

ANALISIS TINGKAT KERAWANAN LONGSOR MENGGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC* DAN KINEMATIK DAERAH KARANGANYAR DAN SEKITARNYA KABUPATEN KEBUMEN, JAWA TENGAH

F.Z. Mubarakah^{1*}, B.K. Susilo¹

¹ Teknik Geologi, Universitas Sriwijaya, Indralaya
Corresponding author: fatimahzuhriya@gmail.com

ABSTRAK: Penelitian dilakukan di Kecamatan Gombang, Karanganyar, Karanggayam, dan Sempor, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah. Daerah ini memiliki morfologi, tingkat kemiringan lereng, serta curah hujan yang cukup tinggi sehingga memungkinkan untuk terjadinya bencana longsor juga cukup tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kerawanan longsor serta mengetahui tipe longsor yang berkembang dengan menggunakan metode *fuzzy logic* dan metode kinematik sehingga dapat memberikan cara penanggulangan bencana longsor sebagai solusi yang tepat dan bermanfaat untuk masyarakat sekitar. Dengan menggunakan 6 variabel parameter berupa elevasi, kemiringan lereng, pemanfaatan lahan, jenis tanah, jenis batuan, dan curah hujan yang selanjutnya melalui proses *overlay* didapatkan hasil berupa peta kerawanan longsor yang memiliki 4 kelas kerawanan yaitu kelas tidak rawan, kelas kerawanan rendah, kelas kerawanan sedang, dan kelas kerawanan tinggi. Selanjutnya dilakukan metode kinematik untuk menentukan tipe longsor dengan menggunakan data struktur geologi berupa data kekar yang menjadi salah satu acuan dari bidang lemah batuan. Lokasi pengamatan dilakukan di 4 lokasi yang berbeda untuk mendapatkan persebaran data yaitu pada Desa Kenteng, Desa Semali, Desa Kedungjati, dan Desa Donorojo. Selajutnya, analisis kinematik dengan menggunakan *scanline sampling* yang kemudian diolah dengan menggunakan bantuan perangkat lunak *Rocscience Dips v.5.1* dan pengolahan stereografis menghasilkan 2 tipe longsor yaitu, tipe longsor membaji dan tipe longsor busur. Dari hasil penelitian yang menghasilkan tingkat kerawanan longsor serta tipe longsor, maka dapat dilakukan 2 hal sebagai upaya solusi yaitu menjaga drainase lereng yang baik untuk menghindarkan air mengalir dari dalam lereng serta pembobotan geometri lereng.

Kata Kunci: Kerawanan, Longsor, *Fuzzy Logic*, *Overlay*, Kinematik

ABSTRACT: The research was located in Gombang, Karanganyar, Karanggayam, and Sempor Districts, Kebumen District, Central Java. This area has a high enough morphology, slope level, and rainfall so that the possibility of landslides is also quite high. This study aims to analyze the level of landslide vulnerability and determine the type of landslide that develops by using fuzzy logic and kinematic methods so that it can provide a way of overcoming landslide disasters as the right and beneficial solution for the surrounding community. By using 6 parameter variables in the form of elevation, slope slope, land use, rock type, soil type, and rainfall, then through the overlay process the results are obtained in the form of a landslide hazard map which has 4 hazard classes, namely non-prone class, low hazard class, medium hazard class, and high hazard class. Furthermore, the kinematic method is carried out to determine the type of landslide by using geological structure data in the form of stocking data which is one of the references of the weak rock plane. The observation location was carried out in 4 different locations to obtain data distribution, namely Kenteng Village, Semali Village, Kedungjati Village, and Donorojo Village. Furthermore, kinematic analysis using scanline sampling which is then processed using the software Rocscience Dips v.5.1 produces 2 types of landslides, namely, wedge landslides and arc landslides. From the research results that produce landslide susceptibility levels and types of landslides, two things can be done as a solution, namely maintaining good slope drainage to prevent water flowing from inside the slope and weighting the slope geometry.

Keywords: Vulnerability, Landslide, *Fuzzy Logic*, *Overlay*, Kinematic

PENDAHULUAN

Bencana alam sebagai salah satu fenomena alam yang dapat terjadi setiap saat, di manapun, dan kapanpun, salah satunya yaitu bencana longsor. Gerak tanah atau mass wasting, yang dalam bahasa sehari-hari secara sederhana dikatakan tanah longsor. Sering diberitakan baik di dalam maupun di luar negeri, adanya bencana tanah longsor yang menimbulkan kerugian harta benda bahkan merenggut korban jiwa dan tidak jarang pula dinyatakan sebagai bencana nasional, karena banyaknya yang meninggal dan mengalami kerugian materi. Karena itu dipelajarilah apa yang menyebabkan dan bagaimana menanggulangnya.

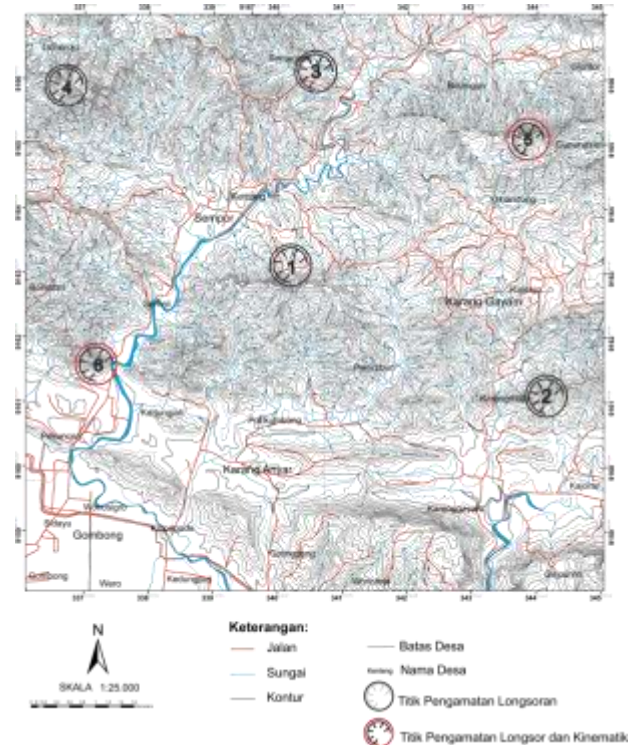
Tanah longsor merupakan bencana alam di mana adanya pergerakan massa tanah dan batuan dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah. Ada 2 faktor yang menyebabkan terjadinya bencana longsor, yakni faktor alam dan faktor manusia. Selain dari itu, karena kurangnya pemahaman dan pengetahuan masyarakat akan potensi terjadinya bencana alam justru mempersulit upaya pencegahan bencana alam. Akibatnya, berdampak buruk pada berbagai macam aspek kehidupan termasuk lahan pertanian, sosial ekonomis daerah bahkan memakan korban jiwa. Oleh karena itu perlu dilakukannya upaya guna meminimalisir dan menghindari jumlah material ataupun korban jiwa yang lebih besar dan banyak akibat bahaya tanah longsor. Untuk dapat memantau dan mengantisipasi fenomena tanah longsor di suatu kawasan diperlukan adanya identifikasi dan pemetaan daerah rawan tanah longsor yang menggambarkan kondisi rawan longsor kawasan yang ada berdasarkan faktor penyebab terjadinya tanah longsor.

Secara Administratif Daerah penelitian berada di Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah yang memiliki luasan 9x9 km atau seluas 81 km² dengan menggunakan skala peta 1 : 25.000 (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Penelitian

Pada peta lokasi penelitian terdapat 4 titik pengamatan longsor pada empat kecamatan. kecamatan yang memiliki potensi besar terjadinya tanah longsor adalah kecamatan Sempor dan kecamatan Karanganyar (Gambar 2).



Gambar 2. Peta lokasi penelitian dan titik pengamatan longsor

METODE PENELITIAN

Ada 2 metode yang digunakan dalam penelitian ini. Metode yang digunakan akan memberikan gambaran kondisi berupa hasil tingkat kerawanan longsor dan tipe-tipe longsor di daerah penelitian.

Metode Fuzzy Logic

Metode fuzzy logic merupakan metode cerdas yang mampu menirukan cara berpikir manusia dengan menggunakan konsep sifat kesamaran suatu nilai, misalnya dengan mempresentasikan nilai tinggi, miring, bising, dan lain sebagainya.

Pada tahap pembuatan rule fuzzy ditentukan aturan-aturan dari hasil konversi variabel input ke variabel output. Aturan tersebut merupakan kemungkinan terjadinya longsor dari parameter yang mempengaruhi terjadinya longsor di lokasi penelitian. Adapun tolak ukur penentuan titik daerah rawan tanah longsor ialah berdasarkan pada pengelompokkan tiap kelas dari masing-masing parameter yang telah disesuaikan dengan

kondisi daerah penelitian. Peneliti menggunakan 5 parameter faktor penyebab tanah longsor sebagai fokus menentukan titik daerah yang rawan terkena tanah longsor untuk nantinya diolah dengan pendekatan *fuzzy logic*.

Sebelum dilakukan proses *overlay*, terlebih dahulu ditentukan derajat keanggotaannya dengan cara memilih *Fuzzy Membership*. Lalu diinput kedalam *toolbox Overlay Fuzzy* yang terdapat pada ArcGIS.

Berikut ini ialah beberapa tabel parameter *overlay fuzzy logic* berupa variabel input kemiringan lereng (Tabel 1), ketinggian (table 2), jenis tanah (Tabel 3), tutupan lahan (Gambar 4), litologi (Tabel 5).

Hasil dari pengolahan *fuzzy logic* tersebut kemudian dimasukan kedalam *attribute table* peta longsor pada variabel output yang telah ada untuk mengidentifikasi dan mengelaskan sebaran kerawanan longsor di lokasi penelitian (Tabel 6).

Tabel 1. Parameter elevasi morfologi

No	Kelas	Elevasi (m)
1	Datar rendah	>50
2	Perbukitan rendah	50 - 200
3	Perbukitan	200 - 500
4	Perbukitan tinggi	500 – 1000
5	Pegunungan	>1000

Sumber : Widyatmanti (2016)

Tabel 2. Parameter kemiringan lereng

No	Kelas	Tingkat Kemiringan Lereng
1	Datar	0-8%
2	Landai	8-15%
3	Agak Curam	15-25%
4	Curam	25-40%
5	Sangat Curam	>40%

Sumber: Karnawati (2003)

Tabel 3. Parameter pemanfaatan lahan

No	Tutupan Lahan	Kepekaan Terhadap Erosi
1	Pasir, hutan	Kurang peka
2	Perkebunan, semak belukar	Agak Peka
3	Sawah, permukiman	Peka
4	Tegalan	Sangat Peka

Sumber: Karnawati, 2003

Tabel 4. Parameter jenis tanah

No	Jenis Tanah	Kepekaan Terhadap Erosi
1	Podsol	Agak Peka
2	Aluvial	Cukup Peka
3	Regosol	Sangat Peka
4	Litosol	Peka
5	Mediteran	Kurang Peka

Sumber: Karnawati (2003)

Tabel 5. Parameter jenis batuan

No	Jenis Batuan
1	Batupasir
2	Breksi
3	Batulempung

Sumber : Peta Geologi Daerah Penelitian (2020)

Tabel 6. Parameter curah hujan/ tahun

No	Intesitas hujan/ tahun	Tingkat
1	2500-3000 mm	Menengah
2	3500-4500 mm	Tinggi

Sumber : Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika (2020)

Tabel 7. Variabel Ouput Fuzzy Logic

No	Kelas Kerentangan Longsor	Nilai Linguistik
1	Tidak rentan	$x \leq 3,40$
2	Rendah	$3,40 \leq x \leq 4,50$
3	Sedang	$4,50 \leq x \leq 5,40$
4	Tinggi	$5,40 \leq x \leq 7,00$
5	Sangat Rentan	$x > 7,00$

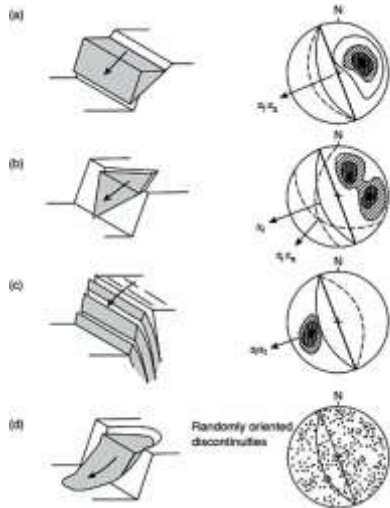
Sumber : Akhsar (2014)

Metode Kinematik

Pada tahap analisis kinematik, data data yang digunakan berupa data kekar. Data diolah melalui pengolahan stereografis. Data struktur berupa kekar yang didapatkan dilapangan diplotkan secara bersamaan antara *stike* dan *dip* pada stereonet guna mengetahui jenis dan arah keruntuhannya. (Gambar 2).

Data kekar yang telah diolah melalui pengolahan stereografis digunakan untuk penentuan tipe-tipe longsoran. Menurut Hoek dan Bray (1981) perpaduan bidang orientasi kekar pada batuan akan menghasilkan 4 tipe longsoran, yaitu:

- Longsoran bidang (*plane sliding failure*),
- Longsoran baji (*wadge sliding failure*),
- Longsoran jungkiran (*toppling failure*),
- Longsoran busur (*circular sliding failure*).



Gambar 3. Tipe-Tipe Longsoran (Hoek dan Bray, 1981)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Titik pengamatan longsor pada daerah penelitian dibagi atas

Kondisi pada daerah yang rentan terjadinya bencana longsor biasanya ditandai dengan adanya gejala-gejala tertentu contohnya terbentuknya mata air baru setelah hujan, kerikil yang mulai berjatuhan secara perlahan, tebing merapuh, timbulnya retakan kecil pada lereng yang sejajar dengan arah tebing. Beberapa fenomena alam tersebut merupakan ciri umum terjadinya longsor pada daerah penelitian. (Gambar 4).

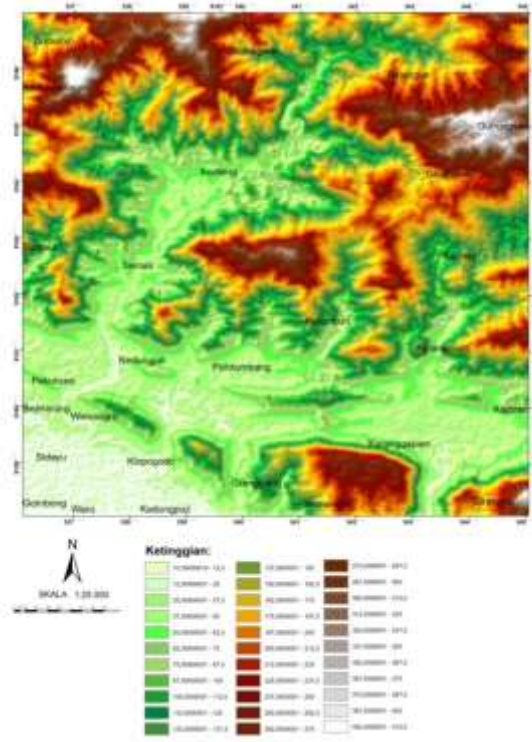


Gambar 4. Kenampakan longsor daerah penelitian

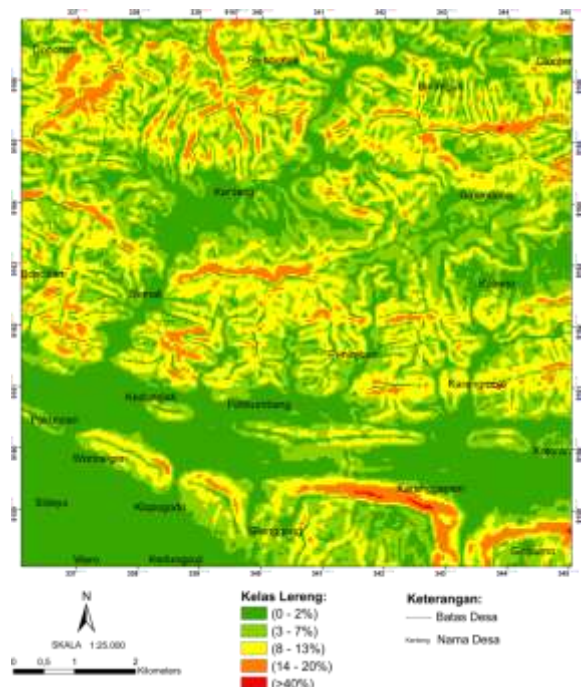
Overlay menggunakan metode *fuzzy logic* terhadap kelima parameter yang sudah diklasifikasikan sebelumnya akan menghasilkan peta tingkat kerawanan longsor. Adapun kelima parameter, yaitu peta elevasi atau peta ketinggian peta kemiringan lereng atau slope peta tutupan lahan atau *land use*, peta litologi atau peta

jenis batuan, peta curah hujan atau *rainfall* dan peta jenis tanah atau *soil type*.

Peta elevasi daerah penelitian menunjukkan ketinggian mulai dari 10 hingga 400 mdpl. Rona warna pada peta menunjukkan perbedaan ketinggian mulai dari warna terang hingga warna gelap yang ditunjukkan pada keterangan ketinggian (Gambar 5).

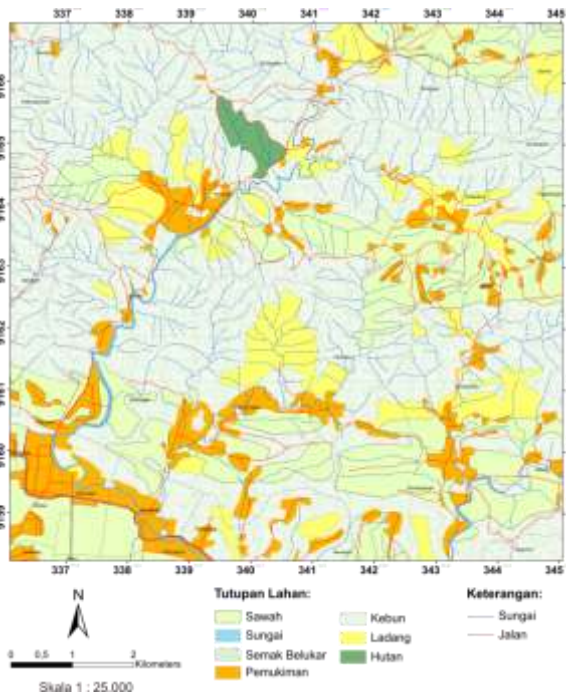


Gambar 5. Peta elevasi daerah penelitian



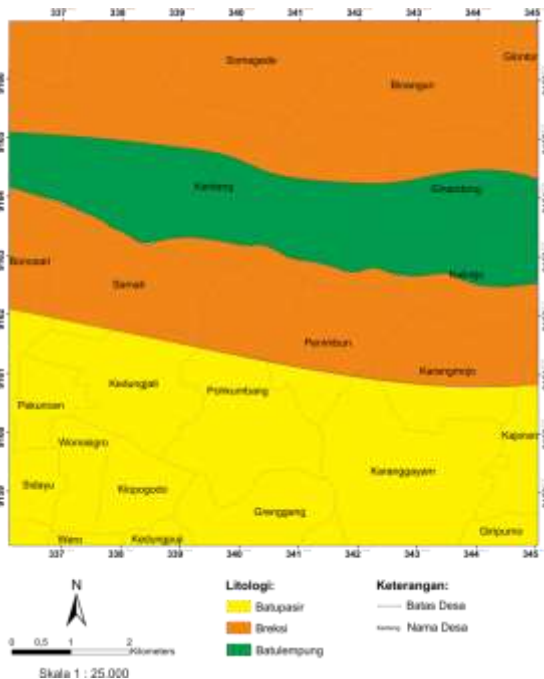
Gambar 6. Peta kemiringan lereng daerah penelitian

Kemiringan lereng pada daerah penelitian menunjukkan kelas lereng yaitu 0-2% hingga >40%. Kelas lereng yang mendominasi daerah penelitian adalah 8-13% (Gambar 6).



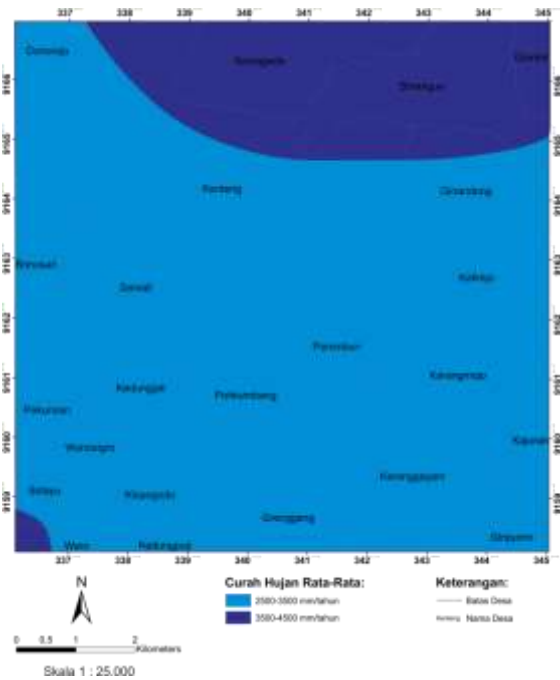
Gambar 7. Peta tutupan lahan daerah penelitian

Peta pemanfaatan lahan merupakan jenis peta tematik yang memberikan informasi daerah penelitian dengan adanya sawah, semak belukar, pemukiman, kebun, ladang, dan hutan. Daerah penelitian didominasi oleh kebun dan sawah serta pemukiman (Gambar 7).



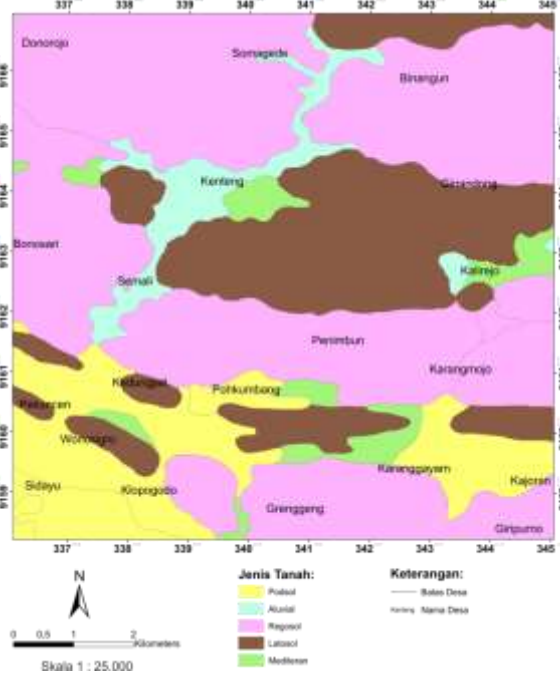
Gambar 8. Peta jenis batuan daerah penelitian

Jenis batuan pada peta menunjukkan lima jenis batuan atau litologi yaitu batupasir, breksi, dan batulempung. Daerah penelitian didominasi oleh jenis batuan breksi dan batupasir (Gambar 8).



Gambar 9. Peta curah hujan daerah penelitian

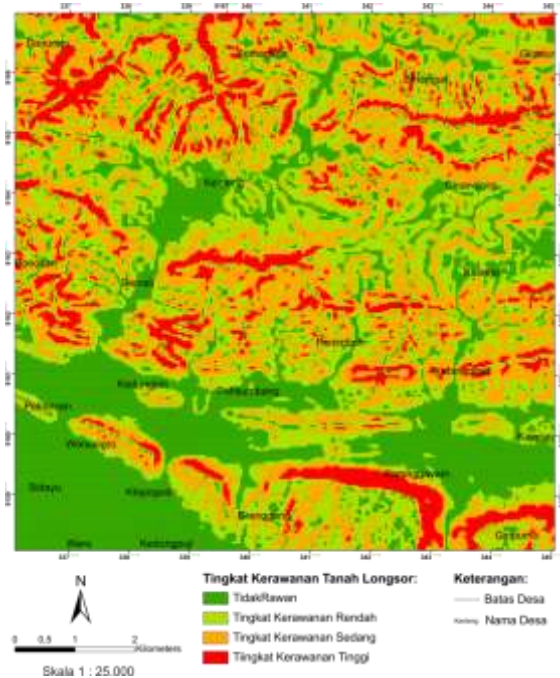
Peta curah hujan daerah penelitian menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki tingkat curah hujan yang cukup tinggi yaitu 2500 hingga 4500 mm/tahun (Gambar 9).



Gambar 10. Peta jenis tanah daerah penelitian

Jenis tanah pada peta menunjukkan lima jenis tanah yaitu podsol, alluvial, regosol, latosol, dan mediteran. Daerah penelitian didominasi oleh jenis tanah regosol, latosol, dan podsol (Gambar 10).

Kelima peta yang telah dibuat selanjutnya dilakukan overlay dan menghasilkan peta keawanan longsorr (Gambar 11).



Gambar 11. Peta tingkat kerawanan longsorr daerah penelitian

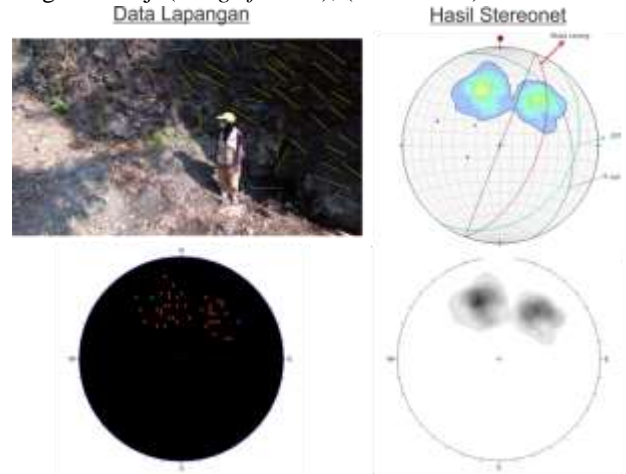
Variabel output yang dihasilkan dari proses overlay yaitu peta kerawanan longsorr. Peta kerawanan longsorr menunjukkan tingkat kerawanan mulai dari tidak rawan tingkat kerawanan rendah, tingkat kerawanan sedang hingga tingkat kerawanan tinggi.

Daerah penelitian didominasi oleh tingkat kerawanan sedang. Berdasarkan hasil peta yang menunjukkan tingkat kerawanan longsorr di atas, potensi longsorr yang paling tinggi terdapat pada daerah Desa Keteng dan Desa Donorojo. Kedua desa tersebut memiliki tingkat kerawanan longsorr yaitu tingkat kerawanan tinggi.

Selanjutnya untuk mengetahui tipe longoran daerah penelitian dilakukan metode kinematik. Metode kinematik dilakukan dengan mengambil data lapangan berupa kedudukan dan kemiringan kekar dengan *scanline method*. Selanjutnya kedudukan dan kemiringan kekar diolah menggunakan perangkat lunak dips.

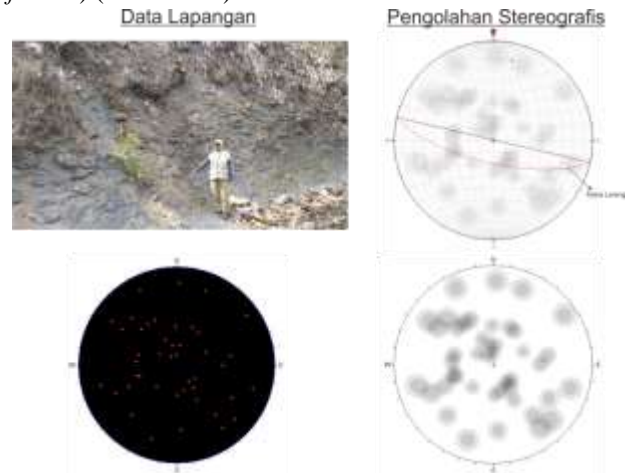
Hasil analisis stereografi menunjukkan garis perpotongan dari dua bidang kekar yang mempunyai kedudukan ke arah kemiringan lereng, menunjukkan bahwa batuan yang menyusun memiliki lebih dari satu bidang lemah atau bidang diskontinu yang bebas. Hasil analisis stereografis menunjukkan nilai JS1 yaitu N 340°

E/ 28° dan nilai JS2 yaitu N 036° E/ 28°. Nilai muka lereng yaitu N 023° E/ 16°. Berdasarkan Hoek dan Bray (1981) menunjukkan tipe keruntuhan atau tipe longoran baji (*wedge failure*), (Gambar 12)



Gambar 12. Analisis kinematik scanline lereng I

Hasil analisis stereografis menunjukkan bahwa bidang-bidang diskontinu tidak menunjukkan adanya dominasi arah pola *Join Set* (JS1) serta tidak ditemukannya jurus bidang. Dari hasil tersebut, berdasarkan Hoek dan Bray (1981) menunjukkan tipe keruntuhan atau tipe longoran busur (*circular failure*) (Gambar 13).



Gambar 13. Analisis kinematik scanline lereng II

Dari hasil penelitian yang menghasilkan tingkat kerawanan longsorr serta tipe longoran, maka dapat dilakukan 2 hal sebagai upaya solusi yaitu menjaga drainase lereng yang baik untuk menghindarkan air mengalir dari dalam lereng serta pembobotan geometri lereng.

KESIMPULAN

1. Tingkat kerawanan longsorr yang terdapat pada hasil

peta menunjukkan empat kategori yaitu: tidak rawan, tingkat kerawanan rendah, tingkat kerawanan sedang dan tingkat kerawanan tinggi.

2. Pada daerah penelitian tingkat kerawanan longsor dikategorikan sedang - tinggi.
3. Jenis longsoran dengan tingkat kerawanan tinggi banyak terdapat di daerah Kenteng dan Donorojo.
4. Hasil analisis kinematik ditemukan 2 tipe longsoran yaitu, tipe longsoran baji dan tipe longsoran busur.

DAFTAR PUSTAKA

- Bemmelan, R.W. van, (1949). The Geology of Indonesia Vol. IA, General Geology of Indonesia and adjacent archipelagos, MartinusNijhoff, The Hague
- Hoek, E., Bray, J. (1981). Rock Slope Engineering, Civil and Mining 4th Edition
- Karnawati, D. (2003). Bencana Alam Gerakan Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya. Jurusan Teknik Geologi, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Satyana, A.H., Amandita. (2004). Mandala Sedimentasi Jawa Barat. Proceedings, HAGI 33rd Annual Convention and Exhibition.