

Analisis Pengaruh Jenis Batuan dan Sesar Aktif terhadap Potensi Pergerakan Tanah (Studi Kasus: Cianjur)

Rofiatul Ainiyah^{1*}, Adi Wibowo¹

¹Departemen Geografi, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received 15 August 2023

Accepted 11 Januari 2024

Available online 30 April 2024

Kata Kunci:

Jenis Batuan; Sesar;
Gerakan Tanah; SIG

Keywords:

Rock Type; Fault; Land
Movement; GIS

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara kepulauan dan berada diantara tiga lempeng yaitu lempeng Eurasia, lempeng pasifik, dan lempeng Indo-Australia, Indonesia juga memiliki banyak gunung api yang masih aktif. Dengan kondisi tersebut, Indonesia memiliki ancaman bahaya yang beragam seperti gempa bumi, tsunami, banjir, letusan gunung api, dan gerakan tanah salah satunya yaitu longsor. Faktor yang mendorong terjadinya gerakan tanah adalah faktor alami dan manajemen. Salah satu faktor alami yaitu jenis batuan. Batuan vulkanik merupakan batuan yang mudah lapuk sehingga mudah terlepas dan menyebabkan terjadinya gerakan tanah. Kabupaten Cianjur terdiri dari batuan vulkanik dengan besaran 70,74% dari luasan wilayah. Kabupaten Cianjur juga dilewati dua buah sesar, yaitu sesar Cimandiri dan Cugenang. Aktifitas sesar dapat menyebabkan gempa bumi yang dapat memicu terjadinya gerakan tanah. Oleh karena itu dengan dua kombinasi faktor alam yang mendinging terjadinya bencana gerakan tanah maka mayoritas wilayah di Kabupaten Cianjur memiliki potensi yang tinggi terjadinya gerakan tanah. Dalam radius 500 meter dari sesar, wilayah tersebut masuk ke dalam zona rawan gerakan tanah dengan kelas tinggi.

ABSTRACT

Indonesia is an archipelago country and is located between three plates, namely the Eurasian plate, the Pacific plate, and the Indo-Australian plate. Indonesia also has many active volcanoes. Under these conditions, Indonesia has various hazards such as earthquakes, tsunamis, floods, volcanic eruptions, ground motions, and landslides. Factors driving the occurrence of ground motion are natural factors and management. One of the natural factors is the type of rock. Volcanic rocks are easily weathered so that they are quickly released and cause ground movements. Cianjur Regency consists of volcanic rocks with a magnitude of 70.74% of the area. Cianjur Regency is also crossed by two faults, namely the Cimandiri and Cugenang faults. Fault activity can cause earthquakes that trigger ground movements. Therefore, with two combinations of natural factors that lead to landslides, most areas in Cianjur Regency have a high potential for landslides to occur. Within a radius of 500 meters from the fault, the area is in a zone prone to ground motion with a high class.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2024 by Author. Published by Universitas Pendidikan Ganesha.



* Corresponding author.

E-mail addresses: rofiatulainiyah@gmail.com, adi.w@sci.ui.ac.id

1. Pendahuluan

Indonesia berada pada pertemuan tiga lempeng yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Pasifik, dan Lempeng Indo-Australia, dimana ketiga lempeng tersebut saling bergeser dan menekan berbagai patahan yang ada di Indonesia sehingga dapat memicu bahaya gempa dan tsunami (Husein, 2016). Sehingga di Indonesia memiliki ancaman bahaya alam yang banyak seperti longsor, banjir, letusan gunung api, tsunami, dan gempa bumi (Heradian & Arman, 2015). Kondisi Indonesia yang membentuk morfologi tinggi, patahan, dan batuan vulkanik yang mudah rapuh dan juga iklim Indonesia yang tropis basah, sehingga menyebabkan potensi longsor sangat tinggi (Naryanto et al., 2019).

Menurut data yang dilaporkan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB, 2022), bencana alam yang terjadi sepanjang tahun 2022 di Indonesia sebanyak 3461 bencana alam seperti gempa bumi, erupsi gunung api, longsor, kebakaran lahan dan hutan, banjir, cuaca ekstrem, gelombang pasang dan abrasi, serta kekeringan. Jumlah kejadian bencana longsor di Indonesia selama tahun 2022 sendiri sebanyak 628 kejadian. Longsor terjadi akibat adanya pergeseran material lereng akibat gaya penahan lebih kecil dari gaya pendorongnya (Sestras et al., 2022). Gaya pendorong dipengaruhi oleh intensitas curah hujan yang tinggi, lereng yang curam, serta adanya lapisan yang kedap air (Karnawati et al., 2007; Priyono, 2015). Selain faktor alam, terjadinya bencana longsor juga disebabkan oleh faktor manusia seperti penggunaan lahan, infrastruktur, dan kepadatan penduduk (Haribulan et al., 2019). Indonesia sendiri memiliki 918 lokasi rawan bencana (Munttoharr, n.d.).

Di Indonesia peristiwa pergerakan tanah akibat aktivitas gempa bumi yang menyebabkan pergerakan tanah seperti terjadi di Majene, Sulawesi Barat tahun 2021 (Yuwana et al., 2021), Maluku Tenggara Barat di Januari 2023 (BMKG, 2023). Gempa yang besar dan dekat dapat menyebabkan getaran tanah yang besar, jenis tanah berupa endapan sedimen dan lunak dapat memperkuat terjadinya getaran dan dapat menyebabkan pergerakan tanah (BMKG, 2023). Oleh karena itu, kekuatan gempa berbanding lurus dengan pergerakan tanah (Sunarti et al., 2015). Selain diakibatkan karena aktivitas gempa bumi, pergerakan tanah juga dapat terjadi akibat adanya hujan dengan intensitas yang tinggi. Seperti yang terjadi di Kabupaten Bogor pada 14 September 2022 (Santoso, 2023), kemudian di Kota Bogor di 12 Oktober 2022 (Badan Geologi, 2022). Menurut laporan berdasarkan survei lapangan setelah terjadinya pergerakan tanah oleh Badan Geologi, batuan di Kabupaten Bogor merupakan batuan singkapan batulemping hitam yang melunak jika berinteraksi dengan air (Santoso, 2023). Sehingga hujan yang terus menerus dengan intensitas yang tinggi dapat menyebabkan pergerakan tanah.

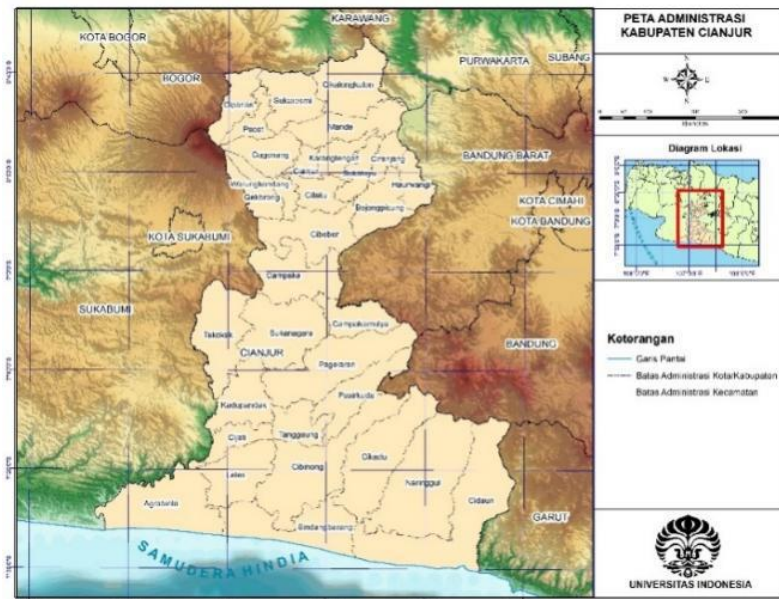
Sistem Informasi Geografis (SIG) dan *remote sensing* (RS) merupakan sebuah teknik yang dapat digunakan untuk melakukan investigasi kerentanan longsor dari data-data inputan seperti sejarah kejadian longsor dan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi (Patil et al., 2020). Dalam melakukan pemetaan rawan bencana diperlukan data-data yang dapat memicu terjadinya longsor, data tersebut antara lain data curah hujan, jenis tanah, jenis batuan, tutupan lahan, dan kemiringan lereng (Haribulan et al., 2019; Rusdiana et al., 2021; Sitanala et al., 2017).

Kabupaten Cianjur merupakan salah satu kabupaten yang sering terjadi pergerakan tanah dan longsor. BNPB (2022), melaporkan sebanyak 250 kejadian longsor yang terjadi di Kabupaten Cianjur. Longsor yang terjadi di Kabupaten Cianjur mayoritas disebabkan karena curah hujan yang tinggi. Selain itu, gempa yang terjadi di Cianjur pada 21 November 2022 juga menyebabkan longsor di beberapa titik, salah satunya di Kecamatan Cugenang (Selamet, 2022). Menurut Devatama & Sutriyono, (2022), bahwa pergerakan sesar merupakan salah satu faktor dalam menentukan zona rawan Gerakan tanah atau batuan. Oleh karena itu, dalam penelitian kali ini akan dilakukan pembuatan zona kerentanan Gerakan tanah/batuan menggunakan variable jenis batuan dan letak sesar atau patahan.

2. Metode

1. Lokasi Penelitian

Kabupaten Cianjur terletak di Provinsi Jawa Barat dimana sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Bogor dan Kabupaten Purwakarta, sebelah selatan berbatasan dengan Samudra Hindia, sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Sukabumi dan Kabupaten Bogor, sedangkan sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Bandung, Kabupaten Bandung Barat, dan Kabupaten Garut. Kabupaten Cianjur terletak di posisi koordinat 1060 42' – 1070 25' Bujur Timur dan 60 21' – 70 25' Lintang Selatan, dengan topografi yang bervariasi dari 7-2.962 mdpl. Luas Kabupaten Cianjur adalah 3.614 km² (BPS, 2022).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu jenis batuan dan peta sesar. Jenis batuan diperoleh dari <https://www.indonesia-geospasial.com/> (Gambar.2) dan peta sesar diperoleh dari BMKG (Gambar.3). Data jenis batuan dan sesar di Kabupaten Cianjur kemudian diolah menggunakan perangkat lunak sistem informasi geografis (SIG). Metode yang digunakan untuk mendapatkan zona rawan longsor di Kabupaten Cianjur menggunakan data jenis batuan dan sesar menggunakan metode *overlay*. Metode *overlay* dalam SIG adalah dengan mengolah dua atau lebih data spasial untuk mendapatkan informasi baru (Fachri et al., 2022). Dalam penelitian ini data jenis batuan di-*overlay* dengan data sesar untuk mendapatkan zona rawan pergerakan tanah. Atribut dari masing-masing data spasial diberikan skor (Tabel.1; Tabel.2) yang menunjukkan tingkat kerawanan pergerakan tanah (Arumugam et al., 2023)

Nilai pemberian skor untuk masing-masing jenis batuan bersumber dari hasil penelitian Puslittanak (2004) yang kemudian digunakan dalam penelitian yang dilakukan oleh Rusdiana et al., (2021). Sedangkan pemberian skor untuk pengaruh sesar terhadap gerakan tanah menggunakan skoring dari penelitian Devatama & Sutriyono, (2022). Data spasial sesar terdapat dalam format garis, sehingga perlu dilakukan *buffer* sesuai jarak yang terdapat di tabel 2, selanjutnya hasil *buffer* tersebut dilakukan pemberian skor berdasarkan jarak tersebut. Jenis batuan dan *buffer* jarak sesar yang telah diberikan pembobotan maka selanjutnya dilakukan analisis menggunakan *overlay* untuk mendapatkan zona rawan gerakan tanah. Software yang digunakan untuk melakukan pengolahan data spasial tersebut yaitu menggunakan ArcGIS ver 10.8.

Tabel 1.

Skor jenis batuan. Sumber: Puslittanak (2004) dalam (Rusdiana et al., 2021)

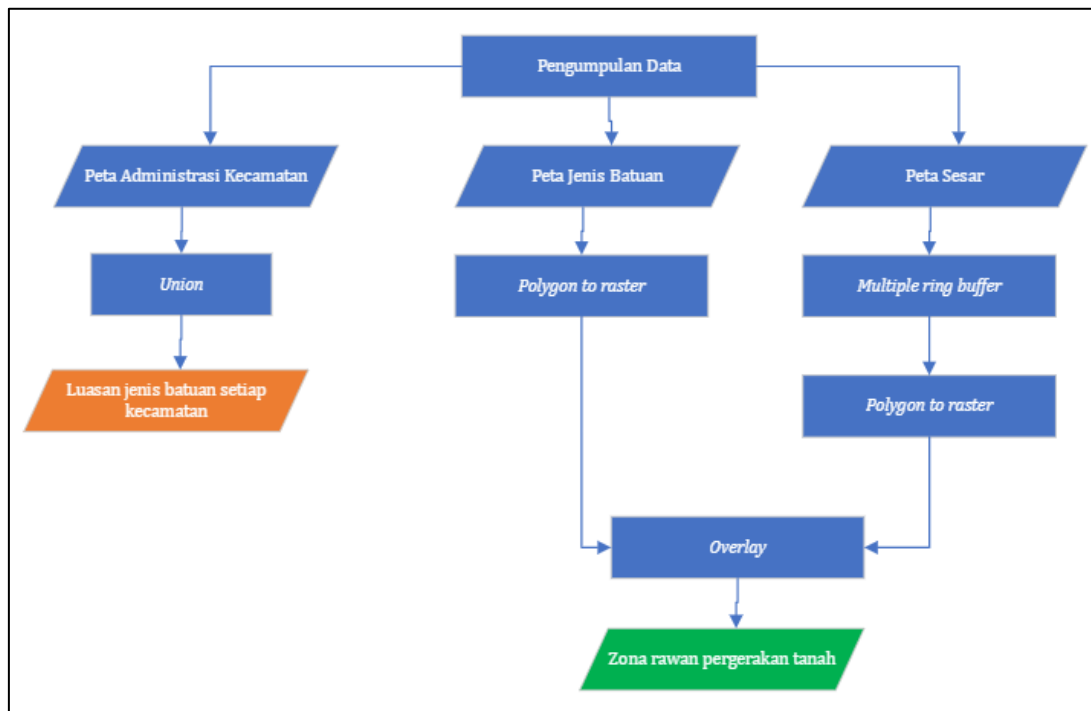
Jenis Batuan	Skor
Batuan Alluvial	1
Batuan Sedimen	2
Batuan Vulkanik	3

Tabel 2.

Skor jarak dari sesar. Sumber: Alparslan (2008) dalam (Devatama & Sutriyono, 2022)

Jarak dari Sesar (m)	Skor
0-500	5
501-1500	4
1501-3000	3
3000-501	2
5001-7500	1

Untuk mengetahui tingkat kerawanan pergerakan tanah berdasarkan jenis batuan, maka dilakukan analisis spasial berupa union data jenis batuan terhadap administrasi setiap kecamatan di Kabupaten Cianjur dan dihitung luasnya. Analisis jenis batuan yang dapat menjadi faktor pendorong terjadinya pergerakan tanah dilakukan secara studi literatur.



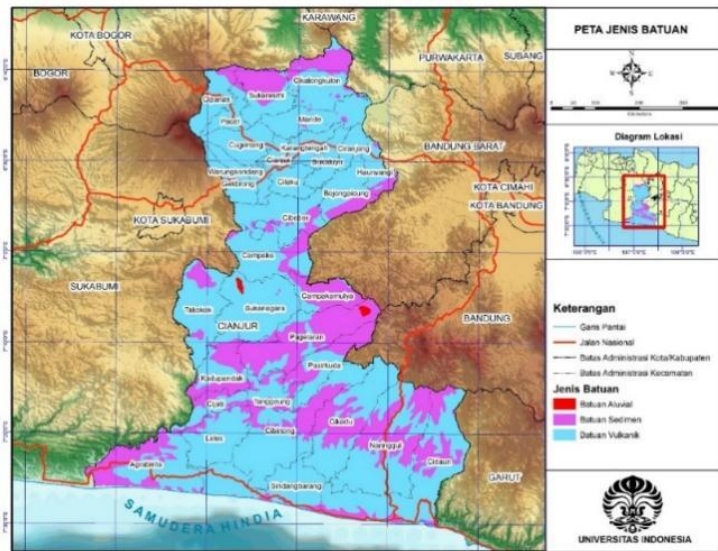
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan pembahasan

1. Analisis Pengaruh Jenis Batuan Terhadap Besarnya Resiko Pergerakan Tanah

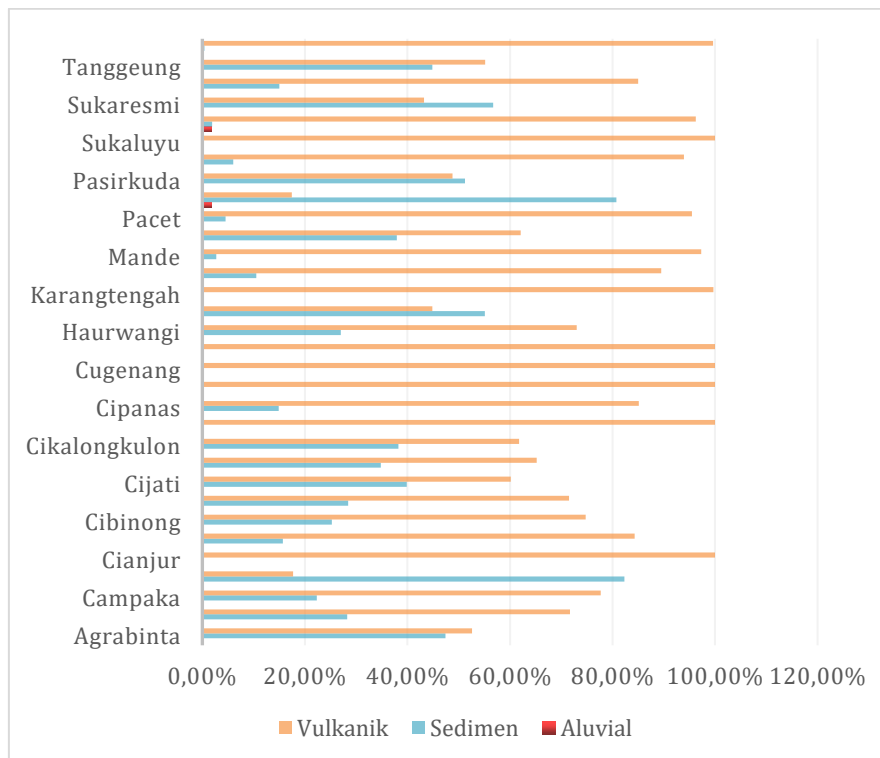
Kondisi geologi salah satunya batuan di suatu wilayah ditentukan oleh kondisi alam sekitarnya, kondisi. Sifat umum batuan dipengaruhi oleh struktur dan tekstur, kandungan mineral, bentuk gabungan lapisan bidang dasar, kondisi cuaca dan pengikatan (Azizi et al., 2020). Batuan jenis alluvial merupakan jenis batuan yang tidak kedap air atau dapat dengan mudah menyerap air (Vienastra et al., 2016), hal tersebut terjadi karena endapan alluvial memiliki struktur yang berongga antar ruang dan pasir, tersusun dari material yang halus sampai kasar, berupa lempung dan kerikil (Suyarto, 2012). Dengan karakteristik tersebut, jenis batuan alluvial dapat dikategorikan kedalam yang dapat menyebabkan gerakan tanah relative kecil, karena kemampuannya dalam menyerap air yang masuk, sehingga air tidak jenuh dan menyebabkan terjadinya gaya luncur. Jenis batuan sedimen menurut Darwis (2021) dalam (Lestari et al., 2022) memiliki batuan seperti pasir dan kurang kuat dalam menahan air, sehingga ketika berada di lereng yang curam dan terjadi curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya gerakan tanah. Menurut (Geosriwijaya, 2019) batuan sedimen selain memiliki bentuk yang berpasir, juga susunannya sejajar sehingga tidak memiliki daya ikat yang kuat, sehingga semakin kecil butiran pembentuknya maka akan semakin kuat pula kemungkinan untuk terjadi gerakan batuan bahkan tanpa adanya faktor dari luar seperti hujan dan gempa bumi. Sedangkan jenis batuan vulkanik merupakan batuan yang terbentuk akibat adanya aktivitas gunung api, batuan vulkanik memiliki ciri salah satunya yaitu mudah terjadi pelapukan akibat perubahan cuaca, batuan yang telah lapuk menjadi batuan lapuk yang bersifat mudah terlepas sehingga dapat menyebabkan terjadinya gerakan batuan (Widagdo et al., 2021; Yassar et al., 2020).

Gambar 2 menunjukkan bahwa di Kabupaten Cianjur terdapat tiga jenis batuan yaitu batuan alluvial, batuan sedimen, dan batuan vulkanik. Dalam melakukan analisis potensi gerakan tanah, masing-masing jenis batuan diberikan skor dari yang paling rendah hingga paling tinggi potensi terjadinya pergerakan tanah. Tabel 1 menyajikan skor untuk jenis batuan. Kabupaten Cianjur dibagi menjadi 3 kelas, batuan alluvial diberikan skor 1 yang berarti memiliki potensi rendah terjadinya pergerakan tanah, batuan sedimen memiliki skor 2 yang berarti memiliki potensi sedang, dan batuan vulkanik diberikan skor 3 yang berarti memiliki potensi yang tinggi menyebabkan terjadinya pergerakan tanah.



Gambar 3. Peta jenis batuan Kabupaten Cianjur

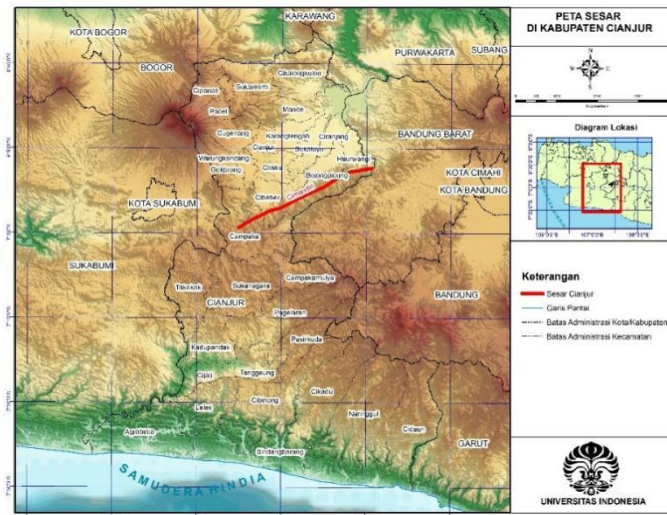
Jenis batuan di Kabupaten Cianjur terdiri dari batuan alluvial, sedimen, dan vulkanik (Gambar 3). Jenis batuan yang mendominasi di Kabupaten Cianjur yaitu batuan vulkanik, sebesar 70,74% dari luas keseluruhan Kabupaten Cianjur. Di Kabupaten Cianjur terdapat tujuh gunung, dimana terdapat dua gunung aktif yaitu Gunung Gede dan Gunung Pangrango (Fathurrohman, 2022). Batuan yang memiliki luasan terbesar kedua setelah batuan vulkanik di Kabupaten Cianjur adalah batuan sedimen dengan luasan sebesar 29,08% dari luas keseluruhan, sisanya adalah batuan alluvial. Kecamatan yang terdapat batuan alluvial adalah kecamatan Sukanagara dan Pagelaran (Gambar 4). Sedangkan kecamatan yang keseluruhan daerahnya terdiri dari batuan vulkanik yaitu kecamatan Cianjur, Cilaku, Ciranjang, Cugenang, Gekbrong, dan Sukaluyu. Kecamatan yang mayoritasnya terdiri dari batuan sedimen adalah kecamatan Pagelaran dan Campakamulya. Jika dilihat berdasarkan jenis batuan dan karakteristiknya maka dapat disimpulkan bahwa sebagian besar wilayah di Kabupaten Cianjur memiliki potensi yang besar terjadinya gerakan tanah dan kecamatan dengan 100% luas wilayahnya merupakan batuan vulkanik masuk ke dalam zona wilayah yang memiliki resiko tinggi terjadinya pergerakan tanah.



Gambar 4. Persentase jenis batuan di masing-masing Kecamatan di Kabupaten Cianjur

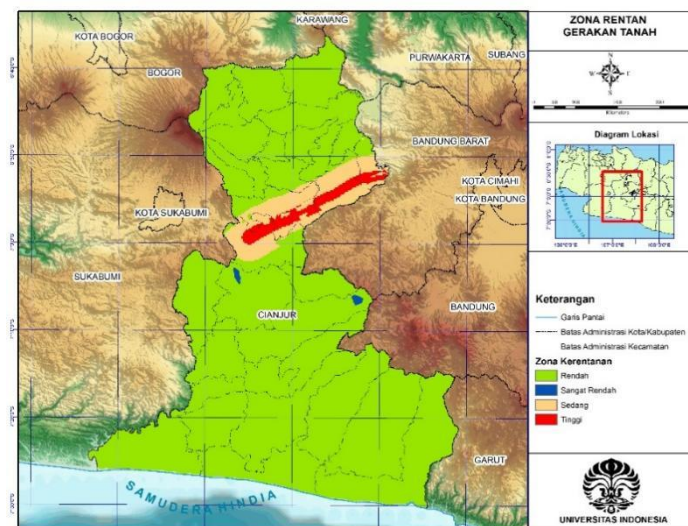
Analisis pengaruh sesar aktif terhadap potensi pergerakan tanah

Faktor pemicu terjadinya pergerakan tanah dapat disebabkan oleh faktor alam seperti terjadinya gempa bumi maupun faktor akibat adanya aktivitas manusia seperti adanya galian atau penambangan (Devatama & Sutriyono, 2022). Untuk melakukan analisis zona kerawanan akibat adanya gempa bumi dapat menggunakan data spasial lokasi sesar disuatu wilayah. Di Kabupaten Cianjur terdapat sesar aktif yang melewati beberapa kecamatan yaitu kecamatan Haurwangi, Bojongpincung, Cibeber, dan Cempaka (Gambar 5). Sesar yang berada di Kabupaten Cianjur adalah sesar Cimandiri.



Gambar 5. Peta sesar di Kabupaten Cianjur

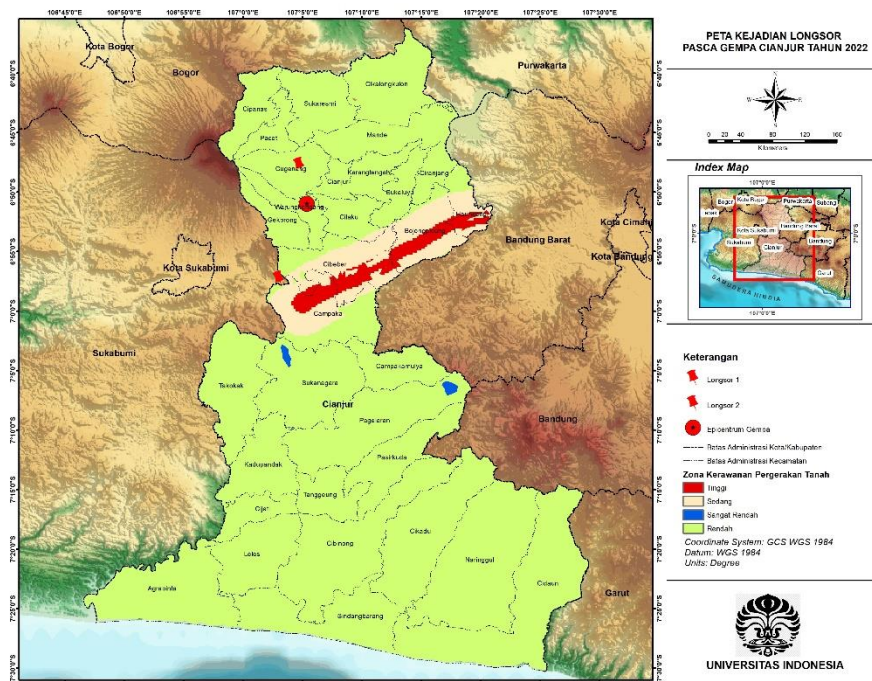
Gambar 6 menunjukkan hasil overlay peta jenis tanah dan sesar yang menghasilkan 4 kelas zona rawan bencana pergerakan tanah. Ke empat kelas tersebut diklasifikasikan menjadi sangat rendah, rendah, sedang, dan tinggi. Zona tinggi merupakan area yang berada dalam radius 500 meter dari sesar. Sedangkan untuk area dengan zona sangat rendah merupakan area dengan jenis batuan alluvial dan berada di luar radius 500 meter dari sesar. Zona rawan pergerakan tanah yang dihasilkan cenderung mengikuti pola pengkelasan jarak dari sesar, hal tersebut terjadi karena bobot yang digunakan untuk jenis batuan dan sesar sama besar.



Gambar 6. Peta zona rawan bahaya gerakan tanah Kabupaten Cianjur

Tahun 2022, terjadi gempa bumi di Kabupaten Cianjur dengan magnitudo 5,6. Menurut BMKG gempabumi yang terjadi bukan berasal dari sesar Cimandiri melainkan sesar baru yang berada di desa Cugenang yang selanjutnya sesar tersebut dinamakan sesar Cugenang (Putratama, 2022). Namun saat

penelitian ini dilakukan data spasial sesar Cugenang belum ada sehingga tidak dimaksudkan dalam pengolahan. Untuk memperlihatkan pengaruh gempa bumi terhadap pergerakan tanah maka dilakukan pertampalan data epicentrum gempa dan titik kejadian gempa. Gambar 7 memperlihatkan bahwa kejadian longsor yang terjadi berada di zona kerentanan rendah berdasarkan hasil pengolahan, namun jika dilihat jarak dari titik epicentrum ke titik longsor adalah 7 km artinya dalam zona rendah jika dilihat dari jarak ke sumber gempa (Tabel 2), namun lokasi longsor tersebut berada di jenis batuan vulkanik (Gambar 4) dimana batuan vulkanik mendapatkan skor tertinggi untuk rawan terjadinya pergerakan tanah (Tabel 1). Berdasarkan analisis tersebut, maka untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan modifikasi terhadap kelas kerawanan dari sesar dengan menggunakan data kejadian dari berbagai data kejadian di lokasi yang berbeda dengan jenis tanah yang sama untuk melakukan analisis penyesuaian kelas jarak dari sesar/patahan.



Gambar 7. Titik longsor saat gempa Cianjur bulan November Tahun 2022

4. Simpulan dan saran

Kabupaten Cianjur didominasi oleh batuan vulkanik dengan luasan mencapai 70,74% dari luas keseluruhan Kabupaten Cianjur. Batuan vulkanik merupakan batuan yang berasal dari aktifitas gunung api, dimana karakteristik batuan vulkanik adalah mudah lapuk sehingga memiliki potensi yang besar terjadinya gerakan tanah, bahkan tanpa faktor dari luar seperti curah hujan yang tinggi atau gempa. Kecamatan Cianjur, Cilaku, Ciranjang, Cugenang, Gekbrong, dan Sukaluyu merupakan kecamatan dimana 100% luas wilayahnya merupakan batuan vulkanik, sehingga dapat disimpulkan bahwa keenam kecamatan tersebut memiliki potensi terjadinya gerakan tanah/batuan yang sangat tinggi. Kabupaten Cianjur dilwati oleh dua sesar yaitu sesar Cimandiri dan sesar Cugenang, dimana aktifitas sesar tersebut juga dapat menyebabkan tanah bergerak. Sehingga diperlukan mitigasi untuk wilayah yang berada di sekitar sesar tersebut. Berdasarkan data terbaru setelah adanya gempa yang terjadi di Kabupaten Cianjur tanggal 21 November 2021, terdapat sesar baru yang bernama sesar Cugenang. Sehingga total terdapat dua sesar yang melewati Kabupaten Cianjur. Gempa bumi yang terjadi menyebabkan longsor diberbagai wilayah di Kabupaten Cianjur, salah satunya di kecamatan Cugenang.

Daftar Rujukan

- Arumugam, T., Kinattinkara, S., Velusamy, S., Shanmugamoorthy, M., & Murugan, S. (2023). GIS based landslide susceptibility mapping and assessment using weighted overlay method in Wayanad: A part of Western Ghats, Kerala. *Urban Climate*, 49. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2023.101508>
- Azizi, H. A., Asupyani, H., Akbar, F., & Sulaksana, N. (2020). Landslide Zoning with GIS Analysis Method: Case Study Cipelah and Its Surroundings Area, Rancabali Subdistrict, Bandung Regency, West Java.

- IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 412(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/412/1/012023>
- Badan Geologi. (2022). Laporan Pemeriksaan Rencana Gerakan Tanah Kec. Bogor Tengah, Kota Bogor Provinsi Jawa Barat. In <https://geologi.esdm.go.id/media-center/laporan-pemeriksaan-bencana-gerakan-tanah-kec-bogor-tengah-kota-bogor-provinsi-jawa-barat>.
- BMKG. (2023). *Ulasan Guncangan Tanah Akibat Gempa Bumi Barat Laut Maluku Tenggara Barat 10 Januari 2023*.
- BNPB. (2022). *Geoportal Data Bencana Indonesia*. Data Bencana Indonesia.
- Devatama, N., & Sutriyono, E. (2022). Kontrol Struktur Geologi Dalam Penentuan Zonasi Gerakan Tanah Daerah Karangjaya dan Sekitarnya Kabupaten Tasikmalaya, Jawa Barat. *Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan (SEMATAN)*.
- Fachri, H. T., Yakub Malik, & Hendro Murtianto. (2022). Pemetaan Tingkat Bahaya Bencana Tsunami Menggunakan Sistem Informasi Geografis di Pesisir Kota Bengkulu. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 10(2), 166–178. <https://doi.org/10.23887/jjpg.v10i2.43541>
- Fathurrohman, M. N. (2022). *7 Gunung di Kabupaten Cianjur Dengan Pemandangan Menakjubkan - Tentang Provinsi*. <https://Semuatentangprovinsi.blogspot.com/2022/03/Gunung-Di-Kabupaten-Cianjur.html>.
- Geosriwijaya. (2019). *Mengenali Potensi Bahaya Gerakan Tanah dengan Parameter Jenis Batuan dan Struktur Geologi – GN Consulting*.
- Haribulan, R., Gosal, P. H., & Karongkong, H. H. (2019). Kajian Kerentanan Fisik Bencana Longsor Di Kecamatan Tomohon Utara. *Jurnal Spasial*, 6.
- Heradian, E. A., & Arman, Y. (2015). Pendugaan Bidang Gelincir Tanah Longsor di Desa Aruk Kecamatan Sajingan Besar Kabupaten Sambas dengan Menggunakan Metode Tahanan Jenis. *PRISMA FISIKA*, III.
- Husein, S. (2016). Bencana Gempabumi. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1112.6808>
- Karnawati, D., Pengajar Pascasarjana Jurusan Teknik Sipil dan Jurusan Teknik Geologi, S., & Teknik, F. (2007). *The Mechanism Of Rock Mass Movements As The Impact Of Earthquake. Geology Engineering Review And Analysis* (Vol. 7).
- Lestari, O. P., Utami, S. R., & Agustina, C. (2022). Pengaruh Batuan Dan Seresah Pada Permukaan Tanah Terhadap Pendugaan Longsor Hasil Simulasi. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 9(2), 347–354. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2022.009.2.15>
- Munttohar, A. S. (n.d.). *Buku Tanah Longsor*.
- Naryanto, H. S., Prawiradisastra, F., Kristijono, A., & Ganesha, D. (2019). Penataan Kawasan Pasca Bencana Tanah Longsor Di Puncak Pass, Kecamatan Cipanas, Kabupaten Cianjur Tanggal 28 Maret 2018. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 1053–1065. <https://doi.org/10.29244/jpsl.9.4.1053-1065>
- Patil, A. S., Bhadra, B. K., Panhalkar, S. S., & Patil, P. T. (2020). Landslide Susceptibility Mapping Using Landslide Numerical Risk Factor Model and Landslide Inventory Prepared Through OBIA in Chenab Valley, Jammu and Kashmir (India). *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 48(3), 431–449. <https://doi.org/10.1007/s12524-019-01092-5>
- Priyono. (2015). Hubungan Klasifikasi Longsor, Klasifikasi Tanah Rawan Longsor Dan Klasifikasi Tanah Pertanian Rawan Longsor. *Gema*.
- Putratama, R. (2022). *Gempa Cianjur Disebabkan Sesar Cugenang*. BMKG.
- Rusdiana, D. D., Nuryandini, R., Heni Imelia, J., & Syifa Hafidah, N. (2021). Pemanfaatan Informasi Spasial Berbasis SIG untuk Pemetaan Tingkat Kerawanan Longsor di Kabupaten Karangasem, Bali. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing*, 2(2), 49–55. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2021.v2i2.51>
- Sunarti, Arsyad, M., & Sulistiawaty. (2015). Studi Tentang Pergerakan Tanah Berdasarkan Pola Kecepatan Tanah Maksimum (Peak Ground Velocity) Akibat Gempa Bumi (Studi Kasus Kejadian Gempa Pulau Sulawesi Tahun 2011-2014). *JSPF Jilid*, 11(3).
- Santoso, G. D. T. (2023). *Laporan Pemeriksaan Gerakan Tanah Di Kecamatan Babakan Madang, Kabupaten Bogor, Jawa Barat*.
- Selamet, I. (2022). Cianjur Berduka, Gempa Guncang Utara-Banjir dan Longsor Melanda Selatan. *Www.Detik.Com*.
- Sestras, P., Bilaşco, Ştefan, Roşca, S., Veres, I., Ilies, N., Hysa, A., Spalević, V., & Cîmpeanu, S. M. (2022). Multi-Instrumental Approach to Slope Failure Monitoring in a Landslide Susceptible Newly Built-Up Area: Topo-Geodetic Survey, UAV 3D Modelling and Ground-Penetrating Radar. *Remote Sensing*, 14(22). <https://doi.org/10.3390/rs14225822>
- Sitanala, S. 1, Th, F. R. 2, & Ramadhan, M. (2017). *Analisis Potensi Dan Bahaya Bencana Longsor Menggunakan Modifikasi Metode Indeks Storie Di Kabupaten Kebumen Jawa Tengah*.
- Suyarto, R. (2012). Kajian Akifer Di Kecamatan Denpasar Barat Provinsi Bali. *Jurnal Bumi Lestari*, 12.

- Vienastra, S., Si, S., & Eng, M. (2016). *Kecamatan Nanggulan, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta*.
- Widagdo, A., Iswahyudi, S., Setijadi, R., Permanajati, I., & Tilaksono, A. (2021). *Kontrol Struktur Geologi Terhadap Gerakan Tanah dan Batuan pada Batuan Formasi Halang di Daerah Sirau, Kecamatan Karang Moncol-Purbalingga, Propinsi Jawa Tengah*. 4–5.
- Yassar, M. F., Nurul, M., Nadhifah, N., Sekarsari, N. F., Dewi, R., Buana, R., Fernandez, S. N., & Rahmadhita, K. A. (2020). Penerapan Weighted Overlay Pada Pemetaan Tingkat Probabilitas Zona Rawan Longsor di Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2020.v1i1.13>
- Yuwana, D. A., Kurniah, & Buana, T. W. (2021). *Manifestasi Likuefaksi dan Gerakan Tanah Akibat Gempa Bumi 14 Dan 15 Januari 2021 Di Majene, Sulawesi Barat*.