulis melakukan penelitian di Laboratorium Mekanika Tanah dan Batuan PT. Cemara Geo *Engineering*. Jl. Bukit Raya XIV, Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah.

3.2. Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel yaitu terletak di Bukit Tangkiling Kota Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah dimana lokasi dapat ditempuh dengan kendaraan roda 2 dan roda 4 melewati Jl. Tjilik Rivut dengan waktu perjalanan \pm 45 menit perjalanan dari Kota Palangka Raya menuju Bukit Tangkiling dengan kondisi jalan beraspal.

Secara administratif Desa Tangkiling Kecamatan Bukit Batu Kota Palangka Raya. Secara geografis Desa Tangkiling terletak antara $113^{\circ}30'$ - $113^{\circ}45'$ Bujur Timur - $01^{\circ}45'$ - $02^{\circ}00'$ Lintang Selatan dengan luas sekitar $78,64 \text{ km}^2$.

3.2.1. Iklim Dan Curah Hujan

Kondisi iklim di Desa Tangkiling Kecamatan Bukit Batu menurut sistem iklim Schmid dan Ferguson, termasuk ke dalam kelas Af (iklim tropis, tanpa musim kemarau yang nyata atau pada

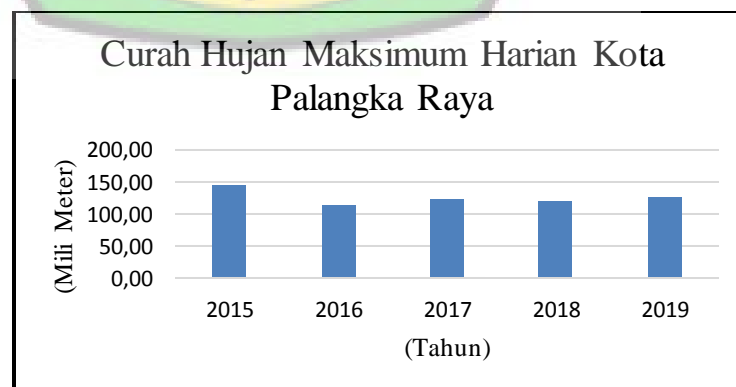
bulan terkering $>32^{\circ}\text{C}$). Sedangkan menurut klasifikasi Oldeman, iklim di Kota Palangka Raya termasuk ke dalam kelas B1 karena pada bulan basah selama 7 bulan berturut-turut sedangkan bulan kering hanya terjadi 4 bulan.

Tabel 3.1 Data Hujan dan Klimatologi di Kota Palangka Raya

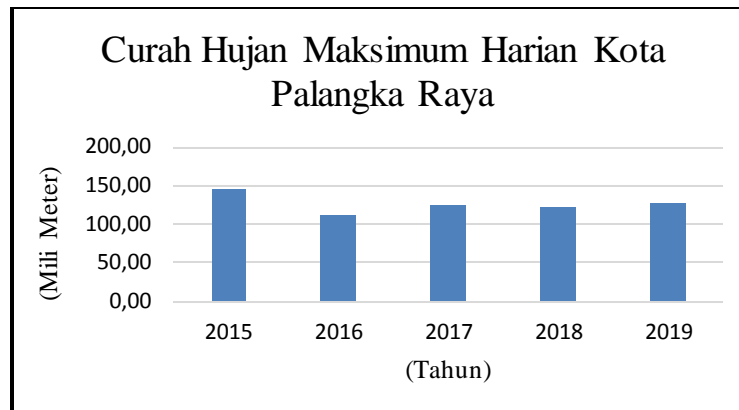
No	Tahun	Curah Hujan Maksimum Harian (mm)	
		Palangka Raya	Tangkiling
1	2015	149.90	144.42
2	2016	269.20	112.70
3	2017	168.00	123.80
4	2018	100.00	121.20
5	2019	139.21	126.32

Sumber: Palangka Raya Dalam Angka 2015-2019, (BPS Kota Palangka Raya).

Jadi, gambar grafik pada 3.1 dan gambar grafik 3.2 berdasarkan dari Tabel 3.1 Data Hujan dan Klimatologi di Palangka Raya.



Gambar 3.1 Grafik Curah Hujan Maksimum Harian Kota Palangka Raya



Gambar 3.2 Grafik Curah Hujan Maksimum Harian Tangkiling.

3.3. Kondisi Geologi Regional

3.3.1. Fisiografi

Berdasarkan peta geologi lembar palangka Raya wilayah Desa Tangkiling dan sekitarnya secara umum dari timur ke barat perbukitan bergelombang, dari barat ke arah tengah perbukitan, ke arah timur perbukitan, bagian tengah dataran. Sungai yang mengalir di Desa Tangkiling yaitu sungai Rungan dan Sungai Kahayan.

3.3.2. Stratigrafi

Ditinjau dari formasi bahan material pembentukannya, di daerah ini terdapat Endapan Aluvium (Qa) yang tersusun dari material gambut berwarna coklat kehitaman (endapan rawa), pasir lepas berwarna kekuningan halus-kasar, tak berlapis (endapan sungai); lempung kelabu kecoklatan, mengandung sisa tumbuhan, sangat lunak (daerah pasang surut), dan lempung kaolinan warna

putih kekuningan, bersifat liat, tebal sekitar dari 50 – 100 m, Formasi Dahor (TQd) yang terdiri dari material Konglomerat, coklat kehitaman, agak padat, komponen terdiri dari fragmen kuarsit dan basal, berukuran 1 – 3 cm, kemas terbuka dengan matriks berukuran pasir. Berselingan dengan batu pasir, berwarna kekuningan sampai kelabu, berbutir sedang sampai kasar, setempat berstruktur sedimen silang siur.

Batu lempung warna kelabu, agak lunak, karbonan setempat mengandung lignit, tersingkap sebagai sisipan dalam batu pasir dengan ketebalan 20 – 60 cm. Umur formasi ini diperkirakan Miosen Tengah sampai Plistosen, berdasarkan korelasi dengan Formasi Dahor di Lembar Tewah (Sumintadipura, 1976), tebalnya diperkirakan 300 m, diendapkan di lingkungan paralik. Tanah ini banyak dijumpai dari bagian tengah hingga ke utara dan merupakan lahan yang baik untuk pertanian lahan kering. Sebagian lahan ini telah digunakan untuk pertanian tanaman keras dan selebihnya beruap hutan.

Jenis tanah yang terbentuk di suatu daerah dipengaruhi oleh struktur batuan induk yang oleh proses bio-fisik atau proses pelapukan akan membentuk jenis tanah tertentu. Oleh karena itu sifat batuan secara geologis akan menentukan kesuburan tanah dan kemudian berpengaruh terhadap kesesuaian penggunaan untuk budidaya tanaman.

3.4. Alat Dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam pengumpulan dan pengolahan data yang digunakan dalam penelitian Skripsi antara lain:

1. Geolistrik *Multi-Chanel MIS-60 DUK-2A ChongQ ING GOLD Mechanical And Electrical Equipment CO., LTD* yaitu alat yang digunakan untuk mengetahui perubahan tahanan jenis tanah, pergerakan tanah, *tomografi resistivity, induced polarazation*, serta mendeteksi *cracks* didalam tanah.
2. *Electroda* arus dan kabel merupakan alat yang digunakan untuk menyediakan arus atau penghantar arus dari alat geolistrik dengan cara menginjeksikan arus listrik kedalam tanah.
3. Sampel yaitu bahan yang digunakan untuk pengujian model laboratorium.
4. *Excavator* alat yang digunakan untuk proses pembentukan sampel tanah,
5. Ambrometer alat yang digunakan untuk penakar curah hujan pada saat diberi hujan buatan pada sampel.
6. Tangki air digunakan sebagai tempat penampung air untuk hujan buatan.
7. Pipa paralon dan sprinkler yaitu alat yang digunakan dalam proses pemberian hujan buatan
8. Pompa air yaitu alat yang digunakan sebagai penyaliran air untuk hujan buatan.

3.5. Peralatan Pengumpulan Data Dan Pengolahan Data

Peralatan pengumpulan data dan pengolahan data yang digunakan dalam penelitian Skripsi antara lain:

1. Alat tulis dan buku tulis, digunakan untuk mencatat setiap hal yang berkaitan dengan penelitian Skripsi.
2. *Smartphone*, digunakan untuk dokumentasi pada saat penelitian.
3. Laptop digunakan untuk pengolahan data dan penyusunan laporan berdasarkan data yang didapat selama penelitian.

3.6. Tata Laksana Penelitian

3.6.1. Langkah Kerja

Langkah-langkah kerja yang dilakukan dalam penyusunan Skripsi ini meliputi:

1. Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan penyusunan Skripsi, mempelajari buku-buku literatur, jurnal dan internet dan buku petunjuk maupun buku panduan yang tersedia dan berkaitan dengan masalah yang diangkat.

2. Tahap Pengumpulan Dan Pengolahan Data

Tahap pengumpulan dan pengolahan data Skripsi dilakukan dengan skala laboratorium yang meliputi :

- *Survey* ke lokasi untuk pengambilan sampel yang digunakan buat uji laboratorium.

- Lokasi Pengambilan sampel yaitu terletak di KM 27 Tjilik Riwut Palangka Raya Provinsi Kalimantan.
- Sampel tanah timbunan dibentuk memanjang dan dipadatkan menggunakan *Excavator*.
- Kemudian dilakukan pengujian dengan alat geolistrik untuk menentukan letak *Cracks* dalam tanah, berdasarkan hasil tomografi resistivitas dan *induced polarazation*.
- Untuk pengujian geolistrik pertama sampel tidak diberi hujan buatan untuk mengetahui kondisi awal.
- Selanjutnya pemberian hujan buatan dengan durasi ± 15 menit dan didiamkan selama 7 hari. Setelah didiamkan selama 7 hari lalu dilakukan pengujian geolistrik ke-2 dan seterusnya sampai pengujian geolistrik ke-4.
- Selanjutnya pengolahan data geolistrik menggunakan *software* Geo-giga untuk menentukan letak *cracks* berdasarkan hasil tomografi resistivitas dan *induced polarazation* dan pengaruh hujan terhadap penambahan *cracks* dari hasil pengujian geolistrik.

3. Tahap Penyusunan Laporan Penelitian Skripsi

Hasil dari data yang telah diperoleh dari laboratorium kemudian dirangkum kedalam laporan tertulis untuk di pertanggung jawabkan dalam bentuk laporan hasil penelitian

Skripsi. Adapun rencana langkah kegiatan dalam penelitian untuk Skripsi ini dapat dilihat dalam diagram alir pada gambar 3.1.

3.6.2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian Skripsi ini adalah metode deskriptif kuantitatif dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Studi kepustakaan, yaitu pengumpulan data-data dari buku, jurnal, laporan penelitian dan internet yang berkaitan dengan penelitian Skripsi.

2. Pengambilan data

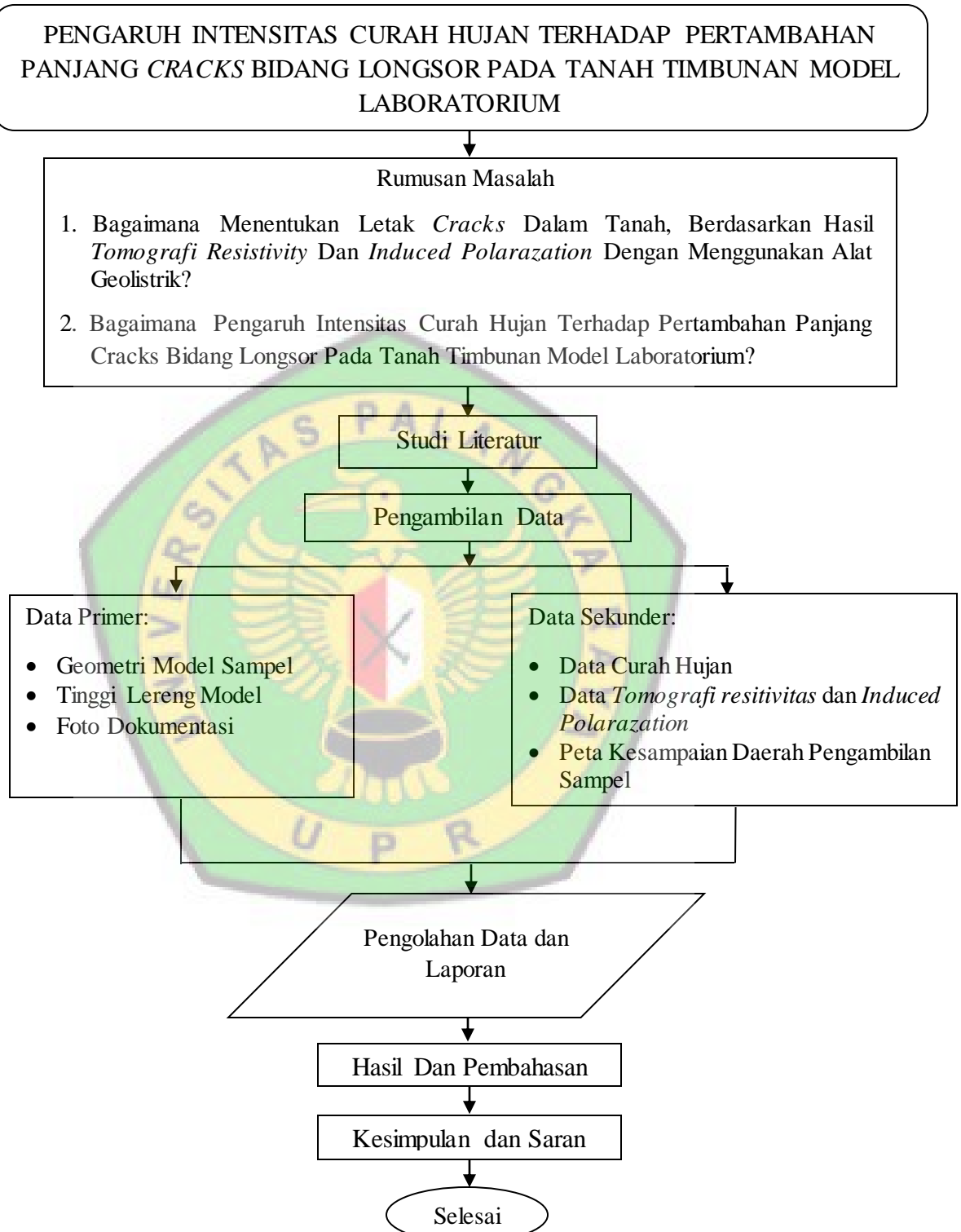
Pada tahap pengambilan data yang dilakukan adalah menentukan letak *cracks* dengan menggunakan tomografi *resistivity* dan *induced polarization* dengan menggunakan alat geolistrik serta pengaruh intensitas curah hujan terhadap pertambahan panjang *cracks* bidang longsor pada tanah timbunan dengan metode geolistrik.

3. Pengolahan data.

Mengolah data untuk dapat memecahkan suatu permasalahan pada penelitian Skripsi.

4. Penyusunan laporan Skripsi dilakukan setelah tahap diatas selesai dilakukan.

3.7. Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.3 Diagram Alir Analisis Hasil Penelitian

3.8. Waktu Penelitian

Penelitian Skripsi dengan judul : “Pengaruh Intensitas Curah Hujan Terhadap Pertambahan Panjang *Cracks* Bidang Longsor Pada Tanah Timbunan Model Laboratorium”. Dilaksanakan mulai bulan Juni 2019 sampai dengan bulan November 2019 dengan jadwal kegiatan sebagai berikut:

Tabel 3.2. Waktu Penelitian Skripsi

No	Keterangan	Tahun 2019					
		Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November
1	Studi Literatur						
2	Observasi Lapangan						
3	Pengambilan Data						
4	Pengolahan Data						
5	Penyusunan Skripsi						

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

4.1.1. Menentukan Letak *Cracks* Dalam Tanah Berdasarkan Hasil *Tomografi Resistivity* dan *Induced Polarization* Dengan Menggunakan Alat Geolistrik

Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika untuk mengetahui perubahan tahanan jenis lapisan batuan di bawah permukaan tanah dengan cara mengalirkan arus listrik DC (*Direct Current*) yang mempunyai tegangan tinggi ke dalam tanah. Injeksi arus listrik ini menggunakan 2 buah elektroda arus A dan B yang ditancapkan ke dalam tanah dengan jarak tertentu.



Gambar 4.1 Alat Geolistrik

Untuk menentukan letak *cracks* dalam tanah harus dilakukan uji laboratorium dengan menggunakan alat pengujian geolistrik berdasarkan hasil *tomografi resistivity* dan *induced polarazation*. Jenis sampel yang diuji untuk menentukan letak *cracks* dalam tanah adalah jenis tanah lempung pasir dengan dimensi panjang sampel 540 cm, tinggi sampel 85 cm, lebar sampel 130 cm, dan kemiringan sampel 60° dapat dilihat pada gambar 4.2. Untuk jarak (*Space*) masing-masing katoda adalah 10 cm.

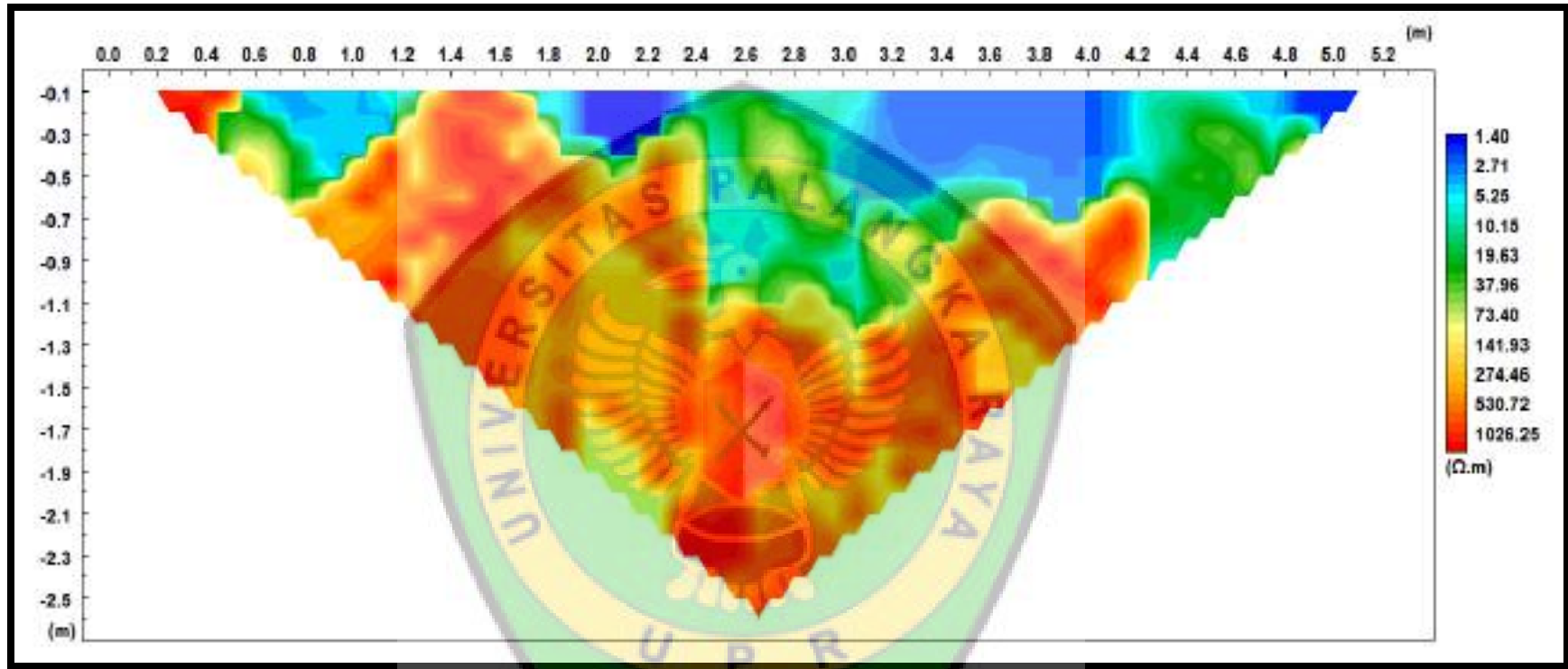


Gambar 4.2 Sampel Tanah Lempung Kepasiran



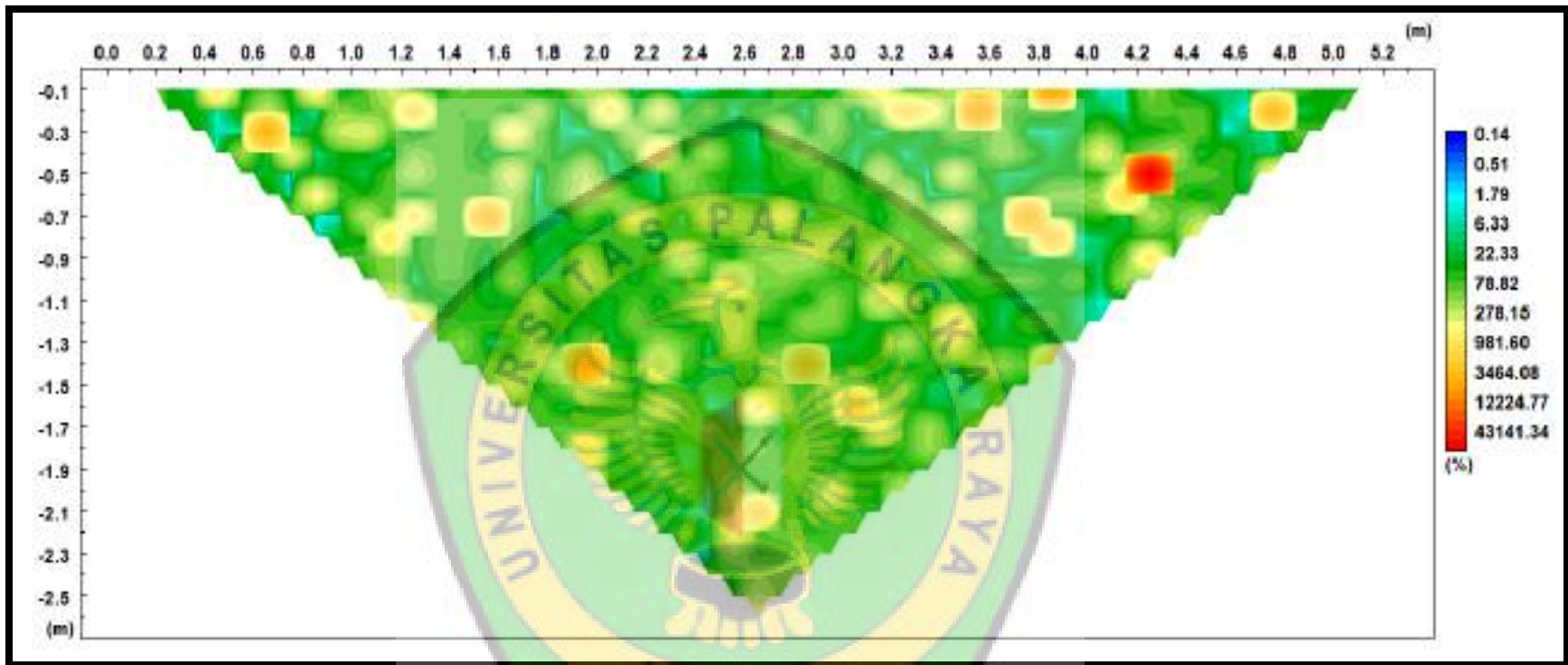
Gambar 4.3 (Jarak Space) Katoda//Paku

Hasil Pengujian Geolistrik Tomografi *Resistivity* dan *Induced Polarization*:



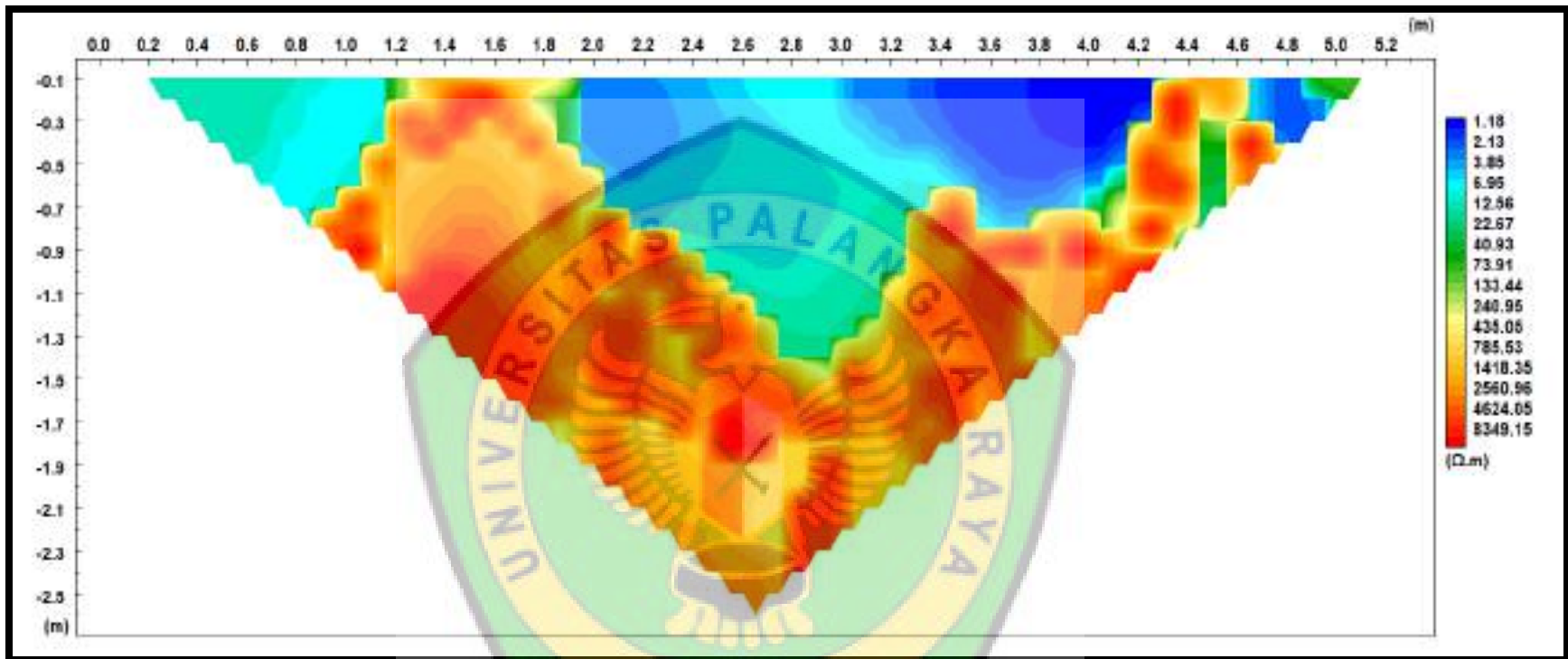
Gambar 4.4 Hasil Pengujian Geolistrik Tomografi *Resistivity* Pada Sampel Minggu Pertama

Keterangan : ■ Zona Jenuh Tinggi ■ Zona Jenuh Sedang ■ Zona Jenuh Rendah ■ Zona Jenuh Sangat Rendah



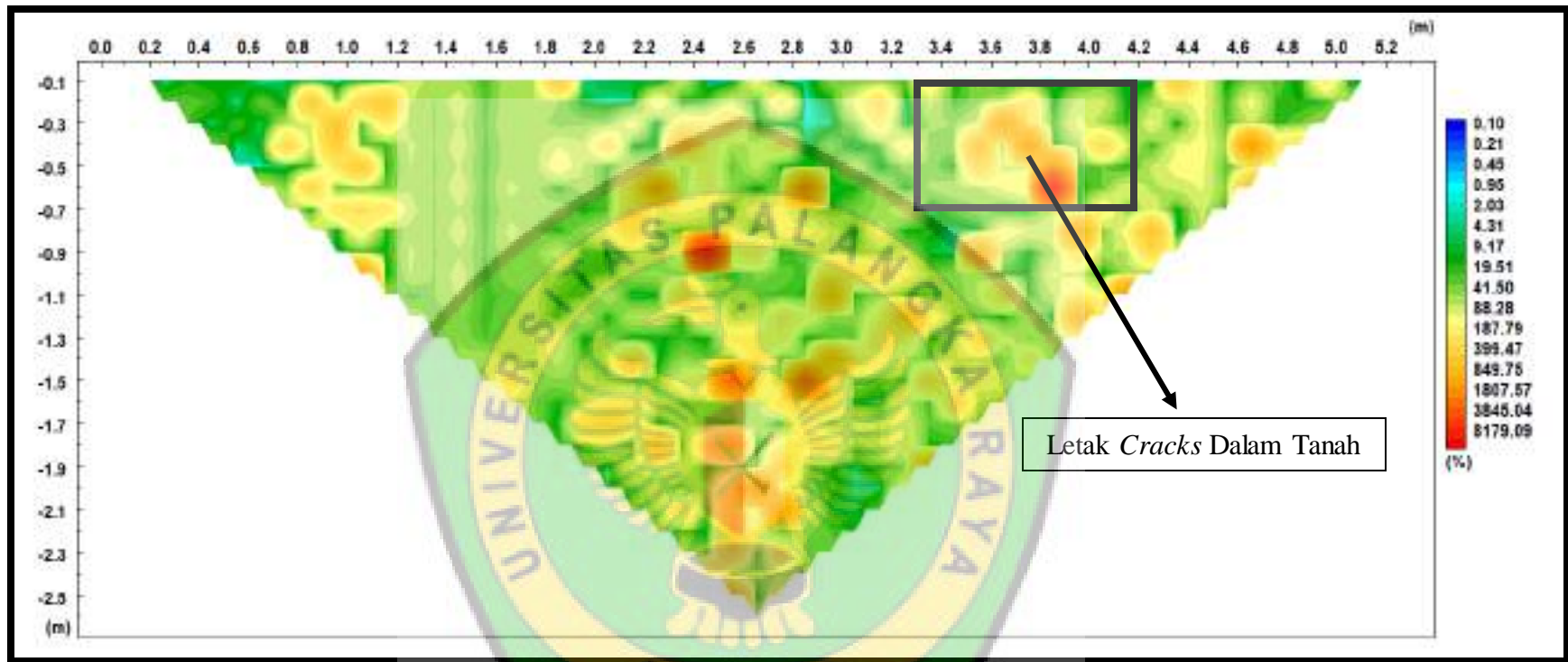
Gambar 4.5 Hasil Pengujian Geolistrik *Induced Polarization* Pada Sampel Minggu Pertama

Keterangan : ■ Kondisi Tanah Padat ■ Tidak Ada *Cracks Soil* ■ *Cracks Soil* ■ *Cracks Soil* Membesar



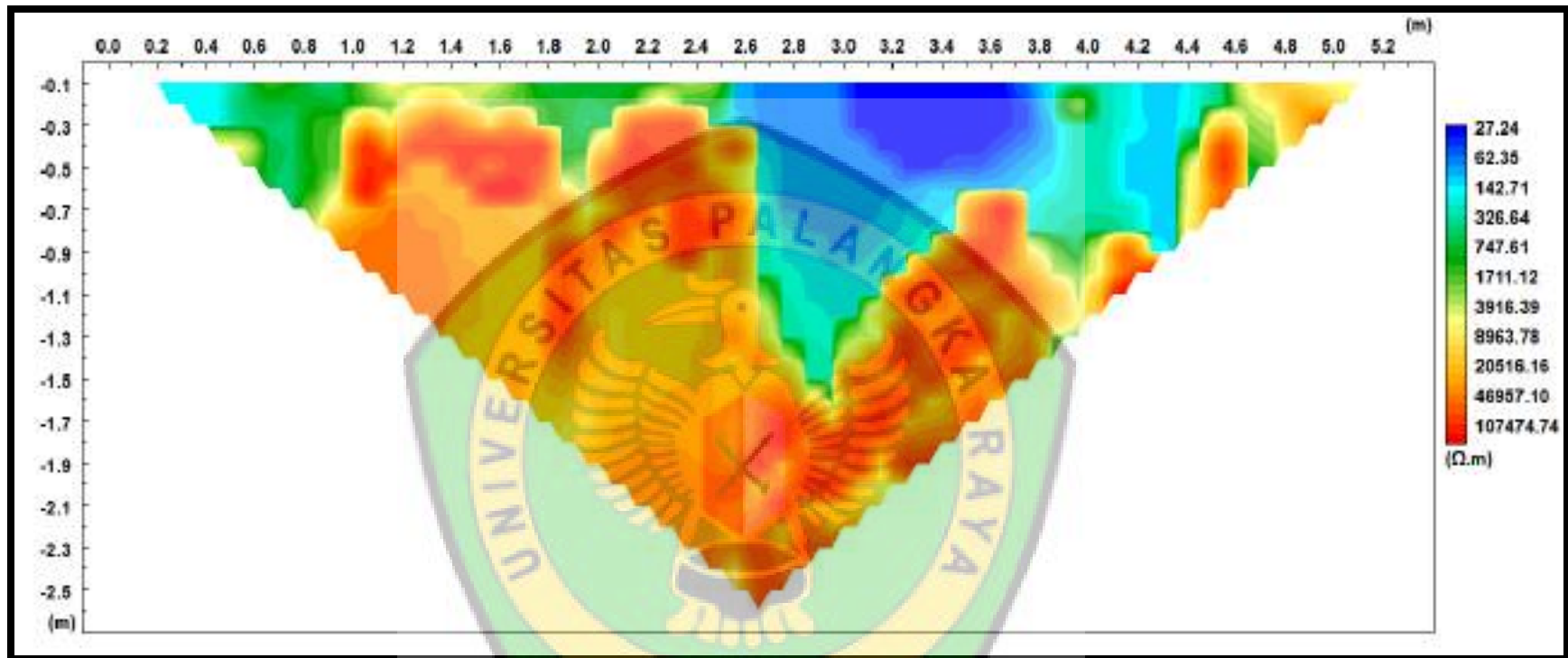
Gambar 4.6 Hasil Pengujian Geolistrik Tomografi Resistivity Pada Sampel Minggu Kedua

Keterangan : ■ Zona Jenuh Tinggi ■ Zona Jenuh Sedang ■ Zona Jenuh Rendah ■ Zona Jenuh Sangat Rendah



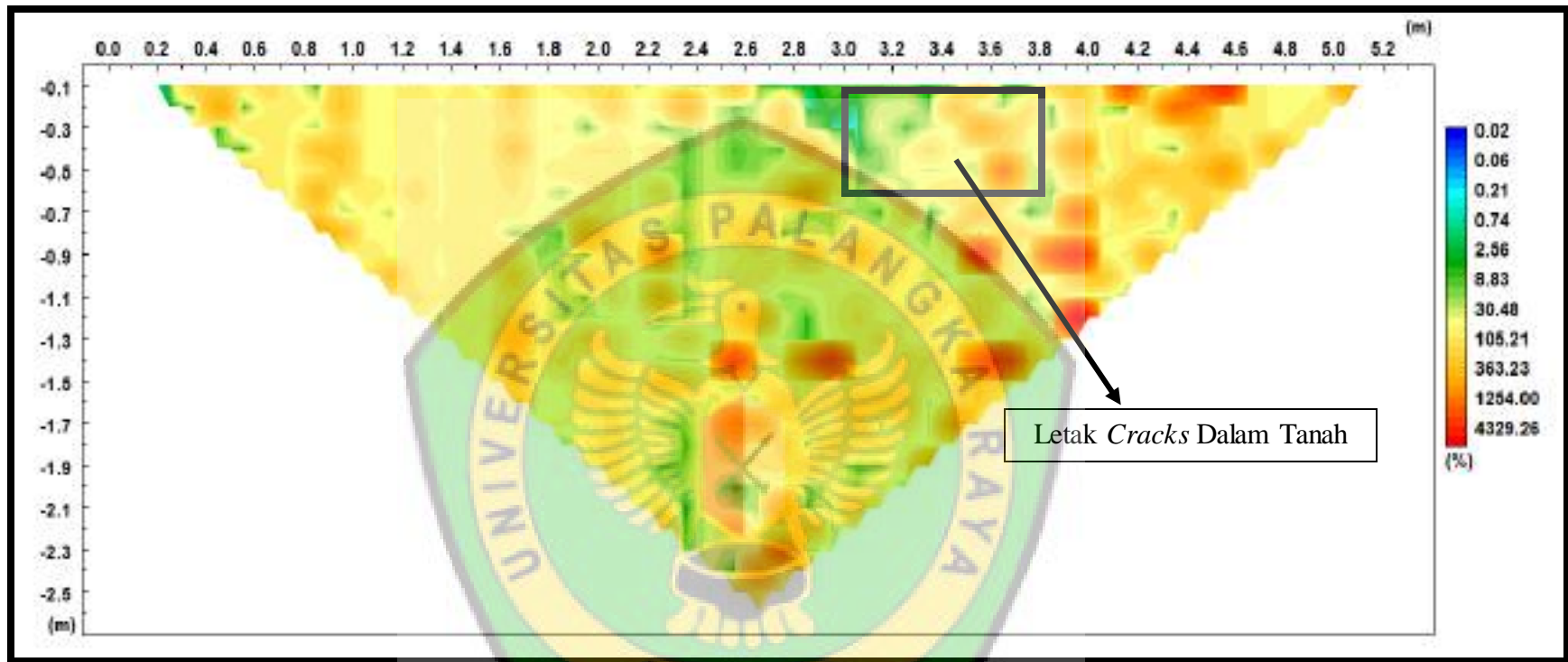
Gambar 4.7 Hasil Pengujian Geolistrik *Induced Polarization* Pada Sampel Minggu Kedua

Keterangan : ■ Kondisi Tanah Padat ■ Tidak Ada *Cracks Soil* ■ *Cracks Soil* ■ *Cracks Soil* Membesar



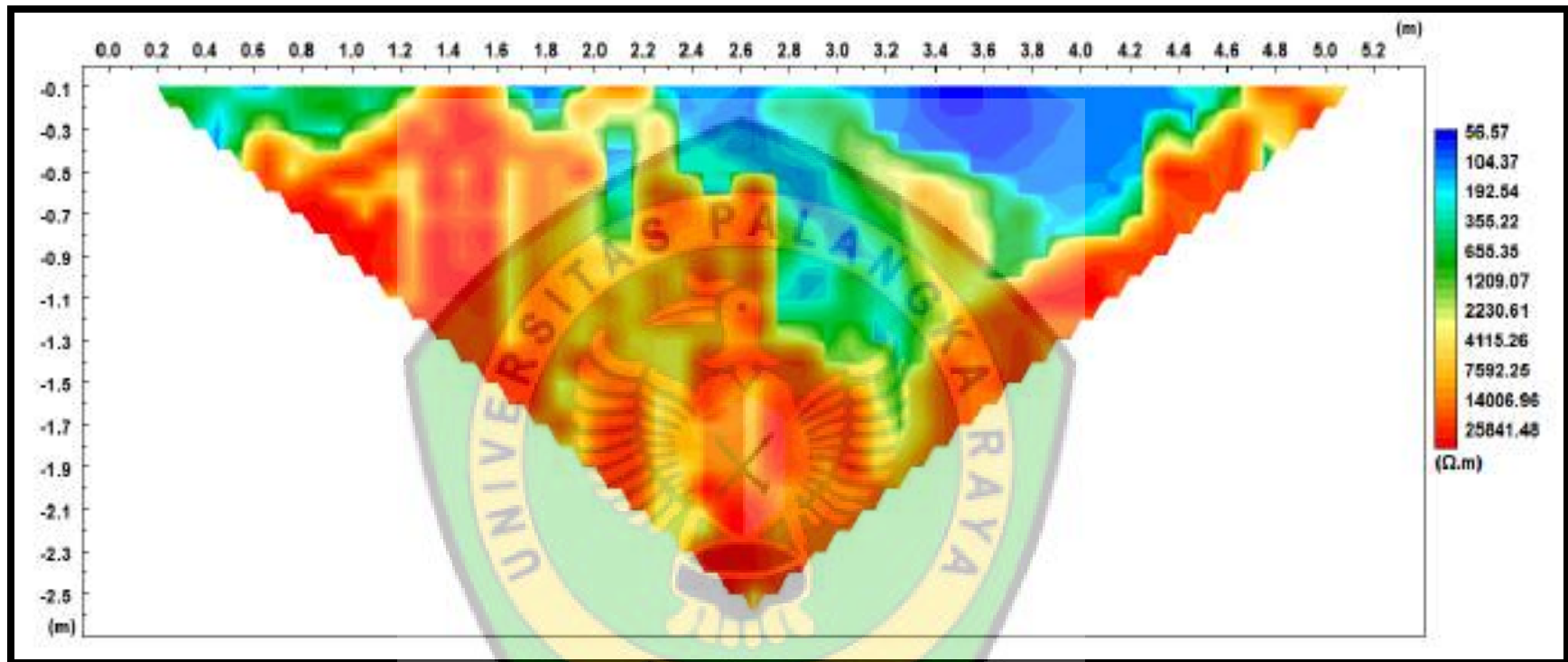
Gambar 4.8 Hasil Pengujian Geolistrik Tomografi *Resistivity* Pada Sampel Minggu Ketiga

Keterangan : ■ Zona Jenuh Tinggi ■ Zona Jenuh Sedang ■ Zona Jenuh Rendah ■ Zona Jenuh Sangat Rendah



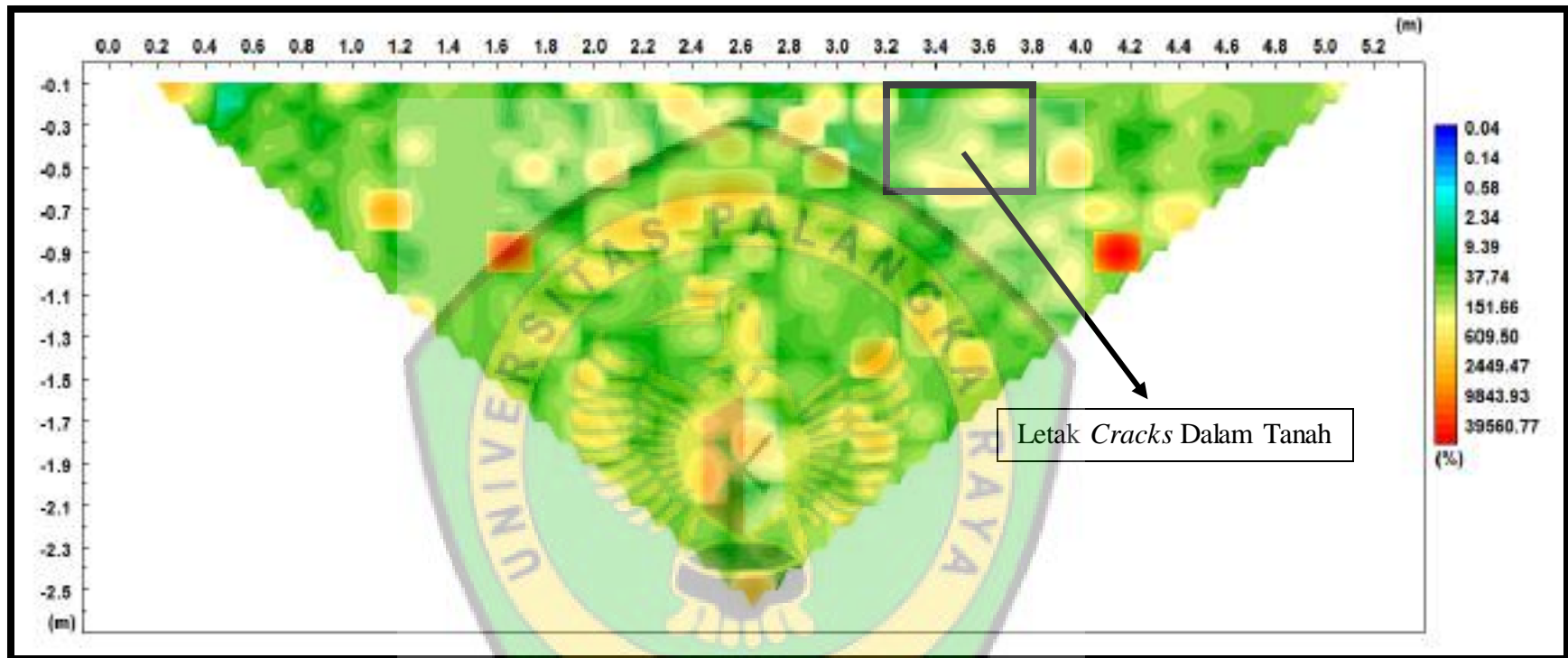
Gambar 4.9 Hasil Pengujian Geolistrik *Induced Polarization* Pada Sampel Minggu Ketiga

Keterangan : ■ Kondisi Tanah Padat ■ Tidak Ada *Cracks Soil* ■ *Cracks Soil* ■ *Cracks Soil* Membesar



Gambar 4.10 Hasil Pengujian Geolistrik Tomografi *Resistivity* Pada Sampel Minggu Keempat

Keterangan : ■ Zona Jenuh Tinggi ■ Zona Jenuh Sedang ■ Zona Jenuh Rendah ■ Zona Jenuh Sangat Rendah



Gambar 4.11 Hasil Pengujian Geolistrik *Induced Polarization* Pada Sampel Minggu Keempat

Keterangan : ■ Kondisi Tanah Padat ■ Tidak Ada *Cracks Soil* ■ *Cracks Soil* ■ *Cracks Soil* Membesar

4.1.2. Pengaruh Curah Hujan Terhadap Pertambahan Panjang *Cracks* Bidang Longsor Pada Tanah Timbunan

Pengujian laboratorium pada sampel tanah lempung kepasiran diberikan hujan buatan dengan durasi 15 menit.



Gambar 4.12 Pemberian Hujan Buatan



Gambar 4.13 Ambrometer dan Gelas Ukur

Berikut tabel curah hujan buatan pada saat penelitian:

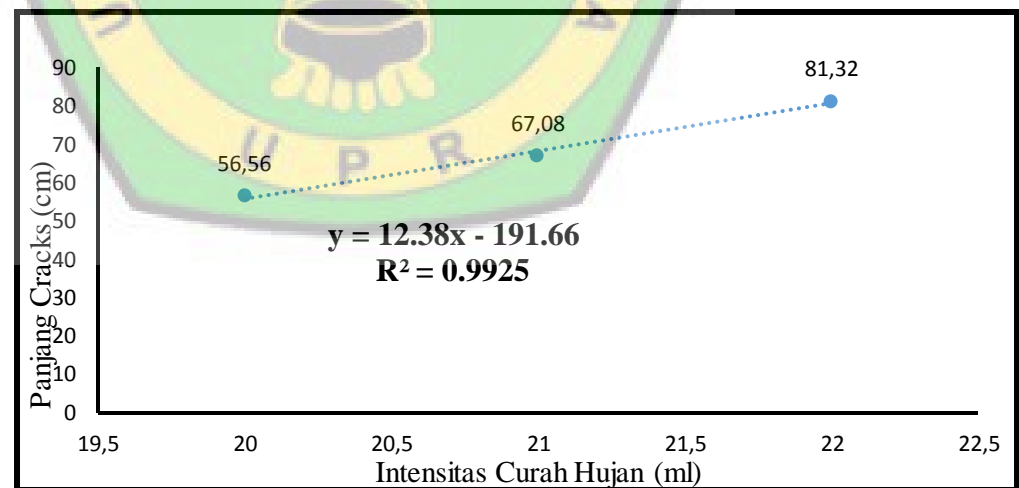
Tabel 4.1 Data Curah Hujan Buatan

Pengujian/Minggu	Curah Hujan	Waktu
Pertama	-	-
Kedua	20 ml	15 Menit
Ketiga	21 ml	15 Menit
Keempat	22 ml	15 Menit
Rata-rata	21 ml	

Berikut rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai rata-rata curah hujan :

$$\text{Nilai rata - rata} = \frac{\text{jumlah nilai}}{\text{jumlah data}}$$

$$\text{Nilai Rata - rata} = \frac{20+21+22}{3} = 21 \text{ ml}$$



Gambar 4.14 Grafik Pengaruh Intensitas Curah Hujan

- $$R_1 \text{ (Pengujian Minggu Kedua)} = \sqrt{40^2 + 40^2}$$

$$= 56,56 \text{ cm}$$

- R_2 (Pengujian Minggu Ketiga) $= \sqrt{60^2 + 55^2}$
 $= 67,08 \text{ cm}$
- R_3 (Pengujian Minggu Keempat) $= \sqrt{60^2 + 55^2}$
 $= 81,39 \text{ cm}$

Tabel 4.2 Perhitungan Mencari Persamaan Regrasi Linear

No	X	Y	X ²	X.Y
1	20	56,56	400	1131,2
2	21	67,08	441	1408,68
3	22	81,32	484	1789,04
Jumlah	63	204,96	1325	4328,92

Tabel 4.3 Perhitungan Mencari Persamaan Regrasi Linear

$\sum_{i=1}^m y_i \sum_{i=1}^m x_i^2$	$\sum_{i=1}^m x_i \sum_{i=1}^m x_i \cdot y_i$	$m \sum_{i=1}^m x_i^2$	$\left\{ \sum_{i=1}^m x_i \right\}^2$	$a_0 = \frac{\sum_{i=1}^m y_i \sum_{i=1}^m x_i^2 - \sum_{i=1}^m x_i \sum_{i=1}^m x_i \cdot y_i}{m \sum_{i=1}^m x_i^2 - \left\{ \sum_{i=1}^m x_i \right\}^2}$
271572	272722	3975	3969	-191,66

Tabel 4.4 Perhitungan Mencari Persamaan Regrasi Linear

$m \sum_{i=1}^m x_i \cdot y_i$	$\sum_{i=1}^m x_i \sum_{i=1}^m y_i$	$m \sum_{i=1}^m x_i^2$	$\left\{ \sum_{i=1}^m x_i \right\}^2$	$a_1 = \frac{m \sum_{i=1}^m x_i \cdot y_i - \sum_{i=1}^m x_i \sum_{i=1}^m y_i}{m \sum_{i=1}^m x_i^2 - \left\{ \sum_{i=1}^m x_i \right\}^2}$
12986,76	12912,48	3975	3969	12,38

Tabel 4.5 Perhitungan Mencari Persamaan Regrasi Linear

No	X	Y	X ²	X.Y	Y ²
1	20	56,56	400	1131,2	3199,034
2	21	67,08	441	1408,68	4499,726
3	22	81,32	484	1789,04	6612,942
Jumlah	63	204,96	1325	4328,92	14311,7

Tabel 4.6 Perhitungan Mencari Persamaan Regresi Linear

$n \sum XY$	$\sum X \sum Y$	$\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$	$\sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}$	$R^2 = \left[\frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \right]$
12986,76	12912,48	6	926,5056	0,996258972

4.2. Pembahasan

4.2.1. Menentukan Letak *Cracks* Dalam Tanah Berdasarkan Hasil Tomografi Resistivity Dan Induced Polarization Dengan Menggunakan Alat Geolistrik

Pada penelitian ini, sampel yang digunakan untuk uji laboratorium dengan alat geolistrik ialah tanah lempung pasir. Pada tahap pengujian sampel penelitian uji laboratorium dengan alat geolistrik dilakukan pembentukan sampel dengan menggunakan excavator dengan jumlah sampel sebanyak satu rit *dump truck*.

Untuk jarak (*Space*) katoda/paku pada sampel masing-masing katoda/paku adalah 10 cm, dengan pemberian hujan buatan dengan durasi pemberian hujan buatan 15 menit. Pada saat pemberian hujan buatan alat pengukur curah hujan (Ambrometer) di letakkan di atas sampel, dan diukur dengan gelas ukur curah hujan untuk mengetahui nilai curah hujan.

Dari hasil pengujian geolistrik data yang dianalisa untuk mengetahui letak *cracks* dalam tanah yaitu dari data *induced polarization*. Cara pembacaan nilai *induced polarization* yaitu dilihat

dari data nilai tomografi *resistivity* dimana dari nilai resistivitas terdapat adanya area zona jenuh, tempat yang jenuh air akan mengakibatkan *cracks* didalam tanah. Untuk mengetahui adanya *cracks* pada zona jenuh yang terdapat dari data nilai tomografi *resistivity* kemudian dibuktikan dari nilai *induced polarazation*.

Data *induced polarazation* digunakan untuk mengetahui perubahan sifat pada tanah, berdasarkan dari hasil *CT-scan* sampel, nilai $IP < 1$ maka cenderung relatif sedikit lubang dan $IP > 1$ maka relatif semakin banyak lubang (Stephanus Alexsander, 2016). Jadi semakin besar nilai *induced polarazation* maka besar kemungkinan adanya *cracks* didalam tanah.

Dari hasil analisa data uji laboratorium pengujian tomografi *resistivity* dan *induced polarazation* dengan menggunakan alat geolistrik untuk menentukan letak *craks* pada sampel tanah lempung kepasiran dapat diketahui sebagai berikut:

1. Pada pengujian minggu pertama dilakukan untuk mengetahui kondisi awal sampel.
2. Pada pengujian minggu kedua, hasil dari pengujian geolistrik telah diketahui nilai *resistivity* dari sampel ialah $1.18 \Omega.m$ yang terletak pada katoda/paku 34-44, dan pada katoda/paku yang sama diketahui letak *cracks* dengan nilai *induced polarazation* dari hasil pengujian berkisar antara 88.28%-8179.09% .

3. Pada pengujian minggu ketiga, didapatkan hasil dari pengujian geolistrik dimana nilai *resistivity* yang didapatkan 27.24 $\Omega.m$, yang terletak pada katoda/paku 31-39, dan pada katoda/paku yang sama diketahui letak *cracks* dalam tanah dengan nilai *induced polarazation* dari hasil pengujian berkisar antara 8.83%-363.23%.
4. Pada pengujian minggu keempat, didapatkan hasil dari pengujian geolistrik dimana nilai *resistivity* yang didapatkan 56.57 $\Omega.m$, yang terletak pada katoda/paku 33-39, dan pada katoda/paku yang sama diketahui letak *cracks* dalam tanah dengan nilai *induced polarazation* dari hasil pengujian berkisar antara 37.74%-609% .

4.2.2. Pengaruh Curah Hujan Terhadap Pertambahan Panjang Cracks Bidang Longsor Pada Tanah Timbunan

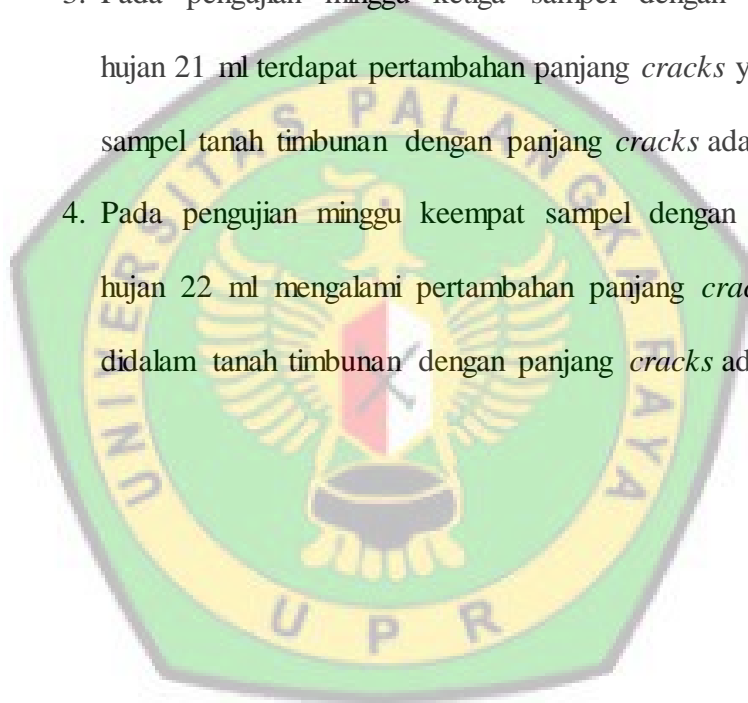
Salah satu pemicu terjadinya tanah longsor adalah curah hujan. Karena curah hujan mendorong peningkatan tekanan air pori dalam tanah. Penyebab utama terjadinya longsor dikarenakan lereng jenuh air, efek ini disebabkan oleh curah hujan yang intens. Tahap pengujian sampel pada penelitian menggunakan hujan buatan dengan model laboratorium. Dalam penelitian ini, durasi pemberian hujan buatan yaitu 15 menit, pada saat pemberian hujan buatan alat pengukur curah hujan (*Ambrometer*) diletakkan diatas sampel untuk mengetahui curah hujan buatan tersebut.

Setelah pemberian hujan buatan sampel didiamkan selama 7 hari, setelah itu dilakukan dilakukukan pengujian pada sampel yang sudah diberikan hujan buatan. Untuk data curah hujan dapat dilihat pada tabel 4.1 dengan rata-rata curah hujan yaitu 21 ml. Keadaan dan intensitas hujan pada saat penelitian dapat dikategorikan sebagai hujan sangat lebat dengan curah hujan <20 dalam 1 jam (sasrodarsono dan takeda, 1999).

Pada penelitian ini peningkatan kapasitansi kelistrikan ditemukan pada bagian permukaan dan pada bagian jebakan air didalam sampel tanah lempung kepasiran. Sebaran peningkatan kapasitansi kelistrikan menunjukan adanya pertambahan panjang *cracks* yang terjadi didalam sampel tanah lempung kepasiran, sehingga dapat dikatakan bahwa adanya jebakan air didalam tanah yang disebabkan oleh adanya *cracks* didalam tanah. *Cracks* dijadikan tempat masuknya air hujan yang terinfiltrasi kedalam sampel yang dapat memicu terjadinya longsor.

Berdasarkan hasil analisa dari gambar 4.16 grafik pengaruh intensitas curah hujan buatan dengan menggunakan persamaan regresi linear terhadap pertambahan panjang *cracks* bidang longsor pada tanah timbunan dapat diketahui sebagai berikut:

1. Pada pengujian minggu pertama sampel tidak diberi hujan buatan untuk mengetahui kondisi awal sampel sebelum adanya pengaruh hujan buatan.
2. Pada pengujian minggu kedua sampel dengan pengaruh curah hujan 20 ml terdapat *cracks* yang terjadi didalam sampel tanah timbunan dengan panjang *cracks* adalah 56,56 cm.
3. Pada pengujian minggu ketiga sampel dengan pengaruh curah hujan 21 ml terdapat pertambahan panjang *cracks* yang terjadi pada sampel tanah timbunan dengan panjang *cracks* adaah 67,08 cm.
4. Pada pengujian minggu keempat sampel dengan pengaruh curah hujan 22 ml mengalami pertambahan panjang *cracks* yang terjadi didalam tanah timbunan dengan panjang *cracks* adalah 81,39 cm.



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Jadi untuk menentukan letak *cracks* didalam tanah timbunan ialah berdasarkan dari hasil pengujian alat geolistrik, dari hasil pengujian geolistrik data yang dianalisa untuk mengetahui letak *cracks* dalam tanah yaitu dari data *induced polarazation*. Cara pembacaan nilai *induced polarazation* yaitu dilihat dari nilai *tomografi resistifity*, dimana dari nilai *tomografi resistifity* terdapat adanya area zona jenuh air, tempat yang jenuh air akan mengakibatkan *cracks* didalam tanah. Pada sampel tanah lempung kepasiran letak *cracks* dalam tanah dapat diketahui: Pada pengujian minggu pertama dilakukan untuk mengetahui kondisi awal sampel; Pada pengujian minggu kedua *cracks* dalam tanah terletak pada katoda 34-44; Pada pengujian minggu ketiga *cracks* dalam tanah terletak pada katoda 31-39; dan Pada pengujian minggu keempat *cracks* dalam tanah terletak pada katoda 33-39.
2. Pengaruh intensitas curah hujan buatan terhadap pertambahan panjang *cracks* bidang longsor model laboratorium dengan menggunakan persamaan regresi linear dengan hujan sangat lebat dapat diketahui:

Pada intensitas curah hujan 20 ml terdapat panjang *cracks* 56,56 cm; Pada intensitas curah hujan 21 ml terdapat pertambahan panjang *cracks* 67,08 cm; Dan pada intensitas curah hujan 22 ml mengalami pertambahan panjang *cracks* 81,39 cm.

5.2. Saran

Setelah melakukan penelitian ini, didapatkan beberapa hal yang dapat disarankan atau dipertimbangkan untuk dikembangkan pada penelitian lebih lanjut, yakni: perlu dipertimbangkan adanya pemberian beban tambahan pada sampel tanah timbunan, perlu dipertimbangkan adanya jarak/tinggi keran hujan buatan dengan sampel tanah timbunan dan juga perlu dipertimbangkan alat hujan buatan diganti dengan menggunakan sprinkler. Serta perlu dilakukan penelitian lanjutan berupa penelitian lapangan untuk membuktikan pengaruh intensitas curah hujan terhadap pertambahan panjang *cracks* bidang longsor.

DAFTAR PUSTAKA

- Aleksander Stephanus, 2016. Identifikasi Keberadaan dan Perubahan Retak di Lereng Tanah Melalui Pengujian Tahanan Tomografi dan Polarisasi Terinduksi Sebagai Upaya Pembuktian Hipotesa “Konsep Konsep Tanah Retak”, (Identifikasi keberadaan dan perbanyakannya retakan di dalam lereng tanah melalui pengujian oleh resistivitas tomografis dan metode polarisasi terinduksi sebagai sarana untuk menjelaskan konsep tanah retak). Laporan Disertasi, Catatan Sipil Jurusan ITS, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Beker, R. 1981, *Tensile Strength. Tension Cracks And Stability Of Slopes Soils And Foundation*.
- Bishop, A. W. 1955, *The Use Of Slip Circle In The Stability Of Analysis Of Slopes, Geotechnique*. London.
- Hardiyatmo, H.C., 2002, *Mekanika Tanah I*, Gajah Mada *University Press*, Yogyakarta.
- Karnawati, Dwikorita. 2010, *Bencana Alam Gerakan Massa Tanah Di Indonesia Dan Upaya Penanggulangannya*. Yogyakarta: Gajah Mada *University Press*.
- Mochtar, Indrasurya B. 2011, *Reality Fields sebagai Dasar Konsep Usulan Slide baru Pada Tanah analisis yang kuat dan Slope Stability (Bukti-bukti lapangan sebagai Dasar Baru Konsep Usulan Kekuatan Tanah dan Slope Stability)*, *Prosiding, Pertemuan Tahunan Indonesia Society of Rekayasa Geoteknik (PIT Hatti 2012)*, Jakarta.
- Nandi. 2007, *Longsor*. Bandung: Jurusan Pendidikan Geografi FPIPS UPI.
- Side R. C and Dhakal, A. S. 2003, *Recent Advances In The Spatial And Temporal Modeling Of Shallow Landslides*.
- Sosrodarsono Dan Takeda. 1999, *Hidrologi Untuk Pengairan*. Penerbit PT Pradnya Paramita.
- Subiyanti H. 2011, *Analisa Kelongsoran Lereng Akibat Pengaruh Tekana Air Pori Di Saluran Induk Kalibawang Kulonprogo*. Tesis, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sudjarwardi. 1987, *Teknik Sumber Daya Air*. Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Terzaghi, K. 1950, "Mekanisme Longsor", di Paige, S. (Editor), Penerapan Geologi *Engineering Practice*, *Geological Society of America*, New York, pp 83-123.

Van Zuidam, R. A. 1983, *Guide To Geomorphologic Aerial Photographic Interpretation And Mapping*. Netherland: ITC.

Verhoef, P. N. W. 1985, *Geologi Voor De Civiel Ingenieur*. TH. Delf.

Wuryantoro. 2007, Aplikasi Metode Geolistrik Tahanan Jenis Untuk Menentukan Letak dan Kedalaman *Aquifer* Tanah. Universitas Negeri Semarang.

Zhang Ga, Wang, Rui Qian, Jiyun, Zang Jian-Min, dan Qian, Jiangu, 2012, "Pengaruh Studi *Crack* pada Perilaku Lereng Tanah di bawah Kondisi Curah Hujan", *Journal of Tanah dan Yayasan*, pp. 634-643.

