

## ANALISIS MINERAL TANAH RAWAN LONGSOR MENGGUNAKAN X-RAY DIFFRACTION DI DESA SAWARU KABUPATEN MAROS

Rahmaniah<sup>a</sup>, Reskywijaya<sup>b</sup>, Ayu Sari Wahyuni<sup>a</sup>, Harsano Jayadi<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Jurusan Fisika, UIN Alauddin Makassar, Makassar 92113, Indonesia

<sup>b</sup> Program Studi Teknik Geologi, Universitas Tadulako, Palu 94118, Indonesia

### INFO ARTIKEL

#### Status artikel:

Diterima: 6 September 2019

Disetujui: 17 Desember 2019

Tersedia online: 25 Januari 2020

#### Kata kunci:

Landslides; Mineral; Slope Stability;

XRD

#### Penulis korespondensi:

Harsano Jayadi

Program Studi Teknik Geologi

Universitas Tadulako, Palu, Indonesia

Email: harsanoj@untad.ac.id

### ABSTRACT

The study of soil minerals structure has been conducted in the Sawaru village, Maros regency, South Sulawesi which is locally known to be the landslides-prone area. The aim of this research is basically to determine the mineral characteristics of the soil. The samples were taken randomly in three points with a depth of 75 cm at point 1 and 100 cm for the other. The structure of the samples was analyzed using X-Ray Diffraction (XRD) where the samples were placed in the high temperature and airtight containers. The results of XRD analysis showed that minerals contained at point 1 (75 cm in depth) were illite (69.3%) with a monoclinic structure, albit mineral (25.6%) with a triclinic structure and kaolinite (5.0%) with a triclinic structure. Samples at point II (100 cm depth) contained illite (67.2%), feldspar (23.9%) with monoclinic and merrillit (8.9%) with trigonal structures. Samples at point III (100 cm in depth) contained illite (55.9%), bobtraillite (22.2%) with a trigonal structure and feldspar (21.9%) with a monoclinic structure. The minerals observed at the sampling points are dominated by illite which is clay in nature. Such a mineral has been known to have an ability to initiate high plasticity in soil, leading to the slope instability.

Copyright © 2020 JGEOSREV-UNG

This open-access article is distributed under a

Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 International license

### 1. Pendahuluan

Secara geografis, Kabupaten Maros berada pada koordinat 40°45'–50°07" Lintang Selatan dan 109°205'–129°12" Bujur Timur. Daerah yang diidentifikasi rawan terjadi tanah longsor terletak di kecamatan Mallawa, Camba, Cenrana, Bantimurung dan Tompobulu. Desa sawaru adalah salah satu daerah yang terletak di kecamatan Camba dimana wilayah ini merupakan jalur pusat transportasi Bone–Makassar yang dicirikan dengan daerah dataran tinggi dan terbagi atas delapan daerah administrasi yang keseluruhannya memiliki topografi lembah dan berbukit dengan ketinggian 310 – 750 meter di atas permukaan laut. Menurut BPBD (2015) kabupaten Maros, desa Sawaru kecamatan Camba, kabupaten Maros merupakan daerah yang rawan bencana tanah longsor. Hal ini disebabkan oleh hujan deras, kondisi geologi daerah yang berupa tatanan litologi dan struktur batuan.

Menurut JICA (2008), batuan dasar di daerah penelitian tersusun dari formasi Tonasa, Formasi Camba dan Sedimen Kwartar yang terdiri dari endapan alluvial, batu kapur, batu pasir di sepanjang sungai sehingga berakibat pada banyaknya rongga-rongga terbatas pada batu kapur yang memiliki daya serap rendah sehingga menjadikan endapan batuan tersebut sebagai bidang gelincir longsor. Akibat dari bencana alam tersebut, BPBD (2015) kabupaten Maros mencatat bahwa pada tahun 2013 mencapai 15 KK korban bencana longsor. Berdasarkan kondisi daerah tersebut, penting dilakukan pengujian tentang mineral penyusun tanah rawan longsor dengan menggunakan X-Ray Diffraction (XRD) yang berupa karakteristik dan kandungan senyawa dari tanah yang dimiliki daerah tersebut. Oleh karena itu, dalam setiap mineral mempunyai susunan baik sifat fisis maupun kimia yang harus diketahui untuk mengevaluasi kondisi tanah sekitarnya (Sjarif, 1991).

Pada daerah yang topografinya cukup miring, terdapat adanya suatu perubahan sifat fisis dan kimia dari tanah yang nantinya sangat berpengaruh terhadap intensitas pelapukan (Gunn, 1974) dengan mineral lempung dibagian atas membentuk mineral kaolin dan mineral bagian bawah cenderung membentuk mineral montmorillonit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan karakteristik mineral tanah rawan longsor menggunakan XRD.



**Gambar 1.** Daerah tempat pengambilan sampel yang terdiri dari 3 titik yaitu titik I, titik II dan titik III dengan morfologi daerah tidak terlalu banyak pepohonan.



**Gambar 2.** Salah satu lokasi longsor di daerah penelitian, dimana terdapat reruntuhan tanah bercampur dengan pasir serta batuan yang cukup besar

## 2. Metode

Sampel tanah diambil di tiga titik yang berada di desa Sawaru dengan titik koordinat  $04^{\circ}54'38.4''$  Lintang Selatan dan  $119^{\circ}51'20.4''$  Bujur Timur. Penentuan tiga titik pengambilan sampel dilakukan secara random dengan morfologi pepohonan dan reruntuhan tanah dimana kedalamannya mencapai 75 cm untuk titik I sedangkan titik II dan III sebesar 100 cm (Gambar 1 dan 2).

Semua sampel tersebut dikemas dalam wadah yang kedap udara. Tahap berikutnya adalah menyiapkan sampel dan mengeringkannya dengan cara memberikan temperatur tinggi pada suhu  $50^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit dengan tujuan untuk menghilangkan kadar air yang terdapat pada sampel. Selanjutnya sampel yang telah dikeringkan kemudian di karakterisasi mineral penyusun tanahnya dengan menggunakan alat uji *X-Ray Diffraction* (XRD type -7000 SHIMADZU).

Spektroskopi XRD adalah salah satu teknik dalam menganalisa kandungan mineral baik dalam unsur fasa dan strukturalnya, dimana teknik yang digunakan dalam analisis ini adalah hukum Bragg dengan menerapkan perbedaan lintasan sinar X (Alimin et al., 2016). Dalam analisa lempung, penerapan sinar X digunakan dalam melakukan jenis mineralnya baik yang bersifat kuantitatif maupun kualitatif (Sjarif, 1991), sedangkan untuk mineral yang sifatnya agak susah diidentifikasi biasanya menggunakan analisis thermal (Sastiono, 1997).

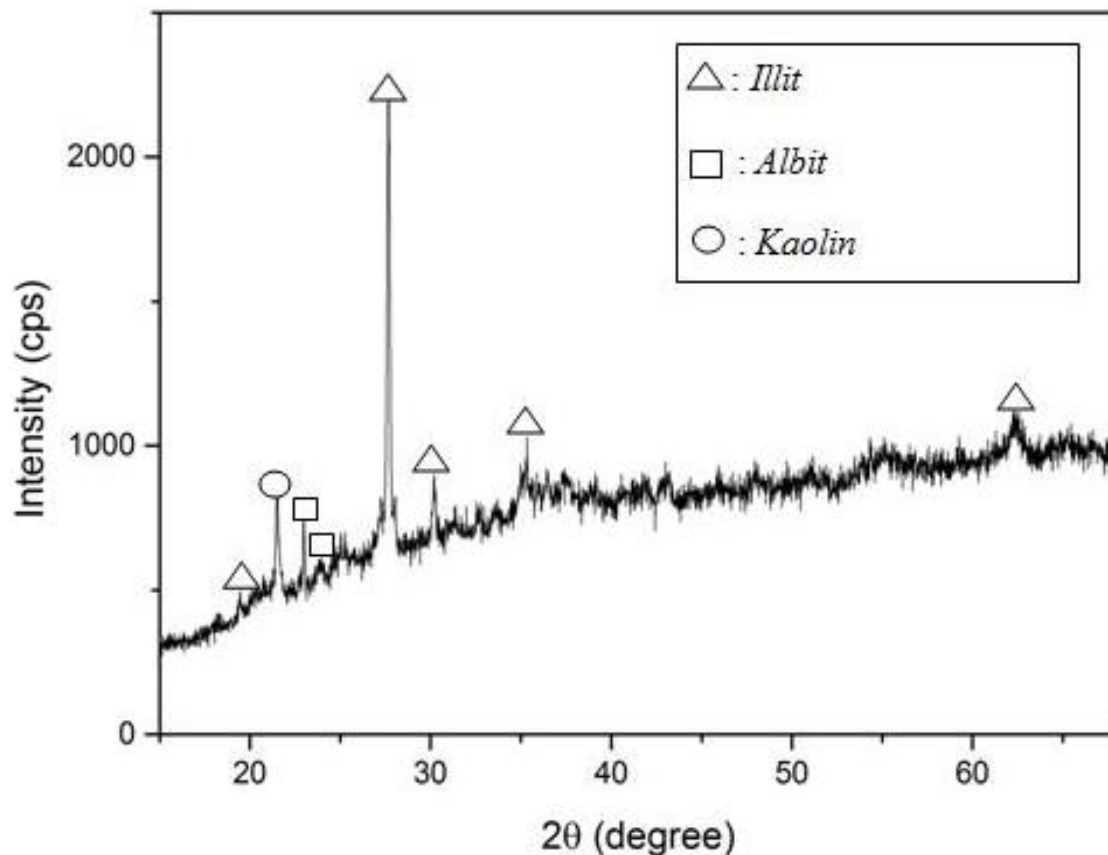
Hasil pengujian dengan menggunakan XRD akan menghasilkan Grafik difraktogram. Hasil tersebut selanjutnya diolah secara kualitatif dengan menggunakan bantuan *Software Search and Match*, dengan cara mencocokkan mineral pada setiap peak yang ada sehingga dapat memperlihatkan jenis-jenis dan kandungan mineral yang terkandung akan memberikan informasi tentang struktur mineral penyusun tanah yang terdapat pada sampel.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Sampel tanah di titik pertama (I) terletak pada koordinat  $4^{\circ}54'4.5''$  Lintang Selatan dan  $119^{\circ}51'22.6''$  Bujur Timur dengan kedalaman 75 cm dari permukaan. Kondisi tanah pada titik ini, nampak pada permukaan tanah agak berpasir dan lembek dan semakin ke bawah kondisi tanah terlihat agak basah dan lengket, seperti terlihat pada Gambar 3. Pada proses penggalian dijumpai beberapa batu namun



**Gambar 3.** Lokasi pengambilan sampel di titik I



**Gambar 4.** Mineral penyusun tanah di titik satu

masih dapat dipindahkan akan tetapi pada kedalaman 75 cm dari permukaan dijumpai batu yang besar dan tidak memungkinkan lagi untuk melakukan penggalian sampai 100 cm. Hal inilah yang menyebabkan sampel yang diambil pada titik pertama hanya pada kedalaman 75 cm dari permukaan, namun pada titik ini lokasinya tidak terlalu curam.

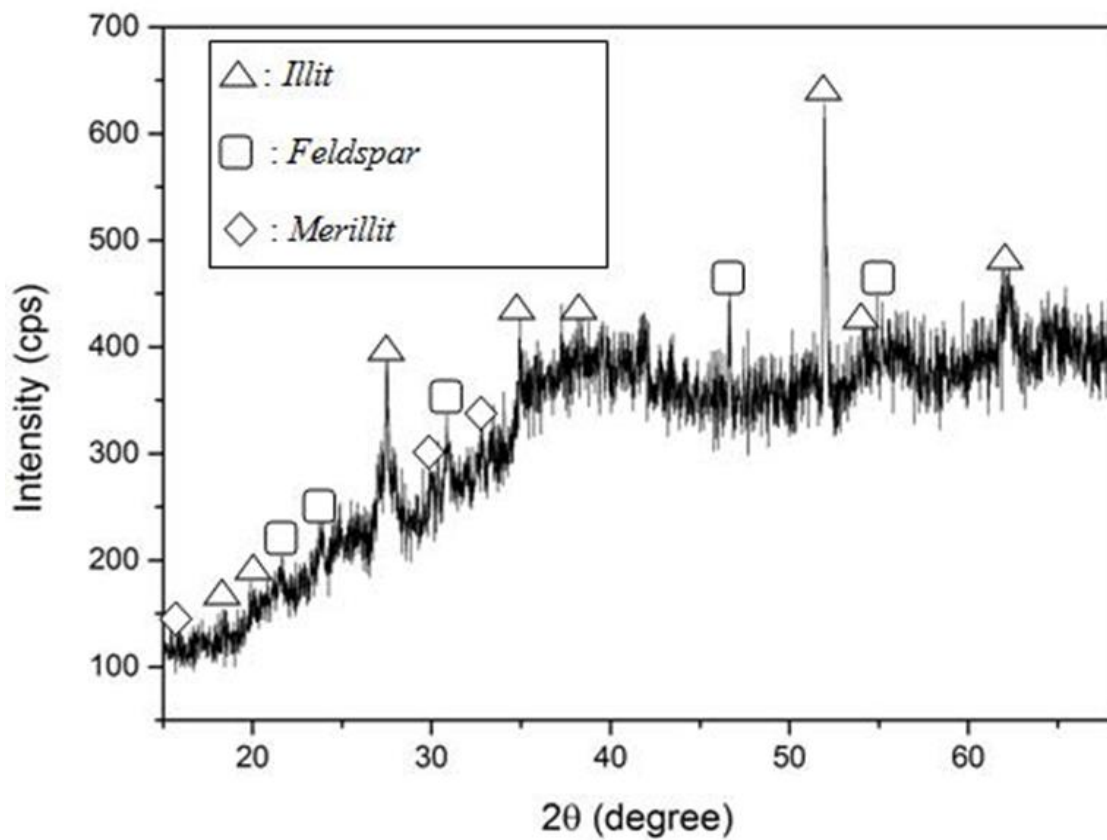
Berdasarkan hasil analisis XRD pada titik I ditampilkan dalam bentuk grafik difraktogram, yang kemudian dianalisis secara kualitatif dengan menggunakan *Software Search and Match* maka dapat diketahui jenis mineral yang terdapat pada sampel titik I yakni, *illit*, *albit* dan *kaolinite* dengan persentase sebagai berikut: a) mineral *Illit* (*Illite*) dengan sistem monoklinik: 69.3 %, b) Mineral *Albite* dengan sistem triklinik: 25.6 %, c) mineral *Kaolin* (*Kaolinite*) dengan sistem triklinik: 5.0 % (Gambar 4).

Dari analisis yang telah dilakukan terlihat bahwa *illit* merupakan mineral yang memiliki persentase tertinggi. *Illit* merupakan salah satu golongan mineral lempung yang memiliki sistem monoklinik dengan rasio perbandingan  $a = b \neq c$  yang artinya ketiga sumbu tersebut mempunyai panjang yang tidak sama yaitu sumbu  $b$  yang tidak sama dengan  $c$ , namun sumbu  $a$  tegak lurus terhadap sumbu  $b$  dan sudut kristalografi yaitu  $\alpha = \beta = 90^\circ = \gamma$ . Selanjutnya *albit* merupakan salah satu golongan mineral yang masuk dalam kelompok feldspar sedangkan *kaolin* sama halnya dengan *illit* yang merupakan golongan mineral lempung dengan sistem triklinik dengan rasio perbandingan yang artinya ketiga sumbunya tidak ada yang sama panjang memiliki sudut kristalografi  $\alpha = \beta = 90^\circ = \gamma$ . Berdasarkan keadaan geologinya, lokasi penelitian termasuk formasi Camba yang mana batuan yang terdapat pada formasi Camba adalah sedimen yang terdiri atas batu pasir atau tufaan yang bersilangan dengan tufa, batu lanau dan batuan vulkanik, dari batuan-batuan inilah yang ketika mengalami pelapukan kimia maka akan membentuk tanah lempung.

Pengambilan sampel pada titik kedua (II) dilakukan di koordinat  $4^\circ 54' 40,7''$  Lintang Selatan dan  $119^\circ 51' 21,0''$  Bujur Timur dengan kedalaman 100 cm dari permukaan, seperti terlihat pada Gambar 5. Kondisi lokasi pada titik ini sangat curam dan terlihat runtuhnya batuan dan tanah karena tepat pada lokasi ini yang merupakan titik yang telah terjadi longsor dan kondisi tanah dipermukaan terlihat lembek dan berpasir dan semakin ke bawah kondisi tanah terlihat basah dan lengket pada proses penggalian dijumpai beberapa batu namun masih dapat dipindahkan hingga sampel diambil pada kedalaman 100 cm.



**Gambar 5.** Lokasi pengambilan sampel di titik II



**Gambar 6.** Mineral penyusun tanah di titik dua

Analisis data dari hasil pengolahan XRD untuk titik II diperoleh jenis-jenis mineral yang terkandung pada sampel yakni *Illit*, *feldspar* dan *merillite* dengan persentase sebagai berikut: a) *Illit* dengan sistem monoklinik: 67.2 %, b) *Feldspar* dengan sistem monoklinik: 23.9 %, c) *Merrillite* dengan sisitem trigonal 8.9 % sebagaimana terlihat pada Gambar 6.



**Gambar 7.** Lokasi pengambilan sampel di titik III

Sama halnya dengan sampel titik I *illit* merupakan mineral yang memiliki persentase tertinggi, kemudian mineral *Feldspar*. Mineral *Feldspar* merupakan mineral yang terbentuk pada suhu tinggi yang karena proses pelapukan kimiawi dapat membentuk tanah liat dengan sistem monoklinik dengan rasio perbandingan  $a = b \neq c$  yang artinya ketiga sumbu tersebut mempunyai panjang yang tidak sama yaitu sumbu  $b$  yang tidak sama dengan  $c$ , namun sumbu  $a$  tegak lurus terhadap sumbu  $b$  dan sudut kristalografi yaitu  $\alpha = \beta = 90^\circ \neq \gamma$ . Merillit merupakan mineral yang memiliki kekuatan yang sangat rapuh dan memiliki struktur trigonal yang memiliki rasio perbandingan sumbu  $a = b = c$  artinya sumbu  $a$  dan  $b$  memiliki panjang yang sama tetapi tidak sama dengan sumbu  $c$  dengan sudut kristalografi  $\alpha = \beta = 90^\circ = \gamma \neq 90^\circ > 120^\circ$ . Lokasi pengambilan sampel titik II ini memiliki formasi yang sama dengan pengambilan sampel titik I yakni formasi Camba.

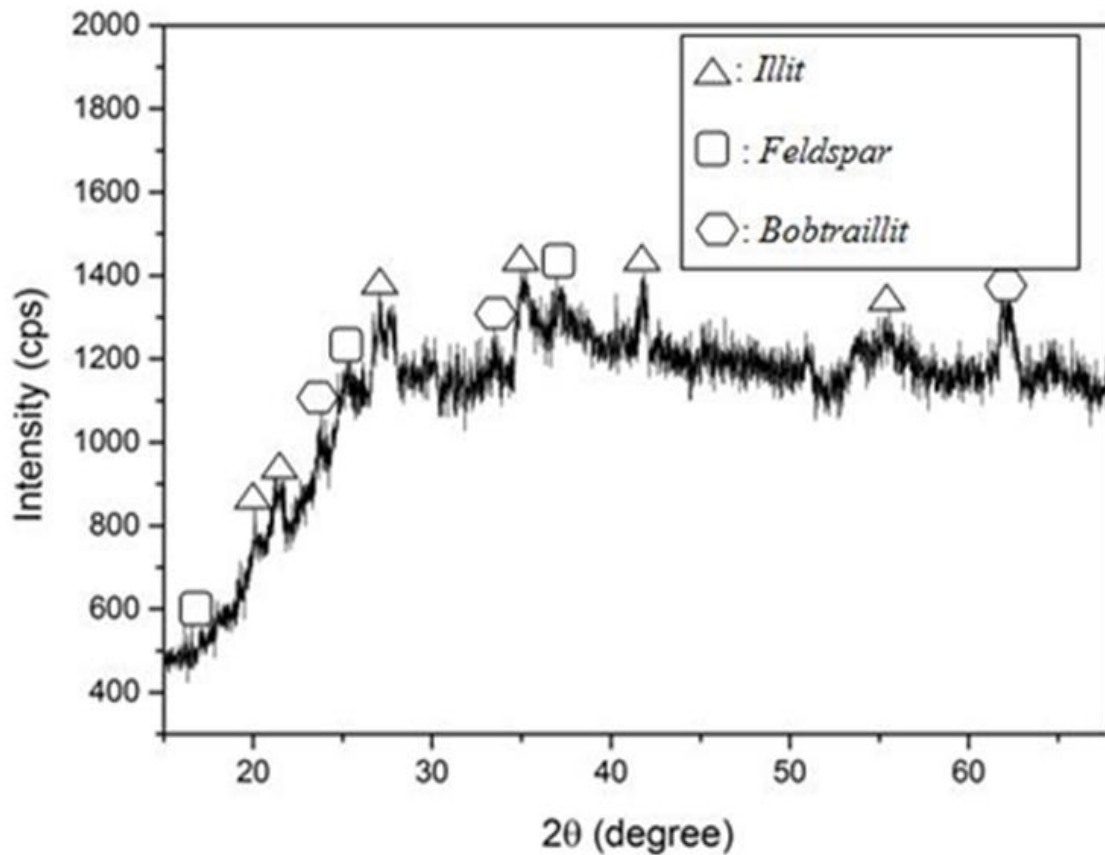
Pengambilan sampel pada titik ketiga (III) dilakukan di koordinat  $4^\circ 54'41,6''$  Lintang Selatan dan  $119^\circ 51'17,3''$  Bujur Timur dengan kedalaman 100 cm dari permukaan, seperti terlihat pada Gambar 7. Kondisi tanah pada titik ini yakni pada bagian permukaan terlihat lembab dan agak lengket.

Berdasarkan grafik difraktogram dari hasil analisis XRD yang tergambar pada setiap puncak grafik dapat diketahui mineral yang terkandung dalam sampel titik tiga yaitu *illit*, *bobtraillite* dan *feldspar* dengan persentase sebagai berikut: a) *Illit (Illite)* 55.9% dengan sistem monoklinik. b) *Bobtraillite* 22.2% dengan sistem trigonal c) *Feldspar* dengan sistem monoklinik 21.9 %, seperti terlihat pada Gambar 8. Jenis mineral yang terdapat pada sampel titik II dan titik III hampir sama dan kembali memperlihatkan bahwa mineral *illite* merupakan mineral yang memiliki persentase tertinggi.

Tanah liat yang terdiri dari mineral *Illite* merupakan salah satu bahan yang dominan di lingkungan tanah yang menjadi salah satu penyebab tanah longsor (Yalcin, 2007), hal ini juga diperoleh bahwa mineral lempung *Illite* dan *Montmorillonite* memiliki kadar yang lebih rendah sehingga kekuatan geser dan potensi pengembangan yang lebih tinggi akan terjadi potensi masalah tanah (Ohlmacher, 1930)

Berdasarkan klasifikasi dari Kanai – Omete – Nakajima yang dikutip dari buletin Meteorologi dan Geofisika No.4 Tahun 1998 bahwa klasifikasi tanah di daerah penelitian ini terdiri dari batuan alluvial, yang terdiri dari *sandy-gravel*, *sandy hard clay*, *loam* yang terbentuk dari sedimen delta, *top soil*, lumpur, tanah lunak, humus dan endapan lumpur. Dimana deskripsi ketebalan sedimennya merupakan ketebalan sedimen permukaan yang sangat tebal sehingga rawan terjadinya longsor.

Lapisan tanah liat (*clay*) yang kaya mineral *smektit* (lebih dari 90%) merupakan kendala yang cukup kritis dalam perilaku mekanika tanah, dimana minela ini cukup tahan di dalam kondisi kering tetapi



**Gambar 8.** Mineral penyusun tanah di titik III

cepat mengalami kehilangan kekuatan dalam kondisi basah. Oleh karena itu lapisan tanah liat yang mengandung *smektit* sangat penting dalam kestabilan lereng sehingga nilai plastisitasnya tinggi yang dapat menyebabkan tekanan pada bidang cukup vertikal mengalami kekuatan kandungannya (Azañón et al., 2010).

Nur Janna et al., (2017) menggunakan metode Geolistrik di daerah penelitian, diperoleh bahwa struktur batuan yang mendominasi dari daerah Desa Sawaru, Kecamatan Camba, Kabupaten Maros terdiri dari batuan lempung, lanau, kerikil batuan aluvium, tufa vulkanik, endapan lava dan terdapat air tanah di bawah permukaan, dengan bidang gelincir ditandai dengan lapisan lempung (clay) pada kedalaman 4–8 meter yang merupakan zona lemah. Dari unsur mineral *kaoline*, jika mempunyai kapasitas yang tinggi akan memberikan bagian untuk air agar masuk ke lapisan bawah, hal ini diakibatkan oleh mineral kaoline mempunyai sifat mudah retak (Priyono, 2012). Hal serupa juga untuk mineral lempung *semektite* yang mempunyai sifat mudah mengembang dan mengkerut, jika topografinya berada pada daerah ketinggian, akan membuat pergerakan tanah pada permukaan yang mengakibatkan adanya bahaya tanah longsor (Priyono, 2012).

Oleh karena itu, dengan menganalisis hasil pengujian dari ketiga sampel pada penelitian ini dengan menggunakan XRD terlihat pada grafik difraktogram di atas, terlihat bahwa *Illite* merupakan mineral yang memiliki persentase tertinggi dan terdapat di setiap sampel, selanjutnya mineral *Feldspar*, *Albit*, *Bobtraillite*, *Merillite* dan *Kaolinite* sehingga dapat dikatakan bahwa mineral yang mendominasi pada setiap sampel adalah mineral lempung yang merupakan mineral gelas (*amorf*), hal inilah yang menyebabkan rekaman XRD yang tergambar pada grafik difraktogram tidak memperlihatkan puncak-puncak kristal yang menonjol. Hal serupa juga diungkapkan (Husain, 2015), beberapa jenis mineral lempung dimana terdapat mineral lain seperti mineral plagioklas, piroksin, kalsit dan kuarsa yang nantinya akan membentuk mineral lempung lain dalam penyusunan tanah. Di lain hal, beberapa mineral juga berpengaruh terhadap kualitas tanah yang menyebabkan menurunnya kualitas lereng, yaitu mineral *Illite*, *Kaolinite*, *kaolinite* dan *klorite*, hal ini dikarenakan mineral ini mempunyai sifat plastisitas yang tinggi (Husain, 2015).

*Feldspar* dan *Albit* merupakan mineral penyusun dimana ketika mineral ini mengalami pelapukan kimia maka akan menghasilkan mineral lempung yang berupa *illite*, *montmorilonit*, *kaolonite*, *vermikulit*

dan *smektit*. Keberadaan mineral-mineral tersebutlah yang menyebabkan daerah penelitian menjadi daerah yang rawan terhadap longsor.

Sebagaimana dengan penjelasan di atas bahwa *Feldspar dan Albit* menghasilkan mineral lempung berupa *Smektit* (Shuzui, 2001) yang mana mineral ini memiliki resistensi gesekan lebih rendah yang sebanding dengan meningkatnya kandungan tanah liat.

Zona longsor juga disebabkan oleh karakteristik geokimia (Wen et al., 2004) yang dihadirkan oleh banyaknya batuan lempung, konsentrasi ukuran tanah liat dalam zona longsor tersebut serta adanya oksidasi dan kondisi drainase yang jelek sehingga dapat mereduksi kondisi daerah yang terjadi longsor tersebut.

Hal serupa juga dibuktikan oleh Yanti et al., (2018), bahwa kehadiran mineral lempung *hallosite*, *kaolinite*, dan *illite* di daerah jalur transek Liwa-Bukit Kemuning merupakan endapan yang belum terkonsolidasi dengan baik, demikian pula dengan penelitian yang dilakukan oleh Blyth & de Freitas (2005).

#### 4. Kesimpulan

Keterdapatannya adanya mineral lempung *Illite*, *Feldspar* dan *Bobtraillite* di lokasi penelitian desa Sawaru Kabupaten Maros merupakan jenis endapan yang tidak terkosolidasi dengan baik sehingga berakibat adanya potensi bahaya tanah longsor apalagi dalam keadaan musim penghujan. Di daerah ini juga, dengan menggunakan metode mikrotremor diperoleh jenis tanah bersifat aluvial hasil dari sedimen delta top soil dan lumpur dengan frekuensi dominan tanahnya antara 0,73 Hz – 8,27 Hz dan hasil dari penelitian geolistrik menunjukkan bahwa daerah penelitian terdiri dari batuan lempung, lanau, kerikil batuan aluvium, tufa vulkanik, endapan lava dan terdapat lapisan air tanah di bawah permukaan dengan kedalaman bidang gelincir 4-8 meter. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya penataan lereng secara efisien dan akurat untuk mengurangi dampak yang terjadi jika adanya kejadian tanah longsor.

#### 5. Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada para asisten laboratorium fisika dalam pengambilan datanya dan kepada Kepala Desa Sawaru atas izin yang diberikan kepada kami untuk pengambilan data.

#### 6. Referensi

- Alimin, Maryono, Putri, S., Eka. (2016). Analisis Kandungan Mineral Pasir Pantai Losari Kota Makassar Menggunakan XRF Dan XRD. *Jurnal Chemica*, Universitas Negeri Makassar 17, 19–23.
- Azañón, J.M., Azor, A., Yesares, J., Tsige, M., Mateos, R.M., Nieto, F., Delgado, J., López-Chicano, M., Martín, W., Rodríguez-Fernández, J. (2010). Regional-scale high-plasticity clay-bearing formation as controlling factor on landslides in Southeast Spain. *Geomorphology* 120, 26–37. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2009.09.012>
- [BPBD] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Maros, (2015). *Peta Rawan Longsor Kota Maros*.
- Blyth, F. G. H. & de Freitas, M. H. (2005). *A geology for engineers*. 7th Ed. Elsevier Butterworth-Heinemann. Available at: [http://csl.isc.irk.ru/BD/Books/Blyth Freitas - Geology for Engineers.pdf](http://csl.isc.irk.ru/BD/Books/Blyth%20Freitas%20-%20Geology%20for%20Engineers.pdf).
- Gunn, R.H. (1974). A soil catena on weathered basalt in Queensland. *Soil Research* 12, 1–14.
- Husain, R. (2015). *Geokimia Mineral Lempung Dan Implikasinya Terhadap Gerakan Tanah*. Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Makassar.
- [JICA] Japan International Cooperation Agency. (2008). Republik Indonesia Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. Studi Pengembangan Jaringan dalam Arteri Di Pulau Sulawesi dan Studi Kelayakan Jalan Arteri Prioritas Di Provinsi Sulawesi Selatan.
- Nur Janna, et al., (2017). Identifikasi Struktur Batuan Daerah Rawan Longsor Di Kecamatan Camba Kabupaten Maros Berdasarkan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner. *Jurnal JFT*, 1(4), 9-16.
- Ohlmacher, G.C. (1930). The Relationship Between Geology and Landslide Hazards of Atchison, Kansas, and Vicinity 16.
- Priyono, K.D. (2012). Kajian Mineral Lempung pada Kejadian Bencana Longsor Lahan di Pegunungan Kulonprogo Daerah Istimewa Yogyakarta. *For. Geo.* 26, 53. <https://doi.org/10.23917/forgeo.v26i1.5050>



- Sastiono, A. (1997). Diktat Kuliah Mineralogi Lempung. Program Studi Ilmu Tanah, Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Shuzui, H. (2001). Process of slip-surface development and formation of slip-surface clay in landslides in Tertiary volcanic rocks, Japan. *Engineering Geology* 61, 199–220. [https://doi.org/10.1016/S0013-7952\(01\)00025-4](https://doi.org/10.1016/S0013-7952(01)00025-4)
- Sjarif, S. (1991). Metode Analisis Mineral Liat. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Wen, B.-P., Duzgoren-Aydin, N.S., Aydin, A. (2004). Geochemical characteristics of the slip zones of a landslide in granitic saprolite, Hong Kong: implications for their development and microenvironments. *Env Geol* 47, 140–154. <https://doi.org/10.1007/s00254-004-1145-6>
- Yalcin, A., (2007). The effects of clay on landslides: A case study. *Applied Clay Science* 38, 77–85. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2007.01.007>
- Yanti, E.D, et al.,. (2018). Karakteristik Mineral Lempung Pada Jalan Rawan Longsor Jalur Liwa-Bukit Kemuning Berdasarkan Analisis SEM dan XRD. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 14(2), 93-99