

Kajian Mitigasi pada Zona Rawan Tanah Longsor Berdasarkan Tipe Longsoran di Kecamatan Kokalukuna dan Kecamatan Bungi, Kota Baubau Provinsi Sulawesi Tenggara

(Mitigation Study on Landslide Prone Zone Based on Landslide Type in Kokalukuna District and Bungi District, Baubau City, Southeast Sulawesi Province)

Sri indriati^{1*}, Sultan², Busthan Azikin²

¹ Graduate School of Geological Engineering, Hasanuddin University, Makassar, South Sulawesi, 90245, Indonesia.

² Lecturer Geological Engineering, Hasanuddin University, Makassar, South Sulawesi, Indonesia

*Corresponding email: sriindriati2015@gmail.com

ABSTRACT

The tropical climate condition of Baubau City which is located at 5°21' - 5°30' South Latitude 122°30' - 122°45' East Longitude causes the Kota Baubau Region which describes the tropics to experience more intensive weathering. Most of the landslides that occurred in Baubau City were in areas with unstable geological conditions and were often triggered by heavy rains that exceeded the highest point. This study aims to determine the causes of landslides, types of landslides, and countermeasures. In this study, measurements of slope geometry were carried out which included slope height and slope angle, testing rock and soil samples at the research station, as well as observing other supporting factors. The results of the study show that 3 stations have avalanche-prone zones. The causes of landslides are slopes with a slope angle of $> 40^{\circ}$ at station 1 of 53° , station 2 of 41° and station 3 of 61° , rainfall in the study area reaches the highest point of 714 MM, human activities such as dredging under the slope and construction of shaft roads cause slope instability and cause hazards such as landslides and vibrations. The types of avalanches at stations 1 and 2 are avalanches, while at station 3 the slides and falls are viewed from the geometry of the slopes processed by Autocad, the appearance of the research station and the results of the geostudio simulation show the shape of the slip plane with a FoS value of < 1.07 . Based on the results of research at 3 research station points, there is a potential for landslides to occur. The countermeasures methods used are structural mitigation, building of cliff reinforcement walls, surface soil stripping and increasing slope stability, namely changing the slope geometry. Non-structural mitigation, namely by providing information to the BPBD and the community regarding landslides.

Keywords: Landslides, slope geometry, disaster mitigation, Baubau City, Southeast Sulawesi Province

ABSTRAK

Kondisi iklim tropis Kota Baubau yang terletak pada 5°21' - 5°30' Lintang Selatan 122°30' - 122°45' Bujur Timur menyebabkan Wilayah Kota Baubau yang beriklim tropis akan mengalami pelapukan yang lebih intensif. Sebagian besar longsoran yang terjadi di Kota Baubau berada di wilayah dengan kondisi geologi yang labil dan sering dipicu oleh hujan deras yang ekstrim melebihi titik tertinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab longsoran, jenis longsoran, dan penanggulangannya. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran geometri lereng yang meliputi tinggi lereng dan sudut lereng, pengujian sampel batuan dan tanah di stasiun penelitian, serta pengamatan faktor pendukung lainnya. Hasil kajian menunjukkan bahwa 3 stasiun memiliki zona rawan longsoran. Penyebab longsor adalah lereng dengan sudut kemiringan $> 40^{\circ}$ pada stasiun 1 sebesar 53° , stasiun 2 sebesar 41° dan stasiun 3 sebesar 61° , curah hujan pada daerah penelitian mencapai titik tertinggi 714 MM, aktivitas manusia seperti pengerukan di bawah lereng dan pembangunan jalan poros menyebabkan ketidakstabilan lereng dan mengakibatkan bahaya berupa longsoran dan getaran. Jenis longsoran di stasiun 1 dan 2 berupa

longsor jatuhnya, di stasiun 3 luncuran dan jatuhnya ditinjau dari bentuk geometri lereng hasil pengolahan Autocad, kenampakan stasiun penelitian serta hasil simulasi geostudio memperlihatkan bentuk bidang gelincir dengan nilai FoS <1,07. Berdasarkan hasil penelitian pada 3 titik stasiun penelitian berpontesi terjadinya tanah longsor. Metode mitigasi yang digunakan adalah mitigasi struktural, pembuatan dinding perkuatan tebing, pengupasan tanah permukaan dan peningkatan stabilitas lereng yaitu mengubah geometri lereng. Mitigasi nonstruktural yaitu dengan memberikan informasi kepada BPBD dan masyarakat terkait longsor.

Kata Kunci: Longsor, geometri lereng, mitigasi bencana, Kota Baubau, Provinsi Sulawesi Tenggara

1. PENDAHULUAN

Kondisi iklim tropis Kota Baubau yang terletak antara 5°21' - 5°30' LS dan antara 122°30' - 122°45' BT menjadikan Kota Baubau menyebabkan tingginya proses pelapukan. Proses infiltrasi air permukaan sangat dipengaruhi oleh karakteristik struktur tanah, oleh karena itu struktur tanah merupakan salah satu kunci untuk merespon berbagai kerawanan tanah terkait bencana. Semakin tinggi kandungan liat maka tanah tersebut semakin rentan terhadap longsor (Ahmad, dkk 2022).

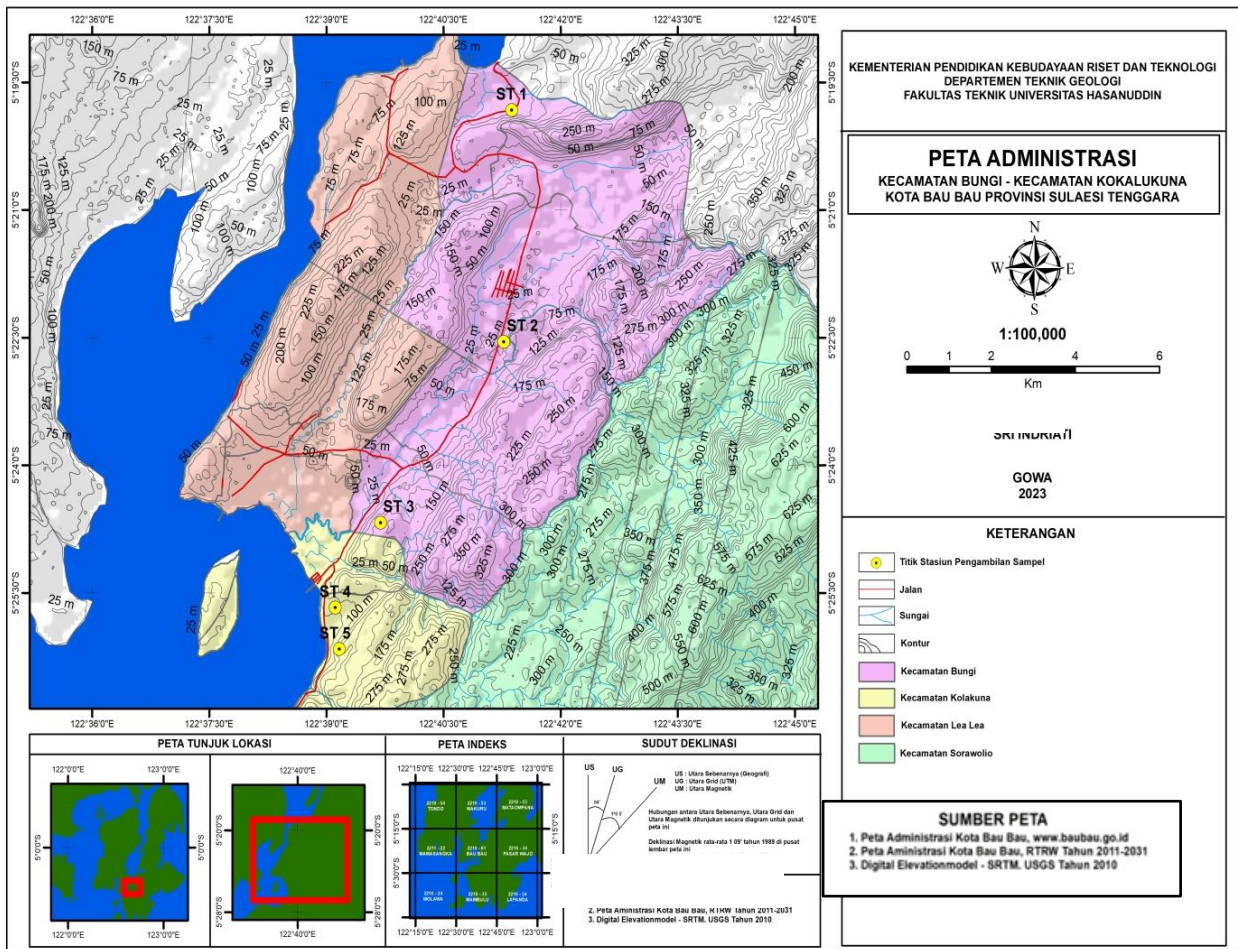
Sebagian besar longsor yang terjadi di Baubau berada di wilayah dengan kondisi geologi yang tidak stabil dan seringkali disebabkan oleh curah hujan yang sangat tinggi hingga melebihi titik tertinggi. Dampak dari aktivitas pertambangan jalan tersebut, telah menyebabkan beberapa longsor kecil di sebagian ruas jalan, sedangkan hal tersebut tentunya dapat menyebabkan dampak serius bagi masyarakat setempat sehingga perlu dilakukan penyelidikan dan penanganan berdasarkan hasil dari geometri lereng dan simulasi *Geostudio*.

Menurut Rahman, (2015) yang dimaksud mitigasi adalah sesuai dengan teori mitigasi membagi menjadi 2 bentuk mitigasi yaitu Struktural dan Non struktural. Mitigasi struktural, berupa pembuatan infrastruktur sebagai pendorong minimalisasi dampak dan penggunaan pendekatan teknologi. Mitigasi Non Struktural lebih menekankan kepada peningkatan kapasitas masyarakat. Upaya mitigasi ini dapat dilakukan melalui penyebaran informasi dilakukan antara lain dengan cara: memberikan poster dan panflet kepada masyarakat yang bermukim yang rawan bencana, tentang tata cara mengenali, mencegah dan penanganan bencana.

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Kecamatan Kokalukuna dan Kecamatan Bungi, Lokasi pada penelitian ini dilakukan pada zona rawan longsor. Pada penelitian ini dilakukan sebanyak 3 titik stasiun berada di daerah Kecamatan Bungi (Gambar 1).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2.2. Pengambilan Data Lapangan

Penyelidikan lapangan dilakukan pada 3 stasiun pengamatan pada kondisi lokasi yang mengalami zona rawan longsor. Pada lokasi penelitian dilakukan di Daerah Kota Baubau, Kecamatan Kokalukuna dan Kecamatan Bungi. Pengambilan data dilakukan langsung di lapangan meliputi data: Geometri lereng, sampel batuan dan sampel soil pada masing-masing titik stasiun pada lokasi penelitian. Pengambilan data dilakukan pada bulan Desember 2022 pada musim hujan, Kemudian dilakukan pengolahan data dan deskripsi batuan di Lab Teknik Geologi Teknik dan Lingkungan Unhas Gowa. Pada penelitian ini juga menggunakan data sekunder pada beberapa stasiun dengan pengukuran menggunakan metode Geolistrik Konfigurasi *Wenner-sachlumberger* pada tahun 2019 sebagai data pendukung pada daerah lokasi penelitian.

Pengambilan data lapangan dilakukan dengan mengamati lereng yang berpotensi terjadinya tanah longsor dan batuan yang ada di lokasi penelitian, serta mengobservasi kondisi lainnya (tingkat pelapukan, kekar, sesar dll). Adapun data yg diperoleh di lapangan adalah sebagai berikut:

1. Karakteristik batuan

Mengamati sifat fisik batuan yaitu: jenis batuan, warna segar dan warna lapuk batuan, tekstur dan struktur batuan, serta melakukan penyesuaian pengamatan menggunakan komparator batuan untuk mendukung pengidentifikasian karakteristik batuan.

2. Geometri lereng bertujuan untuk menentukan dimensi suatu lereng. Penentuan dimensi lereng meliputi tinggi lereng, panjang lereng dan sudut lereng. Pengukuran geometri lereng menggunakan alat kompas geologi dan roll meter.

3. Pengambilan Sampel

Sampel yang diambil adalah seongkah batuan segar yang digunakan sebagai bahan analisis petrografis dengan cara memecahkan bagian terluar batuan pada tebing menggunakan palu geologi agar nampak batuan segar. Kemudian dilakukan pengambilan sampel *undisturbed* untuk bahan analisis menentukan sifat fisik dan mekanik. Pengambilan sampel tersebut menggunakan pipa paralon dan melakukan penggalian pada permukaan hingga kedalaman 35 cm. Kemudian dilakukan pengambilan sampel pada kedalaman 35-55 cm dengan menggunakan tabung yang berdiameter 4 inci. Setelah selesai tabung kemudian ditutup dikedua ujungnya menggunakan lilin. Cara ini digunakan agar sampel tidak terkontaminasi.

4. Pengamatan pada kondisi pemicu lainnya selain melakukan pengamatan pada faktor karakteristik dan geometri lereng, juga dilakukan pengamatan terhadap tingkat pelapukan dan keterdapatan kekar. Data tersebut digunakan sebagai data tambahan dalam mendukung data utama dalam menentukan mengetahui factor penyebab tanah longsor.

2.3. Pengolahan Data

Data lapangan kemudian diolah untuk analisis dan interpretasi lebih lanjut, pengolahan data tersebut mencakup, sebagai berikut:

1. Pada tahap pengolahan data geometri lereng yang telah diambil pada masing-masing stasiun dilakukan pengolahan menggunakan *software* AutoCAD untuk menampilkan dimensi lereng dalam 2D.

2. Pada tahap pengolahan sampel batuan, dilakukan pengujian petrografis untuk mengetahui karakteristik dan susunan mineral pada batuan, sedangkan pada tahap pengolahan sampel *undisturbed* diuji di laboratorium meliputi pengujian kuat geser langsung (*direct shear test*) untuk memperoleh nilai kohesi dan sudut geser dalam, serta pengujian sifat fisik yaitu uji bobot.
3. Pada tahap pengolahan data hasil pengujian sampel soil untuk mengetahui nilai FoS (*Faktor of Safety*) pada masing-masing stasiun penelitian menggunakan *Software Geostudio*.
4. Pada tahap penentuan metode mitigasi berdasarkan tipe longsor dengan menyesuaikan hasil dari pengolahan *Autocad* dengan menampilkan bentuk lereng, kemudian ditinjau dari bentuk bidang gelincir hasil simulasi *Software Geostudio* serta kenampakan lokasi pada masing-masing stasiun penelitian. Selanjutnya dilakukan penanganan yang sesuai berdasarkan tipe longsor yang terjadi pada masing-masing stasiun penelitian.

2.4. Analisis Data

Pada tahap analisis dari tahapan pengambilan dan pengolahan data berdasarkan bahan kajian atau literatur, sehingga analisis data dapat digunakan untuk menemukan informasi penting sebagai bahan dasar dalam pengambilan keputusan maupun solusi suatu permasalahan.

Analisis hasil pengolahan data yang telah diperoleh di lapangan untuk menentukan informasi penting sebagai bahan dasar dalam pengambilan keputusan terkait penyebab dan tipe longsor serta menentukan metode mitigasi yang diterapkan pada masing-masing stasiun berdasarkan tipe longsor.

1. Petrografis

Hasil petrografis diperoleh dari sampel sayatan tipis yang telah dilakukan pengamatan mikroskopis dengan tujuan untuk penamaan dan mineral-mineral yang muda mengalami pelarutan batuan pada masing-masing stasiun sebagai acuan penyebab terjadinya tanah longsor.

2. Geometri Lereng

Data geometri lereng diperoleh dari hasil pengukuran langsung dilapangan meliputi; Tinggi lereng, panjang lereng, dan sudut lereng. Kemudian dilakukan pengolahan menggunakan *Software Autocad* untuk menampilkan bentuk lereng dalam gambar 2D agar dapat diketahui kondisi lereng pada masing-masing stasiun penelitian.

3. Uji *triaxial*

Data yang diperoleh dari hasil uji laboratorium meliputi; Kohesi, Berat jenis, dan sudut geser. Kemudian data tersebut dilakukan pengolahan dengan menggunakan *Software Geostudio* untuk mengetahui nilai FoS (*Factor of Safety*) dan menampilkan hasil simulasi pada masing-masing stasiun penelitian. Kemudian dilakukan analisis untuk mengetahui pada masing-masing titik stasiun penelitian apakah memiliki nilai FoS yang stabil atau tidak dengan acuan klasifikasi nilai FoS (*Factor of Safety*). Kemudian dilakukan analisis terhadap hasil simulasi *Geostudio*, bentuk geometri lereng dan kenampakan lokasi masing-masing titik stasiun penelitian untuk mengetahui tipe longsor yang terjadi pada masing-masing titik stasiun penelitian. Selanjutnya dilakukan metode mitigasi terhadap zona longsor berdasarkan tipe longsor pada masing-masing titik stasiun penelitian.

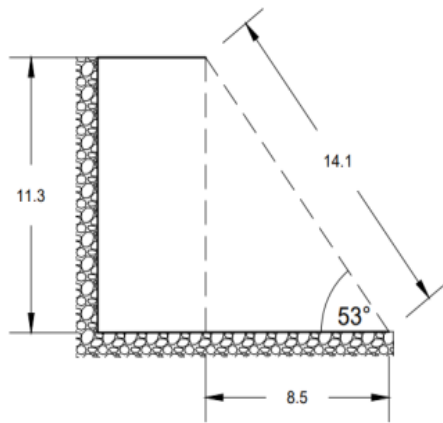
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada 3 titik stasiun penelitian berada pada Formasi Wapulaka yaitu Batuan penyusunnya terdiri dari batugamping, ganggang dan terumbu karang dengan tangga pantai purba dan topografi karst, endapan karang patahan, batugamping, batugamping berpasir, batupasir gampingan, batulempung dan napal yang mengandung foraminifera planktonik. Formasi ini berumur Plistosen dan diendapkan pada lingkungan sisi laguna. Alluvium terbentuk oleh pelepasan sedimen saat ini yang terdiri dari kerikil, kerikil, pasir batulanau dan gambut dari endapan sungai, rawa dan pantai. (Sikumbang, dkk.,1995).

1. Stasiun 1

Pada stasiun 1 berada pada titik koordinat X: $5^0 16'43.75''$ dan Y: $122^0 42'50''$. Pada stasiun 1 ini berada di Daerah Kec.Bungi zona rawan longsor.

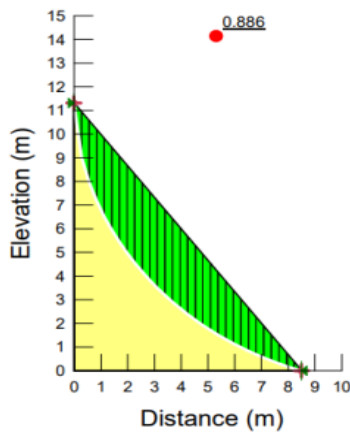
Pada pengamatan dijumpai batugamping dengan ciri fisik warna segar putih dan warna coklat kehitaman mengalami pelapukan. Sedangkan pada pengamatan mikroskopis dilakukan dengan melakukan pengujian petrografis terhadap sampel batuan yang diperoleh dari stasiun penelitian dalam keadaan segar. Hasil dari pengamatan mikroskopis yaitu merupakan tipe batuan sedimen karbonat dengan tekstur Klastik. Secara umum sayatan menunjukkan struktur massif dan tekstur porositas tinggi. Adapun bentuk geometri lereng dan hasil simulasi *Software Geostudio* dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3 serta kenampakan lokasi penelitian stasiun 1 dapat dilihat pada Gambar 4.



Ket :

- Tinggi lereng : 11,3 m
- Sudut lereng : 53°
- Panjang lereng : 14,1 m
- Arah : N 265° E

Gambar 2. Geometri lereng stasiun 1



Ket :

- : Nilai FK 0.886
- : Bentuk bidang gelincir
- : Material tidak terganggu

Tinggi lereng : 11,5 Meter

Lebar lereng : 8,5 Meter

Gambar 3. Hasil simulasi *Software Geostudio* stasiun 1



Gambar 4. Kenampakan singkapan batugamping

Berdasarkan uraian di atas pada stasiun 1 dijumpai batugamping dengan keadaan lapuk sedang dan memiliki lereng yang curam dengan sudut lereng 53° . Tanah karst dapat membentuk dan mengontrol proses pelarutan, dimana batuan yang mengandung kalsium karbonat lebih mudah mengalami proses pelarutan. Proses pelarutan dengan mudah menyebabkan longsoran permukaan pada batugamping. Longsoran batuan yang terjadi di daerah ini dapat dipengaruhi bukan hanya karena adanya aktivitas penggerukan yang dilakukan secara terus menerus sehingga kestabilan lereng terganggu, kemiringan lereng, jenis tanah dan komponen geologi atau batuan, tetapi juga didukung oleh musim. Jatuhan batu disebabkan oleh hujan deras di daerah tersebut atau pengaruh musim hujan ketika intensitas hujan yang tinggi sehingga air hujan masuk ke dalam rekahan batuan yang ditunjukkan pada tanda panah warna merah (Gambar 4) dapat terjadi pelarutan terus menerus sehingga batuan yang mengalami rekahan tersebut dapat membantu proses runtuh pada batuan. Kemudian dari hasil pengolahan simulasi *Software Geostudio* dilakukan untuk mendapatkan nilai faktor keamanan (FoS). Pada (Gambar 3) adalah tingkat kelongsoran lereng daerah penelitian dengan nilai FoS 0,886. Dari hasil yang diperoleh dapat dikatakan bahwa lereng daerah penelitian tidak aman karena nilai *Faktor Of Safety* (FoS) kurang dari 1 berdasarkan acuan. Klasifikasi nilai faktor keamanan terhadap kestabilan lereng (Bowles, 2000 dalam Herawati, 2019). Adapun tipe longsoran pada stasiun 1 ditinjau dari hasil simulasi *Software Geostudio*, bentuk geometri lereng dan kenampakan lokasi pada stasiun penelitian menunjukkan adanya tipe jatuhan atau luncuran batuan yang ditandai dengan tanda panah warna kuning pada (Gambar 4).

Menurut Karnawati (2005) model jatuhan tanah dan batuan dikontrol oleh kelerengan yang terjal ($\alpha > 20^{\circ}$) dan kondisi batuan yang terkekarkan/retak-retak. Pada stasiun ini dapat kita lihat pada gambar 6 ditunjukkan pada tanda panah warna merah merupakan kondisi lereng yang terkekarkan/retak-retak, sehingga pada stasiun ini dikatakan sebagai tipe jatuhan batuan atau tanah. Kemudian rekomendasi penanganan berdasarkan hasil kenampakan dan bentuk bidang gelincir yaitu:

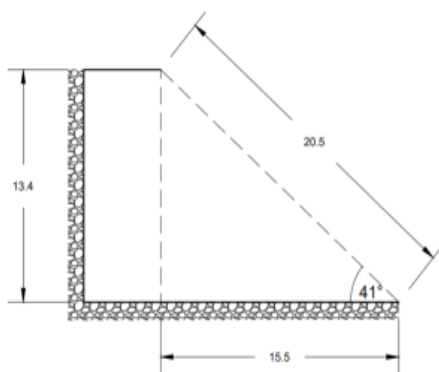
- Menjatuhkan bongkah-bongkah batugamping yang sudah tidak dapat dipertahankan, karena akan mengganggu struktur batuan yang sudah ada sehingga melemahkan kohesi antar batuan dapat dilihat pada gambar 4.
- Membuat konstruksi dinding penahan lereng jalan (*Retaining wall*) sedemikian rupa sehingga berat konstruksi tidak membebani batuan dan harus menopang di atas bidang perlapisan batugamping. Untuk mengikatkan konstruksi dinding penahan lereng dengan

batugamping dibuat angker vertikal dan horisontal sehingga mampu menahan tekanan tanah aktif, pemasangan angker konstruksi dibuat sistem beton berulang (PUPR, 1993).

2. Stasiun 2

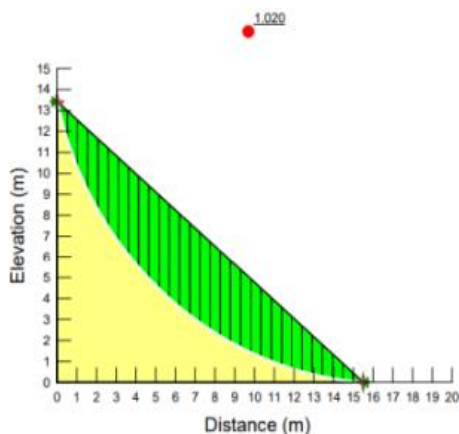
Pada stasiun 2 berada pada titik koordinat X: 50 19'37.45" dan Y:1220 41'32". Pada stasiun 2 ini berada di Daerah Kec.Bungi yang berpotensi longsor. Hasil dari pengamatan mikroskopis merupakan batuan Pacstone dengan tipe batuan Sedimen Karbonat, tekstur klastik. Secara umum sayatan menunjukkan struktur masif dan tekstur porositas sedang dengan jenis porositas *vug* yang menunjukkan pori-pori batuan yang tidak saling terhubung.

Adapun bentuk geometri lereng dan hasil simulasi *Software Geostudio* dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6 serta kenampakan lokasi penelitian stasiun 2 dapat dilihat pada Gambar 7.



- Tinggi lereng : 13,4 m
- Sudut lereng : 41°
- Panjang lereng : 20,5 m
- Arah : N 265° E

Gambar 5. Geometri lereng stasiun 2



Ket :

- : Nilai FK 1,020
- : Bentuk bidang gelincir
- : Material tidak terganggu

Tinggi lereng : 13,5 Meter

Lebar lereng : 15,5 Meter

Gambar 6. Hasil simulasi Software Geostudio stasiun 2



Gambar 7. Kenampakan singkapan batupasir stasiun rawan terjadi tanah longsor

Berdasarkan uraian di atas pada stasiun 2 dijumpai batu pasir gampingan dengan keadaan lapuk dan memiliki lereng yang curam dengan sudut lereng 41° longsor yang terjadi di daerah ini dapat dipengaruhi bukan hanya karena adanya aktivitas penggerukan yang dilakukan secara terus menerus sehingga kestabilan lereng terganggu, kemiringan dari lereng, jenis tanah dan faktor geologi atau batuan penyusunnya. Adapun tipe longsor pada stasiun 2 ditinjau dari hasil simulasi *Software Geostudio*, bentuk geometri lereng dan kenampakan lokasi penelitian menunjukkan adanya tipe jatuhan (*Fall*) yang ditandai dengan tanda panah warna kuning pada (Gambar 7). Kemudian dari hasil pengolahan simulasi *Software Geostudio* dilakukan untuk memperoleh nilai *Factor of Safety* (FoS) yaitu nilai keamanan suatu lereng. Pada (Gambar 6) merupakan bidang gelincir dari lereng daerah penelitian dengan nilai FoS sebesar 1,020. Dari hasil yang diperoleh dapat dikatakan bahwa lereng daerah penelitian tidak aman karena nilai *Factor of Safety* (FoS) antara 1,07-1,25 merupakan (Kelas Kritis) longsor pernah terjadi berdasarkan acuan klasifikasi nilai faktor keamanan terhadap kestabilan lereng (Bowles, 2000 dalam Herawati, 2019).

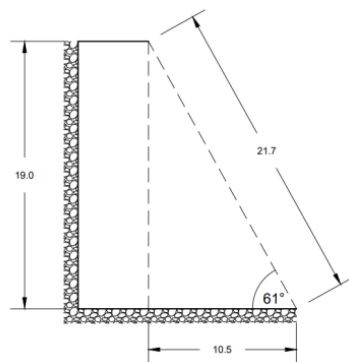
Menurut Varnes (1978) Jatuhan adalah gerakan jatuh material pembentuk lereng (tanah/batuan) yang mengendur dan jatuh bebas di bawah pengaruh gravitasi, seringkali jatuh pada lereng yang curam atau vertikal. Penyebab terjadinya jatuhan meliputi pelapukan, perubahan temperatur, dengan tekanan air atau dengan menggali/mengikis dasar lereng. Pada stasiun ini merupakan tipe jatuhan dan luncuran. Kemudian untuk penanganan berdasarkan tipe tersebut dengan dilakukan beberapa langkah rekomendasi penanganan adalah:

- Mengurangi tebal tanah atau dilakukan perbaikan stabilitas lereng dengan mengubah geometri lereng.
- Pengerukan material longsor dan pembangunan dinding penahan longsor di sepanjang jalur longsor (Fauzal dkk, 2018)

3. Stasiun 3

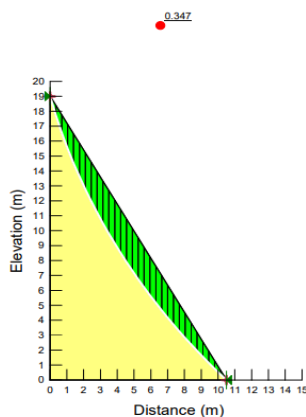
Pada stasiun 3 berada pada titik koordinat X: $5^{\circ} 24'40.60''$ dan Y: $122^{\circ} 39'42''$. Pada stasiun 3 ini berada di Daerah Kecamatan Bungi melakukan pengujian petrografis terhadap sampel batuan yang diperoleh dari stasiun penelitian dalam keadaan segar. Hasil dari pengamatan mikroskopis merupakan *Pacstone* dengan tipe batuan sedimen karbonat, tekstur klastik. Secara umum sayatan menunjukkan struktur masif dan porositas sedang dengan jenis porositas *interpartical* yang disebabkan oleh beberapa bagian yang belum mengalami proses sementasi yang sempurna, *grain supported*, ukuran butir 0.02 – 1.2 mm bentuk butir cenderung tabular hingga membulat.

Adapun bentuk geometri lereng dan hasil simulasi *Software Geostudio* dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9 serta kenampakan lokasi penelitian stasiun 3 dapat dilihat pada gambar 10.



- Tinggi lereng : 19 m
- Sudut lereng : 61°
- Panjang lereng : 21,7 m
- Arah : N 125° E

Gambar 8. Geometri lereng stasiun 3



Ket :

- : Nilai FK 0,347
- : Bentuk bidang gelincir
- : Material tidak terganggu

Tinggi lereng : 19 Meter

Lebar lereng : 10,5 Meter

Gambar 9. Hasil simulasi *Software Geostudio* stasiun 3



Gambar 10. Kenampakan singkapan batupasir yang rawan terjadi tanah longsor stasiun 3

Berdasarkan uraian diatas pada stasiun 3 dijumpai batugamping dan memiliki lereng sudut lereng 61° . Longsoran yang terjadi di daerah ini dapat dipengaruhi bukan hanya karena adanya aktivitas penggerukan yang dilakukan secara terus menerus sehingga kestabilan lereng terganggu. Penyebab terjadinya jatuhnya meliputi pelapukan, perubahan temperature, tekanan air atau penggalian/penggerusan bagian bawah lereng. Kemudian dari hasil pengolahan simulasi *Software Geostudio* dilakukan untuk mendapatkan nilai faktor keamanan (FoS), yaitu nilai keamanan lereng. Pada (Gambar 9) adalah tingkat kelongsoran lereng daerah penelitian dengan nilai FoS sebesar 0,347. Dari hasil yang diperoleh dapat dikatakan bahwa lereng daerah penelitian tidak aman karena nilai *Faktor of Safety* (FoS) kurang dari 1 berdasarkan accuan klasifikasi nilai faktor keamanan terhadap kestabilan lereng (Bowles, 2000 dalam Herawati, 2019). Adapun tipe longsoran pada stasiun 3 ditinjau dari hasil simulasi *Software Geostudio*, bentuk geometri lereng dan kenampakan lokasi pada stasiun penelitian menunjukkan adanya tipe jatuhnya (*Falls*) dan luncuran yang ditandai dengan tanda panah warna kuning yang mengalami longsoran dan menunjukkan adanya batas perlapisan soil yang mengalami penurunan pada (Gambar 10).

Pada stasiun ini merupakan tipe jatuhnya dan luncuran. Kemudian rekomendasi penanganan berdasarkan tipe tersebut dengan dilakukan beberapa langkah penanganannya adalah:

- Mengurangi tebal tanah atau dilakukan Perbaikan stabilitas lereng dengan mengubah geometri lereng.
- Melakukan pengerukan material longsoran dan pembuatan dinding penahan longsoran di sepanjang longsoran (Fauzal dkk, 2018)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pada 3 stasiun penelitian, penyebab terjadinya tanah longsor yaitu kelerengan dengan sudut lereng $>40^\circ$, curah hujan, aktivitas manusia seperti adanya pengerukan dibawah lereng dan adanya pembuatan jalan poros sehingga menyebabkan penambahan beban, dan terjadinya getaran sehingga terjadi ketidakstabilan lereng dan mengakibatkan bahaya dalam bentuk gerakan tanah longsor. Tipe longsoran pada tiap-tiap stasiun penelitian yaitu pada stasiun 1 dan 2 merupakan longsoran tipe jatuhan dan pada stasiun 3 merupakan longsoran tipe jatuhan dan luncuran. Metode mitigasi yang dilakukan pada tiap-tiap stasiun penelitian yaitu mitigasi struktural dengan membuat tembok tebing dan drainase horisontal pada lokasi longsor, mengurangi tebal tanah atau dilakukan perbaikan stabilitas lereng dengan mengubah geometri lereng, melakukan pengerukan material longsoran dan pembuatan dinding penahan longsoran disepanjang longsoran. Mitigasi nonstruktural yaitu: Pemberian informasi terkait dengan zona rawan tanah longsor, dilakukan sosialisasi pada beberapa lokasi yang terdampak zona rawan tanah tanah longsor.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A., Farida, M., & Juita, N. 2022. *Analisis Spasial Tekstur Tanah Terhadap Penilaian Risiko Bencana Hidrometeorologi di Kecamatan Rumbia-Kelara, Kabupaten Jeneponto. Jurnal Wilayah dan Lingkungan, 10(1), 42-54.*
- Eliza, F., Hastuti, H., Myori, D. E., & Yanto, D. T. P. 2019. Peningkatan Kompetensi Guru Sekolah Menengah Kejuruan Melalui Pelatihan Software Engineering. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional), 5(1), 37-45.*
- ERI/Geoservices, 1990. *Rekonstruksi Sejarah Geologi Pulau Buton.*
- Haris, V. T., Lubis, F., & Winayati, W. 2018. *Nilai Kohesi Dan Sudut Geser Tanah Pada Akses Gerbang Selatan Universitas Lancang Kuning. SIKLUS: Jurnal Teknik Sipil, 4(2), 123-130.*
- Herawati, F. I., Susilo, B. K., & Falisa, F. 2019. *Analisis Kestabilan Lereng Sebagai Dasar Mitigasi Tanah Longsor Daerah Cipanas Dan Sekitarnya Kabupaten Lebak, Banten. Applicable Innovation of Engineering and Science Research (AVoER), 506-511.*
- Hidayat, R., 2018 *Analisis stabilitas lereng pada longsor Desa Caok, Purworejo, Jawa Tengah, Jurnal Sumber daya air. Vol 14 (2)*
- Irawati, Jamal. H., 2018. *Kajian Risiko Bencana Longror Di Kota Baubau., Jurnal Geografi Aplikasi Dan Teknologi Vol 2 (2) ISSN : 2549-9181*

- Jamulya, & Eko.H., 2000. *Kajian Tingkat Pelapukan Batuan Menurut Toposekuen di Daerah Aliran Sungai Tangasi Kabupaten Magelang. Jurnal Majalah Geografi Indonesia. Vol. 14, 13-24.*
- Karnawati, D., 2005. *Bencana Alam Gerak Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya.* Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Muzani, 2021. *Buku Referensi Bencana Tanah Longsor Penyebab Dan Potensi Longsor.* Tangerang Selatan.
- Priyono, 2015. *Hubungan Klasifikasi Longsor, Klasifikasi Tanah Rawan Longsor Dan Klasifikasi Tanah Pertanian Rawan Longsor.* Fakultas Pertanian UNISRI Surakarta
- PUPR, (1993). *Penanggulangan longsor pada KM.69+500 ruas jalan Banda Aceh-Meulaboh.* Departemen Pekerjaan Umum Badan Penelitian dan Pengembangan PU Pusat Penelitian dan Pengembangan jalan.
- Rahman, A. Z., 2015. *Kajian Mitigasi Bencana Tanah Longsor Di Kabupaten Banjarnegara. Vol. (1) ISSN 2460-9714*
- Septianto, B., 2008. *Identifikasi Daerah Rawan Longsor Di Kabupaten Bogor Jawa Barat.* Program Studi Ilmu tanah. Departemen Ilmu Tanah dan Sumber daya Lahan Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Sikumbang, N., Sanyoto, P., Supandjono, R. J. B., & Gafoer, S. 1995. Peta Geologi Lembar Buton. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, Skala, 1(250.000).*
- Siregar, C. A., 2019. *Simulasi Analisis Pengaruh Muka Air Tanah Terhadap Stabilitas Lereng Dengan Menggunakan Program Geostudio Slope/W 2012.* In *Pr... SoBAT (Seminar Sosial Politik, Bisnis, Akuntansi dan Teknik) Universitas Sangga Buana YPKP (Vol. 1, No. 1, pp. 185-190).* LPPM Universitas Sangga Buana YPKP.
- Sitorus, Santun R. P., 2006. *Pengembangan Lahan Berpenutupan Tetap Sebagai Kontrol Terhadap Faktor Resiko Erosi dan Bencana Longsor.* Direktorat Jenderal Penataan Ruang Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Subowo, E. 2003. *Pengenalan Gerakan Tanah.* Pusat Volkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. Bandung
- Suripin, 2002. *Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air.* Yogyakarta : Andi
- Syafri, S. H., (2015). *Identifikasi Kemiringan Lereng Di Kawasan Permukiman Kota Manado Berbasis SIG. Spasial, 1(1), 70-79.*
- Ulfa, M., Zohroh, S. A., & Yuwono, A. I. (2023). *Pengurangan Risiko Bencana Tanah Longsor Melalui Mitigasi Bencana Di Desa Sadu Kecamatan Soreang Kabupaten Bandung. Jurnal Pelita Kota, 4(1), 332-344.*