

## Pengaruh Kehadiran Airtanah Terhadap Kerentanan Gerakan Massa di Daerah Kenalan dan Sekitarnya, Jawa Tengah

Boi Haris Siahaan<sup>1)</sup>, Sari Bahagiarti Kusumayudha<sup>\*2)</sup>, dan Heru Sigit Purwanto<sup>3)</sup>

<sup>123)</sup>Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta

\*saribk@upnyk.ac.id

**Abstrak** – Daerah penelitian termasuk dalam wilayah desa Kenalan, Kecamatan Borobudur, Kabupaten Magelang, berada pada koordinat 110°11'05"-110°14'15" BT dan 7°37'45"-7°40'05"LS, morfologi lereng datar hingga curam, sehingga rawan terhadap bencana gerakan massa. Batuan tersusun atas Satuan breksi andesit Kaligesing, Satuan lava andesit Kaligesing, Satuan batugamping Jonggrangan, Satuan endapan koluvium, dan Satuan endapan aluvial. Tujuan penelitian adalah melakukan analisis pengaruh keberadaan airtanah terhadap kejadian gerakan massa, menentukan faktor keamanan lereng yang berpotensi longsor, dan menyusun peta kerentanan gerakan massa di daerah penelitian. Metode penelitian menggunakan pendekatan kualitatif, kuantitatif, dan survei lapangan. Analisis kestabilan lereng dilakukan terhadap 6 lereng, dengan hasil 3 lereng stabil, dan 3 lereng labil. Dari zonasi kerentanan gerakan massa, didapatkan 3 zona kerentanan. Zona dengan tingkat kerentanan rendah menempati 30% lokasi penelitian dengan muka airtanah berada pada kedalaman >20, dan terdapat 6 kejadian longsor. Tingkat kerentanan sedang menempati 45% lokasi penelitian dengan muka airtanah berada pada kedalaman 7-25m, dan terdapat 21 kejadian longsor. Tingkat kerentanan tinggi menempati 25% lokasi penelitian dengan kedalaman muka airtanah berada pada kedalaman <7m, dan terdapat 38 kejadian longsor. Muka airtanah berperan besar dalam menurunkan nilai faktor keamanan lereng. Proporsi kejadian longsor banyak terjadi pada daerah dengan muka airtanah rendah/dangkal dan pada sistem akuifer antar butir.

**Kata Kunci:** Airtanah, kerentanan, gerakan massa.

**Abstract** – The research area is included in the Kenalan village area, Borobudur District, Magelang Regency, located at coordinates 110°11'05"-110°14'15" E and 7°37'45"-7°40'05"S, slope morphology is flat to steep, making it prone to mass movement disasters. The rocks are composed of the Kaligesing andesite breccia unit, the Kaligesing andesite lava unit, the Jonggrangan limestone unit, the colluvium unit, and the aluvial deposit unit. The aim of the research is to analyze the influence of the presence of groundwater on mass movement occurrence, determine safety factors for slopes that have the potential for landslides, and compile a map of mass movement susceptibility in the research area. The research method uses is qualitative, quantitative and field survei approaches. Slope stability analysis was carried out on 6 slopes, with the results of 3 slopes being stable and 3 slopes being unstable. From the vulnerability zoning of mass movements, 3 vulnerability zones were obtained. Zones with a low level of vulnerability occupy 30% of the research location with groundwater levels at a depth of >20, and there were 6 landslide events. The moderate level of vulnerability occupies 45% of the research location with groundwater levels at a depth of 7-25m, and there were 21 landslide incidents. A high level of vulnerability occupies 25% of research locations with groundwater levels at a depth of <7m, and there were 38 landslide events. The groundwater level plays a major role in reducing the value of the slope safety factor. A large proportion of landslides occur in areas with low/shallow groundwater levels and in intergranular aquifer systems.

**Keywords:** Groundwater, vulnerability, mass movement.

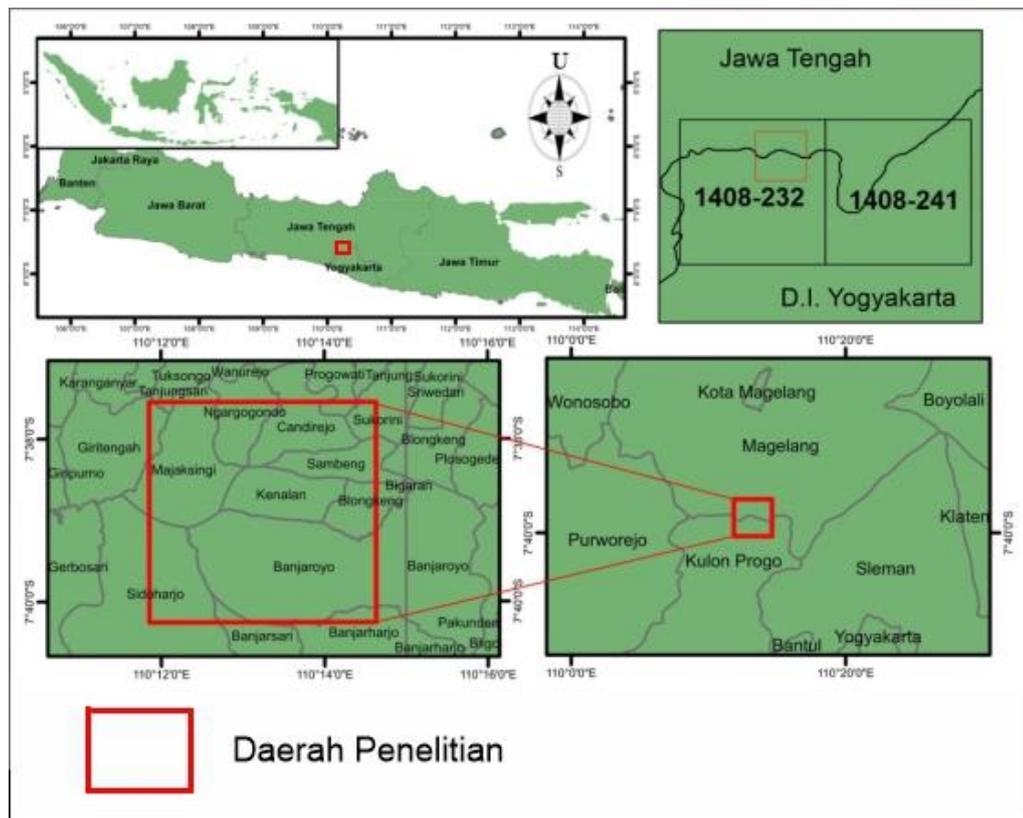
### PENDAHULUAN

Morfologi lereng yang terjal dan faktor keamanan lereng yang tidak terpantau secara sistematis dapat berpotensi menimbulkan bencana gerakan massa tanah dan batuan (Barus 1999 dalam Rahmad et al., 2018). Peristiwa gerakan massa dapat disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya adalah sifat fisik tanah dan batuan, litologi, struktur geologi, kondisi hidrogeologi, serta keadaan morfologi, kemudian faktor eksternal adalah aktivitas manusia terhadap penggunaan lahan dan didukung oleh keadaan iklim (Barus 1999 dalam Rahmad et al., 2018). Gerakan massa disebut bersifat merusak jika menimbulkan kerugian dan korban jiwa.

Airtanah berperan penting terhadap terjadinya gerakan massa. Keberadaan airtanah di dalam batuan penyusun lereng menimbulkan tekanan pori, serta mempengaruhi kuat geser dari batuan tersebut, sehingga kondisi hidrogeologi berperan penting dalam menentukan nilai faktor keamanan lereng (Permatasari, 2018). Peningkatan jumlah air seperti infiltrasi air hujan juga akan menambah beban dan meningkatkan kejenuhan tanah dan batuan penyusun lereng sehingga kemungkinan terjadinya gerakan massa akan semakin besar.

Desa Kenalan, Kecamatan Borobudur, Kabupaten Magelang adalah daerah yang berada pada topografi dengan tingkat keterlerangan landai hingga curam. Keadaan lereng di daerah Kenalan dan sekitarnya dikontrol oleh kondisi geologi dan struktur geologi. Kondisi ini menyebabkan daerah Kenalan dan sekitarnya rentan terhadap bencana tanah longsor (Anonim, 2013), terutama di saat musim penghujan tiba, berpotensi merusak rumah, perkebunan, dan juga mengancam keselamatan manusia. Dengan demikian perlu dilakukan kajian tentang pengaruh kehadiran airtanah terhadap kejadian longsor di desa Kenalan dan sekitarnya.

Tujuan penelitian adalah untuk melakukan analisis pengaruh keberadaan airtanah terhadap kejadian gerakan massa, menentukan faktor keamanan lereng yang berpotensi longsor, dan menyusun peta kerentanan gerakan massa di daerah penelitian. Adapun lokasi penelitian berada di Daerah Kenalan Sekitarnya, Kecamatan Borobudur, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah. Lokasi berada pada daerah dengan tingkat keterlerangan landai hingga terjal. Lokasi penelitian berada pada koordinat  $110^{\circ}11'05''$ - $110^{\circ}14'15''$  BT dan  $7^{\circ}37'45''$ - $7^{\circ}40'05''$ LS dengan luas daerah telitian 25 km<sup>2</sup> (5 x5 km) Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

## METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pendekatan kualitatif, kuantitatif, dan survei lapangan. Metode penelitian diawali dengan studi pustaka, dilanjutkan dengan pemetaan geologi, pengambilan sampel batuan, pengujian di laboratorium mekanika tanah/batuan, dilanjutkan dengan analisis di studio.

Dalam penelitian ini, ketinggian muka airtanah diketahui berdasarkan pengukuran sumur gali pada daerah penelitian. Hasil pengukuran muka airtanah pada daerah penelitian bervariasi, mulai dari 1 meter hingga sangat dalam >15 meter

seperti pada bagian Perbukitan Menoreh. Arah aliran airtanah didapatkan dengan menarik *flowline*. Arah aliran airtanah pada daerah penelitian mengalir ke lembah Sungai Sidoharjo di bagian selatan dan dari daerah perbukitan mengalir menuju Sungai Sambeng dan menuju sungai utama, Sungai Progo di bagian utara. Hasil pengukuran ketinggian muka airtanah selanjutnya diberi nilai (skor) sebagaimana Tabel 1.

Pembobotan indikator yang digunakan dalam penyusunan zonasi kerentanan gerakan massa mengacu kepada Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana No 2 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana, Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNBP) (Anonim, 2016), dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 22/PRT/M/2007 Tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor, Kementerian PUPR (Anonim, 2007). Di dalam kedua rujukan tersebut ditentukan bahwa bobot indikator kelerengan = 15%, curah hujan = 25%, jenis batuan = 20%, tata guna lahan = 15%, jarak terhadap sesar = 5%, dan kedalaman muka airtanah = 20% (Tabel 3).

**Tabel 1.** Pemerian Skor Kedalaman Muka Airtanah (Badan Standarisasi Nasional, 2016)

Kedalaman Muka Airtanah (m)	Skor
MAT > 25m	1
MAT 15–25m	2
MAT 7–15m	3
MAT < 7	4

Analisis geologi teknik dilakukan untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik tanah dan batuan. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan metode *undisturb*, atau tak terganggu, menggunakan paralon ditanamkan ke dalam tanah, selanjutnya dicabut dengan berhati-hati. Pengujian sampel tanah *undisturb* dilakukan di laboratorium untuk mendapatkan sifat fisik dari tanah seperti kadar air, berat jenis dan berat isi tanah, kemudian juga untuk mendapatkan sifat mekanik seperti nilai sudut dalam, kohesi, dan berat jenis. Data ini kemudian digunakan untuk mengetahui nilai faktor keamanan lereng yang dilakukan menggunakan software *slide 6.0*. Analisis kestabilan lereng menggunakan metode Fellenius dan klasifikasi menurut Bowles 1989 (Gabriella, 2014). Hal ini disebabkan kedua metode ini cocok diterapkan untuk lereng yang memiliki material terdiri dari *soil* atau tanah, bukan batuan segar. Di daerah penelitian, permasalahan kestabilan lereng, pada umumnya terjadi pada *soil* hasil pelapukan. Nilai faktor keamanan yang didapatkan akan dimasukkan ke dalam klasifikasi (Bowles, 1979 dalam Gabriella, 2014) Tabel 2 untuk mengetahui intensitas longsor.

**Tabel 2.** Nilai faktor keamanan (FK) lereng (Bowles, 1979 dalam Gabriella, 2014)

Nilai Faktor Keamanan (FK)	Intensitas Longsor
FK < 1,07	Kelas labil (longsoran sering terjadi)
1,07 < FK < 1,25	Kelas kritis (longsoran pernah terjadi)
FK > 1,25	Kelas stabil (longsoran jarang terjadi)

Dalam membuat peta kerentanan gerakan massa, diperlukan beberapa parameter. Parameter yang digunakan adalah parameter yang mengacu pada penelitian terdahulu kemudian dimodifikasi berdasarkan pembobotan RBI (2016) dalam Anonim, (2016) dan Paimin, dkk, (2009). Modifikasi ini dilakukan dengan tujuan agar dapat memperoleh hasil yang lebih akurat. Adapun parameter yang digunakan adalah kelerengan, curah hujan, jenis batuan, jarak terhadap struktur geologi, tata guna lahan, dan kedalaman muka airtanah (Tabel 3). Parameter-parameter tersebut selanjutnya diberi bobot dan diberi nilai, selanjutnya akan didapatkan bobot tertimbang dari setiap parameter, sehingga nilai total dari bobot tertimbang dapat dihitung, sesuai dengan klasifikasi kerentanan gerakan massa yang ditetapkan oleh Menteri Pekerjaan Umum (2007), tentang penetapan kawasan rawan bencana longsor.

**Tabel 3.** Pembobotan zonasi kerentanan gerakan massa (Anonim, 2012, Paimin, dkk, 2009, Anonim, 2007)

Parameter	Klasifikasi	Bobot Indikator	Penilaian	Nilai x Bobot
Kelerengan	2% - 7%	15%	1	0,09
	7% - 15%		2	0,18
	15% - 30%		3	0,27
	30% - 70%		4	0,36

Parameter	Klasifikasi	Bobot Indikator	Penilaian	Nilai x Bobot
Curah Hujan	70% - 140%	25%	5	0,45
	< 2000 mm/tahun		1	0,25
	2000-3000 mm/tahun		2	0,5
	>3000 mm/tahun		3	0,75
Jenis Batuan	Bahan Aluvial	20%	1	0,2
	Bahan Sedimen		2	0,4
	Bahan Vulkanik		3	0,6
Tata Guna Lahan	Hutan rimba	15%	1	0,09
	Alang-alang		2	0,18
	Perkebunan & ladang		3	0,27
	Persawahan		4	0,36
	Permukiman		5	0,45
Jarak Struktur Sesar	>300	5%	1	0,05
	100-300m		2	0,1
	<100m		3	0,15
Kedalaman Muka Airtanah (MAT)	MAT > 25m	20%	1	0,15
	MAT 15–25m		2	0,3
	MAT 7–15m		3	0,45
	MAT < 7		4	0,6

Berdasarkan hasil penilaian setiap parameter tersebut maka daerah penelitian akan dapat dikelompokkan menjadi beberapa zona, dalam hal ini dikelompokkan berdasarkan klasifikasi kelas longsor menurut Permen PU No. 22/PRT/M/2007 (Anonim, 2007), menjadi 3 bagian yaitu rendah, sedang, dan tinggi (Tabel 4).

**Tabel 4.** Klasifikasi zona longsor dan bobot tertimbang (Nilai x Bobot) (Anonim,2007)

Zona Kerentanan Gerakan Massa	Nilai Bobot Tertimbang
Rendah	1,00 – 1,69
Sedang	1,70 – 2,39
Tinggi	2,40 – 3,00

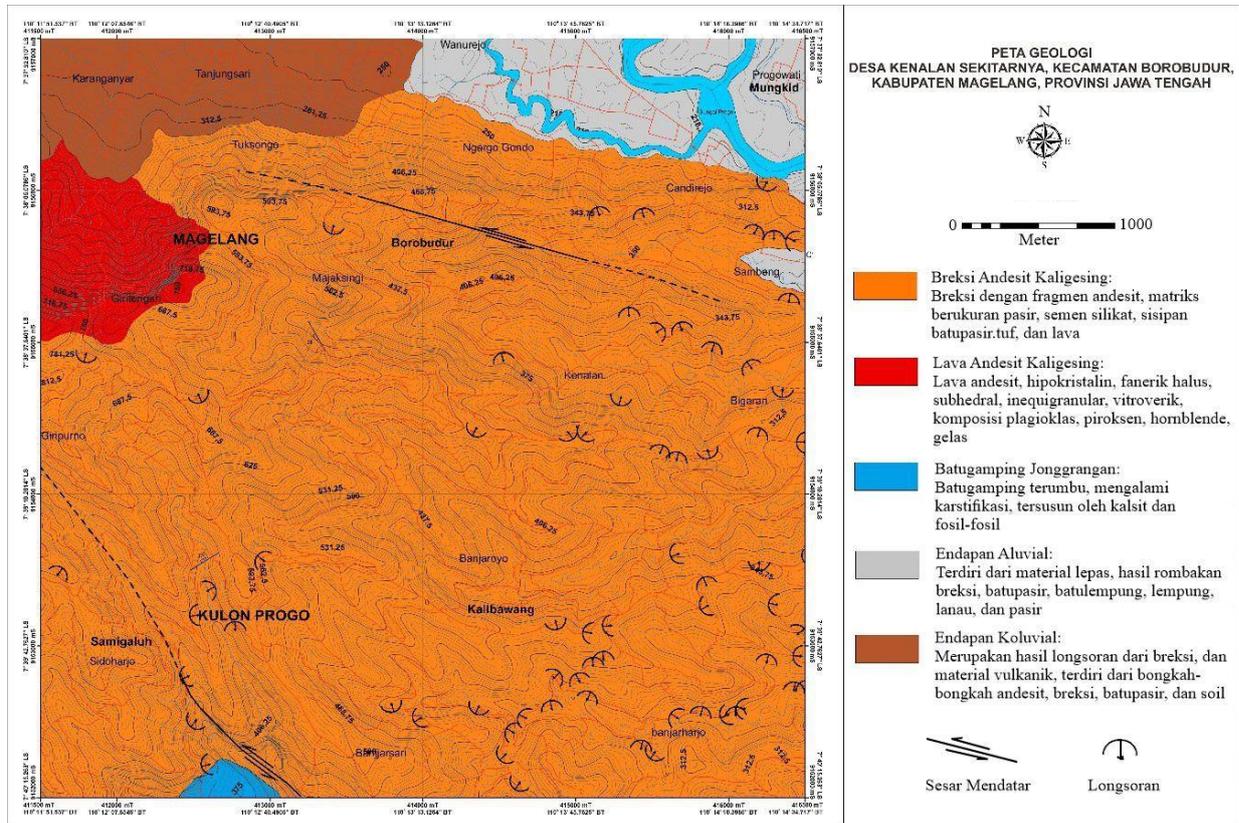
## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Geologi

Secara geomorfologi, daerah penelitian didominasi oleh perbukitan vulkanik yang disusun oleh satuan breksi andesit Kaligesing dengan kelerengan curam (30-70%). Morfologi lain berupa lereng vulkanik dan gawir sesar dengan kerengan curam (30-70%), lembah struktural dengan kelerengan sangat curam (>70%), dataran aluvial dan tubuh sungai dengan kelerengan datar (0-2%) Daerah penelitian tersusun atas 5 satuan batuan (Gambar 2), di antaranya adalah Satuan breksi andesit Kaligesing yang berukuran Oligosen Akhir-Miosen Awal (Bronto, 2006, Harjanto, 2011). Satuan ini disusun oleh litologi berupa breksi monomik. Litologi ini menyebar luas dengan struktur masif, kemudian ditemukan juga sisipan lava andesit dengan struktur masif, dan sebagian kecil litologi tuff.

Satuan lava andesit Kaligesing, berumur Oligosen Akhir-Miosen Awal (Bronto, 2006, Harjanto, 2011), diendapkan secara menjeri dengan Satuan breksi andesit Kaligesing (Gambar 3). Satuan ini menyebar di bagian baratdaya lokasi penelitian, pada umumnya menempati morfologi lereng curam yang mengalami denudasi. Lingkungan pengendapan lava andesit berada pada fasies proximal gunung api, Satuan batugamping Jonggrangan disusun oleh batugamping non klastik (terumbu) dengan struktur masif. Litologi ini tersebar di bagian selatan lokasi penelitian. Berdasarkan analisis paleontologi, dapat ditarik umur dari satuan batuan ini adalah Miosen Akhir (N16) (Blow, 1969). Pada satuan batuan ini ditemukan pula fosil bentos berupa *Tubinella funalis*, *Clavulina multicamerata*, dan *Bollivina earlandi*, sehingga diketahui lingkungan pengendapan berada pada neritik luar. Satuan batugamping Jonggrangan diendapkan menumpang secara tidak selaras di atas Satuan breksi andesit Kaligesing. Satuan endapan koluvium dan Satuan endapan aluvial secara

geologi berumur Holosen. Kedua satuan ini memiliki hubungan beda fasies menjari (*interfingering*). Satuan endapan koluvium dijumpai di lapangan berupa material rombakan yang berasal dari Satuan breksi andesit Kaligesing dan Satuan lava andesit Kaligesing di bagian selatan, yang telah tererosi dan terdenudasi. Satuan aluvial dapat ditemukan sebagai material lepas yang belum mengalami kompaksi, merupakan proses pengendapan sungai, dan atau limbah banjir. Endapan ini memiliki litologi berupa material lepas, fragmen-fragmen andesit, batupasir, dan batulempung. Hubungan stratigrafi di antara satuan-satuan batuan yang terdapat di daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.

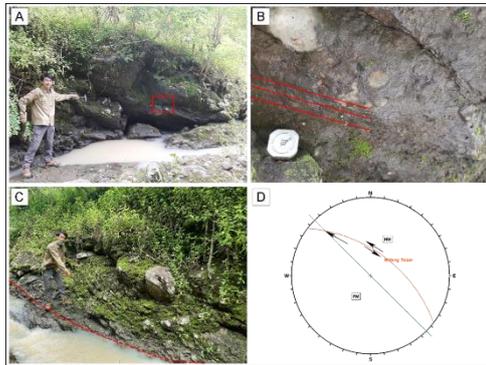


Gambar 2. Peta geologi daerah penelitian

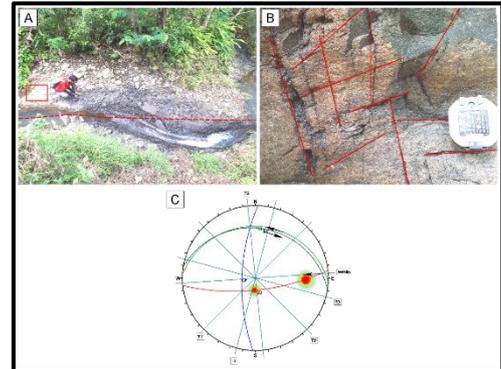
UMUR GEOLOGI			SATUAN BATUAN	FOSIL DIAGNOSTIK	LINGKUNGAN PENGENDAPAN
ZAMAN	KALA				
KUARTER	HOLOSEN		Satuan endapan alluvial / Satuan endapan koluvium		Darat
TERSIER	MIOSEN	AKHIR	Satuan batugamping Jonggrangan	<i>Globorotalia obesa</i> , <i>Globigerina praebulloides</i> , <i>Globigerinoides rubber</i> , <i>Globorotalia mayeri</i> , <i>Sphaeroidinella subdehiscens</i> , <i>Hastigerina aequilateralis</i> , <i>Globorotalia scitula</i> , <i>Fabinsella funalis</i> , <i>Cikodina mulicamerata</i> , dan <i>Bollivina carloni</i> .	Neritik Tengah
		TENGAH			
	AWAL	Satuan breksi andesit Kaligesing		Darat	
OLIGOSEN	AKHIR	Satuan lava andesit Kaligesing			

Gambar 3. Kolom stratigrafi daerah penelitian

Struktur geologi yang ditemukan berupa struktur kekar dengan arah utama N 278°E dan struktur sesar berupa sesar mendatar kiri Sidoharjo Gambar 4, dan sesar mendatar kiri Sambeng Gambar 5. Sebagaimana diketahui, struktur geologi terutama kekar dan sesar memiliki pengaruh kuat terhadap potensi gerakan massa (Effendi et al, 2018)



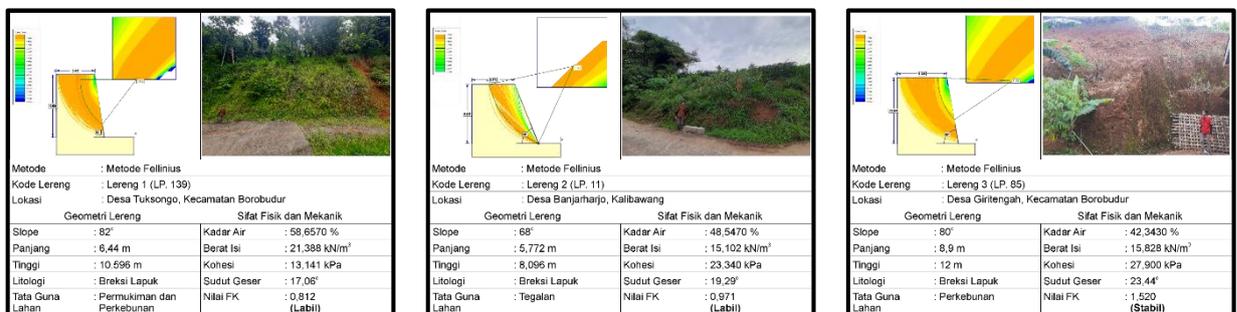
**Gambar 4.** Bidang sesar Sidoharjo (A), gores-garis pada bidang sesar (B), breksiasi (C), dan hasil plot stereonet dengan tipe sesar: *Left Slip Fault* (D)



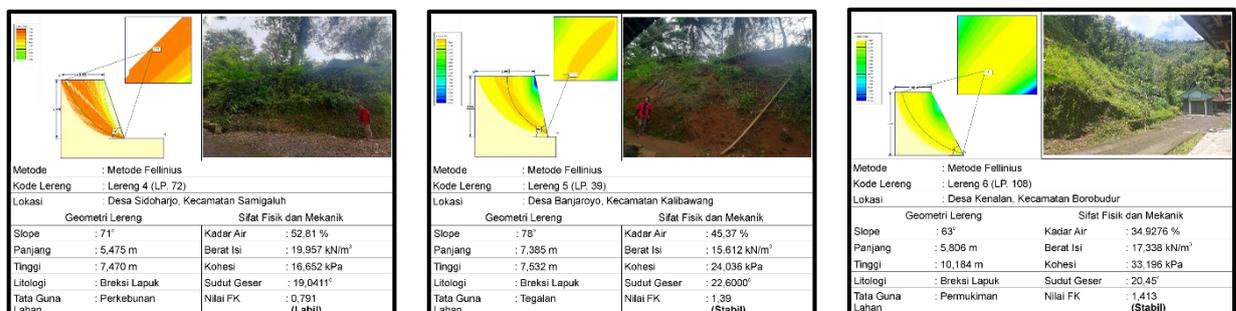
**Gambar 5.** Bidang sesar sambeng (A), pola kekar pada bidang sesar (B), dan hasil plot stereonet dengan tipe sesar: *Left Slip Fault* (B)

### Analisis Kestabilan Lereng

Analisis dilakukan terhadap 6 lereng, diantaranya erdapat 4 lereng dengan muka airtanah berada di atas bidang gelincir lereng. Lereng tersebut adalah lereng 1, 2, 5, dan 6. Dari hasil analisis kelereng menggunakan metode Fellenius dan klasifikasi menurut Bowles 1989, maka didapatkan 3 lereng dengan kelas labil (longsoran sering terjadi), dan 3 lereng dengan kelas stabil (longsoran jarang terjadi) (Gambar 6, dan 7).



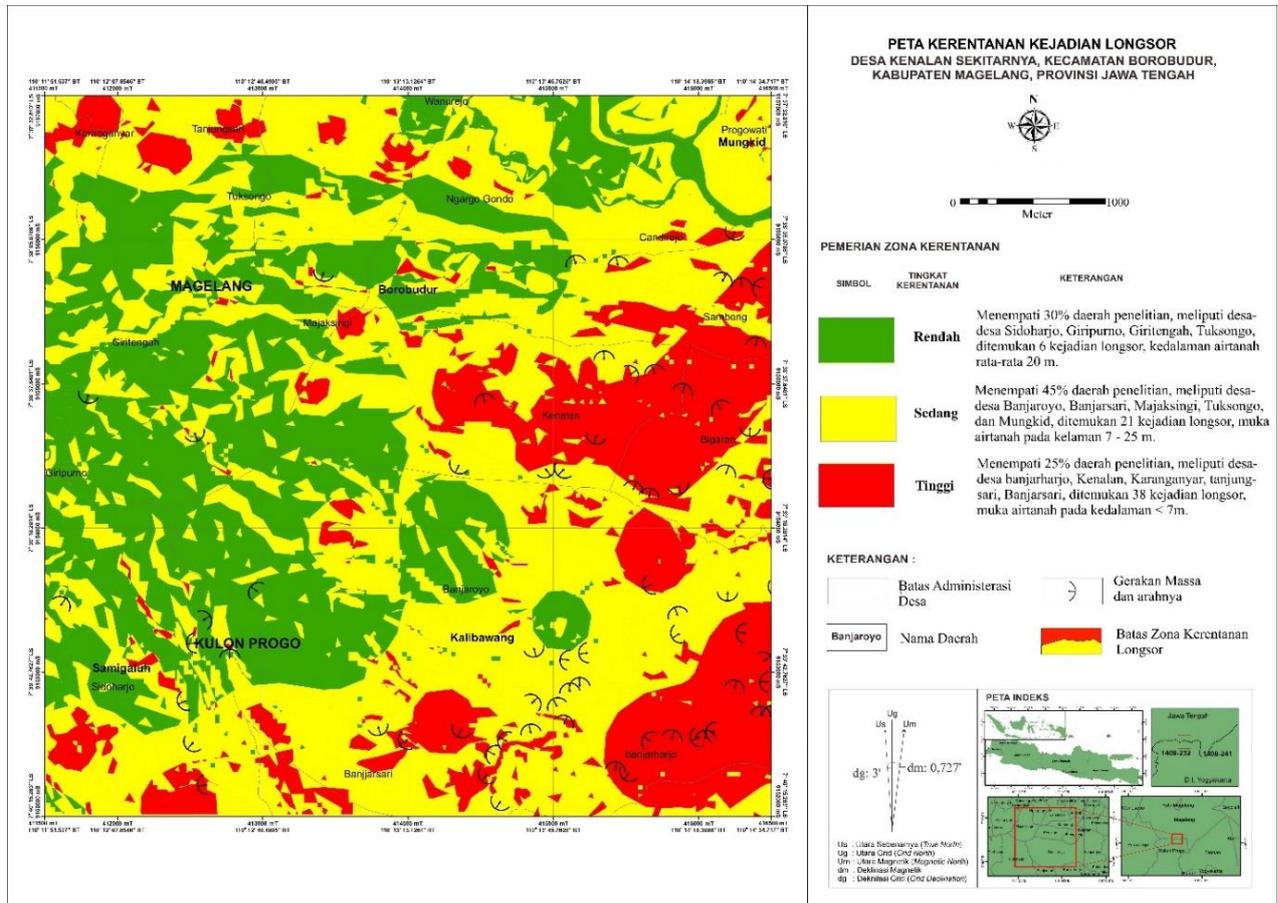
**Gambar 6.** Analisis kestabilan lereng 1 (Labil), Lereng 2 (Labil), dan lereng 3 (Stabil)



**Gambar 7.** Analisis kestabilan lereng 4 (Labil), lereng 5 (Stabil), dan lereng 6 (Stabil)

### Zonasi Tingkat Kerentanan Gerakan Massa

Berdasarkan pembobotan dan penilaian terhadap setiap parameter yang telah dijelaskan pada Tabel 2, maka didapatkan suatu peta zonasi kerentanan gerakan massa sebagaimana Gambar 8.



Gambar 8. Peta kerentanan gerakan massa daerah penelitian

#### Tingkat Kerentanan Rendah

Daerah dengan tingkat kerentanan rendah adalah daerah yang memiliki indeks nilai antara 1,00 – 1,69 sesuai dengan klasifikasi (Anonim, 2007). Zona ini mencakup sekitar 30% dari luas lokasi penelitian. Zona ini berada di Desa Sidoharjo, Giripurno, Giritengah, dan Tuksongo. Tingkat kerentanan rendah dicirikan dengan kemiringan lereng <35%, curah hujan rata-rata tahunan 2000-3000mm/th, dengan tata guna lahan didominasi oleh ladang, perkebunan dan sedikit permukiman. Pada zona tingkat kerentanan rendah didapatkan data kedalaman rata rata sumur > 20 meter, dan proporsi kejadian longsor pada zona ini yang ditemukan adalah sekitar 6 titik kejadian longsor.

#### Tingkat Kerentanan Sedang

Daerah dengan tingkat kerentanan sedang adalah daerah yang memiliki indeks nilai antara 1,70 – 2,39 sesuai dengan klasifikasi (Anonim, 2007). Zona ini mencakup sekitar 45% dari luas lokasi penelitian. Zona ini berada di Desa Banjaroyo, Banjarsari, Majaksingi, Tuksongo, dan Mungkid. Tingkat kerentanan sedang dicirikan dengan kemiringan lereng 36-40, curah hujan rata-rata tahunan 2000-3000 mm/th, dengan tata guna lahan didominasi oleh ladang, perkebunan, alang-alang, dan permukiman. Pada zona tingkat kerentanan sedang, muka airtanah berada pada kedalaman 25-7 meter. Pada zona ini didapatkan data keterjadian longsor sebanyak 21 titik longsor.

#### Tingkat Kerentanan Tinggi

Daerah dengan tingkat kerentanan tinggi adalah daerah yang memiliki indeks nilai antara 2,40 – 3,00 sesuai dengan klasifikasi (Anonim, 2007). Zona ini mencakup sekitar 25% dari luasan lokasi penelitian. Zona ini berada di Desa Banjarharjo, Kenalan, Bigaran, Karanganyar, Tanjungsari, Banjarsari. Tingkat kerentanan tinggi dicirikan dengan kemiringan lereng >40%, curah hujan rata-rata tahunan 2000-3000mm/th, dengan tata guna lahan berupa ladang,

perkebunan, persawahan, dan permukiman. Pada zona ini, muka airtanah berada pada kedalaman <7 meter, dan tingkat kejadian longsor yang ditemukan berjumlah 38 titik longsor.

### Hubungan Kehadiran Airtanah dengan Tingkat Kerentanan Gerakan Massa

#### Pengaruh Jarak Bidang Gelincir terhadap Muka Airtanah, dan Nilai Faktor Keamanan Lereng

Pada daerah penelitian, terdapat 4 lereng dengan muka airtanah yang berada di atas bidang gelincir dari lereng (Tabel 5). Dari setiap lereng tersebut, jarak bidang gelincir terhadap muka airtanah adalah berbeda-beda. Korelasi antara jarak bidang gelincir terhadap muka airtanah dengan nilai faktor keamanan (FK) lereng dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Jarak bidang gelincir terhadap muka airtanah (MAT), dan nilai faktor keamanan lereng (FK)

Nama Lereng	Tinggi Lereng (m)	MAT (m)	Kedalaman Bidang Gelincir (m)	Jarak MAT Terhadap Bidang Gelincir (m)	Nilai FK	Nilai FK Saat MAT Berada di Atas Bidang Gelincir	Keterangan
Lereng 1	10,6	7,15	8,3	1,17	0,812	0,173	Labil
Lereng 2	8,1	6,85	8,1	1,25	0,971	0,12	Labil
Lereng 5	7,52	5	6,8	1,7	1,39	0,11	Stabil
Lereng 6	10,18	8	10,2	2,2	1,413	0,101	Stabil

Berdasarkan grafik korelasi Gambar 9, dapat disimpulkan bahwa muka airtanah yang berada di atas bidang gelincir lereng berperan tinggi dalam menurunkan nilai faktor keamanan lereng. Didapatkan nilai  $R^2$  sebesar 0,7415 yang berarti faktor tersebut sangat berpengaruh terhadap nilai faktor keamanan lereng karena mendekati nilai 1.

Grafik korelasi pada gambar Gambar 10, dapat disimpulkan bahwa muka airtanah yang semakin dekat dengan bidang gelincir lereng akan menurunkan nilai faktor keamanan lereng. Muka airtanah yang berada di atas bidang gelincir sangat mempengaruhi nilai faktor keamanan lereng. Faktor tersebut memberikan nilai persamaan  $y = 0,7909x^{0,8035}$  dan memberikan nilai  $R^2$  sebesar 0,939 yang berarti keberadaan muka air di atas bidang gelincir lereng sangat berpengaruh dalam menurunkan nilai faktor keamanan lereng dibuktikan dengan nilai  $R^2$  mendekati 1.

Muka airtanah yang semakin dekat dengan bidang gelincir lereng akan semakin menurunkan nilai faktor keamanan lereng. Hal ini berhubungan dengan sifat fisik dari lereng, dimana lereng dengan muka airtanah akan meningkatkan jumlah air pada lereng dan meningkatkan kejenuhan dari lereng tersebut, sehingga menurunkan nilai kekuatan lereng.



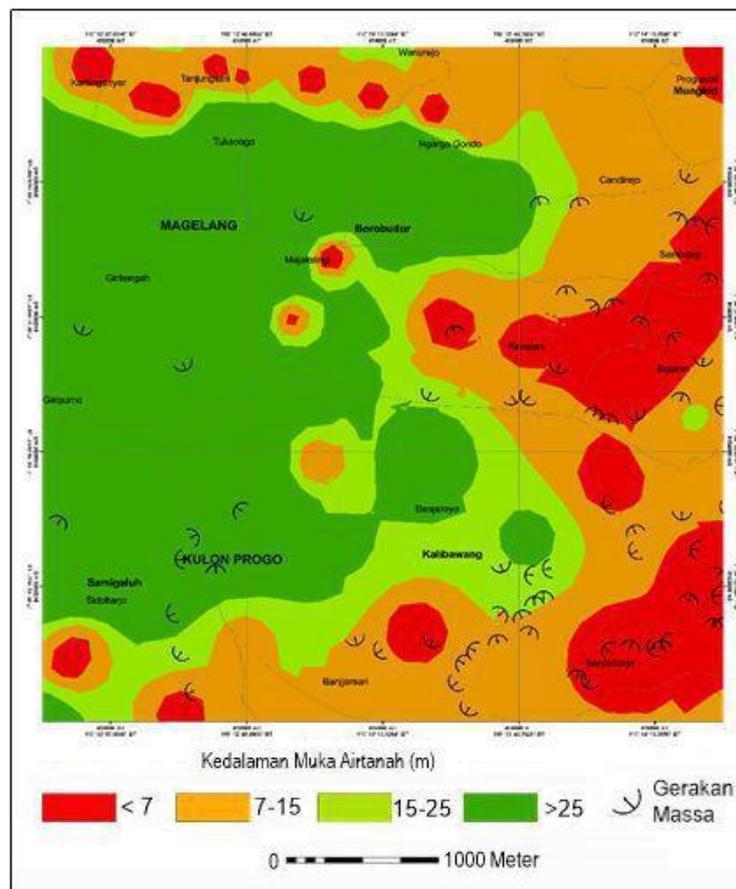
**Gambar 9.** Korelasi antara jarak muka airtanah terhadap bidang gelincir dan penurunan nilai FK lereng. semakin besar jarak airtanah terhadap bidang gelincir semakin rendah tingkat penurunan nilai FK.



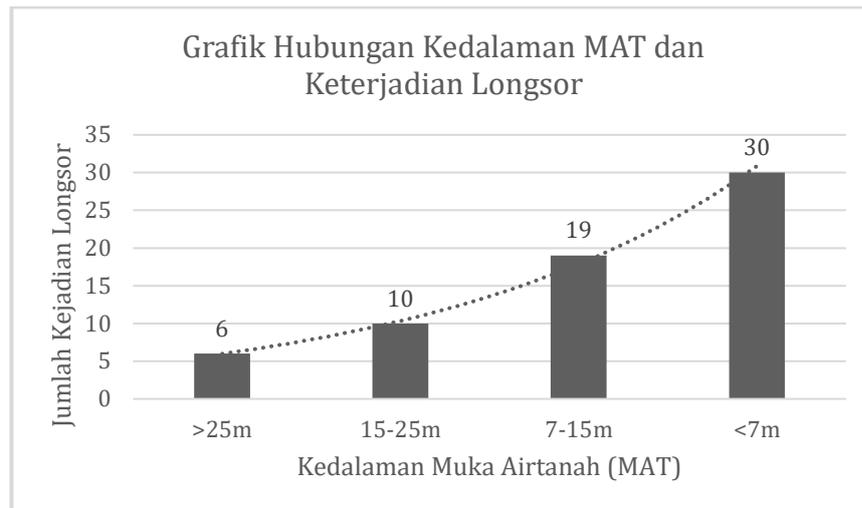
**Gambar 10.** Korelasi antara jarak muka airtanah terhadap bidang gelincir dan nilai FK lereng. Semakin kecil jarak muka airtanah terhadap bidang gelincir, semakin kecil pula nilai FK lereng.

### Korelasi Muka Airtanah Terhadap Keterjadian Longsor

Pada daerah penelitian, ditemukan 65 titik longsor dengan sebaran masing-masing titik dikorelasikan dengan kedalaman muka airtanah Gambar 11. Pada kedalaman MAT >25m, terdapat 6 kejadian longsor, kemudian pada kedalaman 15 - 25m terdapat 10 kejadian longsor, pada kedalaman 7-15m terdapat 19 kejadian longsor, dan pada kedalaman < 7m terdapat 30 kejadian longsor.



**Gambar 11.** Overlay peta kedalaman muka airtanah (MAT) dan gerakan massa (Kejadian Longsor)



**Gambar 12.** Grafik hubungan kedalaman muka airtanah dan keterjadian longsor. Semakin tinggi posisi muka airtanah (dangkal), semakin banyak jumlah kejadian longsor.

Dari grafik Gambar 12, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi muka airtanah (semakin dangkal dari permukaan), tingkat kejadian longsor juga semakin tinggi, hal ini diakibatkan oleh muka airtanah yang semakin dekat dengan bidang gelincir dari suatu lereng. Semakin banyak airtanah dalam suatu lereng, kondisinya akan semakin jenuh yang menyebabkan kekuatan tanah menjadi lemah dan menyebabkan longsor.

Kenaikan muka airtanah disebabkan oleh curah hujan yang tinggi pada daerah penelitian, sehingga kejadian longsor meningkat pada musim penghujan, hal ini juga dibuktikan dengan data 65 titik longsor yang didapat, hampir seluruhnya merupakan kejadian longsor yang terjadi pada awal tahun 2022 hingga bulan Mei 2022, dimana intensitas hujan yang terjadi memang cukup tinggi.

### **Pengaruh Akuifer Terhadap Kejadian Longsor**

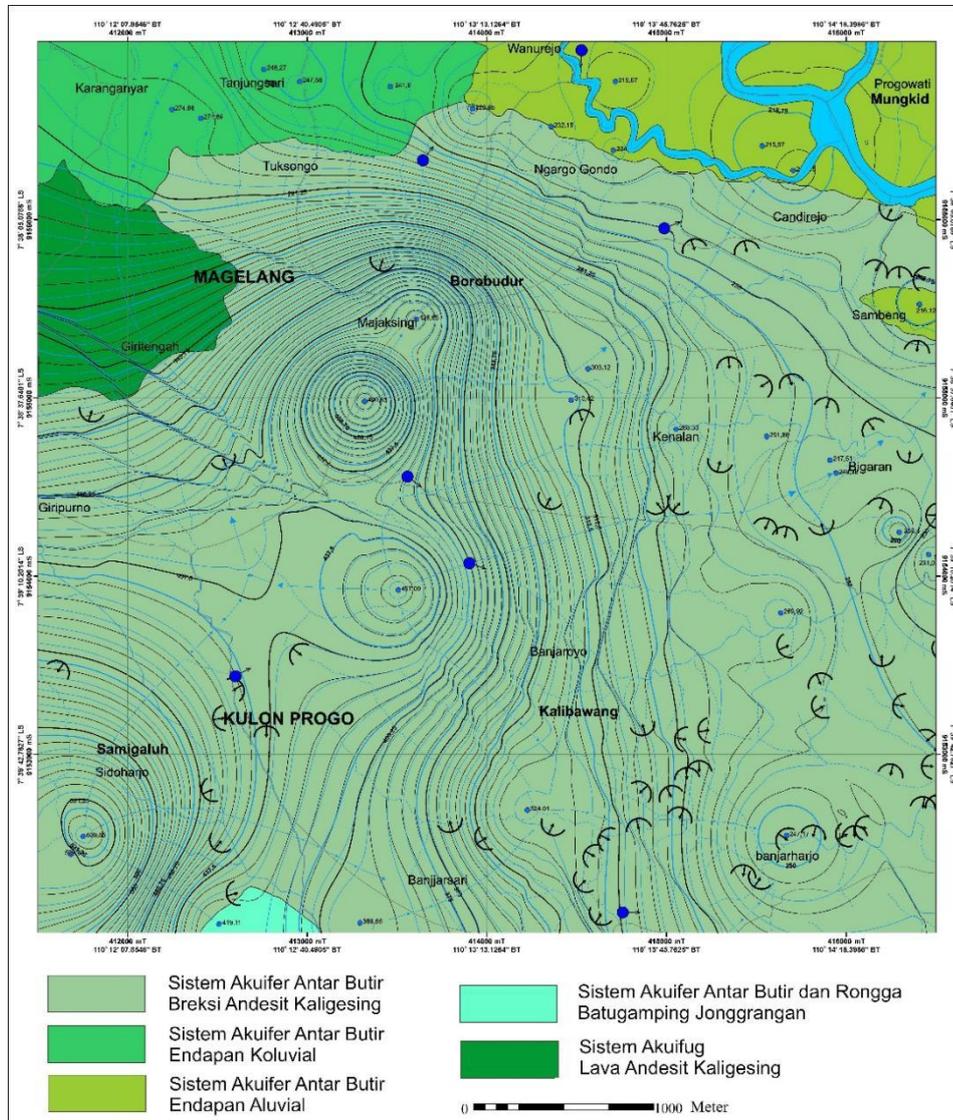
Secara hidrogeologi, daerah penelitian didominasi oleh sistem akuifer antar butir, yaitu Akuifer Antar Butir Breksi Kaligesing, Akuifer Antar Butir Endapan Koluvial, dan Akuifer antar Butir Endapan Aluvial. Selain sistem akuifer antar butir, terdapat pula sistem akuifer antar butir dan rongga, diwakili oleh Batugamping Jonggrangan, dan sistem Akuifug Lava Andesit (Gambar 15). Secara hidrostratigrafi, sistem akuifer di daerah penelitian termasuk akuifer bebas. Air yang melimpah di permukaan disebabkan oleh curah hujan akan turun melalui rekahan dan ruang antar butir ke bawah permukaan. Peningkatan air di permukaan akan sebanding dengan kenaikan muka airtanah. Kenaikan airtanah akan meningkatkan tekanan pori (m) pada tanah yang berarti akan memperkecil ketahanan geser dari massa lereng. Dengan demikian, kehadiran airtanah akan menjadi masalah terhadap kestabilan lereng.

Akuifer adalah lapisan, formasi, atau kelompok formasi satuan geologi yang permeable baik yang terkonsolidasi (seperti lempung) maupun yang tidak terkonsolidasi (pasir) dengan kondisi jenuh air dan mempunyai suatu besaran konduktivitas hidraulik (K) sehingga dapat membawa air dalam jumlah tertentu. Air dapat mengalir melalui beberapa jenis batuan, diantaranya adalah batuan yang tidak terkonsolidasi, batuan vulkanik berpori, batuan sedimen berpori, dan rekahan batuan/batuan retak (Santoso, 2018).

Pergerakan air meteorik dan airtanah yang terjadi pada akuifer antar butir, memiliki tipe aliran rembesan, dikontrol oleh Hukum Darcy, sementara itu gerakan air pada sistem akuifer rongga atau akuifer karst dikendalikan oleh Hukum Bernoulli dan Hukum Hagen-Poiseuille (Kusumayudha, 2018). Gerakan air pada akuifer antar butir adalah perlahan-lahan, di sisi lain aliran air pada akuifer rongga pada umumnya cepat. Dengan demikian dapat disimpulkan, bahwa keberadaan air di dalam batuan pada akuifer antar butir akan lebih lama dibandingkan dengan keberadaan air pada akuifer karst. Padahal air pada pori-pori tanah/batuan akan menimbulkan tekanan pori yang mampu mengurangi kekuatan geser tanah/batuan,

sehingga kejadian longsor akan semakin intensif dengan hadirnya air di antara butiran-butiran tanah/batuan (Kusumayudha & Purwanto, 2021).

Dari data kejadian longsor di daerah penelitian, terbukti, bahwa hampir seluruh kejadian longsor terjadi pada sistem akuifer antar butir, yaitu pada breksi andesit yang telah mengalami pelapukan secara intensif



Gambar 15. Peta jenis akuifer dan titik longsor pada daerah penelitian.

## KESIMPULAN

Tingkat kerentanan gerakan massa di daerah penelitian dapat dibagi menjadi 3 zonasi, yaitu zona-zona dengan kerentanan rendah, sedang, dan tinggi. Daerah dengan tingkat kerentanan rendah adalah daerah yang memiliki indeks nilai antara 1,00 – 1,69. Zona ini mencakup sekitar 30% dari luas lokasi penelitian. Zona ini berada di Desa Sidoharjo, Giripurno, Giritengah, dan Tuksongo. Daerah dengan tingkat kerentanan sedang adalah daerah yang memiliki indeks nilai antara 1,70 – 2,39. Zona ini mencakup sekitar 45% dari luas lokasi penelitian. Zona ini berada di Desa Banjaroyo, Banjarsari, Majaksingi, Tuksongo, dan Mungkid. Daerah dengan tingkat kerentanan tinggi adalah daerah yang memiliki indeks nilai antara 2,40 – 3,00. Zona ini mencakup sekitar 25% dari luasan lokasi penelitian. Zona ini berada di Desa Banjarharjo, Kenalan, Bigaran, Karanganyar, Tanjungsari, Banjarsari.

Kehadiran muka airtanah pada lereng berperan dalam menurunkan nilai faktor keamanan lereng. Semakin dekat muka airtanah dengan bidang gelincir suatu lereng, nilai faktor keamanan dari lereng tersebut juga semakin berkurang. Muka airtanah berpengaruh terhadap keterjadian longsor, ketinggiannya berbanding lurus dengan jumlah kejadian, semakin tinggi muka airtanah, maka potensi keterjadian longsor juga semakin meningkat.

Akuifer pada daerah penelitian didominasi oleh sistem akuifer antar butir, dengan tipe aliran rembesan, bergerak secara perlahan. Air yang melimpah di permukaan yang disebabkan oleh curah hujan akan turun melalui ruang antar butir dan rekahan, menyebabkan kenaikan muka airtanah, menimbulkan tekanan pori ( $\mu$ ), menurunkan kekuatan geser massa tanah/batuan penyusun lereng, dan pada gilirannya akan meningkatkan jumlah kejadian longsor di daerah penelitian..

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim, (2012).. Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana No 2 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana, Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNBP).
- Anonim, (2016). Risiko Bencana Indonesia. Direktorat Pengurangan Risiko Bencana, Badan Nasional Penanggulangan Bencana BNPB.
- Anonim (2007). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 22/PRT/M/2007 Tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor, Kementerian PUPR.
- Bowles, J.E. (1979). *Physical and Geotechnical Properties of Soils*. USA : McGraw-Hill Inc
- Bronto, S. (2006). Fasies Gunung Api dan Aplikasinya. *Indonesian Journal on Geoscience*, 1(2), pp. 59–71. doi:10.17014/ijog.vol1no2.20061.
- Effendi, A.M., Ariyoga, N.M. and Rizkianto, Y. (2018). Kontrol Struktur Terhadap Persebaran Batuan Pada Derah Pegunungan Menoreh, Borobudur, Magelang Jawa Tengah. *Proceeding, Seminar Nasional Kebumian Ke-11 Perspektif Ilmu Kebumian Dalam Kajian Bencana Geologi Di Indonesia 5 – 6 September 2018, Grha Sabha Pramana*, (September), pp. 6–8.
- Gabriella, V. (2014). Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Fellenius : Studi Kasus: Kawasan Citraland. *Jurnal Sipil Statik*, 2(1), pp. 22–28. Available at <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/3920>.
- Harjanto, A. (2011). Vulkanostratigrafi di Daerah Kulonprogo dan Sekitarnya, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Ilmiah Magister Teknik Geologi*, 4, pp. 1–18.
- Kusumayudha, S.B. (2018). *Mengenal Hidrogeologi Karst*, Cetakan ke-2, Penerbit Pohon Cahaya, Yogyakarta
- Kusumayudha, S.B. & Purwanto, H.S. (2021). Hydrogeological drives in mass transfers of Mount Telagalele and surrounding area, Banjarnegara Regency, Central Java, Indonesia, *AIP Conference Proceedings* 2363, 050012 (2021); <https://doi.org/10.1063/5.0061060>.
- Paimin, Sukresno and Pramono, I.B. (2009). *Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor*. Balikpapan: Tropenbos International Indonesia Programme.
- Permatasari, P. (2018). The Analysis of The Impact of Groundwater Towards Stability of Pit Slopes on The Lowwall and Highwall Using The Finite Element Method. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, 6(2), pp. 9–20.
- Rahmad, R., Suib, S. and Nurman, A. (2018). Aplikasi SIG Untuk Pemetaan Tingkat Ancaman Longsor Di Kecamatan Sibolangit, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. *Majalah Geografi Indonesia*, 32(1), p. 1. doi:10.22146/mgi.31882.