

Simulasi Potensi Gerakan Tanah Lereng Alami Akibat Perubahan Tata Guna Lahan Periode Tahun 2013 – 2020 Wilayah Kecamatan Cimenyan, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat

Fachrul Rozy Elba Ansofa*, Yunus Ashari

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*fachrulrozyea9@gmail.com, yunus_ashari@unisba.ac.id

Abstract. Natural disasters caused by geological aspects are difficult to predict when and where the disaster will occur because many factors can trigger a disaster. In West Java Province there have been around 64 incidents of landslides that harm humans. The Cimenyan sub-district is dominated by the topography of the Slope / Ridge area and the land use of the Forest Area with an altitude of 946 meters above sea level. In Cimenyan district, land cover changes from green open spaces to built spaces can have an impact on slope stability. Changes in land cover in conservation areas into built-up areas can cause floods, erosion, landslides, drought, and reduced soil fertility. So in general, these conditions can have a high potential level of vulnerability or vulnerability to landslide events. The potential ground movement zone is formed in case 3 conditions in the northeastern part of Cimenyan village covering the coordinates of 797000 me, 9244500 mn to 798000 me, 9243500 mn. With a value of 1.201 safety factor decreased in case 4 conditions to 1.133. Furthermore, if it is simulated in case 5 conditions, the value of the safety factor becomes 1.070 and another potential ground movement zone appears in the eastern part of Cimenyan village covering the coordinates of 795500 me, 9241500 mn to 796000 me, 9241000 mn with a safety factor value of 1.235.

Keywords: *Landslide, Slope, Soil.*

Abstrak. Bencana alam yang disebabkan oleh aspek geologi sulit untuk diprediksi waktu dan lokasi bencana tersebut akan terjadi, karena banyak faktor yang dapat memicu terjadinya bencana. Di Provinsi Jawa Barat telah terjadi sekitar 64 kejadian bencana gerakan tanah yang merugikan manusia. Kecamatan Cimenyan didominasi oleh topografi wilayah Lereng/Punggung Bukit dan tata lahan Kawasan Hutan dengan ketinggian 946 meter dari permukaan laut. Di Kecamatan Cimenyan perubahan tutupan lahan dari ruang terbuka hijau menjadi ruang terbangun dapat berdampak pada kestabilan lereng. Perubahan tutupan lahan pada kawasan konservasi menjadi kawasan terbangun dapat menimbulkan bencana banjir, erosi, tanah longsor, kekeringan dan berkurangnya kesuburan tanah. Sehingga secara umum kondisi tersebut dapat mempunyai potensi tingkat kerawanan atau kerentanan kejadian bencana longsor yang tinggi. Zona potensi gerakan tanah terbentuk pada kondisi case 3 di Bagian Timurlaut Desa Cimenyan meliputi kordinat 797000 mE, 9244500 mN hingga 798000 mE, 9243500 mN. Dengan nilai faktor keamanan 1,201 mengalami penurunan pada kondisi case 4 menjadi 1,133. Selanjutnya apabila disimulasikan pada kondisi case 5 nilai faktor keamanan menjadi 1,070 dan muncul daerah zona potensi gerakan tanah lainnya di bagian timur Desa Cimenyan meliputi kordinat 795500 mE, 9241500 mN hingga 796000 mE, 9241000 mN dengan nilai faktor keamanan 1,235.

Kata Kunci: *Longsor, Lereng, Tanah.*

A. Pendahuluan

Bencana alam yang disebabkan oleh aspek geologi seperti tanah longsor/gerakan tanah sulit untuk diprediksi waktu dan lokasi bencana tersebut akan terjadi, karena banyak aspek yang dapat memicu terjadinya bencana gerakan tanah meliputi faktor alam dan akibat aktivitas. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi mencatat pada tahun 2012 telah terjadi 127 kejadian gerakan tanah yang merugikan di Indonesia, oleh karena itu perlu adanya suatu kegiatan kajian pemetaan zona potensi gerakan tanah sebagai upaya pencegahan dalam penanggulangan bencana yang belum terjadi dan dapat meminimalisir kerugian infrastruktur dan korban jiwa.

Di Kecamatan Cimenyan perubahan tutupan lahan dari ruang terbuka hijau menjadi ruang terbangun, meliputi permukiman, area komersial, fasilitas pendidikan, dan infrastruktur dapat berdampak pada kestabilan lereng. Perubahan tutupan lahan pada kawasan konservasi menjadi kawasan terbangun dapat menimbulkan bencana banjir, erosi, tanah longsor, kekeringan dan berkurangnya kesuburan tanah. Sehingga secara umum kondisi tersebut mempunyai potensi tingkat kerawanan kejadian bencana longsor yang tinggi.

Tingkat kerapatan dan keragaman dari aspek geologi maupun kemiringan lereng cukup tinggi. Dari aspek geologi, wilayah Kabupaten Cimenyan memiliki karakteristik yang cenderung khas yang didominasi oleh batuan hasil gunung api yaitu Breksi Gunung api, Lahar dan Lava berselang-seling dan aspek kemiringan lereng cenderung terjal. Berdasarkan kondisi dan aspek tersebut menjadikan wilayah Kecamatan Cimenyan rawan terjadi bencana gerakan tanah dan cocok dilakukan pemetaan potensi gerakan tanah terkhusus pada aspek tutupan lahan dari lereng.

B. Metodologi Penelitian

Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data pada penelitian ini secara garis besar terbagi menjadi 2 metode, yaitu :

1. Pengambilan Data Primer
Pengambilan data primer adalah metode pengambilan data secara aktual dan langsung di lapangan. Data primer meliputi data Nilai Kohesi Tanah, Nilai Massa Jenis Tanah, Nilai Sudut Geser Tanah dan hasil pemetaan lereng alami langsung yaitu Ketebalan Tanah dan Kemiringan Lereng.
2. Pengambilan Data Sekunder
Pengambilan data sekunder adalah metode pengambilan data dengan cara mengumpulkan studi literatur yang berkaitan dengan kebutuhan pengolahan data serta dapat dipertanggungjawabkan. Data sekunder meliputi foto udara dan citra satelit, peta topografi, peta geologi, peta tata guna lahan, dan data sekunder pendukung lainnya.

Teknik Pengolahan Data

Teknik pengolahan data pada penelitian ini, yaitu teknik langsung. Teknik Langsung adalah teknik pengolahan data hasil pemetaan langsung zona kerentanan gerakan tanah di lapangan. Teknik ini meliputi penelitian gerakan tanah langsung di lapangan, mempelajari sifat fisik dan mekanik batuan/tanah hasil sampel dari pengujian di laboratorium, melakukan analisis kestabilan lereng, dan menganalisis tingkat kerentanan gerakan tanah.

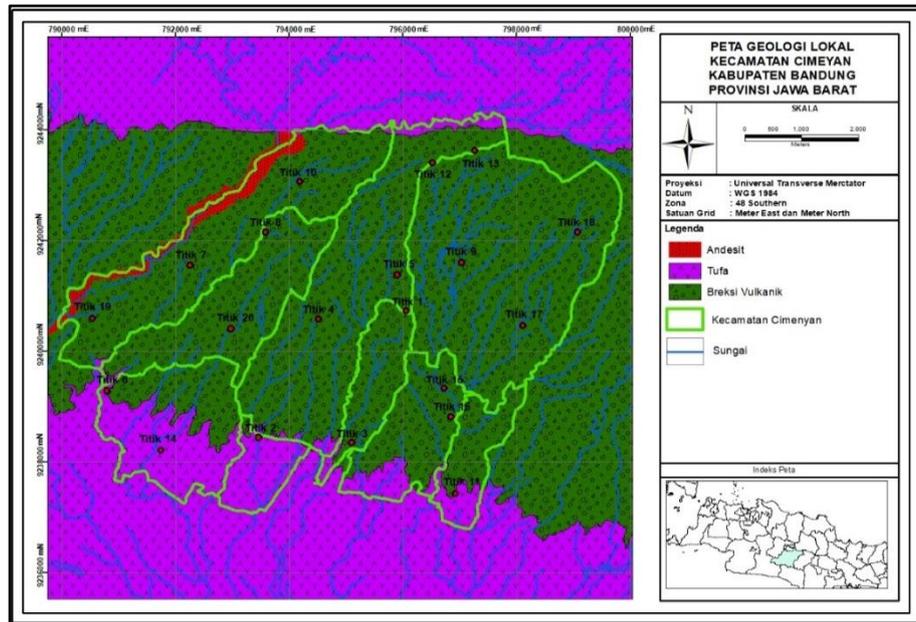
Teknik Analisis Data

1. Analisis Pemetaan Tidak Langsung
Analisis tidak langsung merupakan analisis dari hasil pengolahan data sekunder.
2. Analisis Pemetaan Langsung
Analisis pemetaan langsung merupakan analisis dari hasil pengolahan data sekunder.
3. Analisis Data Simulasi Model
Analisis data simulasi model bertujuan untuk membuat model konstruksi matematika untuk menduga karakteristik masalah dengan menggunakan model yang diajukan. Teknik ini menyesuaikan *Initial Condition* dengan simulasi sebab akibat pada periode yang ingin ditentukan.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pengamatan Lokasi Penelitian

Titik pengamatan lokasi penelitian terbagi menjadi 20 titik yang tersebar di Kecamatan Cimenyang. Berikut koordinat titik pengamatan dan data pengukuran ketebalan tanah yang didapatkan dari pengamatan lapangan, seperti gambar berikut.



Gambar 1. Titik Pengambilan Sampel Pada Kecamatan Cimenyang

Dari hasil pengambilan data lapangan dan pengumpulan data sekunder selanjutnya dilakukan pengolahan data yang bertujuan agar dapat memenuhi output data yang diinginkan. Output data yang dibutuhkan yaitu :

1. Nilai Massa Jenis Tanah;
2. Nilai Kohesi Tanah;
3. Nilai Sudut Geser Dalam Tanah;
4. Kemiringan Lereng;
5. Ketebalan Tanah;
6. Daerah Aktual Tutupan Lahan.

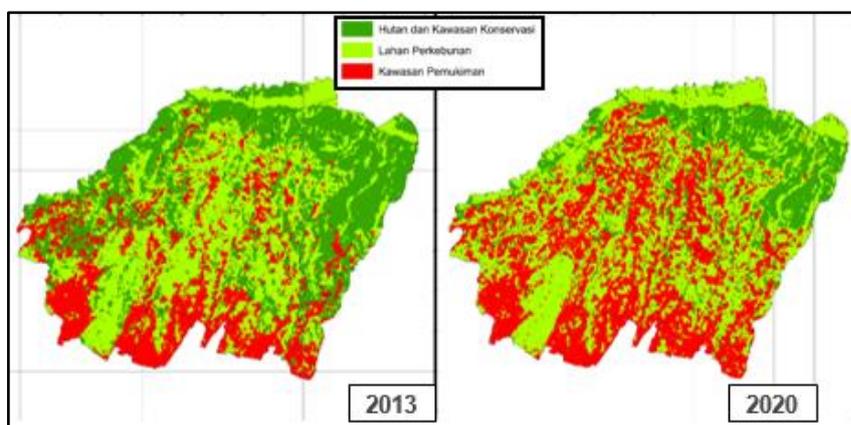
Tata Guna Lahan

Data citra satelit dibutuhkan untuk menginterpretasi tutupan lahan di Kecamatan Cimenyang pada periode tahun 2013 – 2020. Interpretasi citra satelit menggunakan Citra Landsat 8 OLI (*Operational Land Imager*) yang mengorbit dari bulan November 2012 sampai dengan saat ini sehingga data hasil perekaman terakhir. Citra Landsat 8 yang dipilih yaitu pada level 1, agar didapatkan analisis RGB yang sesuai dengan kebutuhan interpretasi tutupan lahan meliputi Tutupan Lahan Hutan, Tutupan Lahan Perkebunan/Lahan Tanah dan Tutupan Lahan Permukiman.



Gambar 2. Citra Satelit Kecamatan Cimenyan (*Google Earth*, 2020)

Agar mempermudah proses interpretasi dipilih penutupan awan pada citra < 10% dengan kualitas multispektral dan resolusi yang baik. Pada kondisi penutupan awan > 10% akan membuat perekaman tertutup awan dan kabut yang menyebabkan terganggunya gambar yang akan diinterpretasi. Data citra satelit diakses dan diunduh di situs <http://www.earthexplorer.usgs.gov>

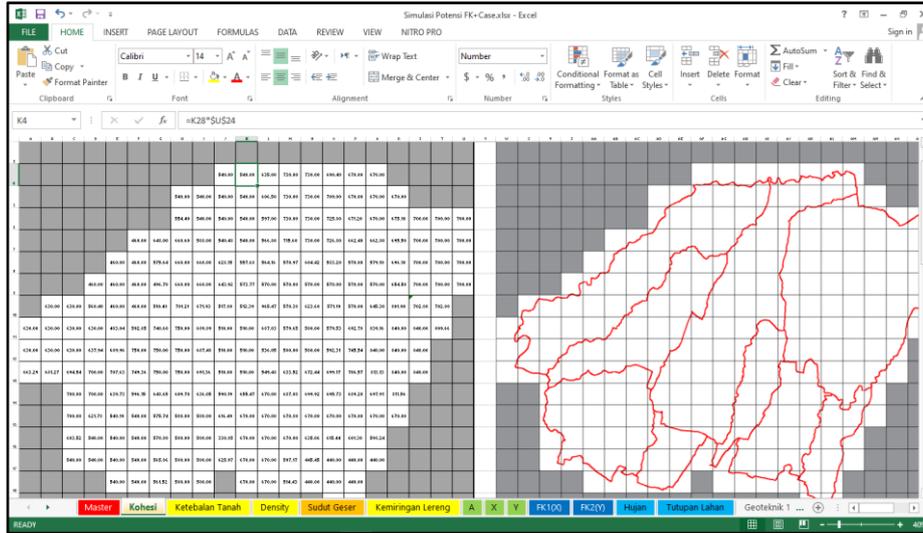


Gambar 3. Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2013 dan Tahun 2020

Klasifikasi Hutan dan Kawasan Konservasi meliputi kawasan hutan, kawasan konservasi, dan kawasan dengan kerapatan tumbuhan yang cenderung tinggi. Pada klasifikasi Lahan Perkebunan meliputi lahan tanah kosong, lahan perkebunan, ladang, dan kawasan dengan kerapatan tumbuhan yang cenderung rendah atau tidak lebat. Pada Kawasan Permukiman meliputi kompleks perumahan, rumah, sekolah, jalan, dan infrastruktur bangunan.

Perhitungan Nilai Faktor Keamanan

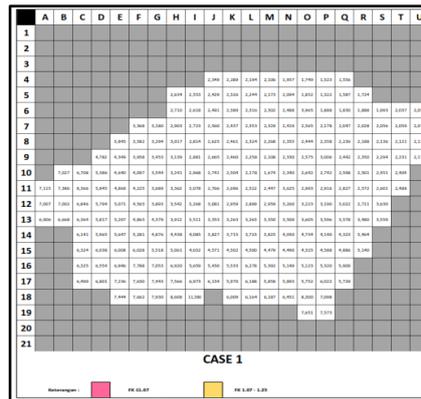
Berikut hasil penelitian dari rancangan Simulasi Potensi dari Kecamatan Cimenyan dengan konsentrasi luasan penelitian (10.500 m X 10.500 m) terdiri dari 21 X 21 grid. Dari hasil pengolahan data Massa Jenis Tanah, Nilai Kohesi Tanah, Nilai Sudut Geser Tanah, Kemiringan Lereng dan Tinggi Lereng dengan cara metode perhitungan teknik Iterasi Pemecahan data Beda Hingga (*Finite Different*). Dalam penentuan faktor keamanan, metode pendekatan yang dipakai dengan metode analitik geoteknik yaitu metode yang dikemukakan oleh Hoek and Bray, 1974. Input yang dibutuhkan berasal dari pengolahan data yang telah dijabarkan sebelumnya. Input data yang diperlukan meliputi Massa Jenis Tanah, Kohesi Tanah, Sudut Geser Dalam Tanah, Kemiringan Lereng, dan Tinggi Lereng untuk menghasilkan output data berupa nilai Faktor Keamanan. Agar mempermudah proses simulasi, maka perlu dirancang suatu sistem perhitungan nilai Faktor Keamanan yang berdasar dari kelima *Case* di *Chart Hoek And Bray*, 1974. Sistem perhitungan nilai Faktor Keamanan, menggunakan perangkat lunak Microsoft Office Excel.



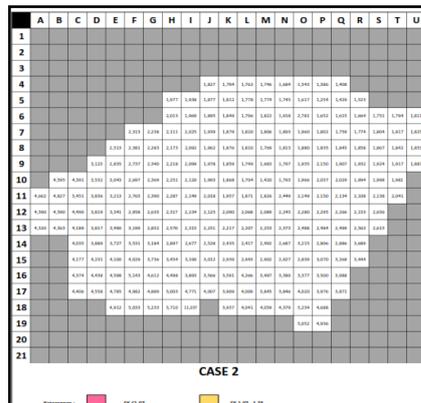
Gambar 4. Simulasi Faktor Keamanan Pada Perangkat Lunak Microsoft Excel

Hasil Perhitungan Faktor Keamanan

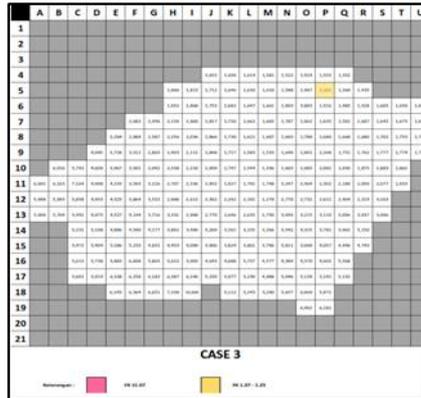
Berikut hasil simulasi perhitungan faktor keamanan pada 5 keadaan *Case* yang dikemukakan oleh *Hoek And Bray, 1974*.



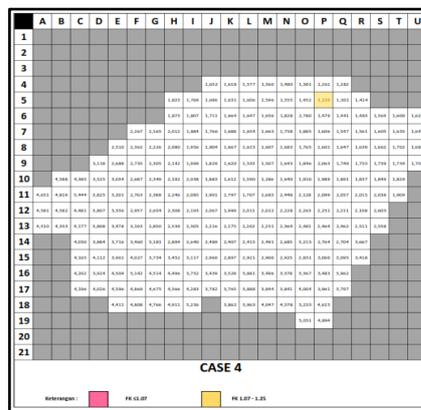
Gambar 5. Simulasi Keadaan *Case 1*



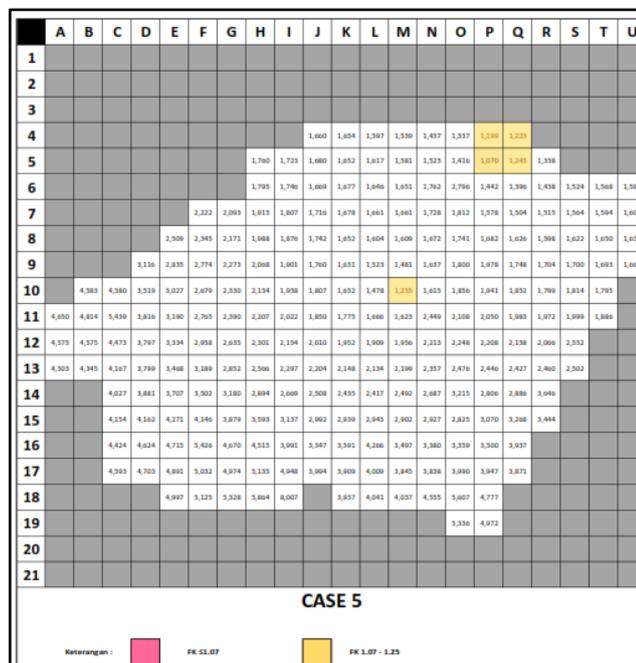
Gambar 6. Simulasi Keadaan *Case 2*



Gambar 7. Simulasi Keadaan Case 3



Gambar 8. Simulasi Keadaan Case 4



Gambar 9. Simulasi Keadaan Case 5

Analisis Zona Kerentanan Gerakan Tanah

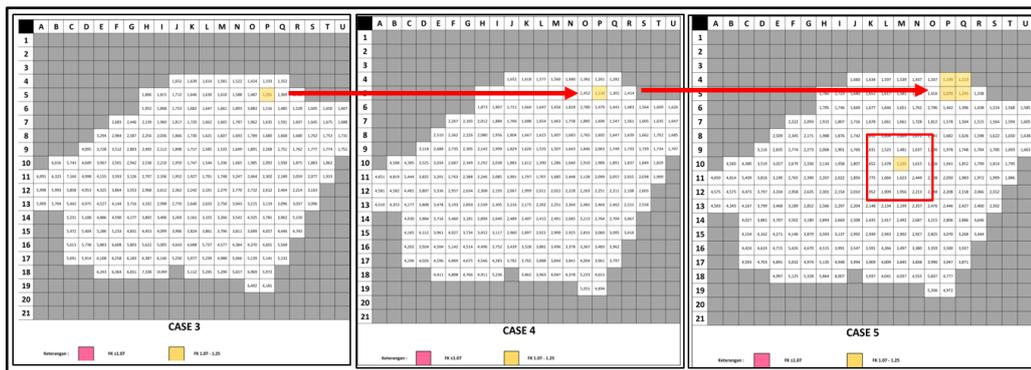
Zona kerentanan gerakan tanah didasari oleh nilai faktor keamanan yang didapatkan. Kriteria faktor keamanan menggunakan kriteria dari Bowles, 1991. Berikut kriteria Bowles, 1991 yaitu :

Tabel 1. Kriteria Faktor Keamanan

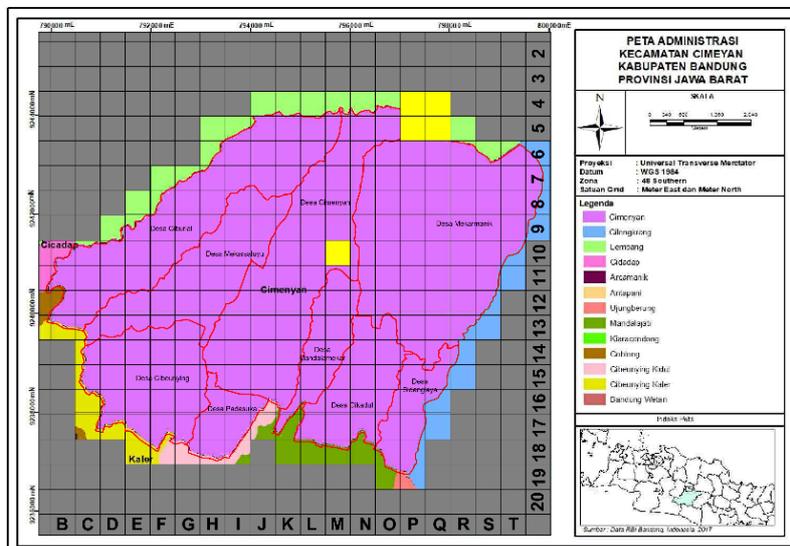
No	Nilai Faktor Keamanan	Kategori
1	<1.07	Labil
2	1.07 – 1.25	Kritis
3	>1.25	Stabil

Sumber: (Bowles, 1991)

Secara umum pada daerah Kecamatan Cimencyan didominasi oleh kategori stabil dan beberapa titik berkembang menjadi kategori kritis seiring dengan meningkatnya keadaan *case* yang dipakai. Pada Kecamatan Cimencyan, daerah yang awalnya stabil mulai muncul *grid* labil di *grid* (P5) pada keadaan *Case 3* yaitu keadaan setengah jenuh dan setengah kering dengan nilai 1,201. Kemudian ketika disimulasikan menjadi keadaan *Case 4*, *grid* (P5) mengalami penurunan nilai menjadi 1,133. Dan setelah disimulasikan menjadi keadaan *Case 5*, *grid* (P5) memiliki nilai faktor keamanan menjadi 1,070. Selain itu pada keadaan *Case 5* mulai banyak *grid* yang menjadi kategori kritis, yaitu pada *grid* (P4) dengan nilai 1,199 ; *grid* (Q4) dengan nilai 1,223; *grid* (Q5) dengan nilai 1,245; dan *grid* (M10) dengan nilai 1,235. Secara garis besar daerah labil terbentuk dan berkembang di daerah Utara hingga Timur Laut Kecamatan Cimencyan.

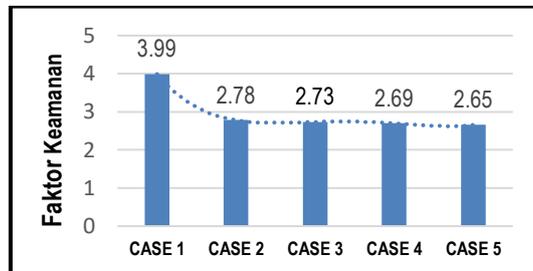


Gambar 10. Simulasi Perubahan Nilai Faktor Keamanan Pada *Case 3*, *Case 4* dan *Case 5*



Gambar 11. *Overlay* Peta Administrasi Daerah dan Hasil Simulasi Faktor Keamanan**Hubungan Zona Kerentanan Gerakan Tanah dan Air**

Semakin jenuh keadaan lereng, maka nilai faktor keamanan akan semakin kecil. Berikut nilai rata-rata faktor keamanan yang dihasilkan dari setiap *case*.

Grafik 1. Nilai Rata- Rata Setiap *Case*

Berdasarkan grafik di atas, dapat ditarik informasi bahwa laju penurunan faktor keamanan dari *Case* 1 ke *Case* 2 sebesar 30,33% dan dari *Case* 2, *Case* 3, *Case* 4 hingga *Case* 5 nilai faktor keamanan mengalami penurunan yang tidak signifikan. Perbedaan antara setiap *Case* yaitu kondisi air yang ada pada lereng yang disesuaikan dengan berbagai kondisi. Pada *case* 1 lereng disimulasikan kering, sedangkan pada *case* lainnya lereng disimulasikan sudah jenuh. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kondisi lereng yang jenuh bisa mengakibatkan penurunan nilai faktor keamanan yang cukup drastis dan signifikan. Lereng yang jenuh biasanya didominasi oleh faktor air dari hujan yang mengisi lereng sehingga lereng menjadi berat. Sehingga hujan menjadi faktor utama yang dapat menyebabkan terjadinya longsor. Berikut tabel Kategori Kriteria Penilaian Curah Hujan

Tabel 2. Kriteria Faktor Keamanan

No	Besar Curah Hujan (mm/Hari)	Kategori
1	<2.778	Sangat Rendah
2	2.78 – 4.167	Rendah
3	4.167 – 5.556	Sedang
4	5.556 – 6.944	Tinggi
5	>6.944	Sangat Tinggi

Sumber : (Taufik, 2008)

Dari kriteria tersebut, dapat disimpulkan bahwa nilai curah hujan terbagi atas 5 kategori, yaitu kategori Sangat Rendah, Rendah, Sedang, Tinggi dan Sangat Tinggi. Kelima kategori ini diasumsikan sebagai kondisi lereng (*Case*) yang dilakukan simulasi sebagai penggambaran kondisi dilapangan.

Tabel 3. Asumsi Kriteria Penilaian Curah Hujan dan *Case*

Kategori	<i>Case</i>
Sangat Rendah	1
Rendah	2
Sedang	3
Tinggi	4
Sangat Tinggi	5

Dari nilai faktor keamanan Hoek and Bray, memiliki 5 keadaan yang penentuannya berdasarkan keadaan lereng. Untuk itu perlu diasumsikan dan dilakukan analisis balik untuk mengetahui tipikal hujan yang akan menyebabkan terjadinya longsor yang sangat mempengaruhi nilai faktor keamanan. Pada analisis balik, contoh model lereng yang dipakai adalah keadaan *Case* 5 dengan intensitas curah hujan > 6.944 mm/hari atau dibulatkan menjadi

7mm/hari. Sehingga dapat disimpulkan apabila di daerah Kecamatan Cimenyan terjadi hujan dengan intensitas 7mm/hari akan menjadikan nilai faktor keamanan yang digunakan sebagai kondisi nyata kondisi lereng menjadi *case 5*. Intensitas hujan 7mm/hari, menjadi patokan utama dari hujan yang terjadi, sehingga apabila angka 7mm/hari bisa dijabarkan menjadi intensitas hujan sebesar :

Tabel 4. Penjabaran Nilai Intensitas Hujan 7mm/hari

Intensitas (mm)	Durasi (jam)
1	7,00
2	3,50
3	2,3
4	1,25
5	1,4
6	1,67
7	1,00
8	0,87

Sehingga dapat disimpulkan bahwa hujan dengan intensitas 1mm selama 7 jam, akan setara dengan juga yang memiliki intensitas 8mm selama 52,5 menit. Artinya apabila terjadi hujan seperti tersebut akan terjadi *Case 5* dan banyak grid yang menjadi kategori labil, yaitu pada *grid* (P5) dengan nilai 1,071; *grid* (P4) dengan nilai 1,199 ; *grid* (Q4) dengan nilai 1,223; *grid* (Q5) dengan nilai 1,245; dan *grid* (M10) dengan nilai 1,235. Dan daerah pada grid tersebut masuk kedalam Zona Kerentanan Gerakan Tanah.

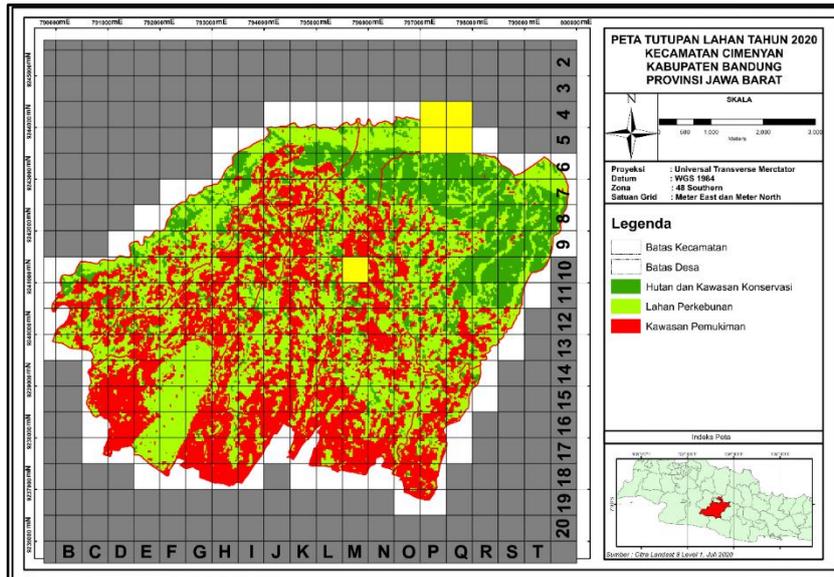
Hubungan Zona Kerentanan Gerakan Tanah Dan Tata Guna Lahan

Dalam simulasi potensi gerakan tanah lereng alami ini, berfokus pada keadaan lereng akibat perubahan tata guna lahan yang bisa saja terjadi bencana longsor yang dapat memakan korban jiwa, jika dilihat dari Analisis Zona Kerentanan Gerakan Tanah dan Hubungannya dengan air, dapat disimpulkan bahwa pada pada *grid* (P5) dengan nilai 1,071; *grid* (P4) dengan nilai 1,199 ; *grid* (Q4) dengan nilai 1,223; *grid* (Q5) dengan nilai 1,245; dan *grid* (M10) dengan nilai 1,235 merupakan daerah yang sangat rawan. Setelah dihubungkan dengan tata guna lahan, berikut daerah tata guna lahan permukiman yang berpotensi labil, yaitu :

Tabel 5. Grid dan Tata Guna Lahan Permukiman

Grid	Luasan Tata Guna Lahan Permukiman (m ²)
P4	0
P5	5.934,77
Q4	3.438,45
Q5	195,46
M10	161.559,08
Total	171,127.76

Bentuk tata guna lahan sangatlah mempengaruhi nilai faktor keamanan yang berkaitan dengan air hujan yang akan masuk ke dalam lereng tanah dan menjadi beban untuk lereng tersebut. Dalam interpretasi tata guna lahan, klasifikasi dijadikan 3 yang meliputi Hutan dan Kawasan Konservasi, Lahan Perkebunan dan Kawasan Permukiman Kecamatan Cimenyan.



Gambar 12. Overlay Peta Tutupan Lahan Tahun 2020 dan Hasil Simulasi Faktor Keamanan

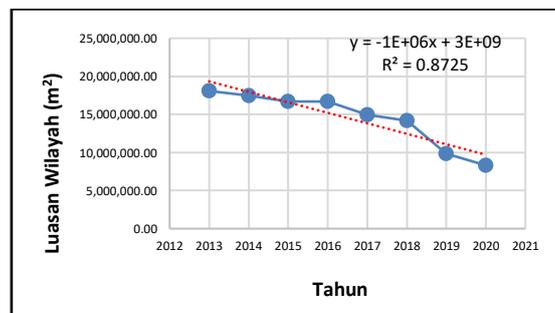
Tata guna lahan merupakan hal penting dalam mengetahui potensi kelongsoran pada suatu daerah. Dari analisis citra satelit, didapatkan luasana tata guna lahan sebagai berikut :

Tabel 6. Perubahan Luas Tutupan Lahan Daerah Penelitian

Tahun	Hutan dan Kawasan Konservasi (m ²)	Lahan Perkebunan (m ²)	Kawasan Permukiman (m ²)	Total Luas (m ²)
2013	18,085,600	19,789,200	10,159,100	48,033,900
2014	17,441,100	20,047,725	10,545,075	48,033,900
2015	16,700,250	19,967,925	11,365,725	48,033,900
2016	16,663,075	16,313,800	15,057,025	48,033,900
2017	14,925,600	16,737,775	16,370,525	48,033,900
2018	14,195,325	17,186,975	16,651,600	48,033,900
2019	9,851,400	21,549,150	16,633,350	48,033,900
2020	8,313,750	22,123,125	17,597,025	48,033,900

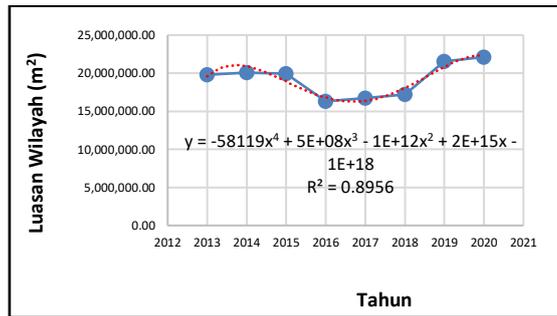
Dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa tata guna lahan hutan dan kawasan konservasi setiap tahunnya mengalami konstan penurunan, dan selama 7 tahun terakhir mengalami penurunan hingga 54,03 % dari keadaan di tahun 2013.

Grafik 2. Laju Penurunan Luasan Wilayah Hutan Dan Kawasan Konservasi



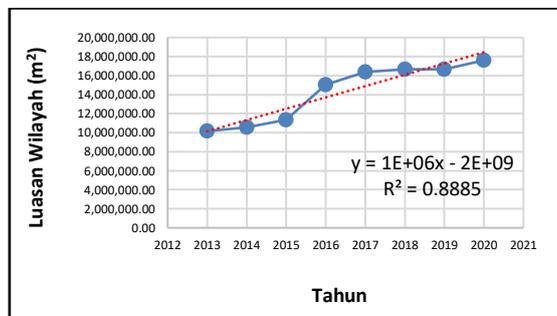
Pada tata guna lahan perkebunan mengalami fluktuasi perubahan pada setiap tahunnya, perubahan tata guna lahan perkebunan cenderung dinamis.

Grafik 3. Laju Perubahan Wilayah Perkebunan



Pada tata guna lahan Kawasan Permukiman setiap tahunnya mengalami konstan kenaikan, dan selama 7 tahun terakhir mengalami kenaikan hingga 73,21% dari keadaan di tahun 2013.

Grafik 4. Laju Kenaikan Luasan Wilayah Permukiman



Apabila berfokus pada laju kenaikan luasan kawasan permukiman, maka dapat disimulasikan bahwa :

$$y = (1.10^6(X) - 2.10^9) \times 0.8885 \dots \dots \dots (1)$$

Tabel 7. Prediksi Luasan Kawasan Permukiman Kecamatan Cimencyan

Tahun	Prediksi Luasan Kawasan Permukiman (m ²)
2025	22,212,500.000
2030	26,655,000.000
2035	31,097,500.000
2040	35,540,000.000
2045	39,982,500.000
2050	44,425,000.000

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Zona potensi gerakan tanah pada Kecamatan Cimencyan yaitu pada daerah Timur Laut Desa Cimencyan yang ditunjukkan pada *grid* (p4), (p5), (q4) dan (q5). Selain itu di bagian timur Desa Cimencyan juga muncul daerah yang rawan terjadi potensi gerakan tanah;
2. Pengaruh faktor tata guna lahan permukiman yang berpotensi labil, yaitu pada daerah Desa Cimencyan. Di Desa Cimencyan total daerah permukiman berpotensi longsor yaitu 171,127.76 m²;
3. Upaya mitigasi bencana dapat dihindari dengan penentuan lokasi yang rawan terjadi bencana longsor. Jika di Kecamatan Cimencyan terus terjadi perubahan lahan yang tadinya kawasan hutan dan konservasi serta lahan perkebunan menjadi kawasan

permukiman maka potensi terjadinya bencana longsor yang dapat merugikan manusia akan semakin tinggi. daerah yang saat ini (tahun 2020) masuk kedalam daerah rawan longsor yaitu pada bagian timurlaut desa Cimenyan koordinat 797000 mE, 9244500 mN hingga 798000 mE, 9243500 mN. dan pada bagian timur desa Cimenyan meliputi koordinat 795500 mE, 9241500 mN hingga 796000 mE, 9241000 mN.

Acknowledge

Terima Kasih kepada Bapak Dr. Ir. Yunus Ashari, M. T. yang telah memberikan banyak ide, arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan penelitian ini agar dapat bermanfaat khususnya kepada masyarakat Kecamatan Cimenyan, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat.

Daftar Pustaka

- [1] Aqnes Arwidya, Monica. 2014. Kesiapan Masyarakat Dalam Menghadapi Bencana Tanah Longsor Di Kecamatan Kaloran Kabupaten Temanggung. Skripsi. Jurusan Geografi. FIS. UNNES.
- [2] Badan Pusat Statistik. 2018. Kecamatan Cimenyan Dalam Angka. Kabupaten Bandung: Badan Pusat Statistik Kabupaten Bandung
- [3] Gunadi, Sunarto dkk. 2004. Tingkat Bahaya Longsor di Kecamatan Samigaluh dan Sekitarnya Kabupaten Kulonprogo DIY. Kongres MKTI Ke V dan Seminar Nasional Degradasi Hutan dan Lahan. Yogyakarta. UGM.
- [4] Rohman, Rizka Zaenur. 2013. Analisis Tingkat Kerawanan Longsorlahan dan Mitigasi Bencana di Kecamatan Karangsambung Kabupaten Kebumen. Skripsi. FKIP. UNS.
- [5] Taufik, H.P. dan Suryadi. 2008. Landslide Risk Spatial Modeling Using Geographical Information System. Tutorial Landslide. Laboratorium Sistem Informasi Geografis. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. 9 halaman.