

ANALISIS TINGKAT KERAWANAN LONGSOR MENGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC* DAN KINEMATIK DAERAH GIYOMBONG DAN SEKITARNYA, JAWA TENGAH

M. Akbar Sudrajat¹, B.K. Susilo¹, dan Falisa¹

¹ Teknik Geologi, Universitas Sriwijaya, Indralaya

Corresponding author: 03071181621009@student.unsri.ac.id

ABSTRAK: Secara administratif lokasi penelitian berada di daerah Giyombong, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah. Keadaan morfologi daerah penelitian tersusun atas morfologi perbukitan dan perbukitan tinggi yang memiliki keterlereng cukup curam – curam diiringi dengan tingkat curah hujan menengah - tinggi sehingga rentan terjadinya bencana longsor. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kerawanan longsor serta tipe longsor yang berkembang di wilayah penelitian melalui metode *fuzzy logic* berupa perhitungan nilai kerawanan longsor melalui nilai linguistik dari variabel input tiap parameter. Serta metode kinematik berupa perhitungan pola diskontinuitas kekar yang bertujuan untuk merekonstruksi tegasan dan pergerakan yang terbentuk pada saat proses deformasi batuan. Berdasarkan hasil analisis variabel input parameter kemiringan lereng, elevasi morfologi, tutupan lahan, curah hujan, jenis tanah dan jenis batuan melalui *overlay fuzzy logic* menghasilkan variabel output berupa peta kerawanan longsor yang memiliki 4 kelas kerawanan, diantaranya kelas kerawanan rendah, kelas kerawanan sedang, dan kelas kerawanan tinggi, kelas kerawanan sangat tinggi. Setelah mendapatkan persebaran rawan longsor selanjutnya dilakukan metode kinematik menggunakan data kekar geologi dari bidang lemah batuan yang bertujuan untuk mengklasifikasikan jenis longsor/keruntuhan. Terdapat 6 pengamatan longsor daerah penelitian. Hasil dari analisis kinematik menggunakan scanline sampling data kekar dan diolah menggunakan *software Rocscience Dips v.5.1* menghasilkan 3 tipe longsor berbeda yaitu, tipe longsor busur, longsor baji, dan tipe longsor bidang. Tujuan dari penelitian ini sebagai acuan dalam mitigasi atau penanggulangan yang tepat apabila terjadi longsor. Selain itu juga untuk pengarahan kepada masyarakat agar lebih berhati-hati dalam pemanfaatan lahan sebagai antisipasi bencana longsor. Berdasarkan hasil dari analisis kedua metode tersebut didapatkan 3 cara penanggulangan longsor, yaitu membuat saluran air di permukaan lereng, pembobotan dan modifikasi geometri lereng, dan melakukan pengamatan secara berkala.

Kata Kunci: Longsor, Fuzzy Logic, Kinematik, Overlay

ABSTRACT: Administratively, the research location in the Giyombong area, Purworejo Regency, Central Java. The morphology of the study area is composed of hilly and high hilly morphology which has a fairly steep - steep slope accompanied by medium - high rainfall levels so that it is prone to landslides. This study aims to analyze the level of landslide vulnerability and the type of landslide that developed in the research area through the fuzzy logic method in the form of calculating the value of landslide vulnerability through the linguistic value of the input variables of each parameter. As well as the kinematic method in the form of calculating the fracture discontinuity pattern which aims to reconstruct the stress and movement formed during the rock deformation process. Based on the results of the analysis of the input variables for the parameters of slope slope, morphological elevation, land cover, rainfall, soil thickness and rock types through a fuzzy logic overlay, the output variable is a landslide hazard map which has 4 hazard classes, including low hazard class, medium hazard class, and high hazard class, very high hazard class. After obtaining the distribution of landslide-prone, kinematic methods are carried out using geological fracture data from the weak areas of the rock which aims to classify the types of landslides. There are 6 landslide observations in the study area. The results of the kinematic analysis using scanline stocking data sampling and processed using the software Rocscience Dips v.5.1 produced 3 different types of landslides, arc landslides, wedge landslides, and plane landslides types. The purpose of this research is as a reference in appropriate mitigation or countermeasures in case of landslides. In addition, it is also intended to provide guidance to the community to be more careful in land use in anticipation of landslides. Based on the

results of the analysis of the two methods, there are 3 ways to overcome landslides, making water channels on the slope surface, weighting, modifying the slope geometry, and making regular observations.

Keywords: Landslide, Fuzzy Logic, Overlay, Kinematic

PENDAHULUAN

Bencana longsor merupakan salah satu fenomena alam yang sering dijumpai di Indonesia baik skala kecil maupun besar. Hal ini dikarenakan dua faktor yaitu faktor alam dan faktor manusia. Selain itu kurangnya pemahaman dan edukasi masyarakat mengenai potensi kerentanan bencana longsor menyebabkan sulitnya upaya mitigasi dalam mengantisipasi terjadinya longsor. Sehingga merugikan macam-macam aspek kehidupan termasuk berdampak pada lahan pertanian, sosial ekonomis daerah hingga menimbulkan korban jiwa. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk 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.

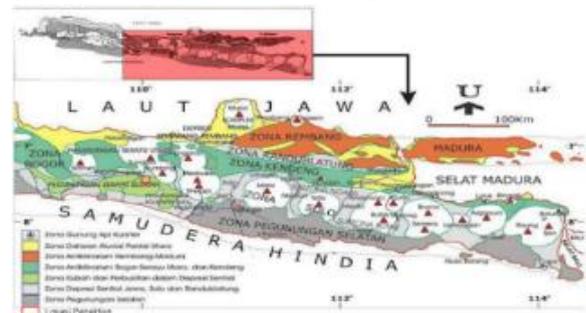
Menurut Direktorat Geologi dan Tata Lingkungan (1981) terjadinya longsor diakibatkan oleh proses eksogen berupa pergerakan massa batuan akibat agradasi dan degradasi tanah dari topografi tinggi ke rendah dengan faktor pendukung berupa jenis batuan, curah hujan dan penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kegunaannya. Selain itu menurut (Karnawati, 2001) longsor disebabkan tidak seimbangannya lereng yang memiliki faktor kemiringan lereng curam ($>25\%$), memiliki bidang luncur berupa lapisan bawah permukaan tanah yang semi *permeable* serta terdapat cukup air untuk memenuhi tanah diatas bidang luncur. Secara Administratif Daerah penelitian berada di Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah memiliki cakupan luasan telitian Sebesar 81km² dengan koordinat (UTM) N 9172466, E372363 & N 9163727, E 381315 (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Wilayah Penelitian

Berdasarkan data Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) sebanyak 125 bencana tanah longsor tercatat terjadi di Provinsi Jawa Tengah selama Januari 2019. Selain itu terdapat 918 lokasi daerah rawan longsor yang tersebar di berbagai wilayah Indonesia, dimana provinsi Jawa Tengah yang menjadi wilayah penelitian memiliki jumlah titik lokasi rentan longsor terbanyak dengan jumlah 327 lokasi di beberapa wilayah.

Penyebab longsor didukung dengan keadaan Geologi yang berada di zona fisiografis Jawa Tengah dan termasuk dalam Zona Kubah dan Perbukitan dalam Depresi Sentral. Bentuk morfologi dari fisiografis yang bervariasi seperti dataran dan perbukitan dan pegunungan memungkinkan daerah penelitian mengalami tanah longsor (Gambar 2.)

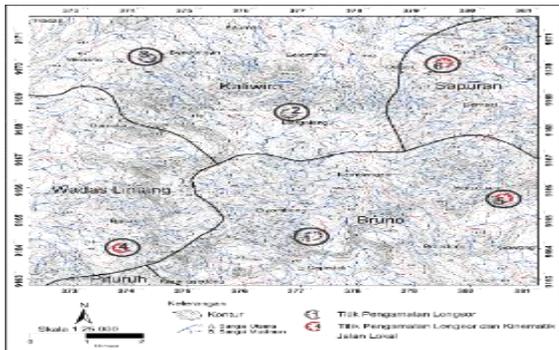


Gambar 2. Zona Fisiografis Jawa Tengah Van Bemmelen, 1949

Salah satu upaya mitigasi bencana dapat dilakukan dengan menyajikan informasi tentang kerentanan longsor melalui Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan metode *overlay* terhadap beberapa jenis parameter penyebab longsor seperti: curah hujan, kemiringan lereng, elevasi morfologi, jenis batuan, tutupan lahan serta perkembangan struktur berdasarkan data pemetaan rinci yang telah dilakukan sebelumnya. Seluruh parameter tersebut kemudian diproses menggunakan metode *Fuzzy logic* untuk menentukan tingkat kerawanan tanah longsor. Menurut Nithya et al. (2012) pendekatan logika fuzzy apabila dikombinasikan dengan penginderaan jauh dan sistem informasi geografis dapat memberikan hasil dengan akurasi yang akurat dalam memprediksi sebaran wilayah rentan akan longsor

ANALISIS TINGKAT KERAWANAN LONGSOR MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC DAN KINEMATIK DAERAH GIYOMBONG DAN SEKITARNYA, JAWA TENGAH

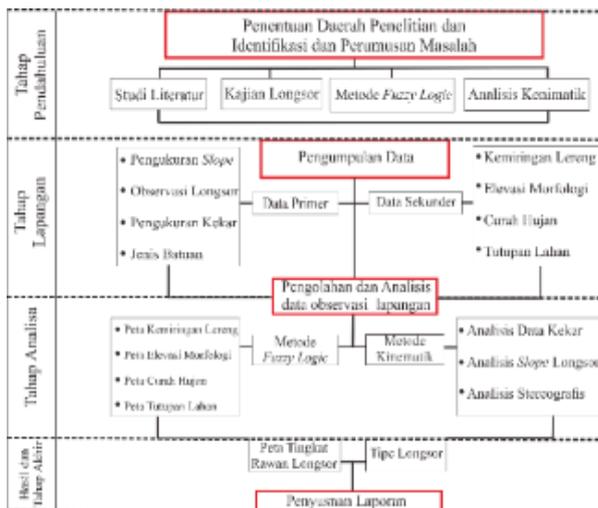
Pada wilayah penelitian dijumpai beberapa titik Pengamatan longsor pada empat kecamatan dan mempunyai potensi besar terjadinya bencana tanah longsor yaitu Kecamatan Bruno, Sapuran, Kaliwiro dan Wadaslintang. Penelitian ini mempunyai luasan 81km² yang dipetakan menggunakan skala 1 : 25.000. (Gambar 3).



Gambar 3. Peta lokasi penelitian dan titik pengamatan longsor

METODE PENELITIAN

Diagram alir penelitian terdiri dari tahap pendahuluan, lapangan, Analisa dan tahap akhir dimana metode yang digunakan dalam pengolahan dan Analisis menggunakan dua jenis metode yang didasarkan dari data hasil penelitian pemetaan dengan kombinasi data sekunder. Hasil analisis dari kedua metode ini menggambarkan tingkat rawan longsor serta tipe longsor di daerah penelitian (Gambar 4)



Gambar 4. Diagram Metode Alir Penelitian

Tahapan penelitian diawali dari tahap pendahuluan, lapangan analisis dan hasil akhir. Metode terbagi menjadi dua yaitu metode *Fuzzy Logic* dan *Kinematik*

Fuzzy logic merupakan salah satu analisis spasial untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Suatu sistem berbasis aturan fuzzy logic terdiri dari tiga komponen utama yaitu Fuzzification,

Tahap analisis metode *Fuzzy Logic* memiliki sifat kesamaran nilai dalam menggambarkan penggabungan setiap parameter. Teori himpunan fuzzy dapat membentuk suatu objek menjadi anggota dari berbagai parameter dalam tiap himpunan untuk dianalisis melalui pendekatan *fuzzy logic*. Berikut variable input metode fuzzy:

Tabel 1 Parameter kemiringan lereng

| 1. | Kelas | Tingkat | Nilai Linguistik |
|----|--------------|---------|---------------------|
| 2. | Datar | 0-8% | $x \leq 8$ |
| 3. | Landai | 8-15% | $8 \leq x \leq 15$ |
| 4. | Agak Curam | 15-25% | $15 \leq x \leq 25$ |
| 5. | Curam | 25-40% | $25 \leq x \leq 40$ |
| 6. | Sangat Curam | >40% | $x > 40$ |

Sumber : Karnawati, (2003)

Tabel 2 Parameter elevasi morfologi

| No | Kelas | Elevasi (m) | Nilai Linguistik |
|----|-------------------|-------------|------------------------|
| 1 | Datar rendah | >50 | $x \leq 50$ |
| 2 | Perbukitan rendah | 50 - 200 | $50 \leq x \leq 200$ |
| 3 | Perbukitan | 200 - 500 | $200 \leq x \leq 500$ |
| 4 | Perbukitan tinggi | 500 - 1000 | $500 \leq x \leq 1000$ |
| 5 | Pegunungan | >1000 | $x > 1000$ |

Sumber : Widyatmanti, (2016)

Tabel 3 Parameter pemanfaatan lahan

| No | Tingkat erosi | Tutupan Lahan | Nilai Linguistik |
|----|---------------|--------------------------|---------------------|
| 1 | Kurang peka | Hutan | $x \leq 10$ |
| 2 | Agak Peka | Perkebunan, semakbelukar | $10 \leq x \leq 30$ |
| 3 | Peka | Sawah, ladang | $30 \leq x \leq 50$ |
| 4 | Sangat Peka | permukiman | $x > 50$ |

Sumber : Karnawati, (2003)

Tabel 4 Parameter curah hujan/ bulan

| No | Tingkat | Intesitas hujan/ bulan | Nilai Linguistik |
|----|----------|------------------------|-----------------------|
| 1 | Rendah | 0 - 100 mm | $x \leq 100$ |
| 2 | Menengah | 100 - 300 mm | $100 \leq x \leq 300$ |
| 3 | Tinggi | 300 - 500 mm | $300 \leq x \leq 500$ |

Sumber : Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika.

Tabel 5 Parameter litologi

| No | Jenis Batuan | Nilai Linguistik |
|----|------------------------|---------------------|
| 1 | Breksi, Tuff | $x \leq 10$ |
| 2 | Batupasir, Batulanau | $10 \leq x \leq 20$ |
| 3 | Batunapal, Batulempung | $20 \leq x \leq 30$ |

Sumber : Peta Geologi Daerah Penelitian (2020)

Tabel 6 Parameter Jenis tanah

| No | Jenis Tanah | Tingkat erosi | Nilai Linguistik |
|----|-------------|---------------|---------------------|
| 1 | Andosol | Tidak Peka | $x \leq 10$ |
| 2 | Latosol | Sedikit Peka | $10 \leq x \leq 20$ |
| 3 | Podsol | Agak Peka | $20 \leq x \leq 30$ |
| 4 | Regosol, | Sangat Peka | $x > 40$ |

Sumber : Sobirin, 2013

Seluruh parameter tersebut kemudian dilakukan analisis pengolahan *fuzzy logic* lalu di *input* kedalam *attribute table* peta longsor pada variabel output yang telah ada untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan sebaran rawan longsor di lokasi penelitian (Tabel 6).

Tabel 7 Variabel output Fuzzy

| 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 | $x > 7,00$ |

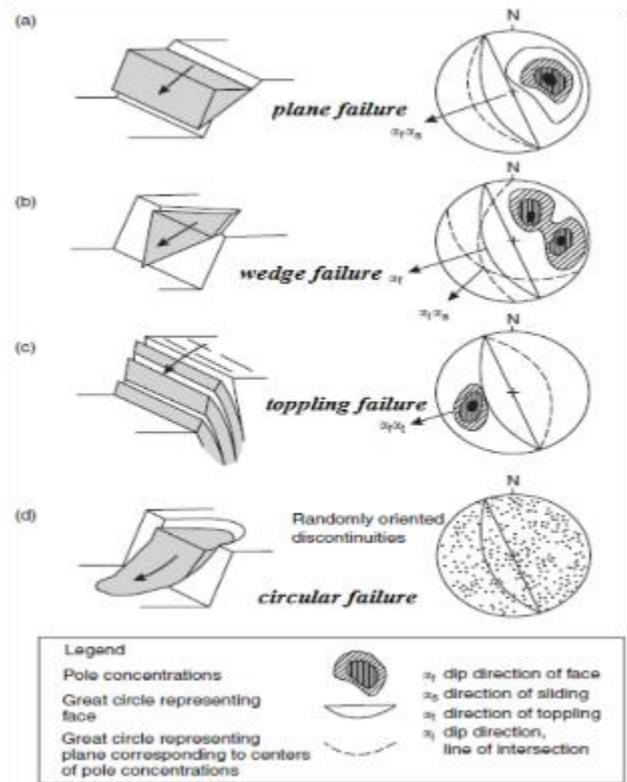
Sumber : Akhsar, (2014)

B. Metode Kinematik

Terbentuknya longsor (*slope failure*) berhubungan dengan kehadiran struktur geologi yang mengakibatkan adanya suatu diskontinuitas pada suatu massa batuan. Analisis kinematik dilakukan dengan cara *scanline* singkapan pada lereng batuan yang bertujuan untuk mengidentifikasi bidang lereng yang berpotensi mengalami keruntuhan serta tingkat ketidakstabilan dari suatu lereng yang mengacu pada pergerakan, tanpa mengacu gaya tegasan pembentukannya. (Hudson & John, 2005).

Data yang digunakan dalam analisis ini berupa *scanline* kedudukan kekar, orientasi lereng, dan sudut geser batuan yang diproyeksikan dalam analisis stereografis sehingga dapat menentukan tipe dan arah longsor. Setelah itu, semua data diolah menggunakan stereonet. Menurut Hoek dan Bray (1981) perpaduan bidang orientasi kekar pada batuan akan menghasilkan 4 tipe longsor, yaitu (Gambar 5):

- Longsor bidang (*plane sliding failure*),
- Longsor baji (*wedge sliding failure*),
- Longsor jungkiran (*toppling failure*),
- Longsor busur (*circular sliding failure*).



Gambar 5. Tipe-Tipe Longsor (Hoek dan Bray, 1981)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada daerah penelitian dijumpai gejala longsor seperti terbentuknya mata air baru setelah hujan (Gambar 6C), material batu dan tanah yang mulai berjatuh secara perlahan (Gambar 6A dan C), tebing merapuh dan terkikis (Gambar 6B) dan timbulnya retakan kecil pada lereng yang sejajar dengan arah tebing (Gambar 6A dan 6B). Beberapa fenomena alam tersebut merupakan ciri umum terjadinya longsor pada daerah penelitian, namun fenomena tersebut kurang dipahami oleh masyarakat sehingga perlu nya dilakukan sosialisasi agar mengantisipasi terjadinya longsor dalam skala lebih besar (Gambar 6).



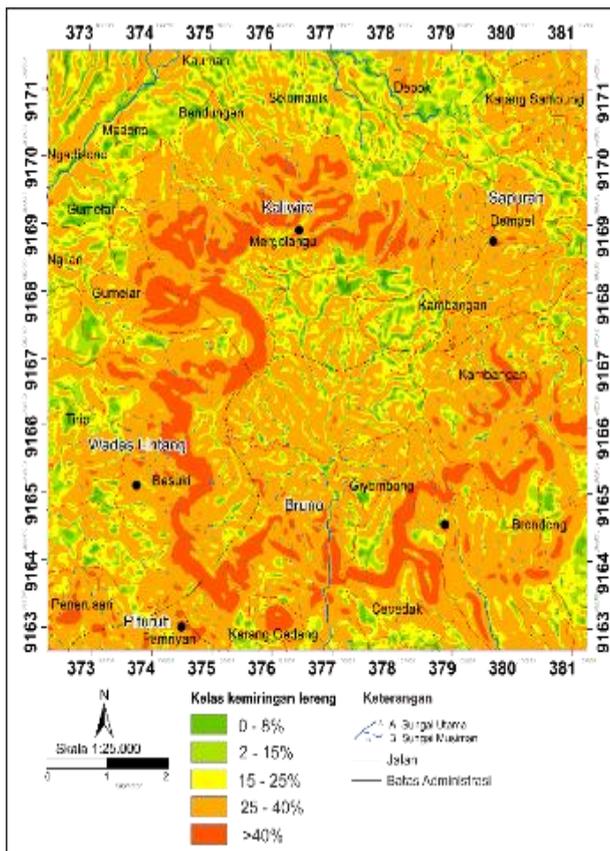
Gambar 6. Kenampakan longsor daerah penelitian

ANALISIS TINGKAT KERAWANAN LONGSOR MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC DAN KINEMATIK DAERAH GIYOMBONG DAN SEKITARNYA, JAWA TENGAH

- (A) Material batu dan tanah berjatuhan, 2.Retakan lereng
- (B) Tebing terkikis. 2. Timbulnya Retakan lereng
- (C) Terbentuknya mata air. 2 Material batu dan tanah berjatuhan

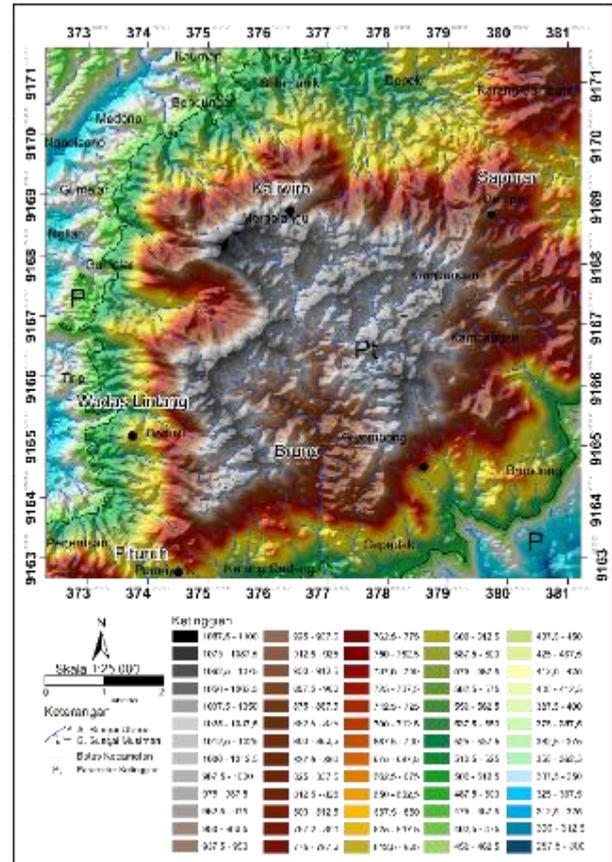
Menentukan tingkat kerawanan longsor menggunakan metode fuzzy logic dilakukan dengan cara overlay variable input dari keenam parameter yang telah diklasifikasikan menggabungkan tiap parameter berupa peta kemiringan lereng (Gambar 7), peta elevasi morfologi (Gambar 8), peta pemanfaatan lahan (Gambar 9), peta curah hujan (Gambar 10), dan peta sebaran jenis batuan (Gambar 11) dan peta jenis tanah (Gambar 12).sehingga menghasilkan variable output berupa peta tingkat kerawanan longsor (Gambar 13).

Peta kemiringan lereng daerah penelitian berdasarkan kalsifikasi karnawati (2003). Daerah penelitian terbagi menjadi 5 kelas lereng yaitu, kelar lereng datar (0-8%), landai (2-15%), agak curam (15-25%), curam (25-40%), sangat curam (>40%). Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa kemiringan lereng daerah penelitian didominasi kelas curam (Gambar 7).

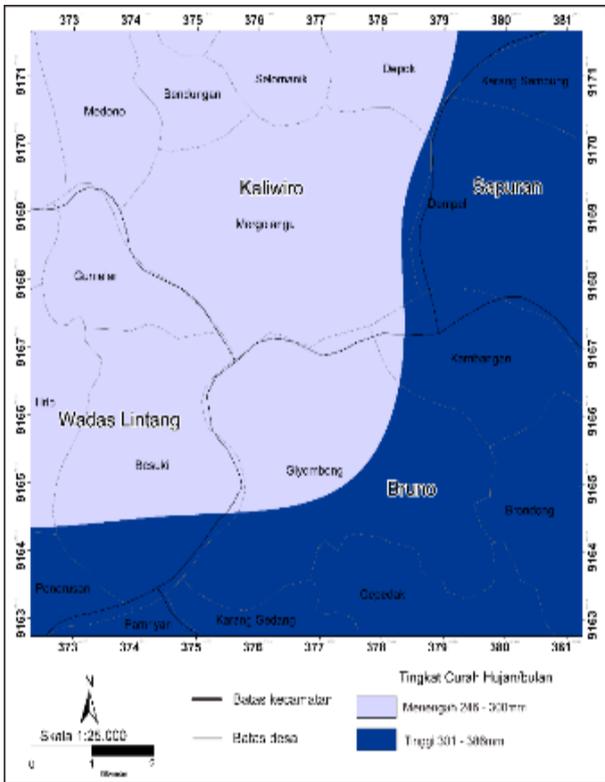


Gambar 7. Peta kemiringan lereng daerah penelitian

Peta elevasi morfologi menampilkan perbedaan jarak morfologi sebanyak 12,5 meter hal ini dilakukan karena menyesuaikan dengan skala peta 1:25.000 sehingga terbagi menjadi 65 kelas ketinggian (Gambar 8).

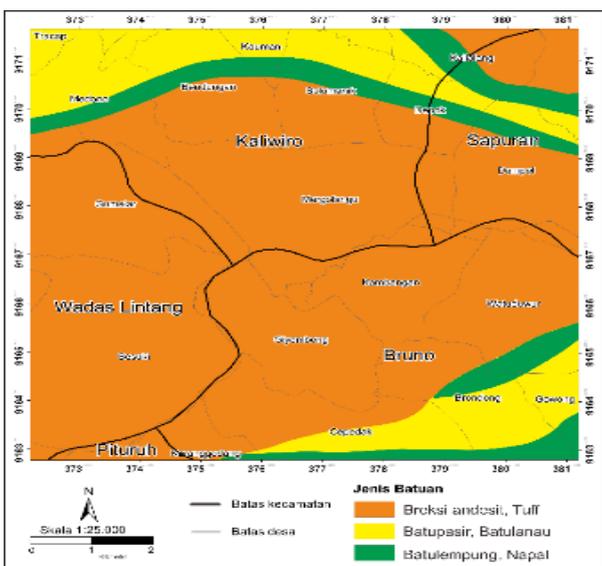


Penggambaran tingkat curah hujan didasari dengan konsep interpolation dan kaidah *Inverse Distance Weighted* (IDW) pada *Tools ArcGIS* diperoleh data persebaran curah hujan melalui aplikasi SiBias dan Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika daerah Purworejo dan Wonosobo menghasilkan peta curah hujan rata-rata/ bulan daerah penelitian (Gambar 10)



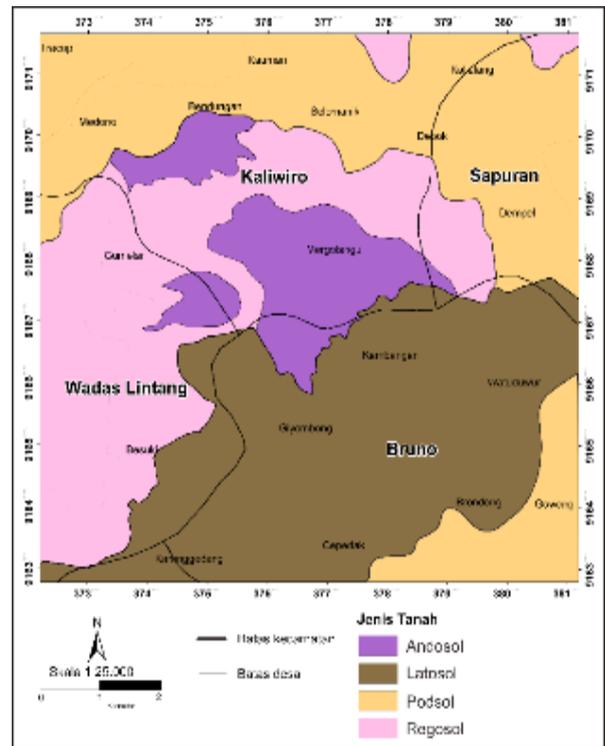
Gambar 10. Peta tingkat curah hujan daerah penelitian

Peta persebaran jenis batuan didapatkan dari hasil observasi lapangan pemetaan geologi daerah penelitian (Gambar 11).



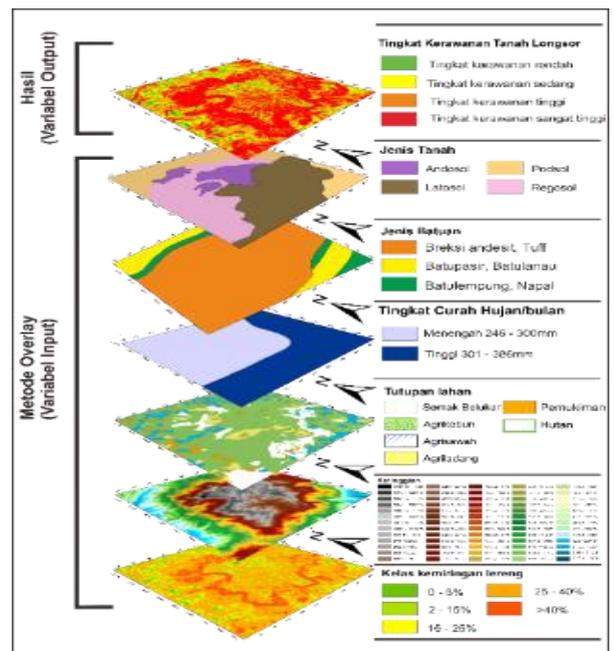
Gambar 11. Peta jenis batuan daerah penelitian

Peta persebaran jenis tanah berdasarkan Sistem Informasi Sumberdaya Lahan Pertanian (2016) (Gambar 11).



Gambar 12. Peta jenis tanah daerah penelitian

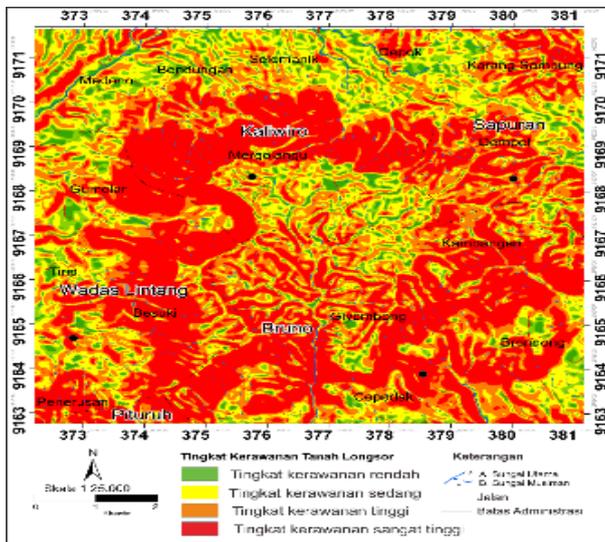
Hasil *overlay fuzzy logic* dari setiap parameter didapatkan 4 kelas tingkat kerawanan longsor yang dapat dijadikan sebagai pemahaman mitigasi kepada masyarakat agar lebih berhati-hati dalam pemanfaatan lahan dan pembangunan infrastruktur desa (Gambar 13).



Gambar 13. Metode *overlay fuzzy logic*

ANALISIS TINGKAT KERAWANAN LONGSOR MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC DAN KINEMATIK DAERAH GIYOMBONG DAN SEKITARNYA, JAWA TENGAH

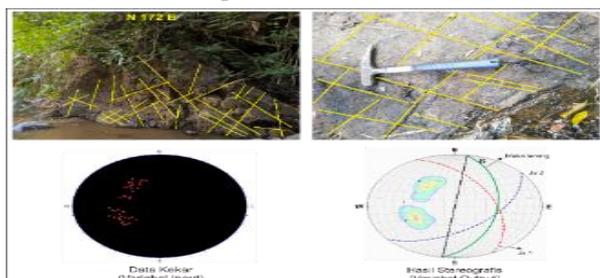
Potensi longsor tertinggi berada didaerah Bruno, Kaliwiro, dan Sapuran. Berdasarkan peta geologi observasi lapangan daerah tersebut terdapat beberapa jenis struktur baik kekar, sesar maupun lipatan. Sehingga diinterpretasikan perkembangan struktur geologi mempengaruhi terjadinya longsor (Gambar 14).



Gambar 14. Peta tingkat kerawanan longsor daerah penelitian

Analisis metode kinematik membantu dalam identifikasi tipe longsor di daerah penelitian melalui pengolahan data kekar yang dianalisis melalui stereografis sehingga membantu dalam menganalisis pola atau orientasi diskontinuitas yang dapat menyebabkan kestabilan lereng batuan. Pengolahan data kekar dijadikan acuan sebagai variabel input yang kemudian diolah melalui perangkat lunak Rocscience Dips v.5.1.

Scanline I dilakukan di daerah Wadaslintang dimana hasil obsevasi lapangan didapatkan data arah dan kemiringan lereng N 192° E / 51°, panjang lereng ± 110 m dan tinggi lereng ± 25 m, Panjang scanline 30 m, data diskontinuitas kekar berjumlah 50 arah pada litologi batupasir masif, berwarna coklat kekuningan, ukuran butir sedang - kasar, menyudut tanggung, terpilah buruk, kemas terbuka, kompak (Gambar 15).

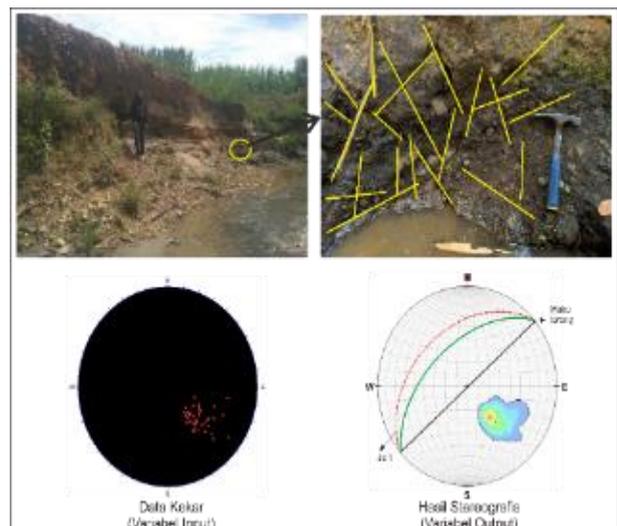


Gambar 15. Scanline I daerah penelitian

Hasil analisis stereografi menunjukkan garis perpotongan 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, dengan sudut antara kedua bidang tersebut membentuk sudut yang lebih besar dari sudut geser dalamnya. Nilai Joint Set berjumlah dua set diskontinuitas yaitu JS1 (N 334° E / 52°) dan JS2 (N 050° E / 53°). Berdasarkan hasil analisis stereografis didapat tipe longoran baji / wedge failure. (Hoek dan Bray, 1981)

Terbentuknya kekar atau retakan pada lereng yang relatif tegak lurus arah gerakan. Retakan ini dapat menjadi jalur air dalam melunakkan tanah yang memicu terjadi longoran. Penanggulangan atau antisipasi longsor dapat dilakukan dengan cara perubahan geometri lereng berupa pemotongan dan penimbunan (cut and fill). Bagian yang dipotong disesuaikan dengan geometri daerah longoran berupa pemotongan kepala lereng, pelandaian, pengipasan tebing dan pengupasan lereng, serta melakukan penimbunan dan pembobotan pada kaki lereng.

Scanline II dilakukan di daerah Watuduwur dimana hasil obsevasi lapangan didapatkan data arah dan kemiringan lereng N 063° E / 44°, panjang lereng ± 40m dan tinggi lereng ± 30m, panjang scanline 20m, diskontinuitas kekar 50 arah pada breksi, berwarna coklat, ukuran butir kasar – sangat kasar, menyudut tanggung, terpilah buruk, kemas terbuka, kompak (Gambar 16).



Gambar 16. Scanline II daerah penelitian

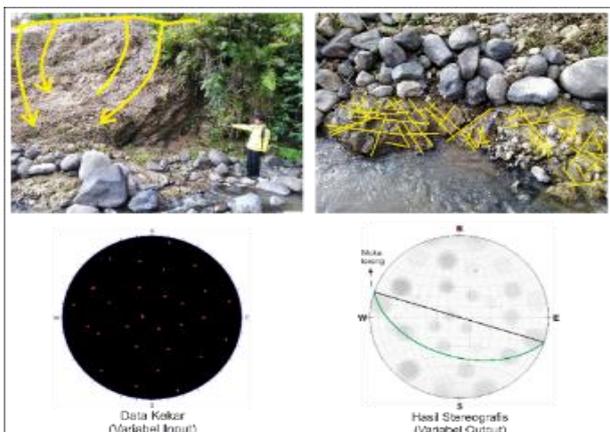
Hasil analisis stereografi didapatkan arah nilai Joint Set (N 229° E / 40°) menunjukkan kemiringan bidang kekar hampir atau searah dengan lereng. Berdasarkan hasil analisis stereografis dan kenampakkan lapangan

berupa bidang gelincir tunggal (Gambar 16) diidentifikasi tipe longsor termasuk tipe longsor bidang / *Plane failure* (Hoek dan Bray, 1981)

Kenampakan longsor pada lokasi penelitian yang terjadi sepanjang bidang luncur yang cenderung rata. Bidang luncur batuan tersebut dapat berupa sesar, kekar (*joint*) maupun bidang perlapisan batuan. Penanggulangan atau antisipasi longsor dengan cara mengalirkan genangan air yang tertimbun maupun yang terbuka. Menutup kekar atau rekahan yang telah terbentuk dengan tanah liat serta membuat beban kontra (*counter weight*) pada kaki lereng, misalnya dengan menumpuk karung yang berisi tanah serta menahan dengan jaring besi penahan longsor.

Scanline III dilakukan di daerah Sapuran dimana hasil obsevasi lapangan didapatkan data arah dan kemiringan lereng N 283° E / 52°, panjang lereng ± 45 m dan Tinggi ± 35 m, panjang *scanline* 55 m, diskontinuitas berupa kekar berjumlah 50 arah pada litologi batupasir massif, berwarna coklat gelap, ukuran butir halus – sedang, menyudut tanggung, terpilah buruk, kemas terbuka, kompak.

Jenis longsor ini hanya dapat terjadi jika batuan tersebut telah lapuk dan memiliki bidang-bidang diskontinu yang tidak menunjukkan adanya dominasi arah pola *Join Set* (JS1) serta tidak ditemukannya jurus bidang diskontinuitas dengan jurus permukaan lereng (Gambar 17).



Gambar 17. Scanline III daerah penelitian

Hasil analisis stereografis menunjukkan kondisi lereng dengan keruntuhan / longsor busur (*circular failure*) tidak memiliki nilai jurus bidang diskontinuitas dengan nilai jurus permukaan lereng. Hal ini disebabkan oleh persebaran data kekar yang tidak membentuk *joint set* (Hoek dan Bray, 1981)

Longsor busur hanya terjadi pada material yang bersifat seperti tanah. Longsor busur juga dapat terjadi pada batuan yang sangat lapuk serta banyak mengandung banyak arah bidang lemah maupun

tumpukan (timbunan) batuan hancur.

Longsor pada lokasi pengamatan ini menunjukkan tidak berfungsinya *drainase* dengan baik yang mengakibatkan air akan mengalir ketempat lebih rendah dan sebagian berinfiltarsi kedalam tanah. Air yang merembes masuk ke dalam rekahan batuan menyebabkan tanah menjadi jenuh dan lunak sehingga mengurangi kestabilan lereng. Penanggulangan atau antisipasi untuk menghindari kemungkinan terjadinya longsor yaitu dengan cara mengontrol masuknya air permukaan bertujuan untuk mengurangi berat massa tanah yang bergerak dan menambah kekuatan material pembentuk lereng mencegah masuknya air permukaan ke dalam area longsor dengan cara membuat saluran terbuka, mengeringkan genangan air yang berada pada atas longsor serta perlunya pengecekan secara berkala keadaan *drainase* lereng.

KESIMPULAN

1. Metode Fuzzy logic menggunakan variabel input berjumlah 6 parameter yaitu kemiringan lereng, elevasi morfologi, pemanfaatan tata guna lahan, tingkat curah hujan, jenis batuan dan jenis tanah. Menghasilkan variabel output peta kerawanan longsor
2. Hasil analisis didapatkan peta tingkat kerawanan bencana longsor daerah penelitian terbagi menjadi empat kategori yaitu: tingkat kerawanan rendah, sedang, tinggi dan tingkat kerawanan sangat tinggi.
3. Metode kinematik dilakukan dengan cara *scanline* kedudukan kekar, orientasi lereng, dan sudut geser batuan yang diproyeksikan dalam analisis stereografis dilanjutkan dengan merekonstruksi nilai dan arah bidang diskontinuitas serta joint set, sehingga dapat menentukan tipe dan arah longsor. Pada daerah penelitian dan didapatkan 3 tipe longsor yaitu, tipe longsor bidang, tipe longsor baji dan tipe longsor busur.
4. Tingkat kerawanan longsor daerah penelitian didominasi tinggi – sangat tinggi yang terdapat di daerah Bruno, Wadaslintang dan Sapuran.
5. Penanggulangan dan antisipasi bencana longsor yang dapat dilakukan berupa membuat saluran terbuka, mengalirkan genangan air yang tertimbun maupun yang terbuka, perubahan geometri lereng berupa pemotongan dan penimbunan (*cut and fill*). serta perlunya pengecekan secara berkala keadaan *drainase* lereng telah dibuat

DAFTAR PUSTAKA

- Akhsar, (2014). Pemetaan Prediksi Sebaran Kerentanan Longsor di Kecamatan Tawamangu, Kabupaten Karanganyar Menggunakan Pendekatan Fuzzy Logic. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah. (2014). Data Kawasan Rawan Longsor, Jawa Tengah. Purworejo dan Wonosobo. Pusat BPBD Indonesia.
- Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika (2019). Data curah hujan Jawa Tengah. Stasiun Pengamatan Purworejo dan Wonosobo, Indonesia.
- Bemmelen, R.W. van, 1949. The Geology of Indonesia. Vol. IA, General Geology of Indonesia and adjacent archipelagos, MartinusNijhoff, The Hague
- Goodman., Bray, J. (1997). *Engineering Rock Mechanics*, An Introduction to the Principles, Pergamon, UK
- 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.
- Sobirin, S. (2013). Pengolahan Sumber Daya Air Berbasis Masyarakat, Geoteknologi LIPI, Bandung.
- Widyatmanti, W., Wicaksono, I., Syam, P. D. R., 2016, Identification of topographic elements composition based on landform boundaries from radar interferometry segmentation (preliminary study on digital landform mapping). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 37