



Research Article

Faktor Penyebab Gerakan Tanah di Desa Noelmina Kecamatan Takari, Kabupaten Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur

Lindung Freedom Boimau¹, Hendy Setiawan^{2,*}, and Wahyu Wilopo²

¹Program Studi Magister Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

²Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

Received: 14 August 2025, Accepted: 17 January 2026, Published: 26 June 2026

Abstract

A landslide is a process where the mass of rock or soil that forms a slope moves due to the force of gravity in a weak area. Landslides that occurred in Noelmina Village, Takari District, Kupang Regency on February 17, 2023, have completely damaged the main road between the capital of East Nusa Tenggara Province and several districts on Timor Island. This research aims to identify the factors that contribute to landslides in Noelmina Village. This research began with the collection of regional geological data, including regional geological structure, followed by field data collection for geological mapping, geomorphological mapping, and land-use mapping. Rainfall data was acquired from the CHIRPS satellite data. Results indicated that the landslide occurred within the Bobonaro carbonate mudstone unit, characterized by a rather steep slope where the geological structure consisted of joints in the rock mass. Additionally, the landslide was situated in an area influenced by the regional geological structure, specifically the left-hand horizontal fault, which acts as a controlling factor for landslide occurrence by forming a weak zone characterized by rock mass fracturing, leading to reduced slope stability and triggering landslides. The land-use conditions of the research area are quite varied, with areas that experienced landslides located in forests that directly border residential areas and roads, which may potentially endanger nearby communities as well as vehicles traversing the roadway. The rainfall conditions in February 2023 were characterized by high intensity, ranging from 431 to 463 mm, indicating that high total rainfall can increase water infiltration into rock and soil masses through fractures, thereby triggering landslide events. An XRD analysis of rock and soil samples collected from the landslide area revealed the presence of expansive clay minerals, including montmorillonite, illite, and kaolinite, which cause changes in soil or rock conditions through fracturing induced by their properties. The results of this research indicate that landslide events in the research area were significantly influenced by rock/soil conditions, steep topography, geological structure such as faults and joints, land use, and the presence of expansive clay minerals. Furthermore, the dominant factor triggering the landslide was the high-intensity rainfall that occurred in the study area over a period of less than one month.

© 2026 published by Universitas Sriwijaya

Keywords: Landslides, geological mapping, XRD analysis, Noelmina Village, Takari District, Kupang Regency

1. PENDAHULUAN

Desa Noelmina, Kecamatan Takari, Kabupaten Kupang merupakan salah satu daerah penghubung utama ibukota Provinsi Nusa Tenggara Timur dengan beberapa kabupaten yang ada di pulau Timor. Jalan Trans Timor Raya di Desa Noelmina merupakan jalur lintas negara antara Indonesia dan Republik Demokratik Timor Leste. Kejadian tanah longsor di Desa Noelmina, Kecamatan Takari yang terjadi pada hari Jumat, 17 Februari 2023 malam hari membuat jalan utama yang berada di Desa Noelmina terputus akibat tertimbun material longsor sehingga jalur transportasi daerah tersebut lumpuh total [1].

Tanah longsor merupakan proses dimana massa batuan atau tanah yang membentuk lereng berpindah karena pengaruh gaya gravitasi pada area lemah, sehingga terpisah dari massa yang stabil. Gerakan ini dapat terjadi dalam bentuk rotasi maupun translasi [2]. Keruntuhan lereng merupakan suatu bentuk gerakan massa yang terjadi pada lereng dengan kemiringan minimal 20°. Proses ini berlangsung dengan cepat dan seringkali tanpa adanya tanda-tanda peringatan [3]. Tanah longsor dapat mengakibatkan banyak korban serta kerugian ekonomi yang signifikan [4].

Karnawati [5] menjelaskan bahwa gerakan tanah dipengaruhi oleh dua aspek utama, yaitu faktor pengontrol dan faktor pemicu. Faktor pengontrol adalah elemen – elemen yang membuat lereng atau tebing menjadi rentan terhadap pergerakan, yang mencakup kondisi geomorfologi, stratigrafi, (jenis batuan atau tanah), struktur geologi, hidrologi, serta penggunaan lahan. Sementara itu, faktor pemicu adalah proses – proses yang mengubah kondisi rentan tersebut menjadi kritis, sehingga menyebabkan gerakan tanah itu terjadi. Faktor pemicu ini meliputi curah hujan, getaran gempa bumi, serta aktivitas manusia yang dapat menyebabkan ketidakstabilan suatu lereng. Kedua faktor ini saling terkait dan memiliki pengaruh signifikan terhadap terjadinya gerakan tanah.

Dari semua penyebab di atas, gerakan tanah dipicu oleh kondisi geologi, geomorfologi, struktur geologi, tata guna lahan, dan curah hujan. Kondisi geologi berupa batuan penyusun lereng yang mengalami pelapukan serta keterdapat mineral lempung berciri ekspansif diikuti dengan curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya gerakan tanah. Kondisi geologi regional Desa Noelmina berupa batu lempung menjadi salah satu faktor utama terjadinya gerakan tanah dimana mineral lempung mengalami proses kembang susut yang membuat lereng di Desa Noelmina dapat menjadi tidak stabil sehingga berpotensi terjadinya gerakan tanah [6]. Pengujian XRD untuk mengetahui kondisi mineral lempung pada massa tanah dan batuan di Desa Noelmina menjadi salah satu metode untuk menunjukkan apakah kondisi geologi di daerah penelitian menjadi salah satu faktor utama terjadinya tanah longsor. XRD (*X-Ray Diffraction*) adalah metode analisis yang digunakan untuk menggambarkan batuan atau senyawa kimia tertentu dalam bentuk padat dengan memanfaatkan pemantulan sinar – X. Sinar – X yang digunakan adalah radiasi elektromagnetik yang dihasilkan dari partikel – partikel yang bergerak dengan kecepatan tinggi secara mendadak [7]. Selain itu, kondisi curah hujan di lokasi penelitian juga sangat berpengaruh penting terhadap tanah longsor. Beberapa peneliti termasuk Lee dkk., [8] telah mengkaji gerakan tanah di Malaysia yang dipicu oleh curah hujan. Penelitian ini mengungkapkan bahwa curah hujan merupakan salah satu faktor pemicu yang paling signifikan untuk terjadinya gerakan tanah di daerah tropis. Rasio antara intensitas hujan dan permeabilitas tanah atau batuan memiliki peran penting dalam menentukan pola curah hujan kritis, yang meliputi curah hujan anteseden dan curah hujan yang memicu terjadinya gerakan tanah. Mekanisme keruntuhan lereng yang disebabkan oleh curah hujan dapat dijelaskan sebagai berikut: infiltrasi air hujan menyebabkan

penambahan tekanan air pori positif di dalam massa tanah atau batuan yang selanjutnya mengurangi kekuatan geser pada tanah sehingga memicu kerentuhan lereng. Kondisi hidrologi dalam lereng berperan dalam hal meningkatkan tekanan hidrostatik air, sehingga kekuatan massa tanah atau batuan akan berkurang dan memicu terjadinya tanah longsor. Lereng yang air tanahnya dangkal atau lereng dengan akuifer menggantung, sangat sensitif mengalami kenaikan tekanan hidrostatik apabila air permukaan meresap ke dalam lereng.

Selain itu, retakan batuan atau kekar dapat menjadi saluran air yang masuk ke dalam lereng. Apabila semakin banyak air yang masuk melewati retakan atau kekar tersebut, tekanan air di dalam tubuh lereng akan semakin meningkat. Kenaikan tekanan air ini akan sangat mudah menggerakkan lereng dikarenakan jalur tersebut merupakan bidang dengan kuat geser yang rendah. Di antara kondisi alam di atas, satu-satunya kondisi yang relatif mudah dikontrol adalah kondisi hidrologi (sistem tata air) pada lereng yang rawan longsor. Kondisi tata air inilah yang paling sensitif untuk berubah baik dalam dimensi waktu maupun ruang, akibat adanya air hujan yang meresap masuk ke dalam lereng [9].

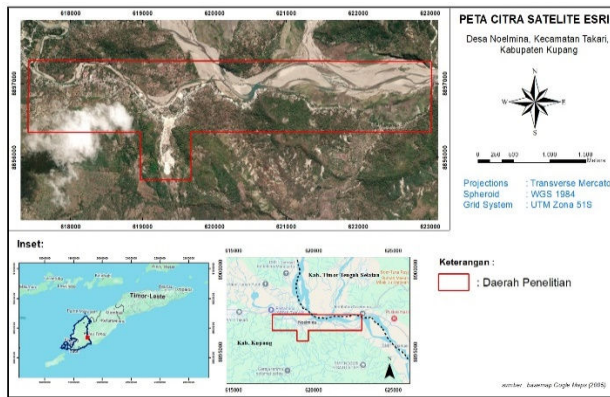
Dengan demikian, makalah ini membahas hasil penelitian mengenai faktor–faktor penyebab gerakan tanah di Desa Noelmina, Kecamatan Takari, Kabupaten Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Penelitian ini mencakup analisis kondisi geologi daerah penelitian untuk mengetahui sebaran batuan yang terdapat di lokasi penelitian, kondisi morfologi berupa variasi sudut kemiringan lereng yang berkembang, serta kondisi struktur geologi yang ada. Selain itu, penelitian ini juga mempertimbangkan kondisi curah hujan yang terjadi pada periode yang berdekatan dengan kejadian gerakan tanah, serta kondisi tata guna lahan di lokasi penelitian yang berpotensi memicu terjadinya gerakan tanah. Pengujian XRD terhadap sampel tanah dilakukan untuk mengidentifikasi jenis mineral lempung yang berperan dalam terjadinya gerakan tanah.

2. METODE

Lokasi penelitian terletak di Desa Noelmina, Kecamatan Takari, Kabupaten Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur, Indonesia. Penelitian ini dilakukan pada lereng jalan dan beberapa permukiman yang ada di sekitar lokasi penelitian. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan hasil pengamatan lapangan, gerakan tanah di lokasi penelitian terjadi pada tanggal 17 Februari 2023. Lokasi longsor tersebut berada pada koordinat 9°59'15"S 124°05'20"E. Gerakan tanah tersebut membuat akses jalan penghubung utama di beberapa kabupaten yang ada di Pulau Timor lumpuh

total karena tertutup material longsor seperti dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Lokasi penelitian di Kabupaten Kupang



Gambar 2. Lokasi longsor daerah penelitian yang menutup jalan.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Kajian data sekunder/referensi yang berkaitan dengan bencana tanah longsor di Desa Noelmina. Data sekunder tersebut berupa peta geologi regional, kondisi morfologi daerah penelitian, kondisi struktur geologi regional, kondisi tata guna lahan, dan data curah hujan lokasi penelitian.
- 2) Survei lapangan secara mendetail yang meliputi pengamatan litologi dan tanah lokasi penelitian, pengamatan kondisi tanah longsor, kondisi morfologi, struktur geologi, tata guna lahan dan curah hujan serta pengambilan sampel uji laboratorium.
- 3) Analisis data dilakukan terhadap hasil pengamatan langsung di lapangan dan data sekunder yang telah didapatkan serta pengujian hasil laboratorium untuk mengetahui faktor

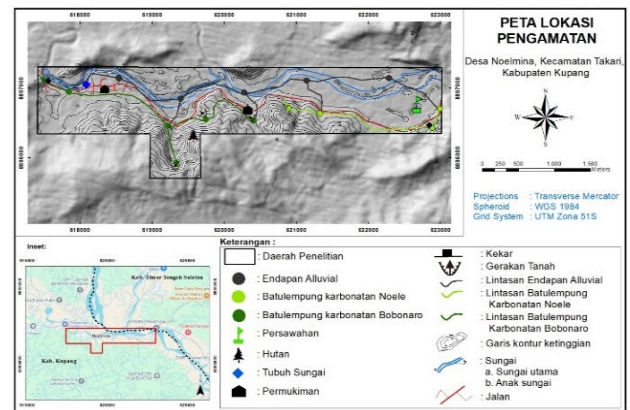
penyebab gerakan tanah yang terjadi di Desa Noelmina.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dalam penelitian ini dibagi menjadi beberapa aspek antara lain:

Lokasi Stasiun Pengamatan

Penelitian ini diawali dengan pengambilan data lapangan berupa pemetaan geologi permukaan, pemetaan geologi ini dilakukan dengan luas 3,26 km² yaitu sepanjang ruas jalan Trans Timor Raya Desa Noelmina. Pembuatan peta stasiun titik pengamatan (STA) dilakukan berdasarkan jenis batuan/tanah yang ada pada lokasi penelitian. Data lokasi pengamatan ditinjau berdasarkan kondisi geologi regional [6] diperoleh dari stasiun titik pengamatan litologi dan batuan. Peta lokasi pengamatan dapat dilihat pada Gambar 3.



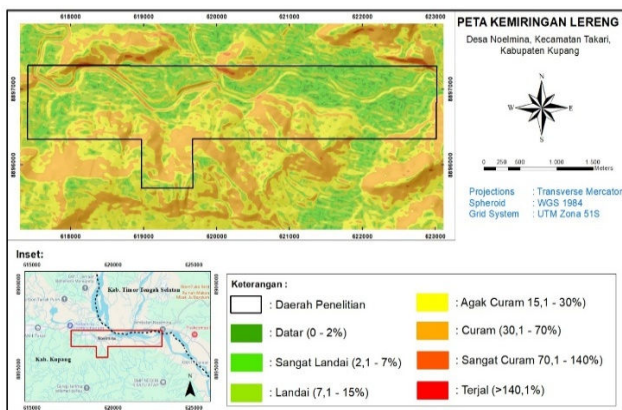
Gambar 3. Peta lokasi pengamatan

Jalur lintasan pada pemetaan geologi permukaan ditentukan berdasarkan jenis litologi, tingkat pelapukan batuan asal dan endapan pada lokasi penelitian. Dari hasil pemetaan geologi permukaan didapatkan 3 jalur lintasan yaitu, lintasan batulempung karbonatan Bobonaro, lintasan batulempung karbonatan Noele dan lintasan endapan alluvial.

Selain kondisi litologi permukaan, pengamatan juga dilakukan terhadap kondisi kejadian longsor, kondisi tataguna lahan dan pengamatan struktur geologi berupa kekar pada lokasi penelitian. Hasil dari penentuan lokasi pengamatan antara lain mengetahui titik-titik persebaran batuan di lokasi penelitian dengan jenis batuan berupa batulempung karbonatan Bobonaro, batulempung karbonatan Noele dan endapan Alluvial yang berada di sepanjang Sungai Noelmina, struktur geologi yang berkembang berupa kekar-kekar yang ada di lokasi penelitian, titik gerakan tanah yang terjadi di daerah penelitian dan persebaran tata guna lahan yang berada di lokasi penelitian.

Kondisi Morfologi Daerah Penelitian

Daerah penelitian memiliki ketinggian 100m-300m di atas permukaan laut yang bisa dilihat pada Gambar 4. Kondisi morfologi daerah penelitian diinterpretasikan melalui analisis data *Digital Elevation Model* (DEM) menggunakan aplikasi *software* ArcGIS. Hasil analisis berupa kemiringan lereng yang berada di lokasi penelitian dalam persen. Berdasarkan hasil analisis menggunakan aplikasi ArcGIS 10.8 dan pengamatan langsung pada lokasi penelitian yang mengacu pada klasifikasi Van Zuidam [10], daerah penelitian mempunyai kemiringan lereng yang cukup bervariasi. Terdapat tujuh kelas kemiringan yaitu area datar yang mempunyai kemiringan sebesar 0-2% kategori kelas lereng datar, 2,1-7% sangat landai, 7,1-15% landai, 15,1-30% agak curam, 30,1-70% curam, 70,1- 140% sangat curam, dan >140,1% terjal. Kejadian longsor terjadi pada kelas sudut lereng curam sampai sangat curam. Hal tersebut menunjukkan bahwa kemiringan lereng sangat berperan penting dalam terjadinya gerakan tanah di lokasi penelitian.



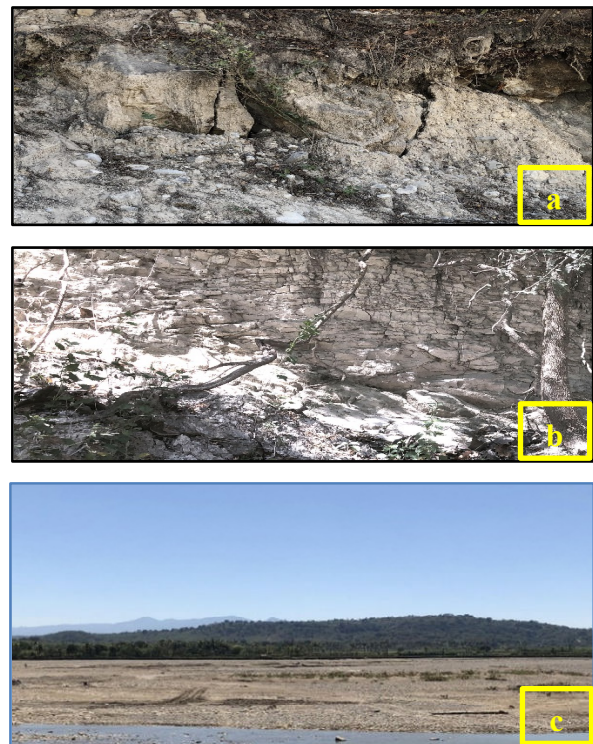
Gambar 4. Peta kemiringan lereng lokasi penelitian

Hasil analisis menunjukkan daerah penelitian terdiri dari daerah dengan kemiringan lereng sangat landai hingga sangat curam, dimana daerah rawan longsor terletak pada bagian selatan yang mempunyai kondisi kemiringan lereng agak curam hingga sangat curam.

Kondisi Geologi Daerah Penelitian

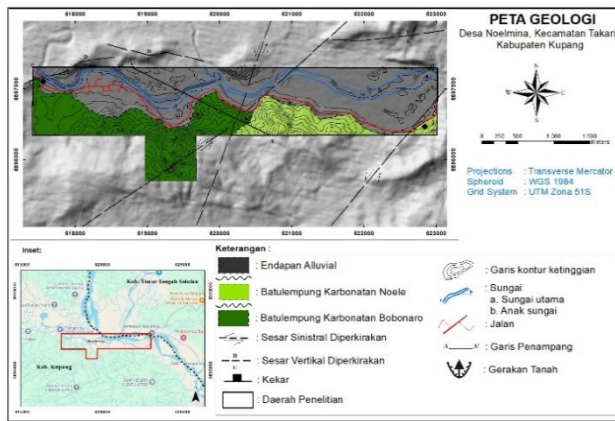
Berdasarkan hasil pengamatan lapangan dan juga dikorelasikan dengan data geologi regional Lembar Kupang-Atambua [6], sebaran batuan cukup bervariasi mulai kondisi segar, sedikit lapuk, hingga beberapa titik yang telah mengalami proses pelapukan yang cukup tinggi. Pada lereng jalan di daerah penelitian batuan mengalami pelapukan yang cukup intensif sehingga menyulitkan proses identifikasi yang membentuk lapisan tanah residu yang cukup tebal.

Kondisi batuan yang telah lapuk dan membentuk lapisan tanah yang tebal menjadi satu faktor penyebab terjadinya gerakan tanah. Jenis batuan yang ada di lokasi penelitian dibagi menjadi 3 jenis satuan litologi yaitu batu lempung karbonatan Bobonaro yang memiliki ciri ciri berupa warna abu-abu kehitaman dan warna segar abu-abu putih, struktur masif, dan semen karbonatan dengan komposisi mineral berupa mineral lempung; Batulempung karbonatan Noele mempunyai warna segar abu-abu kecoklatan dan warna segar putih keabuan dengan struktur masif dan semen karbonatan dengan komposisi mineral berupa mineral lempung; dan endapan alluvial yang merupakan endapan paling muda di lokasi penelitian berupa material lepas yang berada di sepanjang Sungai Noelmina yang tercakup dalam lokasi penelitian. Jenis batuan ini bisa dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. (a) Batulempung karbonatan Bobonaro, (b) Batulempung karbonatan Noele, (c) Endapan alluvial

Kejadian gerakan tanah di lokasi penelitian sangat dipengaruhi oleh kondisi geologi permukaan yang tercermin pada jenis batuan yang terkekarkan secara masif dan sangat mudah mengalami pelapukan. Kondisi persebaran geologi secara garis besar dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Peta geologi lokasi penelitian

Kondisi Struktur Geologi Daerah Penelitian

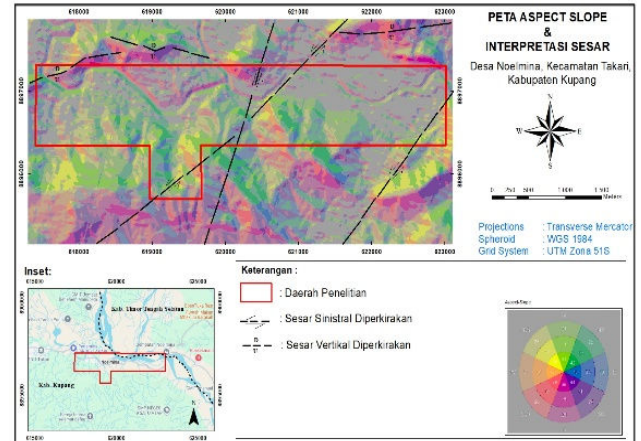
Kondisi struktur geologi dilakukan berdasarkan interpretasi kelurusan peta topografi, dan pengkajian pola – pola kelurusan dan *offset* bukit dan lembah pada data citra satelit (DEMNAS), peta geologi regional, peta topografi dan data survei lapangan. Identifikasi struktur geologi ini menggunakan data sekunder berupa analisis *offset* bukit dan lembah pada data citra satelit sedangkan data primer menggunakan data pengukuran langsung di lapangan berupa kedudukan batuan, dan bidang sesar.

Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian berupa struktur kekar dan sesar. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, kekar dapat langsung diamati langsung pada tubuh batuan, sedangkan struktur sesar hanya terbatas dan ditentukan berdasarkan interpretasi data *slope aspect* dan data kelurusan yang mengacu pada data geologi regional. Kekar secara umum ditemukan pada batulempung karbonatan Bobonaro dan batulempung karbonatan Noele yang bersifat *brittle*. Keberadaan kekar yang intensif pada tubuh batuan menjadi media utama masuknya air kedalam tubuh batuan sehingga mempercepat terjadinya pelapukan.

Berdasarkan hasil analisis citra satelit (DEMNAS) yang dikorelasikan dengan peta geologi regional lembar Kupang–Atambua [6] menggunakan *Arcmap 10.8*, didapatkan hasil berupa adanya jejak pergerakan *offset* bukit yang berpotongan dan adanya beda tinggi yang dapat diinterpretasikan sebagai sesar. Sesar yang terbentuk di lokasi penelitian antara lain sesar mendatar dan sesar naik yang tersaji dalam Gambar 7.

Data yang ditemukan di lapangan dengan acuan struktur geologi regional menunjukkan beberapa jenis sesar yaitu sesar mendatar sinistral yang ditunjukkan dan sesar vertikal yaitu sesar naik yang tercermin dari kelurusan pada peta interpretasi *aspect slope*. Kehadiran struktur sesar berupa sesar sinistral di lokasi penelitian, khususnya pada area titik longsor, merupakan salah satu faktor pengontrol

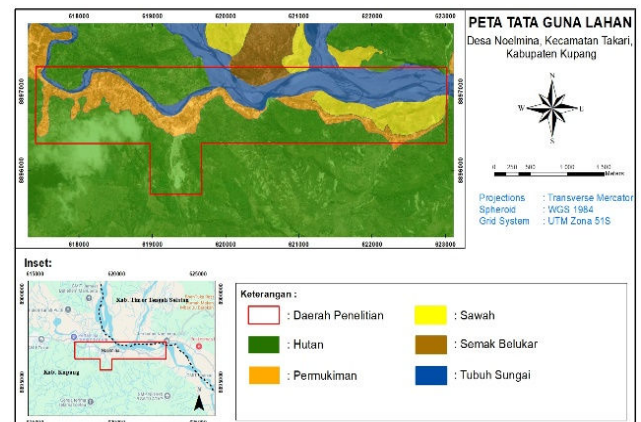
terjadinya gerakan tanah. Zona sesar tersebut berperan sebagai zona lemah yang ditandai oleh berkembangnya rekahan pada tubuh batuan, sehingga menjadi media bagi infiltrasi air ke dalam batuan. Kondisi ini menyebabkan penurunan kestabilan lereng dan pada akhirnya memicu terjadinya gerakan tanah.



Gambar 7. Aspect slope dan interpretasi sesar

Kondisi Tata Guna Lahan Daerah Penelitian

Kondisi tata guna lahan di daerah penelitian dipetakan berdasarkan digitasi *google maps 2008*. Serta diverifikasi dengan obesrvasi lapangan yang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Peta tata guna lahan lokasi penelitian

Berdasarkan peta tata guna lahan pada Gambar 8, area penelitian terdiri dari :

- 1) Tata guna lahan hutan yang dicirikan dengan lahan yang jarang atau belum pernah disentuh oleh manusia atau penduduk, tidak memiliki akses jalan, serta ditumbuhi pepohonan yang lebat dan berbagai jenis tumbuhan. Luas wilayah tata guna lahan hutan mempunyai luas wilayah $\pm 151,5$ ha area penelitian.
- 2) Tata guna lahan permukiman dicirikan dengan adanya perumahan penduduk yang secara berkelompok atau yang berada pada sepanjang jalan Trans Timor Raya, maupun jalan desa dan

kecamatan. Tata guna lahan permukiman mempunyai luas wilayah $\pm 75,3$ ha area penelitian.

- 3) Tata guna lahan persawahan dicirikan dengan area dataran yang digunakan sebagai lahan produktif. Tanaman yang ditanami pada area ini berupa tanaman padi. Tata guna lahan persawahan pada daerah penelitian mempunyai luas wilayah $\pm 46,2$ ha area penelitian.
- 4) Tata guna lahan tubuh sungai merupakan bagian dari tubuh sungai meliputi lembah sungai dan sungai itu sendiri. Tubuh sungai sendiri terisi oleh air maupun material endapan yang berada pada tubuh sungai yang mengalami proses transportasi. Tata guna lahan tubuh sungai pada daerah penelitian mempunyai luas $\pm 50,4$ ha area.

Kondisi tata guna lahan yang telah dijelaskan di atas dan telah dilakukan verifikasi dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. (a) Tata guna lahan hutan (b) tata guna lahan permukiman, (c) tata guna lahan persawahan (d) tubuh sungai

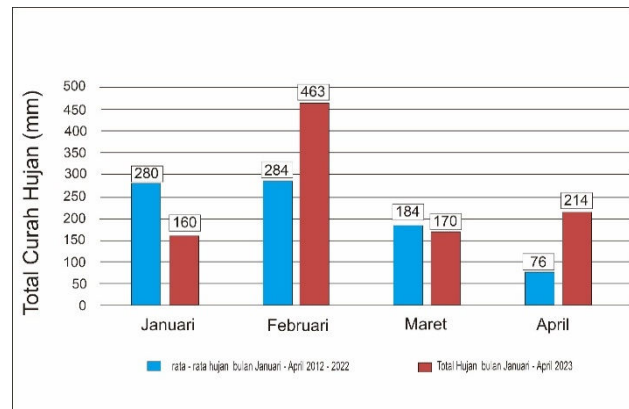
Secara garis besar lokasi penelitian didominasi oleh tata guna lahan hutan yang mempunyai daerah terluas dari lokasi penelitian dan kejadian longsor terjadi pada lokasi hutan. Namun, area longsor tersebut sangat dekat dengan lahan permukiman maupun jalur transportasi sehingga dapat membahayakan masyarakat sekitar atau kendaraan yang melewati daerah tersebut.

Kondisi Curah Hujan Daerah Penelitian

Curah hujan daerah penelitian memiliki intensitas yang cukup tinggi pada bulan – bulan tertentu. Intensitas curah hujan yang tercatat dalam beberapa bulan, yakni Januari, Februari, Maret dan April 2023,

yang diambil dari data satelit CHIRPS, dijadikan acuan untuk melihat pengaruhnya terhadap kejadian gerakan tanah di lokasi penelitian. Penggambaran data curah hujan mendapatkan hasil yang signifikan dimana kejadian gerakan tanah terdapat pada bulan yang mengalami intensitas curah hujan yang paling tinggi.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan data satelit CHIRPS (*Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Stations*) yang kemudian dianalisis menggunakan *Software ArcGIS 10.8* untuk mengetahui intensitas curah hujan di lokasi penelitian yang menunjukkan intensitas curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Februari 2023 dengan total hujan sebesar 463 mm yang dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik curah hujan daerah lokasi penelitian

Hasil analisis curah hujan menunjukkan bahwa peningkatan intensitas hujan berperan signifikan dalam memicu terjadinya gerakan tanah di lokasi penelitian. Perbandingan data curah hujan periode Januari–April selama 10 tahun terakhir (2012–2022) dengan periode yang sama tahun 2023 memperlihatkan anomali curah hujan yang tinggi, terutama pada bulan Februari dengan total curah hujan mencapai 463 mm. Total hujan yang tinggi pada bulan Februari menyebabkan peningkatan infiltrasi air ke dalam massa batuan dan tanah melalui rekahan batuan sehingga memicu terjadinya gerakan tanah. Selain itu, keberadaan litologi batulempung yang mempunyai ukuran butir halus dengan daya lolos air yang rendah memperkuat proses ketidakstabilan lereng akibat ketidakmampuan material tersebut dalam menyalurkan air sehingga drainase lereng tidak berjalan dengan baik.

Analisis Laboratorium

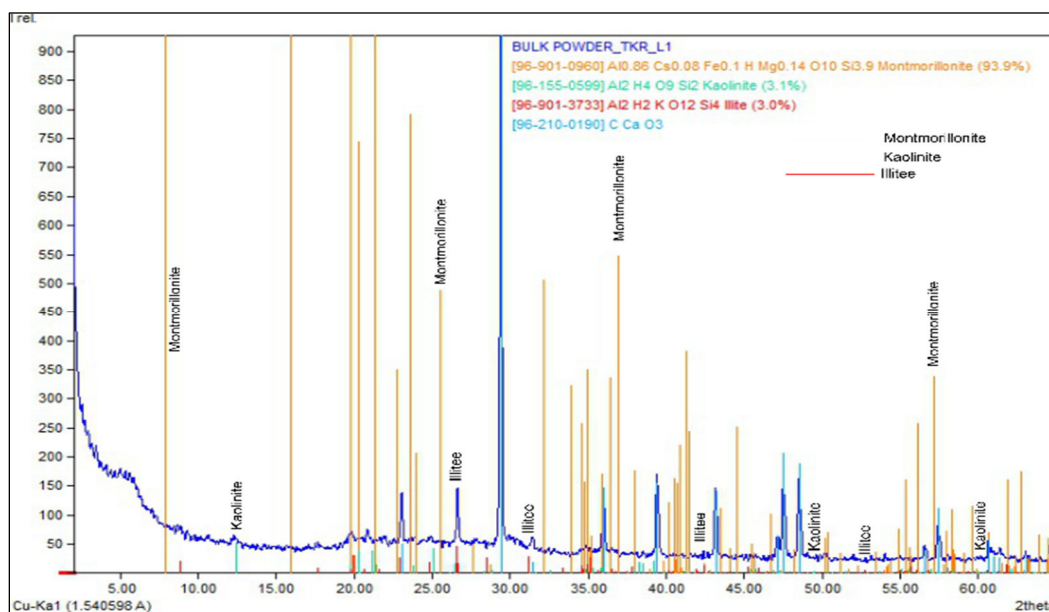
Analisis XRD (*X-ray Diffraction*) dilakukan untuk mengidentifikasi jenis mineral lempung yang terdapat di area lokasi penelitian. Dalam analisis ini, digunakan satu sampel berbentuk *bulk powder*.

Pelaksanaan analisis XRD sifatnya kualitatif, dengan tujuan utama mengidentifikasi kehadiran

mineral tanpa memperhitungkan presentasi mineral tersebut. Untuk memudahkan pengolahan data XRD berbasis kualitatif, penulis menggunakan perangkat lunak Match 3.0.

Selain itu, analisis data XRD didukung oleh berbagai referensi untuk memperkuat hasil penelitian. Jenis mineral yang dianalisis secara mendetail meliputi *montmorillonite*, *illite*, dan *kaolinite*. Data mengenai kandungan mineral lempung ekspansif dapat dilihat pada Gambar 11.

Berdasarkan hasil analisis XRD yang dilakukan dijumpai jenis mineral – mineral lempung yaitu *montmorillonite*, *illite*, dan *kaolinite* yang memiliki potensi tinggi untuk mengalami proses pengembangan di lokasi penelitian. Hal ini, memperkuat penelitian bahwa gerakan tanah yang terjadi dipengaruhi oleh kehadiran mineral lempung yang mudah mengalami kembang susut sehingga mengakibatkan terjadinya gerakan tanah pada lokasi penelitian.



Gambar 11. Grafik hasil analisis data XRD pada sampel tanah dari lokasi penelitian

Analisis Faktor Penyebab Gerakan Tanah

Faktor pengontrol yang menyebabkan terjadinya gerakan tanah di Desa Noelmina yaitu jenis batuan, struktur geologi yang berkembang, kondisi morfologi berupa kemiringan lereng, dan kondisi tata guna lahan, sedangkan faktor pemicunya berupa intensitas curah hujan. Faktor – faktor tersebut berperan sebagai pengontrol maupun pemicu terjadinya gerakan tanah di Desa Noelmina, yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

Berdasarkan hasil pemetaan geologi di Desa Noelmina dan sekitarnya jenis batuan yang dijumpai berupa batuan sedimen berfraksi halus yaitu batulempung karbonatan yang terbagi menjadi dua satuan yaitu batulempung karbonatan Bobonaro, satuan batulempung karbonatan Noele serta terdapat endapan sungai, hal ini menjadi salah satu faktor pendukung yang dapat menyebabkan terjadi gerakan tanah di Desa Noelmina. Hasil analisis XRD menunjukkan keterdapatannya mineral lempung ekspansif yang mempunyai sifat kembang susut tinggi atau ekspansif berupa *montmorillonite*, *illite*, dan *kaolinite*. Komposisi mineral yang bersifat

ekspansif tersebut dapat menyebabkan perubahan kondisi tanah atau batuan pada lereng yang apabila terisi oleh air hujan, dapat mengakibatkan ketidakstabilan lereng sehingga memicu terjadinya gerakan tanah di lokasi penelitian. Kondisi batuan yang mengalami proses pelapukan yang cukup tinggi juga menjadi pengontrol terjadinya gerakan tanah di lokasi penelitian. Selain itu juga batuan yang mendominasi daerah penelitian adalah batuan yang berfraksi halus dan mudah mengalami pelapukan, hal ini dibuktikan dengan ketebalan tanah yang cukup tebal pada daerah yang mengalami gerakan tanah.

Struktur geologi yang berkembang pada lokasi penelitian berupa kekar – kekar yang berkembang pada tubuh batuan juga menjadi pengontrol terjadinya gerakan tanah. Kekar-kekar pada batuan yang berkembang tersebut bertindak sebagai media untuk meloloskan air ke dalam batuan sehingga massa jenis batuan/tanah bertambah. Selain itu juga dikuatkan dengan banyaknya sesar mayor regional yang berkembang mengindikasikan bahwa daerah tersebut dipengaruhi oleh aktifitas tektonik yang membuat daerah penelitian menjadi tidak stabil.

Berdasarkan hasil pengamatan lapangan dan analisis kemiringan lereng dengan data *citra DEM* menunjukkan bahwa daerah penelitian mempunyai kemiringan lereng yang bervariasi dari datar hingga terjal. Kondisi lereng pada lokasi penelitian yang tidak stabil mempunyai kemiringan lebih dari 45° dan didominasi oleh material yang sudah mengalami pelapukan dan ketebalan tanah yang sangat tebal sehingga memudahkan terjadinya gerakan tanah pada lokasi penelitian. Data sudut kemiringan lereng menentukan seberapa besar pengaruh kekuatan gravitasi untuk memastikan pergerakan suatu objek; semakin besar sudut yang dihasilkan oleh suatu lereng, maka semakin kuat gaya gravitasi yang memastikan pergeseran lereng dan memungkinkan terjadinya longsoran.

Tata guna lahan memiliki pengaruh besar terhadap erosi dan gerakan tanah. Tata guna lahan seperti vegetasi dapat menahan tetesan air hujan sehingga memperlambat laju infiltrasi, dan mengarahkan limpasan dan kapasitas angkut aliran air [11]. Kondisi tata guna lahan yang mempunyai vegetasi rendah menunjukkan tingkat erosi yang lebih cepat dibandingkan dengan kondisi vegetasi yang lebih lebat sehingga rentan mengalami terjadinya gerakan tanah atau tanah longsor [12]. Berdasarkan titik – titik persebaran gerakan tanah terhadap persebaran tata guna lahan, maka dapat diketahui bahwa tata guna lahan yang memiliki pengaruh paling besar adalah tata guna lahan hutan yang berada pada lereng jalan dan juga tata lahan permukiman.

Curah hujan merupakan salah satu faktor pemicu terjadinya gerakan tanah yang berdampak langsung pada permukiman [13]. Curah hujan dengan intensitas yang tinggi dan berkepanjangan umumnya dapat memicu terjadinya gerakan tanah dimana dapat meningkatkan tekanan hidrostatik dan tekanan air pori dibawah permukaan. Curah hujan yang tinggi dapat memicu pergerakan pada lereng yang tersusun oleh tanah atau batuan yang dapat menyerap air dalam [9], misalnya pada tanah atau batuan lempung atau pasir. Kondisi hujan yang sangat lebat yang terjadi pada bulan Februari 2023 menunjukkan bahwa curah hujan memiliki peran penting sebagai pemicu terjadinya gerakan tanah. Air hujan yang langsung masuk ke dalam tubuh batuan/tanah menambah beban batuan/tanah pada lereng sehingga menjadikan lereng yang ada di lokasi penelitian menjadi tidak stabil dan terjadilah gerakan tanah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemaparan di atas, dapat disimpulkan bahwa:

1. Kondisi geologi di daerah penelitian didominasi oleh batulempung karbonatan yang memiliki fraksi halus dan tingkat pelapukan yang cukup

tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa daerah tersebut tidak stabil dan menjadi salah satu penyebab terjadinya gerakan tanah.

2. Kondisi lereng yang cukup curam dengan material yang mudah lapuk menyebabkan ketidakstabilan lereng di lokasi penelitian,
3. Keadaan struktur geologi berupa kekar yang cukup intens, serta zona patahan regional yang berfungsi sebagai salah satu faktor utama pengontrol terjadinya gerakan tanah.
4. Penggunaan lahan di sekitar lokasi penelitian bervariasi, meliputi hutan, permukiman, persawahan, dan tubuh sungai. Gerakan tanah lebih sering terjadi pada area lereng jalan yang berbatasan antara lahan hutan dan permukiman, menandakan bahwa tata guna lahan juga berkontribusi sebagai pemicu terjadinya gerakan tanah.
5. Curah hujan di daerah tersebut juga merupakan faktor penting dalam memicu gerakan tanah. Hujan dengan intensitas tertinggi terjadi pada bulan Februari 2023 bertepatan dengan kejadian longsor, sehingga dapat diidentifikasi sebagai pemicu utama gerakan tanah di lokasi penelitian.

Gerakan tanah di lokasi penelitian dipengaruhi oleh kondisi geologi yang tidak stabil, morfologi yang curam pada lokasi terjadinya gerakan tanah, struktur geologi, kehadiran mineral lempung ekspansif dan penggunaan lahan, dengan curah hujan yang tinggi menjadi faktor pemicu gerakan tanah terjadi.

Penelitian ini hanya membahas tentang faktor penyebab terjadinya gerakan tanah tanpa memperhitungkan keadaan stabilitas lereng di lokasi penelitian dan data curah hujan yang berupa data satelit tanpa data pengukuran langsung lewat stasiun meteorologi yang ada.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada pemerintah Provinsi Nusa Tenggara Timur dan masyarakat Desa Noelmina yang membantu memberikan informasi dan izin serta teman – teman yang turut serta membantu peneliti dalam melakukan kegiatan pemetaan lapangan dan pengambilan sampel di lokasi gerakan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. E. Geologi, *Laporan Tanggapan Bencana Gerakan Tanah*. Bandung, Indonesia: Badan Geologi, 2023.
- [2] Departemen Pekerjaan Umum, *Pedoman Konstruksi dan Bangunan: Rekayasa Penanganan Keruntuhan Lereng pada Tanah Residual dan Batuan*. Jakarta, Indonesia: Departemen Pekerjaan Umum, 2005. Departemen pekerjaan umum 2005.

- [3] N. Gofar and K. A. Kassim, *Introduction to Geotechnical Engineering, Part 1*. Singapore: Pearson Prentice Hall, 2007.
- [4] H. Singh, B. B. K. Huat, and S. Jamaludin, "Slope assessment system: A review and evaluation of current techniques used for cut slopes in the mountainous terrain of West Malaysia," *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, vol. 13, pp. 1–24, 2008.
- [5] D. Karnawati, *Geologi Umum dan Teknik*. Yogyakarta, Indonesia: Program Studi S2 Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada, 2005.
- [6] S. Suwitodirdjo and S. Tjokrosapoetro, *Peta Geologi Lembar Kupang–Atambua, Timor, Skala 1:250.000*. Bandung, Indonesia: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumber Daya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi, 1996.
- [7] D. D. Wicaksono, N. I. Setiawan, W. Wilopo, and A. Harijoko, "Teknik preparasi sampel dalam analisis mineralogi dengan X-Ray Diffraction (XRD) di Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada," in *Prosiding Seminar Nasional Kebumihan ke-10*, Yogyakarta, Indonesia, 2017, pp. 1864–1880. Wicaksono,
- [8] M. L. Lee, N. Gofar, and H. Rahardjo, "A simple model for preliminary evaluation of rainfall-induced slope instability," *Engineering Geology*, vol. 108, no. 3–4, pp. 272–285, 2009..
- [9] D. Karnawati, *Mechanism of Rain-Induced Landsliding in Java*. Yogyakarta, Indonesia, 1996.
- [10] R. A. van Zuidam, *Aerial Photo-Interpretation Terrain Analysis and Geomorphology Mapping*. The Hague, The Netherlands: ITC, Smith Publishers, 1985.
- [11] A. Akgun and N. Turk, "Mapping erosion susceptibility by a multivariate statistical method," *Environmental Earth Sciences*, 2011.
- [12] A. Yalcin and F. Bulut, "Landslide susceptibility mapping using GIS and digital photogrammetric techniques," *Geomorphology*, 2007.
- [13] U. Haque et al., "The human cost of global warming: Deadly landslides and their triggers (1995–2014)," *Science of the Total Environment*, 2019.

