

POTENSI KERAWANAN BENCANA BANJIR DAN LONGSOR BERBASIS KARAKTERISTIK GEOMORFOLOGI DI SUB-DAS GELIS, KELING, JEPARA

*(Potential Flood and Landslide Susceptibility Based on Geomorphological Characteristics
In Sub-Watershed of Gelis, Keling, Jepara)*

Ayu Dyah Rahma¹ dan Djati Mardiatno^{1,2}

¹Departemen Geografi Lingkungan, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada

²Pusat Studi Bencana (PSBA) Universitas Gadjah Mada

Jalan Bulaksumur, Yogyakarta, 55281 - Indonesia

E-mail: aai.ayu88@gmail.com

Diterima (received): 29 Agustus 2017; Direvisi (revised): 17 April 2018; Disetujui untuk dipublikasikan (accepted): 11 Mei 2018

ABSTRAK

Bencana banjir dan longsor adalah kejadian yang sering terjadi di Kabupaten Jepara setiap musim penghujan. Wilayah kajian adalah Sub-DAS Gelis karena kejadian bencana banjir dan longsor yang banyak di area tersebut. Tujuan kajian ini adalah mengidentifikasi karakteristik geomorfologi dan variasi bentuklahan di Sub-DAS Gelis untuk analisis kerawanan bencana banjir dan longsor. Metode yang digunakan dalam kajian ini adalah survei dengan teknik sampling purposif. Analisis data kerawanan bencana dilakukan spasial menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan bantuan Perangkat lunak ILWIS dengan mengaplikasikan metode *Spatial Multi Criteria Evaluation (SMCE)*. Bobot berkonsisten (*eigenvector*) dihasilkan dari pengolahan *Analitycal Hierarchy Process (AHP)*. Hasil kajian adalah peta geomorfologi dan peta multirawan banjir dan longsor skala 1:50.000. Sub-DAS Gelis memiliki karakteristik geomorfologi yang kompleks dengan variasi bentuklahan adalah lereng tengah gunungapi, lereng bawah gunungapi, lereng kaki gunungapi, dataran kaki gunungapi, *interfluve* lereng kaki gunungapi, *interfluve* dataran kaki gunungapi, dataran banjir, dan dataran aluvial. Sub-DAS Gelis dinyatakan rawan rendah terhadap bencana banjir dan longsor berdasarkan hasil pemetaan multirawan. Terdapat tiga kelas multirawan yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Kelas multirawan tinggi berada di bentuklahan lereng tengah gunungapi dan sebagian besar dataran kaki gunungapi.

Kata kunci: banjir, longsor, geomorfologi, kerawanan, SIG

ABSTRACT

Floods and landslides disaster are routine events in Jepara Regency every rainy season. The research area was Gelis Sub-watershed due to many floods and landslides in this area. The purpose of this study was to identify the geomorphological characteristics and variety of landform in Gelis Sub-watershed for susceptibility analysis of floods and landslides. This research used survey method with purposive sampling technique. Disaster susceptibility analysis was performed using Geographic Information System (GIS) spatial analysis by using ILWIS Software and applying Spatial Multi Criteria Evaluation (SMCE) method. The weights consistent (eigenvector) was resulted from the processing of Analitycal Hierarchy Process (AHP). The results were geomorphology and susceptibility map of flood and landslide in scale 1: 50.000. Sub-watershed Gelis has a complex geomorphological characteristic with variations in landforms such as the volcanic middle slope, volcanic lower slope, volcanic foot, volcanic foot plain, interfluve of volcanic foot, interfluve of volcanic foot plain, floodplain, and fluvio volcanic plain. Gelis Sub-watershed otherwise prone to floods and landslides disaster based on susceptibility mapping results. There are three classes of susceptibility, which are high, moderate, and low. High susceptibility was found in the landform of volcanic middle slope and most of volcanic foot.

Keywords: flood, landslide, geomorphology, susceptibility, GIS

PENDAHULUAN

Kabupaten Jepara, Provinsi Jawa Tengah memiliki beberapa jenis bencana yang kompleks. Seluruh kecamatan di Kabupaten Jepara masuk dalam peta epidemiologi bencana berdasarkan sejarah kejadian bencana banjir, rob, abrasi, dan tanah longsor (Badan Penanggulangan Bencana

Daerah, 2012). Wilayah bencana banjir dan longsor yang begitu luas menjadikan kajian ini penting dilakukan. Wilayah kajian yang dipilih adalah Kecamatan Keling dengan batas kajian yaitu Sub-DAS Gelis karena terdapat banyak kejadian banjir dan longsor di wilayah tersebut.

Pemetaan geomorfologi dapat digunakan sebagai sumber informasi dan acuan dasar dalam

analisis kerawanan bencana banjir dan longsor. Pemetaan geomorfologi merupakan instrumen penguatan kajian murni dan sistematis geomorfologikal karena kekayaan informasi tematik dalam peta geomorfologikal analitis. Selanjutnya, dinyatakan juga bahwa pemetaan geomorfologikal untuk tujuan klasifikasi kerawanan bencana membantu pengambilan kebijakan dan perencanaan (Verstappen, 1983). Tujuan pertama kajian ini adalah mengidentifikasi karakteristik geomorfologi dan variasi bentuklahan di wilayah kajian. Tujuan kedua adalah melakukan analisis kerawanan bencana banjir dan longsor di wilayah kajian.

Geomorfologi adalah studi tentang bentuklahan (Lobeck, 1939). Klasifikasi bentuklahan berdasarkan genesis yaitu bentuklahan asal proses vulkanik, struktural, fluvial, solusional, denudasional, eolin, marin, glasial, organik, dan antropogenik (Verstappen, 1983). *Landform* atau bentuklahan merupakan permukaan bumi dengan relief khas karena pengaruh kuat dari struktur kerak bumi dan proses alam. Peta geomorfologi memiliki penekanan pada representasi yang benar dari bentuk lahan dalam bidang atau relief dengan garis kontur dan atau bayangan bukit (Verstappen, 1983). Peta geomorfologi berperan dalam memberikan informasi kondisi fisik dan proses alami yang bekerja pada bentanglahan.

Pemilihan metode berupa survei untuk mendapatkan data primer dengan akurasi yang lebih baik dibandingkan hanya menggunakan acuan data sekunder. Potensi bencana yang ada di Kecamatan Keling harus diimbangi dengan upaya pengurangan potensi bencana terkait proses pengelolaan lahan dan pengembangan wilayah. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui kondisi geomorfologi dan mengetahui potensi bencana banjir dan longsor yang dapat ditimbulkan. Selanjutnya, area berpotensi bencana banjir dan longsor di Sub-DAS Gelis dapat dipetakan. Pemetaan yang dilakukan adalah pemetaan multirawan banjir dan longsor. Hasil pemetaan juga diperkuat dengan beberapa hasil pengujian laboratorium untuk sampel permeabilitas dan tekstur tanah.

METODE

Dahulu, Gunungapi Muria merupakan pulau yang terpisah dengan Pulau Jawa (Sunarto, 2004). Kajian dilakukan di Kabupaten Jepara yang terletak pada lereng Gunungapi Muria disajikan pada **Gambar 1**. Berdasarkan pemaparan paleogeomorfologi Kabupaten Jepara, wilayah Kabupaten Jepara seluruhnya merupakan kawasan gunungapi tua, yaitu Gunungapi Muria, Gunungapi Patiyam, dan Gunungapi Genuk (Sunarto, 2004). Kajian dilakukan pada Sub-DAS Gelis, Kecamatan Keling, Kabupaten Jepara, Provinsi Jawa Tengah di lereng utara Gunungapi Muria. Luas dari Sub-DAS Gelis sebesar 2.222 hektar atau sekitar 22 km².

Data yang digunakan disajikan dalam **Tabel 1** dan **Tabel 2**.

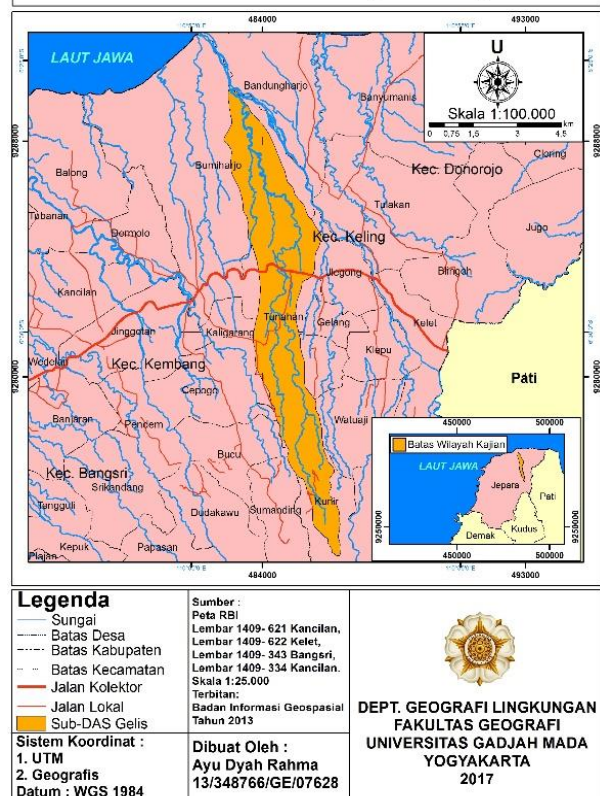
Tabel 1. Data sekunder yang dikumpulkan.

No.	Jenis Data	Sumber
1.	Kejadian banjir di Kabupaten Jepara	BPBD Jawa Tengah
2.	Kejadian longsor di Kabupaten Jepara	BPBD Jawa Tengah
3.	Kabupaten Jepara Dalam Angka 2015	BPS Jawa Tengah
4.	Curah Hujan	PSDA Jawa Tengah

Tabel 2. Data primer yang dikumpulkan.

No.	Jenis Data	Cara Perolehan Data
1.	Kondisi morfologi	Survei lapangan
2.	Jenis batuan	Peta Geologi dan survei penyusun
3.	Penggunaan lahan	Interpretasi citra dan survei
4.	Kemiringan lereng	Survei lapangan
5.	Litologi permukaan	Survei lapangan
6.	Morfologi	Survei lapangan
7.	Kerapatan Drainase	Survei lapangan dan perhitungan Morfometri DAS

PETA BATAS SUB-DAS GELIS, KELING, JEPARA



Gambar 1. Lokasi kajian di Kecamatan Keling, Kabupaten Jepara.

Metode perolehan data yang digunakan adalah metode survei. Metode survei adalah jenis kajian primer (Sarwono, 2006). Lebih lanjut, dinyatakan bahwa survei merupakan studi bersifat kuantitatif untuk meneliti gejala suatu area kajian (Sarwono, 2006). Semakin banyak jumlah sampel maka akan semakin mencerminkan populasi. Jenis

teknik pengambilan sampel yang dipilih adalah *Purposive Sampling*. Hal tersebut karena pengambilan sampel dilakukan secara sengaja dan beralasan (Palys, 2008). Pemilihan titik-titik sampel dilakukan dengan melihat kenampakan dari citra, bentuk lahan, dan karakteristik kerawanan banjir serta longsor.

Checklist dibuat untuk validasi kondisi geomorfologi serta perolehan data survei variabel banjir dan longsor. Wawancara dengan perangkat desa dilakukan untuk melengkapi data survei. Pengambilan sampel tanah dilakukan di setiap perbedaan bentuklahan. Sampel digunakan untuk uji tekstur dan uji permeabilitas tanah. Hasilnya digunakan sebagai data pendukung hasil akhir dari pemodelan kerawanan.

Pengolahan data dilakukan dengan kombinasi parameter kerawanan dan rekapitulasi kejadian banjir dan longsor sebelumnya. Masing-masing parameter diolah dengan metode *Analytical Hierarchical Process* (AHP) yang akan menghasilkan bobot konsisten (*eigenvector*) (Arianpour, 2015). Analisis data kerawanan bencana dilakukan secara spasial menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan perangkat lunak *Intergrated Land and Water Information System* (ILWIS) dengan mengaplikasikan metode *Spatial Multi-Criteria Evaluation* (SMCE) (Gaprindashvili, 2011). Metode SMCE adalah model semi-kuantitatif untuk melakukan evaluasi suatu tujuan menggunakan beberapa kriteria dalam konteks spasial kewilayahan (International Institute for Geo-Information and Earth Observation (ITC), 2001). Evaluasi Multi Kriteria juga digunakan sebagai evaluasi kesesuaian lahan dalam budidaya lebah madu (Rachmawati & Munibah, 2014). Beberapa kriteria/ parameter yang dipilih dalam penentuan kerawanan banjir adalah penggunaan lahan, kemiringan lereng, *buffer* sungai, kerapatan drainase, curah hujan, dan data kejadian banjir. Selanjutnya, penentuan kerawanan longsor menggunakan parameter penggunaan lahan, kemiringan lereng, litologi permukaan, morfologi, curah hujan, dan data kejadian longsor. Karakteristik kerapatan drainase diperoleh dari panjang sungai (km)/ luas area DAS analisis (km²) (Arianpour, 2015). Kerapatan drainase, kemiringan lereng, dan bentuklahan juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi daerah rawan longsor (Arsjad & Hartini, 2014).

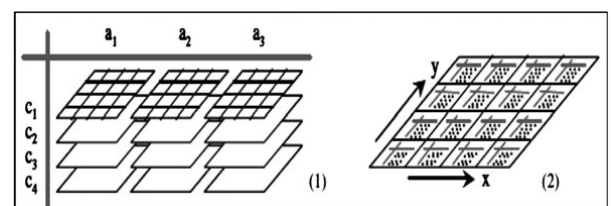
Metode SMCE digunakan untuk simulasi rencana dinyatakan dalam matriks berdasarkan *Analytical Hierarchical Process* (AHP) (Saaty, 1980). Penerapan AHP mempertimbangkan perbandingan keputusan, komposisi, dan prioritas kebijakan untuk proses pembobotan. Metode AHP menggunakan tiga proses utama yaitu membuat matriks perbandingan antara beberapa variabel yang digunakan dengan nilai standarisasi 0 sampai 1, menghitung bobot kriteria, dan mempertimbangkan perbandingan konsistensi (Malczewski, 1999).

Input data yang digunakan adalah beberapa peta yang merepresentasikan kriteria pengambilan keputusan. Data dikelompokkan, distandarisasi, dan dilakukan pembobotan dalam suatu *criteria tree* dalam ILWIS. Hasilnya berupa gabungan peta indeks realisasi hasil pemodelan kerawanan yang perlu dievaluasi dan validasi (Castellanos, 2007). Ilustrasi metode SMCE disajikan dalam **Gambar 2**.

Selanjutnya metode SMCE yang diterapkan disesuaikan dengan kriteria-kriteria berdasarkan pertimbangan wilayah Sub-DAS Gelis dalam kerawanan bencana banjir dan longsor. Kriteria yang dimaksud mencakup kondisi fisik. Hasil analisis merupakan analisis deskriptif berdasarkan hasil pemetaan kerawanan banjir dan longsor.

Pemodelan dilakukan menggunakan ILWIS dan ArcGIS menghasilkan peta kerawanan banjir dan peta kerawanan longsor di Sub-DAS Gelis. Permeabilitas adalah kemampuan dari tanah atau batuan untuk meloloskan air dalam keadaan jenuh (Todd, 1980). Tanah mengalami keadaan jenuh apabila terjadi hujan terus-menerus yang mengurangi kemampuan tanah untuk melakukan infiltrasi. Akibat tanah yang jenuh, air yang masuk ke dalam tanah selanjutnya dikontrol oleh permeabilitas tanah. Semakin besar nilai permeabilitas tanah berbanding terbalik dengan besarnya limpasan permukaan yang dihasilkan. Klasifikasi permeabilitas disajikan dalam **Tabel 3**.

Tekstur tanah merupakan komposisi ukuran butir partikel-partikel yang merupakan sifat fisik dasar dan mempengaruhi karakteristik fisik lain (Sartohadi, Suratman, Jumulya, & Dewi, 2012). Besarnya tanah mampu meloloskan air juga dipengaruhi oleh jenis tekstur tanah. Ukuran partikel besar yang dimiliki pasir akan membentuk pori makro dalam tanah sehingga menjadikan tanah mampu meloloskan air lebih banyak dibandingkan fraksi lempung. Klasifikasi dalam *Hydrological Soil Group* (HSG) disajikan dalam **Tabel 4** dan diagram alir kajian disajikan dalam **Gambar 3**.



Sumber: Sharifi, 2004

Gambar 2. Dua interpretasi peta yang dijadikan dua dimensional keputusan (1: tabel kombinasi peta, 2: kombinasi peta dalam bentuk tabel).

Tabel 3. Klasifikasi permeabilitas.

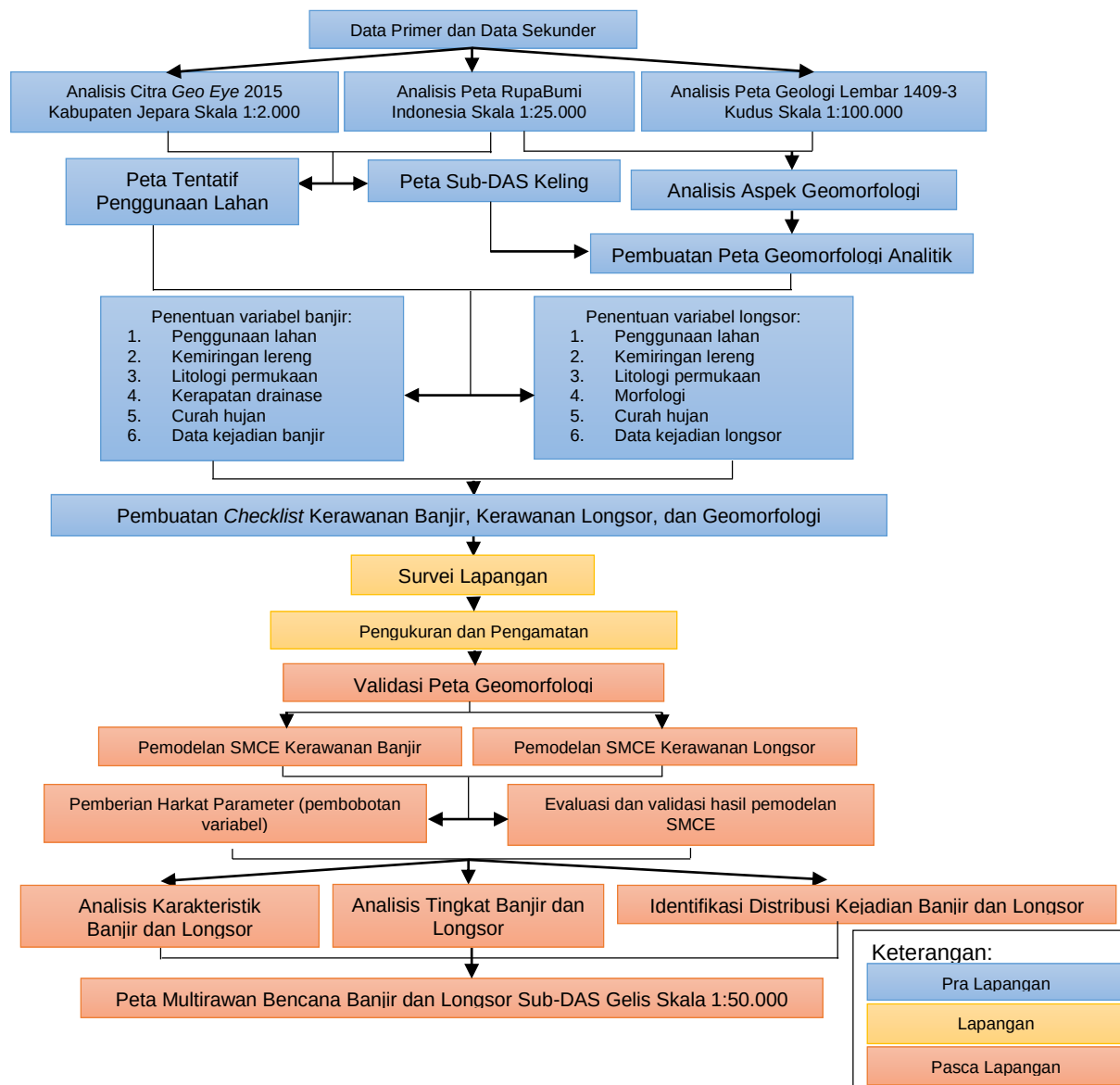
Konduktifitas Hidraulik (cm/jam)	Kelas
<0,125	Sangat Lambat
0,125-0,5	Lambat
0,5-2	Agak Lambat
2-6,25	Sedang
6,25-12,5	Agak Cepat
12,5-25	Cepat
>25	Sangat Cepat

Sumber: Uhland, 1951

Tabel 4. *Hydrological soil group (HSG).*

Tekstur Tanah	Hydrological Soil Group
Sand (pasir), loamy sand (pasir geluhan), sandy loam (geluh pasir)	A
Silt loam (geluh debu), loam (geluh)	B
Sandy clay loam (Geluh lempung pasir)	C
Clay (lempung), clay loam (geluh lempung), silty clay loam (geluh lempung debu), sandy clay (lempung pasir), silty clay (lempung debu)	D

Sumber: Wanielista, & Kersten, 1997

**Gambar 3.** Diagram alir kajian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara garis besar geomorfologi Sub-DAS Gelis dibagi menjadi bentuk lahan asal proses vulkanik dan fluvial. Hal tersebut diperkuat dengan survei lapangan serta pengolahan dan analisis data. Kondisi geomorfologi Sub-DAS Gelis yang terbentuk tentunya juga dipengaruhi oleh kondisi geologi wilayah tersebut. Litologi di Sub-DAS Gelis tergolong dalam 2 jenis batuan yaitu lava Muria (Qv1m) dan tuf Muria (Qvtm). Sistem sungai yang keluar juga melalui satu *outlet* sesuai dengan teori Daerah Aliran Sungai (Asdak, 2010)

Karakteristik geomorfologi Sub-DAS Gelis dapat dianalisis dengan mengetahui variasi bentuklahan yang ada. Morfologi dataran di Kecamatan Keling berada di Desa Bumiharjo hingga wilayah pesisir yang tergolong dalam dataran aluvial. Peningkatan aktivitas vulkanik sejak kala plistosen hingga kala holosen di Pulau Jawa menyebabkan Gunungapi Muria yang mulanya terpisah, menjadi menyatu dengan Pulau Jawa (Hadiwisastro, 1998).

Jenis longsor paling banyak adalah longsor tebing sungai pada bentuklahan lereng tengah dan lereng bawah gunungapi. Banjir luapan sungai paling sering terjadi di bagian dataran banjir dan

dataran kaki Gunungapi Muria ketika musim penghujan. Hal tersebut sesuai dengan teori banjir yang merupakan aliran sungai yang meluap akibat air melebihi kapasitas tampungan sungai, sehingga air meluap dan menggenangi daratan atau daerah yang lebih rendah di sekitarnya (Sunarto., Marfai, Mardiatno, & Rahayu, 2010). Wawancara dengan perangkat Desa Keling menyatakan pernah terjadi banjir luapan sungai yang cukup parah tahun 2006 karena adanya longsor di hulu tepatnya di Desa Kunir dan Desa Tempur. Desa Tempur sebelah selatan Desa Kunir yang berada di lereng kaki Gunung Muria. Longsor tersebut sesuai teori bahwa longsor merupakan gerakan massa tanah atau batuan sebagai suatu proses gerakan dari massa material hancuran tanah atau batuan menuruni lereng di bawah pengaruh langsung gaya gravitasi (Sutikno, 1994).

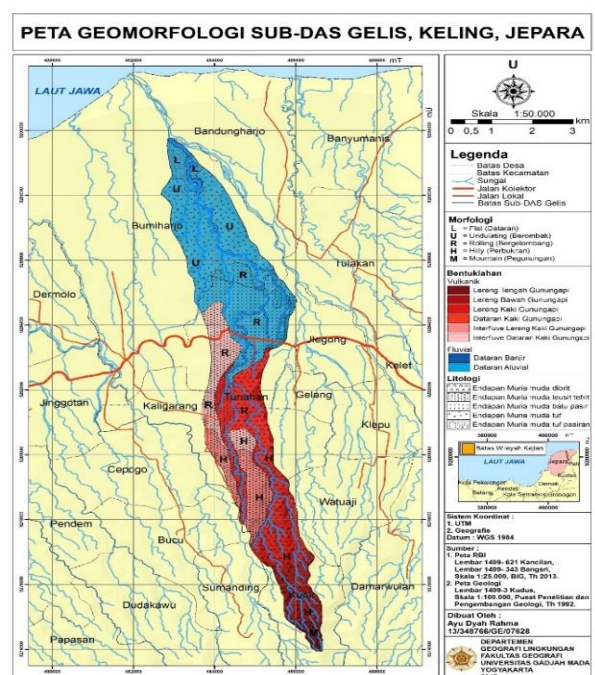
Secara umum, lahan yang luas di Sub-DAS Gelis digunakan sebagai hutan sengon, waru, dan akasia. Penggunaan lahan pada bentuklahan lereng kaki gunungapi mayoritas digunakan sebagai kebun, tegalan, hutan, sawah tadah hujan. Dataran kaki gunungapi digunakan sebagai tegalan, kebun, sawah irigasi, dan sawah tadah hujan. Bentuk lahan dataran banjir adalah yang paling dekat terkena banjir apabila terjadi banjir luapan sungai. Meskipun demikian dataran banjir juga dimanfaatkan oleh warga sebagai kebun, sawah irigasi, dan sawah tadah hujan. Adapun kebun yang berada di dataran banjir seperti kebun ketela, kebun pisang, dan kebun jati.

Beberapa sampel di daerah hulu memiliki ketebalan tanah yang tergolong tebal karena lebih dari 1 meter. Tanah yang tebal tersebut berada pada kemiringan lereng yang tergolong curam sehingga memicu terjadinya longsor. Hasil observasi lapangan terdapat lapisan tanah sedalam 140 cm dan 205 cm pada bentuklahan lereng bawah gunungapi. Bentuklahan lereng bawah gunungapi juga memiliki 4 sampel dengan tanah yang tebal yaitu lapisan tanah sedalam 205 cm, >300 cm, 305 cm, dan >500 cm. Tanah tebal juga ditemukan pada bentuklahan dataran kaki gunungapi dengan lapisan tanah pertama setebal 100 cm dan lapisan tanah kedua setebal 200 cm. Selain itu, batas perlapisan tanah terlihat jelas. Sebagian besar tipe struktur tanah di Sub-DAS Gelis adalah gumpal.

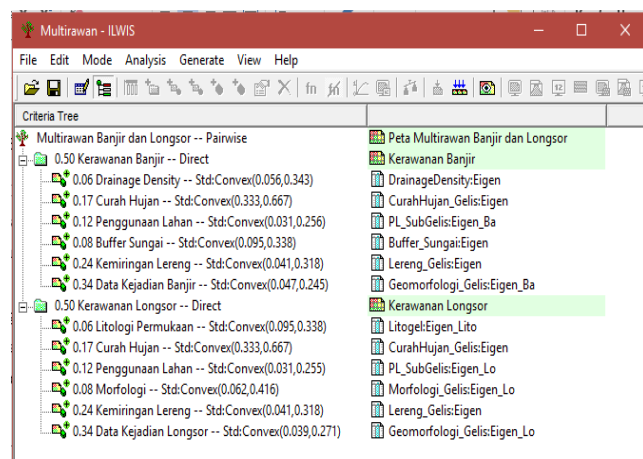
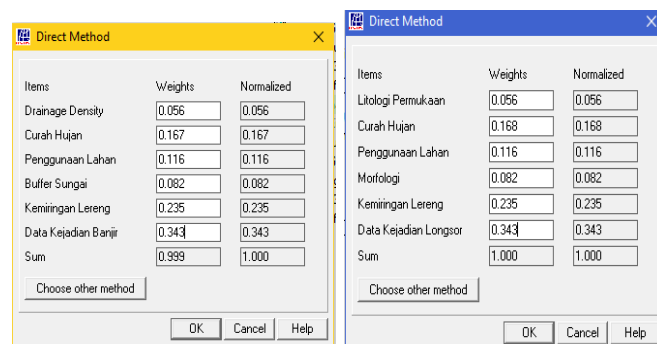
Litologi permukaan di Sub-DAS Gelis antara lain endapan Muria muda diorit, endapan Muria muda leusit tefrit, endapan Muria muda batu pasir, endapan Muria muda tuf, dan endapan Muria muda tuf pasir. Hasil analisis tersebut di dapat dari hasil interpretasi peta geologi Lembar Kudus skala 1:100.000 yang divalidasi dengan survei lapangan. Bagian hulu didominasi oleh batuan beku dan bagian hilir telah didominasi dengan batuan hasil sedimentasi. Morfogenesis Sub-DAS Gelis adalah fluvial pada bagian hilir yang datar dan vulkanik pada bagian hulu karena pengaruh aktivitas Gunungapi Muria.

Terdapat 8 jenis morfoaransemen di Sub-DAS Gelis yaitu lereng tengah gunungapi, lereng bawah

gunungapi, lereng kaki gunungapi, dataran kaki gunungapi, interfluve lereng kaki gunungapi, interfluve dataran kaki gunungapi, dataran banjir, dan dataran aluvial. Setiap bagian saling berhubungan dan juga sesuai dengan morfologi gunungapi. Bagian hulu Sub-DAS Gelis didominasi oleh proses gunungapi, sedangkan bagian hilir Sub-DAS Gelis lebih dipengaruhi oleh proses fluvial. Hasil identifikasi pemetaan geomorfologi Sub-DAS Gelis disajikan dalam **Tabel 5** dan **Gambar 4**. Terdapat empat tahap pemrosesan SMCE yaitu analisis pohon masalah (*criteria tree*), standardisasi, pembobotan, dan menyusun skenario. Beberapa kriteria yang disusun dalam *criteria tree* pada ILWIS dipilih untuk membangun konsep analisis spasial yang akan menghasilkan peta multirawan. *criteria tree* mengkategorikan beberapa bagian agar mudah dipahami. Pembuatan *criteria tree* dalam penyusunan peta multirawan banjir dan longsor di Sub-DAS Gelis ditunjukkan dalam **Gambar 5**. Setiap parameter yang dipilih dalam *criteria tree* tentunya telah diberi klasifikasi dan hasil pembobotan dari matriks AHP. Matriks AHP dibuat untuk setiap parameter yang digunakan. Matriks AHP Kerawanan banjir dan longsor disajikan dalam **Tabel 6**, **Tabel 7**, **Tabel 8**, **Tabel 9**, **Tabel 10**, **Tabel 11**, **Tabel 12**, **Tabel 13**, **Tabel 14**, **Tabel 15**, **Tabel 16**, **Tabel 17** dan **Tabel 18**. Pembobotan parameter kerawanan banjir untuk kerapatan aliran di Sub-DAS Gelis diproses menggunakan SWAT dalam perangkat lunak ArcGIS. Parameter penggunaan lahan di Sub-DAS bagian hilir didominasi kebun. Hasil kerawanan banjir paling tinggi adalah di dataran banjir dengan intensitas curah hujan tinggi. Semakin datar lahan dengan topografi semakin rendah, asumsinya wilayah tersebut semakin rawan banjir. Pembobotan total parameter kerawanan banjir dan longsor disajikan pada **Gambar 6**.



Gambar 4. Peta geomorfologi sub-DAS gelis.

Gambar 5. Analisis pohon masalah (*criteria tree*).

Gambar 6. Pembobotan kerawanan banjir (kiri) dan pembobotan kerawanan longsor (kanan).

Tabel 5. Identifikasi aspek geomorfologi sub-DAS Gelis.

No.	Morfologi	Genesis	Bentuklahan	Litologi	Luas (Ha)
1	Pegunungan	Vulkanik	Lereng Tengah Gunungapi	Endapan Muria muda diorit	39
2	Pegunungan	Vulkanik	Lereng Bawah Gunungapi	Endapan Muria muda diorit	148
3	Perbukitan	Vulkanik	Lereng Kaki Gunungapi	Endapan Muria muda diorit	262
4	Perbukitan	Vulkanik	Lereng Kaki Gunungapi	Endapan Muria muda leusit tefrit	44
5	Perbukitan	Vulkanik	Interfluve Lereng Kaki Gunungapi	Endapan Muria muda leusit tefrit	190
6	Perbukitan	Vulkanik	Dataran Kaki Gunungapi	Endapan Muria muda diorit	203
7	Perbukitan	Vulkanik	Interfluve Dataran Kaki Gunungapi	Endapan Muria muda leusit tefrit	211
8	Perbukitan	Vulkanik	Dataran Kaki Gunungapi	Endapan Muria muda leusit tefrit	74
9	Bergelombang	Fluvial	Dataran Banjir	Endapan Muria muda batu pasir	40
10	Bergelombang	Fluvial	Dataran Aluvial	Endapan Muria muda batu pasir	385
11	Berombak	Fluvial	Dataran Banjir	Endapan Muria muda tuf	48
12	Berombak	Fluvial	Dataran Aluvial	Endapan Muria muda tuf	466
13	Dataran	Fluvial	Dataran Banjir	Endapan Muria muda tuf pasiran	22
14	Dataran	Fluvial	Dataran Aluvial	Endapan Muria muda tuf pasiran	29

Tabel 6. Matriks AHP parameter kerawanan banjir: penggunaan lahan.

Penggunaan Lahan	Hutan	Air Tawar	Sawah tadah hujan	Tegalan	Permukiman	Kebun	Sawah irigasi	Belukar/semak	Rumput	Bobot Faktor
Hutan	1	0,5	0,33	0,33	0,33	0,25	0,25	0,25	0,2	0,0306
Belukar/semak	2	1	0,5	0,33	0,33	0,33	0,25	0,25	0,25	0,04
Kebun	3	2	1	0,5	0,33	0,33	0,33	0,25	0,25	0,0533
Rumput	3	3	2	1	0,5	0,33	0,33	0,33	0,25	0,0695
Tegalan	3	3	3	2	1	0,5	0,33	0,33	0,33	0,0899
Air Tawar	4	3	3	3	2	1	0,5	0,33	0,33	0,1159
Sawah irigasi	4	4	3	3	3	2	1	0,5	0,33	0,1495
Swah tdah hujan	4	4	4	3	3	3	2	1	0,5	0,195
Permukiman	5	4	4	4	3	3	3	2	1	0,2564
Jumlah kolom	29	25	20,83	17,17	13,5	10,75	8	5,25	3,45	1
Matrik Berordo	n = 9 RI=1.45									
Eigenmaks	9,7337	CI 0,0917	CR 0,0633							

Tabel 7. Matriks AHP parameter kerawanan banjir: kemiringan lereng.

Kemiringan Lereng	0-2	>2-7	>7-15	>15-30	>30-70	>70-140	>140	Bobot Faktor
0-2	1	0,5	0,33	0,33	0,25	0,25	0,2	0,0411
>2-7	2	1	0,5	0,33	0,33	0,25	0,25	0,0575
>7-15	3	2	1	0,5	0,33	0,33	0,25	0,0821
>15-30	3	3	2	1	0,5	0,33	0,33	0,1149
>30-70	4	3	3	2	1	0,5	0,33	0,1607
>70-140	4	4	3	3	2	1	0,5	0,226
>140	5	4	4	3	3	2	1	0,3177
Jumlah kolom	22	18	13,83	10,16	7,41	4,66	2,86	1
Matrik Berordo	n = 7 RI=1.32							
Eigenmaks	7,3657	CI 0,061	CR 0,0462					

Tabel 8. Matriks AHP parameter kerawanan banjir dan longsor: curah hujan.

Curah Hujan	2500-3000	3000-3500	Bobot Faktor
2500-3000	1	0,5	0,3333
3000-3500	2	1	0,6667
Jumlah kolom	3	1,5	1
Matrik Berordo	n = 2	RI=0	
Eigenmaks 2	CI 0	CR 0	

Tabel 9. Matriks AHP parameter kerawanan banjir: *buffer* sungai.

Buffer Sungai	> 100 meter	> 50 – 100 meter	> 25 - 50 meter	> 10 - 25 meter	< 10 meter	Bobot Faktor
> 100 meter	1	1	0,5	0,33	0,25	0,095
> 50 - 100 meter	1	1	1	0,5	0,33	0,1273
> 25 - 50 meter	2	1	1	1	0,5	0,1823
> 10 - 25 meter	3	2	1	1	1	0,2579
< 10 meter	4	3	2	1	1	0,3375
Jumlah kolom	11	8	5,5	3,83	3,08	1
Matrik Berordo	n = 5	RI=1.12				
Eigenmaks 5,095	CI 0,0237	CR 0,0212				

Tabel 10. Matriks AHP parameter kerawanan banjir: kerapatan drainase.

Kerapatan Drainase	<0,00	0,001-0,002	0,002-0,003	0,003-0,004	0,004-0,005	0,005-0,006	0,006-0,007	0,007-0,008	Bobot Faktor
<0,001	1	0,5	0,5	0,33	0,33	0,25	0,25	0,2	0,04
0,001-0,002	2	1	0,5	0,5	0,33	0,33	0,25	0,25	0,05
0,002-0,003	2	2	1	0,5	0,5	0,33	0,33	0,25	0,07
0,003-0,004	3	2	2	1	0,5	0,33	0,33	0,33	0,09
0,004-0,005	3	3	2	2	1	0,5	0,5	0,33	0,12
0,005-0,006	4	3	3	2	2	1	0,5	0,5	0,16
0,006-0,007	4	4	3	3	2	2	1	0,5	0,21
0,007-0,008	5	4	4	3	3	2	2	1	0,27
Jmlh kolom	24	20	16	12,33	9,66	6,91	5,16	3,36	1
Matrik Berordo	n = 8	RI=1.41							
Eigenmaks 8,2824	CI 0,0403	CR 0,0286							

Tabel 11. Matriks AHP parameter kerawanan banjir: jumlah kejadian banjir

Kejadian Banjir	0	1	2	3	4	5	>5	Bobot Faktor
0	1	0,5	0,33	0,33	0,25	0,25	0,2	0,0411
1	2	1	0,5	0,33	0,33	0,25	0,25	0,0575
2	3	2	1	0,5	0,33	0,33	0,25	0,0821
3	3	3	2	1	0,5	0,33	0,33	0,1149
4	4	3	3	2	1	0,5	0,33	0,1607
5	4	4	3	3	2	1	0,5	0,226
>5	5	4	4	3	3	2	1	0,3177
Jumlah kolom	22	18	13,83	10,16	7,41	4,66	2,86	1
Matrik Berordo	n = 7	RI=1.32						
Eigenmaks 7,3657	CI 0,061	CR 0,0462						

Tabel 12. Matriks AHP parameter kerawanan banjir: bentuklahan.

Bentuklahan Kerawanan Banjir	Lereng Tengah Ga.	Lereng Bawah Ga.	Interfluve Lereng Kaki Ga.	Interfluve Dtrn Kaki Ga.	Lereng Kaki Ga.	Dtrn Kaki Ga.	Dtrn Aluvial	Dtrn Banjir	Bobot Faktor
Lereng Tengah Ga.	1,00	1,00	0,50	0,50	0,33	0,33	0,25	0,20	0,05
Lereng Bawah Ga.	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,33	0,33	0,25	0,06
Interfluve Lereng Kaki Ga.	2,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,33	0,33	0,08
Interfluve Dataran Kaki Ga.	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,33	0,09
Lereng Kaki Ga.	3,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,12
Dataran Kaki Ga.	3,00	3,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,16
Dataran Aluvial	4,00	3,00	3,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	0,20
Dataran Banjir	5,00	4,00	3,00	3,00	2,00	2,00	1,00	1,00	0,24
Jumlah kolom	21,00	17,00	13,50	11,00	8,33	6,66	4,91	4,11	1,00
Matrik Berordo	n = 8	RI=1.41							
Eigenmaks 8,09	CI 0,01	CR 0,01							

Tabel 13. Matriks AHP parameter kerawanan longsor: penggunaan lahan.

Penggunaan Lahan	Hutan	Air Tawar	Sawah tadah hujan	Tegalan	Permukiman	Kebun	Sawah irigasi	Belukar/semak	Rumput	Bobot Faktor
Hutan	1	0,5	0,5	0,33	0,33	0,25	0,25	0,2	0,2	0,0311
Air Tawar	2	1	0,5	0,5	0,33	0,33	0,25	0,25	0,2	0,0403
Sawah tadah hujan	2	2	1	0,5	0,5	0,33	0,33	0,25	0,25	0,0519
Tegalan	3	2	2	1	0,5	0,5	0,33	0,33	0,25	0,0683
Permukiman	3	3	2	2	1	0,5	0,5	0,33	0,33	0,0892
Kebun	4	3	3	2	2	1	0,5	0,5	0,33	0,1164
Sawah irigasi	4	4	3	3	2	2	1	0,5	0,5	0,1519
Belukar/semak	5	4	4	3	3	2	2	1	0,5	0,1959
Rumput	5	5	4	4	3	3	2	2	1	0,2548
Jumlah kolom	29	25	20	16,33	12,67	9,92	7,17	5,37	3,57	1
Matrik Berordo	n = 9		RI=1.45							
Eigenmaks	9,3789		CI 0,0474		CR 0,0327					

Tabel 14. Matriks AHP parameter kerawanan longsor: kemiringan lereng.

Tabel 1.7 Matriks AHP parameter kerawanan longsor: kemiringan lereng.								
Kemiringan Lereng	0-2	>2-7	>7-15	>15-20	>20-55	>55-140	>140	Bobot Faktor
0-2	1	0,5	0,33	0,33	0,25	0,25	0,2	0,0411
>2-7	2	1	0,5	0,33	0,33	0,25	0,25	0,0575
>7-15	3	2	1	0,5	0,33	0,33	0,25	0,0821
>15-20	3	3	2	1	0,5	0,33	0,33	0,1149
>20-55	4	3	3	2	1	0,5	0,33	0,1607
>55-140	4	4	3	3	2	1	0,5	0,226
>140	5	4	4	3	3	2	1	0,3177
Jumlah kolom	22	18	13,83	10,16	7,41	4,66	2,86	1
Matrik Berordo	n = 7		RI=1.32					
Eigenmaks 7.3657	CI 0.061		CR 0.0462					

Tabel 15. Matriks AHP parameter kerawanan longsor: litologi permukaan.

Litologi	Endapan Muria muda diorit	Endapan Muria muda leusit tefrit	Endapan Muria muda batu pasir	Endapan Muria muda tuf	Endapan Muria muda tuf pasiran	Bobot Faktor
Endapan Muria muda diorit	1	1	0,5	0,33	0,25	0,095
Endapan Muria muda leusit tefrit	1	1	1	0,5	0,33	0,1273
Endapan Muria muda batu pasir	2	1	1	1	0,5	0,1823
Endapan Muria muda tuf	3	2	1	1	1	0,2579
Endapan Muria muda tuf pasiran	4	3	2	1	1	0,3375
Jumlah kolom	11	8	5,5	3,83	3,08	1
Matrik Berordo	n = 5	RI=1.12				
Eigenmaks 5,095	CI 0,0237	CR 0,0212				

Tabel 16. Matriks AHP parameter kerawanan longsor: morfologi.

Tabel 10. Matriks AHP parameter kerawanan longsor: morfologi.						
Morfologi	Dataran	Berombak	Bergelombang	Perbukitan	Pegunungan	Bobot Faktor
Dataran	1	0,5	0,33	0,25	0,2	0,0624
Berombak	2	1	0,5	0,33	0,25	0,0986
Bergelombang	3	2	1	0,5	0,33	0,1611
Perbukitan	4	3	2	1	0,5	0,2618
Pegunungan	5	4	3	2	1	0,4162
Jumlah kolom	15	11	6,83	4,08	2,28	1
Matrik Berordo	n = 5		RI=1.12			
Eigenmaks 5.0853	CI 0.0213		CR 0.019			

Tabel 17. Matriks AHP parameter kerawanan longsor: jumlah kejadian longsor.

Tabel 17. Matriks AHP parameter kerawanan longsor: jumlah kejadian longsor.								
Kejadian Longsor	0	1	2	3	4	5	>5	Bobot Faktor
0	1	0,5	0,33	0,33	0,25	0,25	0,2	0,0411
1	2	1	0,5	0,33	0,33	0,25	0,25	0,0575
2	3	2	1	0,5	0,33	0,33	0,25	0,0821
3	3	3	2	1	0,5	0,33	0,33	0,1149
4	4	3	3	2	1	0,5	0,33	0,1607
5	4	4	3	3	2	1	0,5	0,226
>5	5	4	4	3	3	2	1	0,3177
Jumlah kolom	22	18	13,83	10,16	7,41	4,66	2,86	1
Matrik Berordo	n = 7	RI=1.32						
Eigenmaks 7.3657	CI 0.061	CR 0.0462						

Tabel 18. Matriks AHP parameter kerawanan longsor: bentuklahan.

Bentuklahan Kerawanan Longsor	Dtrn Aluvial	Dtrn Kaki Ga.	Interfluve Lrng Kaki Ga.	Interfluve Dtrn Kaki Ga.	Dtrn Banjir	Lereng Kaki Ga.	Lereng Bawah Ga.	Lereng Tengah Ga.	Bobot Faktor
Dataran Aluvial	1,00	0,50	0,50	0,50	0,33	0,25	0,20	0,20	0,04
Dataran Kaki Ga.	2,00	1,00	0,50	0,50	0,50	0,33	0,25	0,20	0,05
Interfluve Lereng Kaki Ga.	2,00	2,00	1,00	0,50	0,50	0,50	0,33	0,25	0,07
Interfluve Dataran Kaki Ga.	2,00	2,00	2,00	1,00	0,50	0,50	0,50	0,33	0,09
Dataran Banjir	3,00	2,00	2,00	2,00	1,00	0,50	0,50	0,50	0,12
Lereng Kaki Ga.	4,00	3,00	2,00	2,00	2,00	1,00	0,50	0,50	0,15
Lereng Bwh Ga.	5,00	4,00	3,00	2,00	2,00	2,00	1,00	0,50	0,20
Lereng Tngh Ga.	5,00	5,00	4,00	3,00	2,00	2,00	2,00	1,00	0,27
Jumlah kolom	24,00	19,50	15,00	11,50	8,83	7,08	5,28	3,48	1,00
Matrik Berordo	n = 8 RI=1.41								
Eigenmaks 8,21	CI 0,03 CR 0,02								

Penggunaan lahan yang tidak sesuai dapat menyebabkan bencana longsor maupun banjir. Beberapa karakteristik dipertimbangkan terkait besarnya andil menyebabkan bencana. Bentuklahan paling banyak longsor adalah lereng bawah dan lereng tengah karena kemiringan lerengnya tergolong sangat curam sehingga kerawanan longsor tinggi. Penggunaan lahan hasil survei banyak ditanami pohon sengon, sehingga akarnya tidak terlalu kuat untuk mengikat tanah. Akibatnya terjadi banyak longsor di wilayah tersebut. Bentuklahan dataran kaki di Desa Kunir memiliki kerawanan sedang. Hal tersebut karena intensitas hujan tinggi sehingga longsor dapat terjadi walaupun dalam lingkup area yang kecil. Selanjutnya ditambahkan bahwa kerawanan (*susceptibility*) merupakan fase sebelum terjadinya bencana (*pre-event phase*) dan sebagian besar didominasi oleh ciri-ciri dari aspek fisik atau karakteristik fisik yang pasti dari sebuah kondisi di wilayah yang rentan terhadap bencana (Schneiderbauer & Ehrlich, 2004).

Desa Kunir yang termasuk dalam bentuklahan lereng bawah gunungapi memiliki sejarah kejadian longsor yang cukup banyak. **Gambar 7** menunjukkan jalan rusak karena longsor, sehingga tersisa setengahnya saja. Selain itu, sudah terlihat retakan-retakan tanah yang berpotensi menjadi longsor apabila tidak ditangani lebih lanjut.

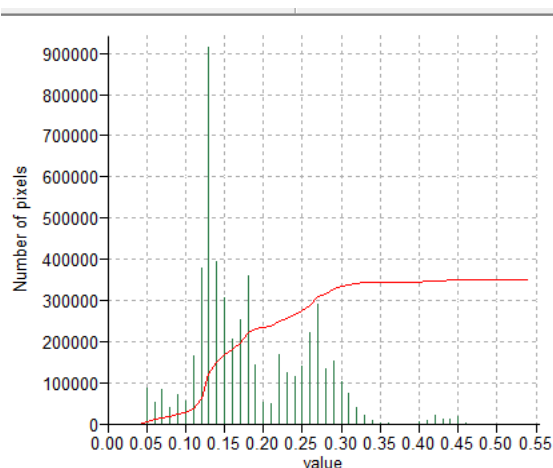
Kejadian longsor dan banjir di Sub-DAS Gelis memiliki keterkaitan. Apabila dilihat dari kejadian bencana sebelumnya, longsor di bagian hulu menyebabkan aliran permukaan di bagian sungai selanjutnya meluap, sehingga menyebabkan banjir. Banjir besar 22 Januari 2014 terjadi karena longsor di bagian hulu. Meskipun tidak terdapat korban meninggal dunia, tetapi mengakibatkan jembatan rusak, tanggul rusak, dan banyak lahan pertanian di sekitar luapan sungai rusak dan gagal panen. Longsor di Sub-DAS Gelis membentuk bendungan, sehingga apabila hujan turun lebat di hilir mengakibatkan longsor yang membentuk bendungan jebol dan mengakibatkan banjir besar di bagian hilir sungai. Peta yang diproses menggunakan AHP dan SMCE sebelumnya dinyatakan dalam indeks komposit. Kemudian di *overlay* dan menghasilkan peta multirawan.

Skenario yang digunakan adalah skenario *equal*. Skenario *equal* menyusun faktor kerawanan banjir dan longsor memiliki nilai yang sama besar dalam pembuatan peta multirawan. Bobot yang digunakan dalam skenario masing-masing adalah 0,5 seperti pada **Gambar 8**.

Hasil pemodelan *ILWIS* menggunakan modul *SMCE* dihasilkan tiga kelas multirawan. Pembagian kelas tersebut yaitu kerawanan rendah, sedang, dan tinggi. Pembagian kelas juga memperhatikan histogram yang dihasilkan dari pemetaan multirawan pada **Gambar 9**. Pemetaan multirawan banjir dan longsor di Sub-DAS Gelis dilakukan dalam skala semi detail 1:50.000 dengan beberapa keterbatasan informasi yang dapat ditampilkan. Keterbatasan informasi menyebabkan beberapa area dilakukan generalisasi. Wilayah dengan area multirawan banjir dan longsor Sub-DAS Gelis pada bentuklahan lereng tengah gunungapi sebesar 38,3 ha dan dataran kaki gunungapi sebesar 210,38 ha. Bentuklahan lereng bawah gunungapi seluas 147,68 ha, lereng kaki gunungapi sebesar 181,63 ha, dan *interfluve* dataran kaki gunungapi sebesar 123,66 ha memiliki tingkat multirawan sedang. *Interfluve* lereng kaki gunungapi seluas 146,74 ha, lereng kaki gunungapi sebesar 119,24 ha, serta dataran banjir 88,95 ha dan dataran fluvial seluas 647,32 ha memiliki tingkat multirawan yang dimiliki rendah. Hasil identifikasi peta multirawan banjir dan longsor Sub-DAS Gelis disajikan dalam **Gambar 10** dan **Tabel 19**.



Gambar 7. Separuh Jalan Desa Kunir amblas.

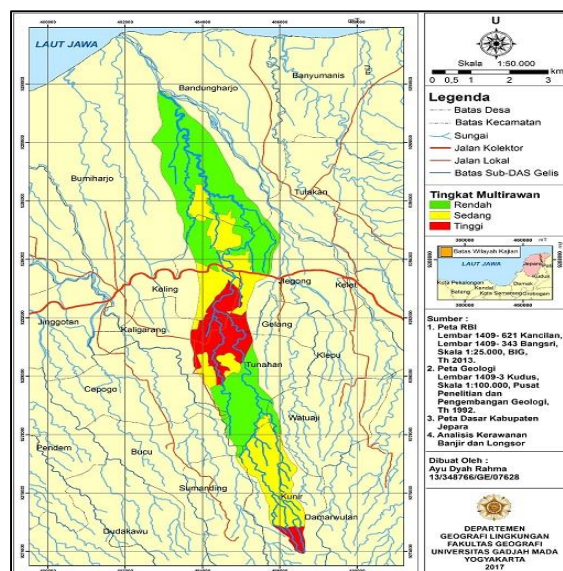


Gambar 9. Histogram hasil permodelan SMCE.

Peta multirawan banjir dan longsor adalah hasil akhir menggunakan parameter kerawanan banjir dan longsor. Sesuai hasil pemetaan dan tabel identifikasi multirawan bahwa bentuklahan lereng tengah gunungapi yang memiliki kelas multirawan tinggi karena terdapat kejadian longsor yang paling banyak. Kejadian tersebut masuk dalam Desa Kunir. Selain itu, meskipun berada di pegunungan, kejadian banjir luapan sungai tetap memiliki potensi untuk terjadi meskipun dengan skala kecil. Tingginya kelas multirawan juga dapat karena faktor lain seperti curah hujan yang tinggi dan banyaknya penggunaan lahan sebagai pemukiman, sehingga area resapan airnya pun berkurang.

Tabel 19. Identifikasi peta multirawan banjir dan longsor.

No.	Tingkat Multi-rawan	Bentuklahan	Luas (Ha)	%
1	Rendah	Dataran Aluvial	647,3	30,0
2		Dataran Banjir	89,0	4,1
3		Interfluve Dataran Kaki Gunungapi	44,8	2,1
4		Interfluve Lereng Kaki Gunungapi	146,7	6,8
5		Lereng Kaki Gunungapi	119,2	5,5
6		Dataran Kaki Gunungapi	41,1	1,9
7	Sedang	Interfluve Lereng Kaki Gunungapi	35,0	1,6
8		Lereng Kaki Gunungapi	181,6	8,4
9		Lereng Bawah Gunungapi	147,7	6,8
10		Lereng Tengah Gunungapi	0,6	0,0
11	Tinggi	Dataran Aluvial	207,6	9,6
12		Dataran Banjir	15,8	0,7
13		Interfluve Dataran Kaki Gunungapi	123,7	5,7
14		Dataran Kaki Gunungapi	25,2	1,2
15		Dataran Aluvial	24,5	1,1
16		Dataran Banjir	5,0	0,2
17		Interfluve Dataran Kaki Gunungapi	43,0	2,0
18		Interfluve Lereng Kaki Gunungapi	8,2	0,4
19		Lereng Kaki Gunungapi	5,2	0,2
20		Dataran Kaki Gunungapi	210,4	9,7
21		Lereng Tengah Gunungapi	38,3	1,8



Gambar 10. Peta multirawan banjir dan longsor.

Bentuklahan dataran kaki gunungapi memiliki kelas multirawan tinggi karena banyaknya kejadian banjir pada bentuklahan tersebut. Kejadian longsor juga berpotensi terjadi kembali apabila terjadi terjangan banjir yang mengakibatkan longsor tebing sungai. Kemudian tingginya kelas multirawan karena penggunaan lahan pada area tersebut tidak sesuai.

Area pegunungan harusnya digunakan sebagai hutan lindung, bukan digunakan sebagai area Kebun Sengon yang sering dilakukan penebangan ketika panen. Selain itu area sekitar sungai yang sering meluap harusnya tidak digunakan sebagai lahan pertanian karena area tersebut masih termasuk dalam dataran banjir. Apabila tidak digunakan sebagai lahan pertanian, tentunya ketika terjadi banjir tidak ada kerugian materiil berupa rusaknya lahan pertanian.

Uji sampel permeabilitas dan uji sampel tekstur dilakukan untuk memperkuat hasil survei lapangan dan hasil pemetaan multirawan. Nilai permeabilitas di Sub-DAS Gelis tersebar agak lambat 5 titik, lambat 4 titik, dan sangat lambat 2 titik. Persebaran nilai permeabilitas secara garis besar tergolong lambat pada wilayah tersebut, maka Sub-DAS Gelis berpotensi terjadi limpasan permukaan bila terjadi hujan terus-menerus. Hasil uji sampel permeabilitas disajikan dalam Tabel 20.

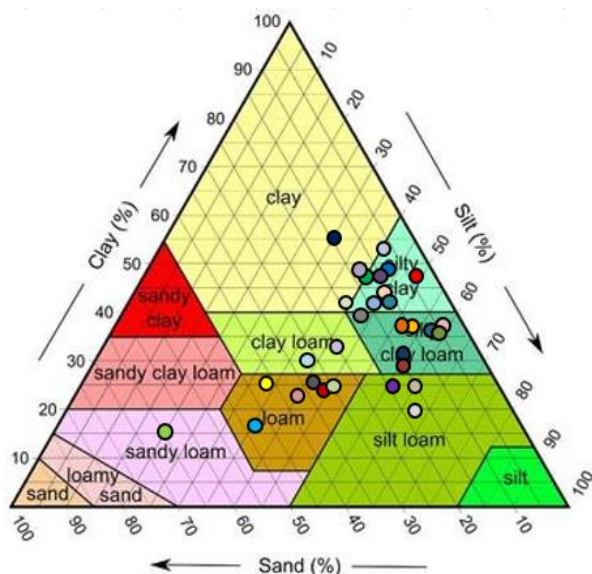
Kemampuan meloloskan air dari yang paling baik hingga paling buruk diberi kode dari A sampai D. Hasil *plotting* segitiga tekstur pada Gambar 11 memperlihatkan pola bahwa sebagian tanah di Sub-DAS Gelis memiliki tekstur geluh lempung debu (silty clay loam) dan lempung debu (silty clay). Apabila diklasifikasikan dalam *Hydrological Soil Group (HSG)* maka tekstur-tekstur tersebut termasuk dalam golongan D yang memiliki kemampuan buruk untuk meloloskan air. Kemampuan yang semakin buruk dalam meloloskan air menjadikan kecenderungan limpasan permukaan yang semakin besar pada tanah. Perhitungan uji laboratorium tekstur tanah Sub-DAS Gelis disajikan pada Tabel 21.

Banjir dan longsor di Sub-DAS Gelis memiliki dampak positif atau pun dampak negatif. Potensi dampak negatif yang dapat terjadi akibat banjir adalah rusaknya lahan pertanian, jembatan rusak, bendungan jebol, hingga terdapatnya korban jiwa. Kemudian dampak negatif terjadinya longsor adalah terputusnya akses jalan, rusaknya rumah, rusaknya area perkebunan, hingga korban meninggal dunia. Meskipun demikian, adanya kejadian banjir dan longsor memberikan dampak agar masyarakat sadar ada yang perlu diperbaiki dalam mengelola alam di sekitar mereka, sehingga kejadian banjir maupun longsor dapat diminimalkan.

Hasil kajian ini menggunakan metode yang memadukan *AHP* dengan *SMCE* sehingga pembobotan lebih konsisten bila dibandingkan dengan kajian sebelumnya oleh (Rachmawati & Munibah, 2014) yang menggunakan *SMCE* saja. Kajian ini menghasilkan peta multirawan bencana banjir dan longsor sementara kajian (Arianpour, 2015) berfokus pada kerawanan banjir dan kajian (Gaprindashvili, 2011) digunakan untuk kerawanan longsor saja. Meskipun demikian, kajian ini masih membutuhkan adanya perbaikan dan kebaruan pada kajian-kajian selanjutnya.

Tabel 20. Hasil uji sampel permeabilitas.

No.	K	Kelas
1	0,314	Lambat
2	8,849	Agak Cepat
3	0,831	Agak Lambat
4	1,233	Agak Lambat
5	5,105	Sedang
6	0,131	Lambat
7	7,183	Agak Cepat
8	3,343	Sedang
9	0,468	Lambat
10	0,055	Sangat Lambat
11	0,255	Lambat
12	0,951	Agak Lambat
13	1,401	Agak Lambat
14	0,984	Agak Lambat
15	0,016	Sangat Lambat



Gambar 11. Hasil plotting data tekstur tanah dalam segitiga tekstur USDA.

Tabel 21. Hasil perhitungan uji sampel tekstur tanah.

No	Pasir (P)	Lempung (L)	Debu (D)	Klasifikasi Tanah (Geluh, Lempung, Debu)	Kelas HSG	
1	32,2	23,6	44,2	Loam	G	C
2	4,2	47,4	48,5	Silty Clay	L D	D
3	9,4	37,5	53,0	Silty Clay Loam	G L D	D
4	41,6	25,2	33,2	Loam	G	C
5	66,0	14,0	20,0	Sandy Loam	G P	A
6	13,2	47,0	39,9	Clay	L	D
7	47,8	15,7	36,5	Loam	G	C
8	8,2	47,9	43,9	Silty Clay	L D	D
9	15,2	54,1	30,7	Clay	L	D
10	18,6	24,8	56,6	Silt Loam	G D	B
11	18,3	19,6	62,1	Silt Loam	G D	B
12	32,9	26,0	41,1	Loam	G	C
13	15,0	25,2	59,8	Silt Loam	G D	B
14	14,2	41,0	44,8	Silty Clay Loam	G L D	D
15	7,6	51,6	40,9	Silty Clay	L D	D
16	4,1	37,1	58,8	Silty Clay Loam	G L D	D
17	20,0	41,3	38,7	Clay	L	D
18	25,3	32,6	42,1	Clay Loam	G L	D
19	32,0	29,7	38,3	Loam	G	D
20	12,0	43,5	44,5	Silty Clay	L D	D
21	16,4	39,6	44,0	Silty Clay Loam	G L D	D
22	14,0	31,3	54,7	Silty Clay Loam	G L D	D
23	6,3	35,5	58,1	Silty Clay Loam	G L D	D
24	16,3	28,0	55,7	Silty Clay Loam	G L D	D
25	5,5	36,4	58,2	Silty Clay Loam	G L D	D
26	9,9	46,6	43,5	Silty Clay	L D	D
27	11,7	41,2	47,1	Silty Clay	L D	D
28	11,0	37,3	51,7	Silty Clay Loam	G L D	D
29	37,1	22,8	40,2	Loam	G	C
30	29,5	24,3	46,2	Loam	G	C
31	13,1	47,5	39,5	Clay	L	D

KESIMPULAN

Hasil identifikasi karakteristik geomorfologi di Sub-DAS Gelis kompleks dengan variasi bentuklahan vulkanik dan bentuklahan fluvial. Dominasi bentuklahan asal proses vulkanik dan fluvial karena Sub-DAS Gelis berada di lereng bagian utara Gunungapi Muria serta berhadapan langsung dengan Laut Jawa. Wilayah dengan lereng yang curam dan curah hujan yang tinggi

berimplikasi pada kerawanan longsor. Dataran banjir berimplikasi pada kerawanan banjir apabila terjadi luapan sungai.

Identifikasi geomorfologi Sub-DAS Gelis digunakan sebagai analisis kerawanan banjir dan longsor dengan hasil bahwa tingkat multirawan banjir dan longsor tinggi berada di bentuklahan lereng tengah gunungapi dan sebagian besar dataran kaki gunungapi. Tingkat multirawan sedang berada di bentuklahan lereng bawah gunungapi, bagian selatan lereng kaki gunungapi, dan interfluve dataran kaki gunungapi. Bentuklahan interfluve lereng kaki gunungapi, lereng kaki gunungapi bagian utara, serta dataran banjir dan dataran fluvial memiliki tingkat multirawan rendah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Pemerintah Kabupaten Jepara yang telah memberikan izin, bantuan data, dan informasi yang digunakan dalam penelitian ini. Terima kasih juga diucapkan kepada semua pihak yang telah membantu dalam survei lapangan dan analisis data, serta memberikan masukan yang konstruktif terhadap tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arianpour, M. dan A. A. J. (2015). Flood Hazard Zonation using Spatial Multi-Criteria Evaluation (SMCE) in GIS (Case Study: Omidieh-Khuzestan). *European Online Journal of Natural and Social Sciences*, 4.1, 39–49.
- Arsjad, A.B.S.M. dan Hartini, S. (2014). Analisis potensi risiko tanah longsor di Kabupaten Ciamis dan Kota Banjar, Jawa Barat. *Majalah Ilmiah Globe*, 16.2, 165–172.
- Asdak, C. (2010). *Hidrologi dan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD). (2012). *Badan Penanggulangan Bencana Daerah. Dalam Seluruh Kecamatan dalam Bencana*. bpbd.jeparakab.go.id.
- Castellanos E., dan V. W. C. J. (2007). Generation of a landslide risk index map for Cuba using spatial multi-criteria evaluation. *Journal Springer-Verlag, Landslide*, 4, 311–325.
- Gaprindashvili, G. (2011). *Landslide Hazard Assessment in Georgia*. The Netherlands: Enschede: ITC Publication.
- Hadiwisastro, S. (1998). The Pliocene-Pleistocene Faunal Event in Central Java, Indonesia, di dalam: T. Simanjuntak, B. Prasetyo, dan H. Handini (Eds), 2001, Sangiran: Man, Culture, dan Environment in Pleistocene Times. In *Proceedings of the International Colloquium on Sangiran Solo-Indonesia*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- International Institute for Geo-Information and Earth Observation (ITC). (2001). *ILWIS 3.0 Academic-User's Guide*. The Netherlands: Enschede, ITC Publisher.
- Lobeck, A. K. (1939). *Geomorphology*. New York: McGraw Hill Book Company.
- Malczewski, J. (1999). *GIS and Multi Criteria Decision Analysis*. (Wiley, Ed.). New York.
- Palys, T. (2008). Purposive sampling. *The Sage Encyclopedia of Qualitative Research Methods*. Sage: Los Angeles, 2.
- Rachmawati, N., Munibah K., dan W. (2014). Evaluasi multi-kriteria untuk kesesuaian lahan budidaya lebah madu di Kabupaten Cianjur. *Majalah Ilmiah Globe*, 16. 1, 89–100.
- Saaty, T. (1980). *The Analytical Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill.
- Sartohadi, J., Suratman, Jumulya, Dewi, N. I. S. (2012). *Pengantar Geografi Tanah*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Sarwono, J. (2006). *Metode Kajian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Schneiderbauer, S., dan Ehrlich, D. (2004). Risk, Hazard and People's Vulnerability to Natural Hazards. A Review of Definitions, Concepts and Data. *European Commission Joint Research Centre., EUR 21410*, 40.
- Sharifi, M. A. dan R. V. (2004). Site selection for waste disposal through spatial multiple criteria decision analysis. *Journal Telecommunication Information Technology*, 3, 1–11.
- Sunarto. (2004). *Perubahan Fenomena Geomorfik Daerah Kepesisiran di Sekeliling Gunungapi Muria Jawa Tengah*. Universitas Gadjah Mada.
- Sunarto., Marfai, M.A., Mardiatno, D., dan Rahayu, L. (2010). Strategi pengurangan risiko multi bencana melalui mitigasi dan adaptasi studi kasus Zona Utara Jawa Bagian Tengah. *Jurnal Kebencanaan Indonesia*, 2. 3:6.
- Sutikno. (1994). Pendekatan Geomorfologi untuk Mitigasi Bencana Alam Akibat Gerakan Masa Tanah/ Batuan. In *Makalah Utama Symposium Nasional Mitigasi Bencana Alam*. Yogyakarta.
- Todd, D. K. (1980). *Groundwater Hydrology*, 2nd ed. New York: Wiley.
- Uhlard, R. E. dan O. A. M. (1951). *Soil Permeability Determination for Use in Soil and Water Conservation*. New York: Illus.
- Verstappen, H. (1983). *Applied Geomorphology: Geomorphological Surveys for Environment Development*. Amsterdam: Elsevier Science Publisher Company. Terjemahan Prof. Dr. Sutikno (2014). *Geomorfologi Terapan. Survei Geomorfologikal untuk Pengembangan Lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit Ombak.
- Wanielista, M., R. Kersten, dan R. E. (1997). *Hydrology: Water Quantity and Quality Control*. New York: John Wiley and Sons Inc.