

SKRIPSI

ANALISIS *MONITORING* LERENG MENGUNAKAN *SLOPE STABILITY* RADAR PADA PIT E BARAT *EXTENSION* BANKO TENGAH PT SATRIA BAHANA SARANA, TANJUNG ENIM, SUMATERA SELATAN



OLEH:

**RENDY CHOLAS INSAGI
03021282126037**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

SKRIPSI

ANALISIS *MONITORING* LERENG MENGUNAKAN *SLOPE STABILITY RADAR* PADA PIT E BARAT *EXTENSION* BANKO TENGAH PT Satria BAHANA SARANA, TANJUNG ENIM, SUMATERA SELATAN

Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



OLEH:

**RENDY CHOLAS INSAGI
03021282126037**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS *MONITORING* LERENG
MENGUNAKAN *SLOPE STABILITY* RADAR PADA
PIT E BARAT *EXTENSION* BANKO TENGAH
PT SATRIA BAHANA SARANA, TANJUNG ENIM,
SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

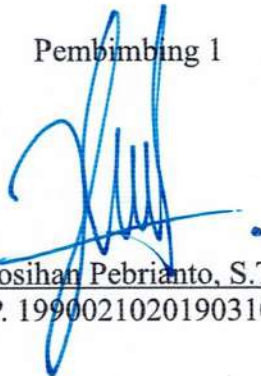
Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas
Teknik Universitas Sriwijaya

OLEH:

**RENDY CHOLAS INSAGI
03021282126037**

Palembang, Agustus 2025

Pembimbing 1



Ir. H. Rosihan Pebrianto, S.T., M.T.
NIP. 199002102019031012

Pembimbing 2



Ir. Alieftiyani Paramita Gobel, S.T., M.T.
NIP. 199308212019032018

Mengetahui,
An. Ketua Jurusan Teknik Pertambangan dan Geologi
Plt. Sekretaris,



Ir. H. Rosihan Pebrianto, S.T., M.T.
NIP. 199002102019031012

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rendy Cholas Insagi
NIM : 03021282126037
Judul : Analisis *Monitoring* Lereng Menggunakan *Slope Stability Radar*
Pada Pit E Barat *Extension* Banko Tengah PT Satria Bahana Sarana,
Tanjung Enim, Sumatera Selatan.

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Agustus 2025



Rendy Cholas Insagi
03021282126037

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rendy Cholas Insagi
NIM : 03021282126037
Judul : Analisis *Monitoring* Lereng Menggunakan *Slope Stability Radar*
Pada Pit E Barat *Extension* Banko Tengah PT Satria Bahana Sarana,
Tanjung Enim, Sumatera Selatan.

Meberikan izin kepada pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasi hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasi karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Agustus 2025



Rendy Cholas Insagi
03021282126037

RIWAYAT HIDUP



Rendy Cholas Insagi adalah seorang anak laki – laki yang lahir pada tanggal 29 Agustus 2003 di Kota Lubuklinggau, Provinsi Sumatra Selatan. Penulis merupakan anak kedua dari empat bersaudara. Ayah bernama Ali Susanto dan Ibu bernama Almh. Sri Rahayu. Penulis mengawali Pendidikan Taman Kanak-kanak di TK Xaverius Lubuklinggau (2007 – 2009). Dilanjutkan dengan Pendidikan Tingkat Dasar di SD Xaverius Lubuklinggau (2009 – 2015) dan menempuh Pendidikan Tingkat Menengah Pertama di SMP Xaverius Lubuklinggau (2015 – 2018). Penulis melanjutkan Pendidikan Tingkat Menengah Atas di SMA Xaverius Lubuklinggau (2018 – 2021). Pada tahun 2021, penulis diterima di Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya melalui Jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama masa perkuliahan di Universitas Sriwijaya, penulis aktif di beberapa organisasi, yaitu Persatuan Mahasiswa Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya (PERMATA FT UNSRI) sebagai Kepala Divisi Kajian dan Propaganda Departemen Puslitbang periode 2023 – 2024, dan Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya (BEM FT UNSRI) sebagai Staff Ahli Dinas Kajian Strategis periode 2022 – 2023. Penulis juga berperan aktif dalam menjadi anggota Asisten Laboratorium Pemboran dan Peledakan Jurusan Teknik Pertambangan dan Geologi Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya periode 2023 – 2024 serta Asisten Pembimbing Praktikum Fisika Dasar Pada UPT Laboratorium Terpadu Universitas Sriwijaya periode 2023 – 2025.

HALAMAN PERSEMBAHAN

*Segala puji hanya bagi Allah, Rabb semesta alam. Tiada sekutu bagi Nya.
Shalawat dan salam semoga tercurah bagi Rasulullah, Nabi Muhammad
Shallallahu 'Alaihi wa Sallam.*

Dengan penuh rasa bersyukur skripsi ini saya persembahkan untuk orang-orang yang sangat berarti di dalam kehidupan saya, teruntuk:

1. Skripsi ini saya persembahkan untuk Papa Ali Susanto, Almh. Mama Sri Rahayu, Cece Jessyha, Adek Nayra Rafischa, dan Adek Elsa Rafischa yang tercinta dan tersayang, terima kasih atas dukungan, doa, pengorbanan, dan semangat yang tidak henti diberikan sampai saat ini.
2. Skripsi ini saya persembahkan untuk seorang *support system* pribadiku yang bernama Levina Evania Kimur (Vivi) yang selalu memberikan dukungan, motivasi, dan menjadi tempat keluh kesah selama perjalanan Tugas Akhir hingga penulisan skripsi ini, *love you vivi*.
3. Skripsi ini saya persembahkan untuk teman-teman Teknik Pertambangan Angkatan 2021 Bravo Tambang, dan Sahabat Family 100, terima kasih sudah pernah menjadi bagian dalam perjalanan saya sampai saat ini.

*Bhumi anthar ghatas, sustha bhavaniyas!
Selama bumi berputar, tambang tetap jaya!*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat-Nya sehingga dapat terselesaikan skripsi yang berjudul “Analisis *Monitoring Lereng Menggunakan Slope Stability Radar* Pada Pit E Barat *Extension* Banko Tengah PT Satria Bahana Sarana, Tanjung Enim, Sumatera Selatan” dari tanggal 12 Februari sampai dengan 12 April 2025. Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. H. Rosihan Pebrianto, S.T., M.T., selaku Pembimbing I, dan Ibu Ir. Alieftiyani Paramita Gobel, S.T., M.T., selaku Pembimbing II yang telah membimbing dalam penyusunan Skripsi ini, serta tidak lupa juga diucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Taufiq Marwa, S.E., M.Si, selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S., CP., IPU, ASEAN Eng., APEC-Eng., ACPE. dan Ir. Rosihan Pebrianto, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan dan Geologi Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Ir. Rosihan Pebrianto, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Seluruh Dosen yang telah memberikan ilmunya serta seluruh staf dan karyawan Jurusan Teknik Pertambangan dan Geologi Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Pak Maryanto Rhomadanus, S.T. dan Pak Reza Hardian Saputra, A.Md., selaku pembimbing lapangan selama pelaksanaan tugas akhir, dan seluruh karyawan PT Satria Bahana Sarana terutama Departemen Perencanaan Tambang dan Officer SSR yang telah membantu saya selama tugas akhir

Demikian penulisan skripsi ini agar dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pertambangan, serta mengharapkan kritik dan saran karena Skripsi ini dibuat tidak terlepas dari kesalahan dalam penyajiannya.

Indralaya, Agustus 2025

Penulis

RINGKASAN

ANALISIS *MONITORING* LERENG MENGGUNAKAN *SLOPE STABILITY RADAR* PADA PIT E BARAT *EXTENSION* BANKO TENGAH PT SATRIA BAHANA SARANA, TANJUNG ENIM, SUMATERA SELATAN

Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, 12 April 2025

Rendy Cholas Insagi; Dibimbing oleh Ir. H. Rosihan Pebrianto, S.T., M.T. dan Ir. Alieftiyani Paramita Gobel, S.T., M.T.

Analysis of Slope Monitoring Using Slope Stability Radar at Pit E Barat *Extention* Central Banko PT Satria Bahana Sarana, Tanjung Enim, South Sumatera

xvi + 80 Halaman, 33 Gambar, 5 Tabel, 7 Lampiran

Ringkasan

Masalah kestabilan lereng, merupakan permasalahan geoteknik yang selalu dihadapi di dunia pertambangan, sehingga dibutuhkan perencanaan yang matang untuk desain dari lereng suatu tambang. Setelah suatu rancangan lereng dinyatakan aman, maka perlu diadakannya pemantauan akan lereng tersebut, sebab lereng yang semulanya aman, dapat berubah menjadi tidak aman akibat pergerakan yang terjadi pada lereng tersebut yang berujung pada kelongsoran. Salah satu metode pemantauan lereng yang paling canggih dan akurat untuk sekarang adalah dengan metode *ground radar* yang dikembangkan oleh *GroundProbe* dengan tingkat ketelitian mencapai 0,04 mm, berupa alat SSR-XT. PT Satria Bahana Sarana menggunakan SSR-XT untuk melakukan pemantauan terhadap lereng dari *front* penambangan batubara sebab area tersebut pernah mengalami kelongsoran. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan jenis-jenis deformasi lereng yang terjadi pada area tersebut, memprediksi kapan terjadinya sebuah lonsoran menggunakan, dan memberikan rekomendasi alarm geoteknik pada lereng tersebut. Data didapatkan dari hasil pemantauan oleh SSR berupa *deformation*, *coherence*, *velocity*, dan *pixel*. Data kemudian diolah menggunakan aplikasi Microsoft Excel untuk mendapatkan hasil berupa jenis-jenis deformasi lereng perbulan, grafik dan tabel prediksi waktu longsor, dan tabel hasil UCL dan *Critical Value* lereng tersebut. Hasilnya, kondisi perubahan bentuk lereng dengan koordinat piksel $x = 36$, dan $y = 17$ memiliki tiga jenis, yaitu linear, progresif, dan regresif, secara berurutan dari yang paling umum, hingga paling jarang. Berdasarkan estimasi waktu untuk terjadinya longsor didapatkan VCP 360 yang paling mendekati waktu aktual longsor, dibandingkan dari tiga jenis VCP yang digunakan, dan didapatkan rekomendasi alarm pada VCP 60 berdasarkan nilai ambang batas (UCL) sebesar 5,69 mm/jam, sedangkan untuk nilai *critical value* nya didapatkan 22,96 mm/jam untuk lereng tersebut.

Kata Kunci : Lereng, Pemantauan, Defromasi, Longsor

Citation : 19 (1982 - 2023)

SUMMARY

ANALYSIS OF SLOPE MONITORING USING SLOPE STABILITY RADAR AT PIT E BARAT *EXTENTION* CENTRAL BANKO PT SATRIA BAHANA SARANA, TANJUNG ENIM, SOUTH SUMATERA

Scientific Writing in the form of a Undergraduate Thesis, April 12th 2025

Rendy Cholas Insagi; guided by Ir. H. Rosihan Pebrianto, S.T., M.T. and Ir. Alieftiyani Paramita Gobel, S.T., M.T.

Analisis Monitoring Lereng Menggunakan Slope Stability Radar Pada Pit E Barat Extension Banko Tengah PT Satria Bahana Sarana, Tanjung Enim, Sumatera Selatan

xvi + 80 Pages, 33 Figures, 5 Tables, 7 Attachments

Summary

Slope stability is a persistent geotechnical challenge in the mining industry, necessitating meticulous planning in the design of mine slopes. Even after a slope design is confirmed as safe, continuous monitoring is essential, as initially stable slopes can become unstable due to slope movements, ultimately leading to failure. Currently, one of the most advanced and accurate slope monitoring methods is ground radar technology, developed by GroundProbe, which offers precision of up to 0.04 mm using the SSR-XT system. PT Satria Bahana Sarana utilizes the SSR-XT to monitor slopes in a coal mining front, as the area has experienced landslides in the past. This study aims to identify the types of slope deformation occurring in the area, predict the timing of potential landslides, and provide geotechnical alarm recommendations for slope stability. The monitoring data obtained from the SSR includes deformation, coherence, velocity, and pixel. This data was processed using Microsoft Excel to generate monthly classifications of slope deformation, graphs and tables forecasting landslide timing, and Upper Control Limit (UCL) and Critical Value results for the slope. At pixel coordinates $x = 36$, $y = 17$, the slope exhibited three deformation patterns: linear, progressive, and regressive, ordered from most to least frequent. Among the three Velocity Change Point (VCP) models applied, VCP 360 provided the closest estimate to the actual landslide occurrence. The recommended alarm threshold (UCL) was set at 5.69 mm/hour, while the Critical Value for slope failure was determined to be 22.96 mm/hour.

Keywords : Slope, Monitoring, Deformation, Failure

Citation : 19 (1982 - 2023)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
RIWAYAT HIDUP	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 5
2.1. Lereng.....	5
2.1.1. Geometri Lereng	5
2.1.2. Kestabilan Lereng	6
2.1.3. Faktor Keamanan (<i>Safety Factor</i>).....	6
2.2. Metode Pemantauan Lereng.....	7
2.2.1. Pemantauan Pada Permukaan (<i>Surface Monitoring</i>)	8
2.2.2. Pemantauan di Bawah Permukaan (<i>Sub-Surface Monitoring</i>).....	9
2.3. SSR (Slope Stability Radar)	10
2.3.1. Cara Kerja SSR	13
2.3.2. Bagian-Bagian SSR.....	16
2.4. Data Deformasi Hasil Pemindaian Radar.....	18
2.4.1. Deformation	18
2.4.2. Coherence dan Delta Coherence	18
2.4.3. Velocity dan Inverse Velocity.....	20
2.4.4. 5 Velocity Calculation Periods (VCP).....	21
2.5. Jenis Deformasi Lereng.....	22
2.6. Prediksi Waktu Longsoran dengan Metode <i>Inverse Velocity</i>	24
2.7. Ambang Batas Kecepatan Lereng Saat Longsor	26

BAB III METODE PENELITIAN.....	28
3.1. Lokasi Penelitian	28
3.2. Jadwal Penelitian	30
3.3. Tahapan Penelitian.....	30
3.3.1. Studi Literatur dan Orientasi Lapangan	30
3.3.2. Pengamatan dan Observasi Lapangan.....	31
3.3.3. Pengambilan Data	31
3.3.4. Pengolahan Data.....	32
3.4. Penarikan Kesimpulan dan Saran.....	34
3.5. Diagram Alir Penelitian.....	34
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	 36
4.1. Jenis Deformasi	36
4.1.1. Hasil Pembacaan 20 September 2024 – 20 Oktober 2024.....	37
4.1.2. Hasil Pembacaan 20 Oktober 2024 – 20 November 2024.....	38
4.1.3. Hasil Pembacaan 20 November 2024 – 20 Desember 2024.....	39
4.1.4. Hasil Pembacaan 20 Desember 2024 – 14 Januari 2025	41
4.1.5. Hasil Pembacaan 14 Januari 2025 – 13 Februari 2025.....	43
4.1.6. Hasil Pembacaan 13 Februari 2025 – 14 Maret 2025	45
4.1.7. Hasil Pembacaan Total	47
4.2. Prediksi Waktu Longsoran.....	48
4.3. Rekomendasi Alarm Berdasarkan Nilai Ambang Batas dan Nilai Kritis	49
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	 53
5.1. Kesimpulan.....	53
5.2. Saran	53
 DAFTAR PUSTAKA	 55
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Bagian-bagian Lereng (Arif, 2016)	5
Gambar 2.2 Faktor Keamanan Sederhana (Romana, 1993).....	6
Gambar 2.3 Perubahan Fasa Gelombang Sebagai Perpindahan Dinding (Supandi, 2011)	14
Gambar 2.4 Perhitungan Pergerakan Lereng dengan <i>Groundbased Radar Interferometry</i> (Americas, 2021)	14
Gambar 2.5 Jaringan Komunikasi SSR (Indriastuty, Fajar, Tappang, & Irsyad, 2021)	15
Gambar 2.6 Hasil Pembacaan SSR dalam Bentuk Pixel dan Foto (Supandi, 2011).....	15
Gambar 2.7 Radar SSR-XT PT Satria Bahana Sarana (Dokumentasi Penulis, 2025)	16
Gambar 2.8 <i>Primary Monitoring Point</i> (PMP) dengan Perangkat Lunak <i>MonitorIQ</i> (Dokumentasi Penulis, 2025)	17
Gambar 2.9 Menara Penangkap Sinyal Radar	17
Gambar 2.10 Data <i>Deformation</i>	18
Gambar 2.11 Data <i>Coherence</i>	19
Gambar 2.12 (a) Data <i>Delta Coherence</i> , (b) <i>Time Slider</i>	20
Gambar 2.17 Data <i>Velocity</i>	20
Gambar 2.18 Data <i>Inverse Velocity</i>	21
Gambar 2.19 Tiga Jenis <i>Velocity Calculation Periods</i> di PT SBS	22
Gambar 2.20 Jenis-jenis Perilaku Deformasi Batuan pada Lereng (Broadbent & Zavodni, 1982).....	23
Gambar 2.21 Pengelompokan Jenis Deformasi Massa Batuan (Mercer, 2006)....	24
Gambar 2.22 Plot <i>Inverse Velocity</i> berlawanan dengan Plot Waktu Sebelum Terjadinya Longsoran (Fukuzuno, 1985).....	25
Gambar 3.1 Peta Administrasi dan Kesampaian Daerah PT Satria Bahana Sarana (Google Maps, 2025)	28
Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian (Peta Orthomosaic Pit E PT SBS) (Departemen Perencanaan Tambang, 2025)	29
Gambar 3.3 Area Pemantauan melalui <i>MonitorIQ</i>	29
Gambar 3.4 Bagan Alir Penelitian	35
Gambar 4.1 Grafik Frekuensi Jenis Deformasi Bulan September – Oktober 2024	37
Gambar 4.2 Grafik Frekuensi Jenis Deformasi Bulan Oktober – November 2024	38
Gambar 4.3 Grafik Frekuensi Jenis Deformasi Bulan November – Desember 2024	40
Gambar 4.4 Grafik Frekuensi Jenis Deformasi Bulan Desember 2024 – Januari 2025	41
Gambar 4.5 Grafik Frekuensi Jenis Deformasi Bulan Januari – Februari 2025 ...	43
Gambar 4.6 Grafik Frekuensi Jenis Deformasi Bulan Februari – Maret 2025	46

Gambar 4.7 Grafik Frekuensi Jenis Deformasi Total September 2024 – Maret 2025	48
---	----

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 FK Standar Kepmen ESDM RI No. 1827 K/30/MEM/2018	7
Tabel 2.2 Akurasi Perangkat Pemantauan (Sharon & Eberhardt, 2020)	9
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Kegiatan Penelitian.....	30
Tabel 4.1 Prediksi Waktu Longsoran Berdasarkan <i>Time Window</i>	49
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan UCL dan <i>Critical Value</i> per VCP	50

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Dokumentasi Area Pemantauan	57
Lampiran B Hasil Pembacaan SSR Perbulan (<i>MonitorIQ</i>).....	59
Lampiran C Tabel Jenis Deformasi Perbulan.....	62
Lampiran D Grafik Prediksi Longsoran.....	70
Lampiran E Perhitungan Nilai UCL dan <i>Critical Value</i>	74
Lampiran F Laporan Pola Longsoran dan <i>Threshold</i> Alarm SSR PT Satria Bahana Sarana.....	77
Lampiran G Spesifikasi Alat SSR-XT (Novandra, 2023).....	79

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Masalah kestabilan lereng merupakan suatu permasalahan geoteknik yang selalu dihadapi di kegiatan penambangan, baik lereng tanah maupun lereng batuan. Lereng itu sendiri adalah struktur geoteknis yang dapat terjadi secara alami maupun secara buatan, yang terdiri dari tanah dan atau batuan. (Arif, 2016)

Kestabilan lereng dipengaruhi oleh gaya-gaya yang bekerja pada lereng itu sendiri. Gaya-gaya yang bekerja pada suatu lereng dapat terganggu akibat aktivitas yang dilakukan pada lereng tersebut, misalnya penggalian. Apabila kestabilan lereng terganggu, maka dapat terjadi longsor pada lereng tersebut. Lereng yang mengalami longsor, dapat dikatakan secara teknis, telah kehilangan kestabilannya. Sedangkan lereng yang berada dalam kondisi stabil adalah lereng yang tidak memiliki pergerakan kearah atas maupun bawah lereng. Ketika merancang suatu tambang terbuka, perlu dilakukannya analisis kestabilan lereng terlebih dahulu, karena proses penambangan mempengaruhi kestabilan lereng itu sendiri. (Arif, 2016)

Setelah mendapatkan rancangan yang aman, lereng tambang tetap perlu dipantau selama kegiatan penambangan berlangsung, karena lereng yang stabil bisa saja mengalami pergerakan yang dapat dikategorikan berbahaya apabila menyebabkan sebuah kelongsoran. Kegiatan pemantauan ini disebut sebagai *monitoring*, dan menjadi tugas seorang ahli geotek untuk menyatakan kondisi lereng tersebut aman atau tidak. Dikarenakan kebutuhan akan pemantauan ini, diperlukan metode pemantauan lereng yang efektif dan menghasilkan kondisi aktual seakurat mungkin. (Arif, 2016)

Masalah yang sering dihadapi di lapangan, selain terbatasnya ruang dan alat ukur, adalah menentukan nilai deformasi bahan yang belum memadai. Hal ini menjadi perhatian serius dari berbagai pihak mengenai batas kritis pergerakan. Kesalahan informasi yang disebut *false alarm*, serta keterlambatan atau hilangnya informasi yang dikenal sebagai *miss alarm*, terkait dengan pergerakan material di

lereng. Ini merupakan isu utama yang sangat berisiko, karena dapat menyebabkan kemungkinan longsor yang berpotensi mengakibatkan hilangnya jiwa, kerusakan peralatan dan infrastruktur, dampak negatif terhadap lingkungan, serta kerugian dalam kegiatan usaha penambangan. (Ismail, Santoso, & Nasrullah, 2023)

Salah satu metode pemantauan lereng yang paling akurat adalah menggunakan radar darat atau *ground probe* (Sharon & Eberhardt, 2020). Teknologi ini digunakan oleh *Slope Stability Radar* (SSR) yang dapat menghasilkan data pergerakan lereng secara aktual, akurat, dan memiliki jangkauan yang luas. PT Satria Bahana Sarana melaksanakan pemantauan lereng pada *front* penambangan batubara menggunakan teknologi ini.

Penelitian ini berfokus pada pengamatan perilaku perubahan bentuk lereng, mengestimasi terjadinya sebuah longsor dengan menggunakan teori *Inverse Velocity* dari Fukuzuno, dan memberikan rekomendasi alarm geoteknik dengan metode UCL dan Critical Value dari Kumar dan Rathee. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah penggabungan beberapa gagasan dari beberapa penelitian terdahulu menjadi satu, menggunakan data pemantauan lereng yang didapatkan dari alat pemantauan lereng di PT Satria Bahana Sarana berupa *Slope Stability Radar* (SSR) jenis SSR-XT. Penelitian terdahulu yang dimaksud adalah pengamatan perubahan bentuk lereng perbulan yang dilakukan oleh Novandara (2023), penerapan teori *Inverse Velocity* milik Fukuzuno (1985) untuk mengestimasi kapan terjadinya sebuah longsor, dan penentuan batas pergerakan lereng yang dinyatakan tidak aman yang dilakukan oleh Kumar dan Rathee (2017). Dengan penggabungan ini, PT Satria Bahana Sarana mendapatkan masukan berupa jenis deformasi lereng yang terjadi perbulan, prediksi kelongsoran untuk lereng di *front* penambangan, dan rekomendasi alarm geoteknik.

Dari ketiga hal diatas, Penulis menemukan dasar untuk melakukan penelitian dengan judul “Analisis *Monitoring* Lereng Menggunakan *Slope Stability Radar* Pada Pit E Barat *Extension* Banko Tengah PT Satria Bahana Sarana, Tanjung Enim, Sumatera Selatan”. Pemodelan grafik prediksi kelongsoran dan penentuan nilai ambang batas dan batas kritis pergerakan lereng akan dibantu oleh aplikasi Microsoft Excel dengan data yang didapat dari pemantauan lereng menggunakan *Slope Stability Radar* (SSR).

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada kegiatan penelitian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bagaimana kondisi perubahan bentuk lereng di area *sidewall* pada bulan September 2024 hingga Maret 2025?
2. Bagaimana estimasi waktu untuk terjadinya longsoran berdasarkan metode *Inverse Velocity* pada *Velocity Calculations Period* (VCP) yang berbeda?
3. Bagaimana nilai ambang batas dan batas kritis pergerakan lereng berdasarkan metode *Upper Control Limit* (UCL), dan *Critical Value*?

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Berikut ini merupakan uraian dari penelitian Tugas Akhir ini:

1. Sampel penelitian tugas akhir ini adalah lereng pada *sidewall* dari Pit E Barat *Extension* PT Satria Bahana Sarana dengan koordinat piksel $x = 37$ dan $y = 16$ yang pernah mengalami kelongsoran.
2. Penelitian ini tidak mengkaji tentang keadaan geologi, faktor geoteknik, curah hujan, dan kondisi air tanah yang mengakibatkan terjadinya longsoran.
3. Penelitian ini tidak membahas tindakan lanjutan (*Trigger Action Response Plan*) yang harus diambil ketika kecepatan pergerakan dan deformasi lereng melebihi ambang batas alarm geoteknik yang diterapkan.
4. Penelitian ini membagi tipe kondisi perubahan lereng menjadi tiga jenis yaitu tipe linear, tipe progresif, dan tipe regresif berdasarkan Broadbent dan Zavodni (1982)

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Mengetahui tipe perilaku deformasi lereng di area *sidewall* pada bulan September 2024 – Maret 2025.
2. Mengetahui perbedaan estimasi waktu terjadinya longsoran setiap *Velocity Calculation Period* (VCP) yang berbeda berdasarkan metode *Inverse Velocity* untuk mendapatkan pembacaan yang paling mendekati waktu aktual dari terjadinya longsoran.

3. Memberikan rekomendasi alarm yang dapat diterapkan dari nilai ambang batas dan nilai kritis pergerakan lereng.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian Tugas Akhir ini, antara lain sebagai berikut:

1. Bagi penulis, mendapatkan langsung pengalaman kerja nyata mengenai kondisi aktivitas industri penambangan batubara beserta data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir sebagai syarat menyelesaikan studi S1 Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
2. Bagi pembaca, menambah pengetahuan dan referensi literatur tentang kajian geoteknik mengenai metode pementauan lereng, analisis perilaku deformasi batuan, prediksi terjadinya kelongsoran, dan penentuan alarm geoteknik.
3. Bagi Perusahaan, mendapatkan rekomendasi alarm geoteknik untuk pemantauan lereng yang dilakukan perusahaan, dan sebagai masukan untuk penggunaan metode *Inverse Velocity* dalam mengantisipasi terjadinya longsoran di PT Satria Bahana Sarana.

DAFTAR PUSTAKA

- Americas, A. T. (2021). "Employing Slope Stability Radar Technology for Effective Geotechnical Risk Management in Civil Applications". Diambil dari GroundProbe: <https://www.groundprobe.com/thought-leadership-employing-slope-stability-radar-technology-for-effective-geotechnical-risk-management-in-civil-applications/>
- Arif, I. (2016). "Geoteknik Tambang Mewujudkan Produksi Tambang yang Berkelanjutan dengan Menjaga Kestabilan Lereng". Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Broadbent, C. D., & Zavodni, Z. M. (1982). "Influence of Rock Structure on Stability". *The American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers*, 3, 1 - 12.
- Fukuzuno, T. (1985). "A New Method for Predicting the Failure Time of a Slope". *Proc. IVth International Conference and Field Workshop on Landslides*, 145 - 150.
- GroundProbe. (2008). "Training Material SSR Viewer Suite 4 User Manual". Diambil dari: GroundProbe - Global Technology Leaders: <https://www.groundprobe.com/>
- GroundProbe. (2025). "SSR-XT- Flyer". Diambil dari: GroundProbe: <https://www.groundprobe.com/wp-content/uploads/2017/06/SSR-XT-Flyer-GroundProbe-English.pdf>
- Gultom, J., Sannang, M. A., & Musa, R. H. (2014). "Prediksi Waktu Longsoran Di Lereng Highwall Tambang Batubara Terbuka". *Prosiding TPT Perhapi 2014*.
- Indriastuty, D., Fajar, F., Tappang, G., & Irsyad, A. (2021). "Pemantauan Deformasi Lereng Tambang Terbuka Paska Peledakan Dengan Slope Stability Radar". *Indonesian Mining Professionals Journal*, 3(2), 71 - 82.
- Ismail, F. T., Santoso, M. S., & Nasrullah, M. I. (2023). "Evaluasi Batas Kritis Nilai Pergerakan Material Pada Lereng Batuan Sedimen Lunak Di Area Penggalian Dan Penimbunan". *Prosiding TPT XXXII Perhapi 2023*, 261 - 272.
- Kementerian Energi dan Sumberdaya Alam Mineral. (2018). "Keputusan Menteri ESDM RI No. 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik". Jakarta.
- Kumar, A., & Rathee, R. (2017). "Monitoring and Evaluating of Slope Stability for Setting Out of Critical Limit at Slope". *International Journal of Geo-Engineering*, 8(18), 1 - 16.
- Mercer, K. G. (2006). "Investigation into the Time Dependent Deformation Behaviour and Failure Mechanisms of Unsupported Rock Slopes Based on the Interpretation of Observed Deformation Behaviour". Thesis. Johannesburg, South Africa: University of Witwatersrand.
- Novandra, T. A. (2023). "Analisis Pemantauan Lereng Menggunakan Slope Stability Radar (SSR) di Pit Timur, PT Kuansing Inti Makmur, Kabupaten Muara Bungo, Provinsi Jambi". Skripsi. Jambi: Universitas Jambi.

- Orica Digital Solutions®. (2023). "*MonitorIQ® Desktop 2023 User Manual*". Amerika Serikat
- Pangemanan, V. G., A.E, T., & Sompie, O. (2014). "Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Fellenius (Studi Kasus: Kawasan Citraland)". *Jurnal Sipil Statik*, 2(1), 37 - 46.
- Rahmatulah, A., et al. (2024). "Analisis Deformasi Lereng Yang Mengalami Longsor Menggunakan Slope Stability Radar (SSR) Pada Pit 2 Blok Banko Barat PT Bukit Asam Tbk, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatra Selatan". *Jurnal Teknik Kebumian*, 11(2), 33 - 48. doi:10.22437/jtk.v11i02
- Sharon, R., & Eberhardt, E. (2020). "*Guidelines For Slope Performance Monitoring*". Clayton, Australia: CSIRO Publishing.
- Supandi. (2011). "Pengamatan Kestabilan Lereng Tambang Menggunakan Slope Stability Radar (SSR)". *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 4(1), 94 - 104.