

# **Aplikasi Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh untuk Kajian Potensi dan Kerawanan Longsor di Daerah Aliran Sungai Tukad Buleleng, Kabupaten Buleleng**

WINDA ARDY DWIASTUTI  
WIYANTI\*)  
I WAYAN DIARA

Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Udayana  
Jl. PB. Sudirman, Denpasar Bali 80232

\*)Email: wiyanthi@unud.ac.id

## **ABSTRACT**

### **Application of Geographic Information Systems and Remote Sensing for The Study of Landslide Potential and Susceptibility in Tukad Buleleng Watershed, Buleleng Regency**

Landslides are a ground movement event that descends the slopes and is almost found in every major watershed upstream, due to steep topography and high rainfall. Tukad Buleleng watershed is one of the watersheds with a stretch of rolling land and hills so that it has the potential for landslides. This experiment was been conducted from January to August 2020. The aims off this research were to find out the potential lanslide and the level susceptibility to landslide. The method used to determine the potential for landslides was a scoring method referring to PSBA UGM (2001) by overlapping the parameters of the causes of landslides were rainfall, slope, land use, soil types, structural of geology, and landforms maps. Landslide-prone areas were obtained by overlapping landslide potential map, road network map and residential area map. The results showed that the potential landslide in Tukad Buleleng watershed had many categories from not potentially up to high potential. The area had no potential of landslide were widespread in the downstream watershed covering an area of 1,733.94 ha 51.61%, low potential category of 165.08 ha 4,91%, the medium potential category of 77.24 ha 2,32%, and high potential category spread over the upstream part of the watershed of 1,382.87 ha 41,16%. The distribution of susceptibility was seen from administrative boundaries, Sukasada administration area that covered Wanagiri, Pegayaman, Gitgit, and Padangbulia villages.

*Keywords: landslide potential and inecreation, watershed, mapping*

## **1. Pendahuluan**

Laju kerusakan Daerah Aliran Sungai (DAS) setiap tahun terus mengalami peningkatan. Kondisi sumberdaya alam DAS yang mengalami degradasi akan dapat

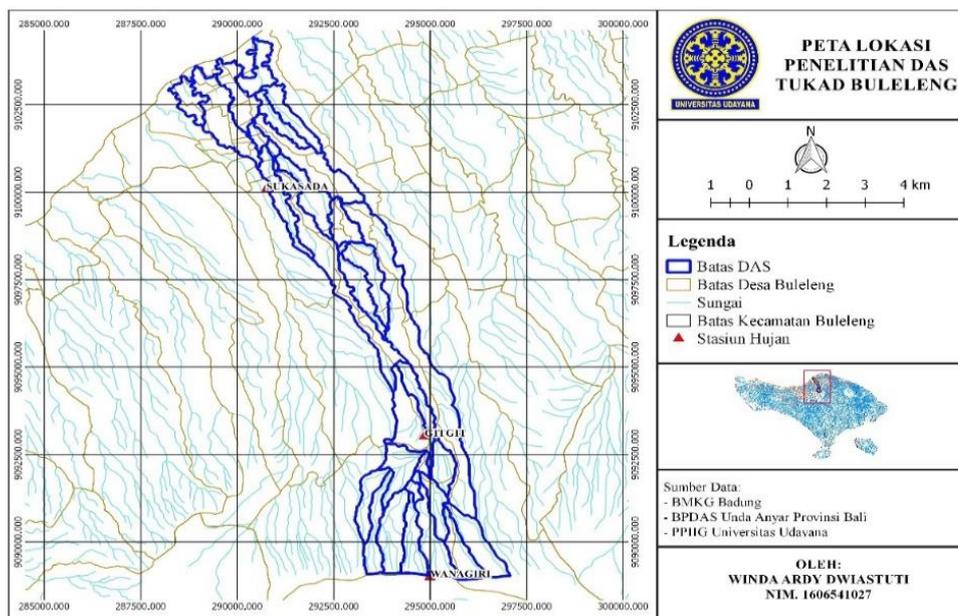
menimbulkan permasalahan dan bencana. Salah satu permasalahan yang terjadi berkaitan dengan kerusakan DAS adalah longsor. Longsor adalah massa batuan, tanah, atau bahan rombakan material penyusun lereng (percampuran tanah dan batuan) yang bergerak menuruni lereng akibat pengaruh gravitasi terhadap batuan hasil pelapukan yang terletak pada topografi dengan kemiringan terjal sampai sangat terjal (Kalandoro, 2018) dan Damanik (2015).

DAS Tukad Buleleng merupakan salah satu DAS yang berpotensi terjadinya bencana alam berupa longsor terutama di bagian hulu yang meliputi hampir sebagian wilayah di Kecamatan Sukasada. Menurut BNPB (2012) dan BPBD Buleleng (2020) kejadian bencana longsor ini terjadi pada 4 Februari 2012 yang mengakibatkan 2 korban jiwa dan 1 orang mengalami luka, 19 Februari 2013 terdapat 2 korban jiwa, sedangkan pada tahun 2018 dan 2019 bencana longsor yang terjadi tidak menimbulkan korban jiwa. Berdasarkan uraian di atas maka perlu adanya penelitian tentang “Aplikasi Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh untuk Kajian Potensi dan Kerawanan Longsor di DAS Tukad Buleleng, Kabupaten Buleleng”. Tujuan penelitian untuk mengetahui potensi dan kerawanan longsor di DAS Tukad Buleleng. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna sebagai dasar pertimbangan dalam pengambilan kebijakan pemerintah maupun masyarakat lainnya untuk mengurangi resiko bencana longsor.

## 2 Metode Penelitian

### 2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di DAS Tukad Buleleng, Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali. Secara astronomis wilayah ini berada pada posisi  $8^{\circ} 6' 0,324''$  –  $8^{\circ} 14' 14,712''$  Lintang Selatan dan  $115^{\circ} 9' 23,112''$  –  $115^{\circ} 4' 55,416''$  Bujur Timur, dengan luas DAS 3.359,13 ha. Penelitian dilakukan mulai bulan Januari hingga Agustus 2020.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

## 2.2 *Bahan dan Alat*

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Data curah hujan (tahun 2009-2018), DEMNAS resolusi 8 meter, Peta RBI (tahun 2018), Peta Penggunaan Lahan (tahun 2018), Peta Jenis Tanah (tahun 2018). Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat laptop digunakan untuk pemrosesan dan penyimpanan data, kamera *handphone* digunakan untuk dokumentasi kegiatan di lapangan, GPS, *Software QGIS 3.6.3*, *Software Microsoft Word 2013*, dan *Software Microsoft Exel 2013*.

## 2.3 *Pelaksanaan Penelitian*

### 2.3.1 *Persiapan dan pengumpulan data*

Tahapan persiapan meliputi kegiatan studi pustaka yang bertujuan untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan bencana longsor, teori sistem informasi geografis, dan tata cara penggunaan *software QGIS 3.6.3*.

### 2.3.2 *Pembuatan peta tematik*

Peta tematik disiapkan untuk mempermudah dalam menganalisis potensi longsor dari data yang belum berbentuk *shapefile*. Beberapa peta tematik yang dibuat yakni peta curah hujan, peta kemiringan lereng, peta struktur geologi, dan peta bentuklahan.

### 2.3.3 *Teknik analisis data*

#### 1. Pengharkatan (*scoring*)

Penilaian potensi longsor dalam penelitian ini bersifat parametrik, setiap parameter dikelaskan menjadi beberapa kelas dan diberi skor terhadap masing-masing parameter yang digunakan. Nilai skor tersebut disajikan pada Tabel 1 sampai Tabel 6. Skor 1 mencerminkan kontribusi yang sangat kecil terhadap longsor sebaliknya skor 5 mempunyai kontribusi yang sangat besar terhadap longsor.

Tabel 1. Nilai Skor Curah Hujan

No	Curah Hujan (mm/th)	Skor
1	< 1.500	1
2	1.500 - 1.800	2
3	1.800 - 2.100	3
4	2.100 - 2.400	4
5	> 2.400	5

Sumber: Pusat Studi Bencana Alam UGM (PSBA UGM, 2001)

Tabel 2. Nilai Skor Kemiringan Lereng

No	Sudut Kemiringan Lereng (%)	Kemiringan Lereng (%)	Skor
1	0 - 8	Datar	1
2	8 - 15	Landai	2
3	15 – 30	Agak curam	3
4	30 – 45	Curam	4
5	>45	Sangat curam	5

Sumber: Pusat Studi Bencana Alam UGM (PSBA UGM, 2001)

Tabel 3. Nilai Skor Struktur Geologi

No	Struktur Geologi	Skor
1	Horisontal	1
2	Horisontal/Miring	2
3	Miring	3
4	Retakan	4
5	Miring Terjal	5

Sumber: Pusat Studi Bencana Alam UGM (PSBA UGM, 2001)

Tabel 4. Nilai Skor Penggunaan Lahan

No	Penggunaan Lahan	Skor
1	Hutan, mangrove, rawa, sawah irigasi, tambak, penggaraman, pasir	1
2	Sawah tadah hujan	2
3	Bangunan, pemukiman	3
4	Semak, kebun/perkebunan	4
5	Rumput, tanah kosong, tegalan/ladang	5

Sumber: Pusat Studi Bencana Alam UGM (PSBA UGM, 2001)

Tabel 5. Nilai Skor Bentuk Lahan

No	Bentuk Lahan	Skor
1	Dataran Aluvial	1
2	Perbukitan Batu Kapur, Kaldera, Lereng Kaki Volkan, Perbukitan, Lereng Bawah	2
3	Lereng Bawah Volkan, Lereng Bawah Perbukitan, Lereng Tengah, Dataran Antar Pegunungan, Pegunungan Lereng Terjal	3
4	Lereng Tengah Volkan, Lereng Atas Perbukitan, Lereng Volkan	4
5	Kerucut Volkan, Lereng Atas Volkan, Lungur Volkan, Lembah Kaldera	5

Sumber: Pusat Studi Bencana Alam UGM (PSBA UGM, 2001)

Tabel 6. Nilai Skor Macam Tanah

No	Macam Tanah	Skor
1	Mediteran Coklat, Mediteran Coklat Kemerahan	1
2	Latosol Coklat Kekuningan, Latosol Coklat Kemerahan dan Litosol	2
3	Latosol Coklat dan Litosol, Aluvial Coklat Kelabu, Aluvial Hidromorf	3
4	Regosol Coklat, Regosol Coklat Kekuningan, Regosol Coklat Kelabu, Regosol Humus, Regosol Kelabu	4
5	Andosol Coklat Kelabu	5

Sumber: Pusat Studi Bencana Alam UGM (PSBA UGM, 2001)

Nilai skor potensi longsor didapatkan dari tumpang susun semua parameter penyebab longsor di atas. Formula yang digunakan untuk memperoleh potensi longsor berdasarkan PSBA-UGM (2001) disajikan sebagai berikut:

$$\text{Skor Potensi Longsoran} = (6 \text{ Skor BL}) + (5 \text{ Skor KL}) + (5 \text{ Skor CH}) \\ + (4 \text{ Skor PL}) + (3 \text{ Skor SG}) + (2 \text{ Skor MT})$$

Keterangan: BL/KL/CH/PL/SG/MT; Bentuk Lahan/Kemiringan Lereng/Curah Hujan/Penggunaan Lahan/Struktur Geologi/Macam Tanah

Nilai skor potensi longsor kemudian dikelaskan untuk memperoleh kelas potensi longsor seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Klasifikasi Potensi Longsor

No	Nilai Skor Potensi Longsor	Kelas Potensi Longsor
1	<90	Tidak Berpotensi
2	90-97	Potensi Rendah
3	97-100	Potensi Sedang
4	>100	Potensi Tinggi

Sumber: PSBA UGM, 2001 yang telah dimodifikasi

## 2. Tumpang susun (*overlay*)

Penentuan potensi longsor dianalisis dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) menggunakan metode *overlay*. Metode *overlay* yaitu menganalisis dan mengintegrasikan dua atau lebih data spasial yang berbeda untuk dapat diperoleh data baru. Proses ini menggabungkan beberapa peta yang menjadi parameter longsor dengan SIG *software* QGIS 3.6.3.

## 3. Pemetaan daerah rawan longsor

Pembuatan peta daerah rawan longsor merupakan tahap tumpang susun antara peta potensi longsor dengan peta permukiman dan peta jaringan jalan. Tujuan dari

penggabungan ini adalah mengetahui apakah lokasi sebaran titik longsor mendekati daerah pemukiman dan jaringan jalan atau tidak.

#### 4. Survei lapang

Pelaksanaan survei lapang bertujuan untuk pengecakan kejadian longsor, dokumentasi, dan wawancara dengan penduduk lokal untuk mengetahui lokasi-lokasi longsor lain serta frekuensi longsor di setiap titik yang ditemukan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

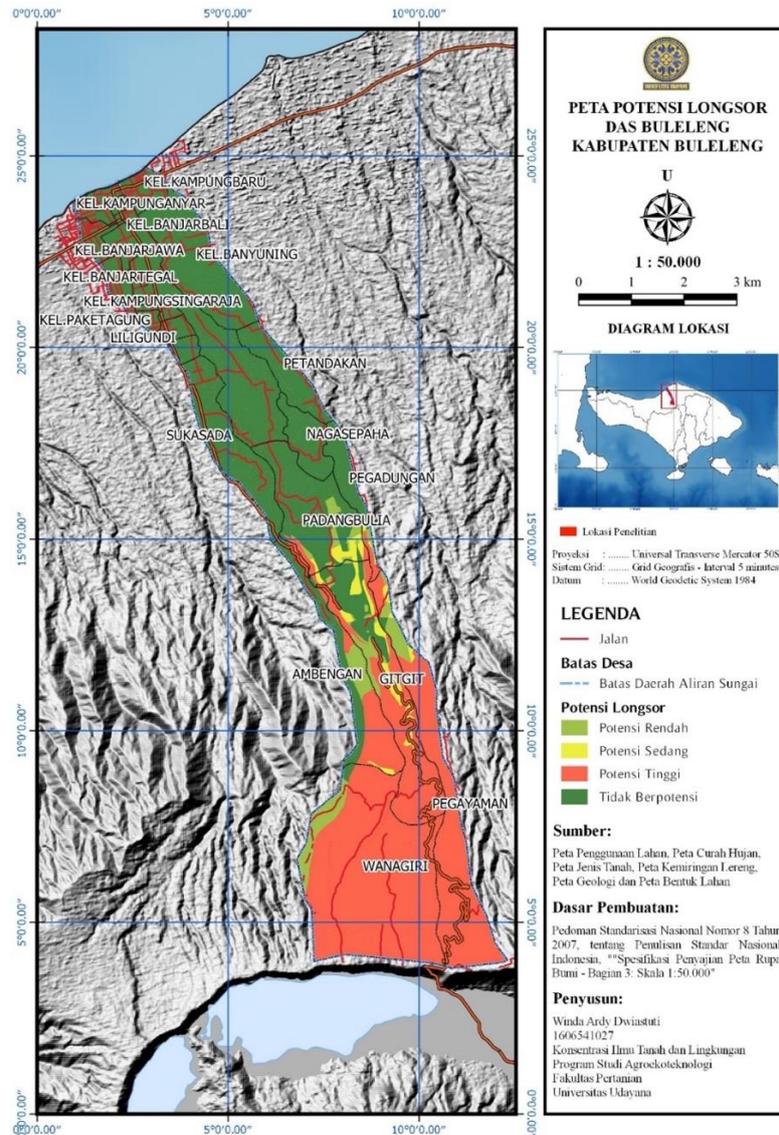
#### 3.1 Potensi Longsor

Berdasarkan hasil analisis potensi longsor DAS Tukad Buleleng diketahui bahwa daerah yang tidak berpotensi longsor tersebar luas dibagian hilir DAS seluas 1.733,94 ha (51,61%), kelas potensi longsor sedang terdapat pada bagian tengah DAS seluas 77,24 ha (2,32%), kelas potensi longsor rendah terdapat pada sebagian wilayah tengah DAS dengan luas 165,08 ha (4,91%), dan kelas potensi longsor tinggi terdapat pada bagian hulu DAS dengan luas 1.382,87 ha (41,16%) (Tabel 8). Sebaran spasial potensi longsor ditunjukkan pada Gambar 2.

Tabel 8. Skor dan Kelas Potensi Longsor

No	Potensi Longsor	Skor	Luas (ha)	Persentase (%)
1	Tidak Berpotensi	<90	1.733,94	51,61
2	Potensi Rendah	90-97	165,08	4,91
3	Potensi Sedang	97-100	77,24	2,32
4	Potensi Tinggi	>100	1.382,87	41,16
<b>Total</b>			<b>3.359,13</b>	<b>100</b>

Sumber: Hasil analisis (2020)



Gambar 2. Potensi Longsor DAS Tukad Buleleng

Pada Gambar 2 di atas dapat dilihat bahwa daerah tidak berpotensi longsor tersebar luas di bagian hilir DAS. Bagian hilir merupakan daerah perkotaan dengan kemiringan lereng datar (0-8%) dan berada pada wilayah dataran aluvial. Kondisi curah hujan daerah hilir relatif rendah hingga sedang dengan kisaran <math><1.500-2.100\text{ mm/tahun}</math>. Longsor dengan kelas potensi rendah dan sedang tersebar di bagian tengah DAS. Kondisi topografi wilayah tengah DAS berada pada *landform* lereng tengah vulkan dan lereng atas vulkan dengan kemiringan lereng landai hingga agak curam (8-30%) dan disertai susunan struktur geologi miring. Di wilayah bagian tengah DAS jenis tanah yang tersebar yaitu asosiasi latosol coklat kekuningan dan asosiasi regosol coklat kelabu. Jenis tanah ini umumnya mudah meloloskan air karena daya ikat antar partikel tanah relatif rendah, sehingga kapasitas untuk menahan air juga rendah. Kelas potensi rendah terjadinya longsor dipicu oleh curah hujan berkisar 1.800-2.400 mm/tahun (kriteria sedang), sedangkan longsor dengan potensi sedang diperoleh curah

hujan yakni  $>2.400$  mm/tahun (kriteria tinggi). Penggunaan lahan yang mendominasi yaitu kebun campuran dan sawah. Berdasarkan hasil *cross chek* lapangan jenis vegetasi yang banyak dibudidayakan pada kebun campuran adalah cengkeh dan kelapa. Peranan vegetasi pada kasus longsor sangat kompleks. Pada beberapa kasus kebun campuran relatif lebih dapat menjaga stabilitas lahan karena sistem perakaran yang dalam tapi berada pada lokasi kemiringan lereng curam sampai sangat curam dan pada tanah yang peka terhadap longsor, sehingga akan berpotensi tinggi terjadinya longsor.

Kelas potensi tinggi terjadinya longsor mendominasi wilayah bagian hulu DAS meliputi Desa Wanagiri, Pegayaman, dan Gitgit. Bagian hulu merupakan daerah yang memiliki kemiringan lereng curam hingga sangat curam. Kemiringan lereng pada potensi tinggi mencapai  $>45\%$  (sangat curam). Kelerengan berperan aktif dalam mengontrol terjadinya gerakan tanah dan didukung dengan struktur geologi yang miring/retakan. Bentuklahan yang berasal dari proses vulkanik di DAS Tukad Buleleng satuan lahannya terdiri dari igir kaldera, lereng atas vulkan, dan lereng tengah vulkan. Menurut Ashari *et al.*, (2016) bentuklahan ini memiliki ciri-ciri lereng miring, serta relief berbukit. Berdasarkan ciri tersebut bentuklahan di bagian hulu DAS memiliki potensi longsor lebih tinggi. Curah hujan yang terjadi di bagian hulu DAS Tukad Buleleng sangat tinggi yakni  $>2.400$  mm/tahun. Intensitas hujan yang tinggi dengan durasi lama dapat menyebabkan peningkatan kandungan air dalam tanah sehingga mengakibatkan massa tanah bergerak. Kemiringan lereng, curah hujan, dan bentuklahan merupakan faktor yang berkontribusi lebih terhadap kejadian longsor di wilayah ini dengan skor tinggi mulai dari 4 sampai dengan 5. Pada daerah penelitian tanah Regosol dan Andosol tersebar di bagian hulu DAS dengan kemiringan lereng sangat curam, apabila terjadi hujan di wilayah tersebut dapat menyebabkan longsor. Menurut Sukarman dan Dariah (2014) Tanah Regosol dan Andosol merupakan tanah yang sangat peka longsor karena berasal dari bahan vulkanik hasil erupsi gunung merapi yang memiliki fraksi pasir dan sebagian fraksi debu, sehingga tanah ini bersifat gembur dengan konsistensi kurang plastis dan tidak lekat. Hal tersebut membuat tanah-tanah ini memiliki banyak lubang yang memudahkan keluar masuknya air. Penggunaan lahan yang terdapat di bagian hulu DAS didominasi oleh kebun campuran serta terdapat ladang, semak dan belukar. Ladang serta semak dan belukar merupakan vegetasi yang kurang baik dalam menjaga stabilitas lahan karena memiliki sistem perakaran yang dangkal sehingga kurang menjaga kekompakan partikel tanah. Selain itu teknik berladang yang salah pada lahan yang miring dapat memicu terjadinya longsor.

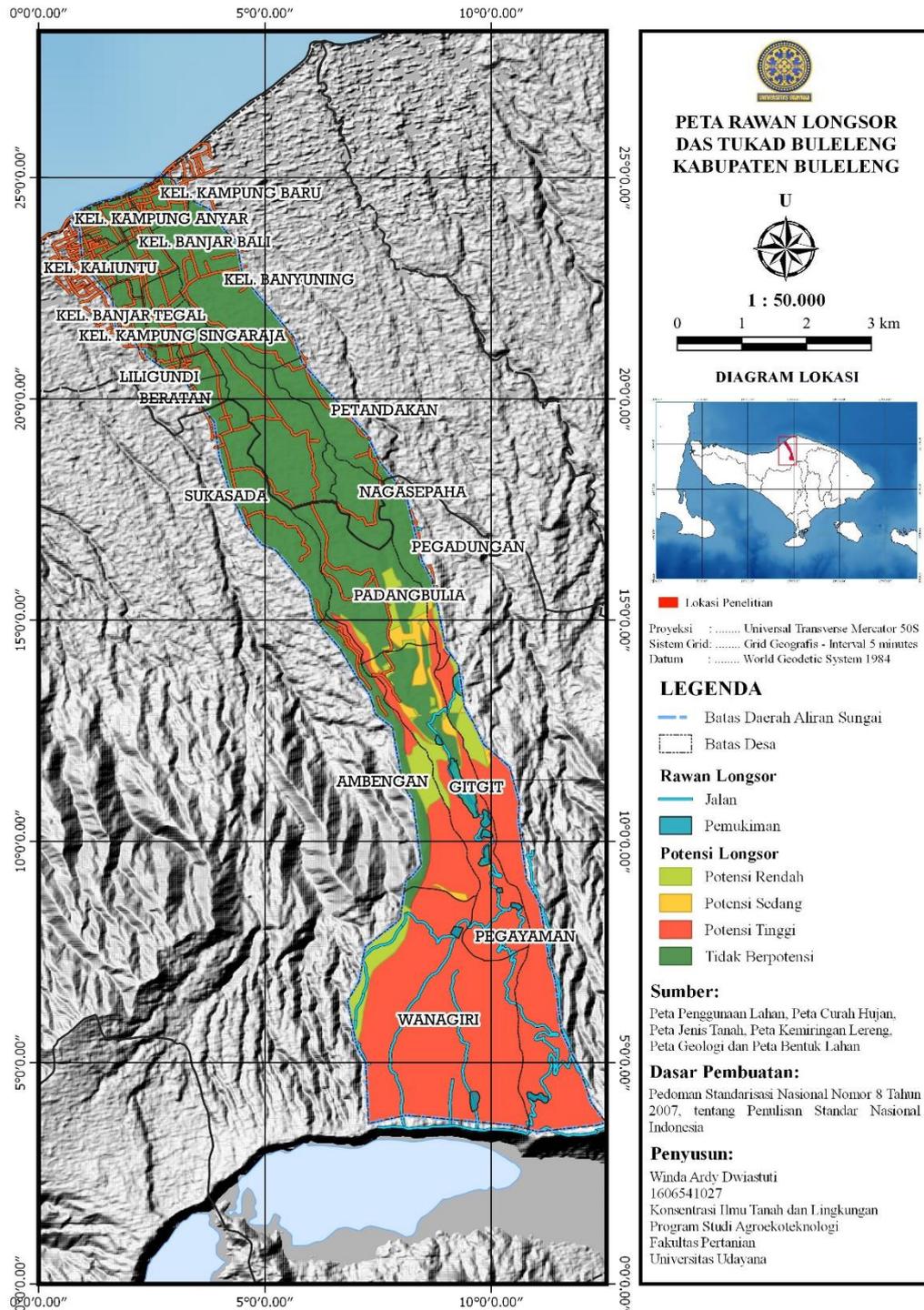
### 3.2 Kerawanan Longsor

Tingkat kerawanan longsor di DAS Tukad Buleleng ditentukan oleh potensi longsor, sebaran permukiman dan jaringan jalan yang ada di wilayah DAS. Rawan atau tidaknya suatu wilayah terhadap bencana longsor tergantung ada atau tidaknya infrastruktur dan pemukiman warga. Pada wilayah dengan kategori potensi sedang dan tinggi pada daerah penelitian merupakan wilayah yang cukup rawan karena lokasi

tersebut berada dan berdekatan dengan pemukiman warga dan infrastruktur jalan, sehingga dapat menyebabkan ancaman terhadap keselamatan jiwa manusia. Persebaran kerawanan tersebut dilihat dari sisi batas administrasi, maka wilayah yang mempunyai kerawanan tinggi mencakup Kecamatan Sukasada meliputi Desa Wanagiri, Pegayaman, Gitgit, dan Padangbulia. Berdasarkan pengamatan di lapangan, dijumpai beberapa permukiman yang dibangun tidak sesuai dengan kondisi topografi wilayah setempat. Bangunan berada di bawah tebing dan lereng yang sangat curam. Tebing-tebing dan lereng yang tinggi tanpa adanya penyangga dan perlakuan mekanik untuk menjaga kestabilan lereng sangat rawan terhadap longsor terutama pada musim penghujan.

Jalan Raya Bedugul-Singaraja merupakan akses menuju Kabupaten Buleleng sehingga banyak dilalui masyarakat, apabila terjadi longsor dalam skala besar, maka jalan atau jalur transportasi tersebut akan tertutupi oleh longsor. Kejadian longsor dengan kemiringan lereng curam hingga sangat curam dengan bentang lahan berbukit hingga bergunung menjadi daerah yang memiliki tingkat kerawanan longsor tinggi. Di sepanjang jalan tersebut merupakan bentang lahan berbukit dan bergunung sehingga memiliki potensi longsor tinggi dengan rawan terhadap keselamatan jiwa manusia yang melewati wilayah ini.

Di lokasi penelitian dijumpai adanya pemotongan tebing-tebing yang digunakan untuk pelebaran jalan. Tebing-tebing ini tanpa adanya teknik konservasi akan menjadi rawan longsor, namun pada lokasi penelitian tepatnya di bagian hulu DAS telah diterapkan teknik konservasi sehingga mengurangi tingkat kerawanan longsor. Berbagai usaha untuk mengantisipasi akibat yang ditimbulkan oleh longsor telah dilakukan pemerintah dan masyarakat setempat, dengan pemasangan papan peringatan rawan longsor guna menghimbau pengendara yang melintasi jalur ini agar tetap waspada. Sebaran spasial daerah rawan longsor DAS Tukad Buleleng disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Sebaran Rawan Longsor DAS Tukad Buleleng

**4. Kesimpulan**

Daerah Aliran Sungai Tukad Buleleng memiliki daerah potensi longsor yang masuk dalam kategori tidak berpotensi hingga potensi tinggi. Kelas tidak berpotensi longsor tersebar luas di bagian hilir DAS seluas 1.733,94 ha (51,61%), kategori potensi rendah seluas 165,08 ha (4,91%), kategori potensi sedang seluas 77,24 ha (2,32%), dan kategori potensi tinggi yang tersebar di bagian hulu DAS seluas 1.382,87 ha

(41,16%). Tingkat kerawanan longsor di DAS Tukad Buleleng ditentukan berdasarkan ada atau tidaknya kawasan permukiman penduduk dan infrastruktur jalan. Wilayah yang mempunyai kerawanan tinggi mencakup Kecamatan Sukasada meliputi Desa Wanagiri, Pegayaman, Gitgit, dan Padangbulia.

## 5. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada Ida Sang Hyang Widhi Wasa yang telah memberi kesehatan dan kemampuan menyelesaikan penelitian ini, terima kasih untuk Fakultas Pertanian Universitas Udayana yang telah memberi fasilitas sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan serta PPIIG Universitas Udayana yang memberikan ruang kepada penulis untuk belajar khususnya di bidang GIS.

## Daftar Pustaka

- Ashari, A., B.A.R. Apriyeni., D. Permana., dan N.R. Safarudin. 2016. Interrelasi Spasial Bentuk lahan dengan Vegetasi pada Lereng Tenggara Vulkan Ciremai: Tinjauan Studi Biogeomorfologi. *Geomedia Vol 14 No. 2*
- BPBD. 2020. Kejadian Longsor di Buleleng. Diakses melalui <https://bpbd.bulelengkab.go.id/pada tanggal 1 Juni 2020>
- BNPB. 2012. Daftar Kejadian Bencana Tanah Longsor di Provinsi Bali. Badan Nasional Penanggulangan Bencana
- Damanik, B.S.D. 2015. Prediksi Bahaya Longsor dan Penilaian Faktor Utama Penyebab Longsor di Wilayah DAS Kali Bekasi Bagian Hulu. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor
- Kalandoro, A.S.Z. 2018. Analisis Spasial Sebaran Rawan Longsor di Kabupaten Bandung. *Skripsi*. Tidak diterbitkan. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor: Bogor
- PSBA UGM. 2001. *Penyusunan Sistem Informasi Penanggulangan Bencana Alam Tanah Longsor di Kabupaten Kulon Progo*. Laporan Akhir. Pemerintah Kabupaten Kulon Progo Perencanaan Pembangunan Daerah
- Sukarman., dan A. Dariah. 2014. *Tanah Andosol di Indonesia*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor