

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah longsor merupakan suatu aktivitas dari proses gangguan keseimbangan yang menyebabkan bergerakanya massa tanah dan batuan dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah (Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, 2005). Menurut Karnawati (2005) pergerakan massa tanah/batuan pada lereng dapat terjadi akibat interaksi pengaruh beberapa kondisi yang meliputi kondisi geomorfologi, geologi, struktur geologi, hidrogeologi dan tata guna lahan. Kondisi-kondisi tersebut saling berpengaruh sehingga mengkondisikan suatu lereng menjadi rentan untuk bergerak.

Salah satu DAS di Sulawesi Selatan yang sering mengalami kejadian longsor adalah Sub-DAS Mangguliling. Sub-DAS Mangguliling merupakan bagian dari DAS Segeri. Berdasarkan data dari Dinas PU Pengairan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan (2017), DAS Segeri memiliki luas 117,00 km² dengan panjang sungai 33.50 km yang terletak di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan dan Kabupaten Barru. Menurut (RKPD Kab Pangkajene dan Kepulauan, 2022) Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan merupakan daerah yang mempunyai Iklim Tropis Basah (Tipe B) dengan musim kemarau dengan curah hujan rata-rata 2.500-3.000 mm/tahun. Di lansir dari laman DetikSulsel (2024) terjadi longsor di beberapa titik desa Pujananting sehingga akses jalan terputus.

Faktor iklim menjadi salah satu faktor pemicu terjadinya longsor (Ahmad et al, 2018). Curah hujan 2.000-2500 mm/tahun dapat menyebabkan terjadinya longsor pada wilayah dengan kemiringan yang curam (Rahmawati, 2023). Longsor sering terjadi pada Daerah Aliran Sungai (DAS) terutama pada bagian hulu DAS. Salah satu faktor pengontrol yang menyebabkan terjadinya longsor yaitu faktor topografi atau keadaan lereng yang curam (Arsyad, 2012). Longsor tertinggi umumnya terjadi pada kelas kemiringan lereng > 25% (Fell et al, 2008).

Pemetaan wilayah potensi longsor menjadi salah satu pencegahan yang dapat dipertimbangkan dalam upaya dalam mitigasi bencana tanah longsor (Susetyo, 2023). Pemetaan daerah potensi tanah longsor menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) menjadi salah satu upaya yang efektif dalam mengidentifikasi wilayah-wilayah yang rawan terjadi longsor. Upaya tersebut menjadi dasar dalam merencanakan dan mengambil tindakan mitigasi yang tepat untuk mengurangi risiko terjadinya bencana tanah longsor (Erfani, 2023). Salah satu metode untuk mengetahui tingkat kerawanan longsor yaitu dengan menggunakan metode AHP (Nainggolan, 2022).

Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) adalah metode yang dapat digunakan untuk membuat peta zona bahaya longsor menggunakan analisis spasial sistem informasi geografis (SIG) dari parameter pembobotan (Nainggolan, 2022). Penggunaan metode AHP dinilai menjadi hal yang lebih akurat, fleksibel dan mudah dipahami untuk membahas permasalahan yang luas sehingga banyak diterapkan di beberapa wilayah lain (Ramadhani, 2022). Hal tersebut dibuktikan

pada hasil penelitian Sisay (2021) menunjukkan bahwa penggunaan metode AHP memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan faktor pembobotan lainnya

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai Analisis Kerawanan Longsor di Wilayah Sub-DAS Mangguliling dengan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) berbasis spasial.

1.2 Landasan Teori

Tanah longsor adalah salah satu bentuk dari gerak massa tanah, batuan dan runturan batu/tanah yang terjadi seketika bergerak menuju lereng bawah yang dikendalikan oleh gaya gravitasi dan meluncur di atas suatu lapisan kedap yang jenuh air (Paimin et al., 2009). Proses terjadinya tanah longsor bermula dari resapan air di dalam tanah, jika air tersebut meresap hingga ke tanah yang tidak dapat tertembus air sebagai bidang luncur sehingga terjadi pergerakan tanah pelapukan di atas tanah yang licin yang mengikuti dan keluar lereng (Ramadhan et al, 2017).

Pada bidang tersebut, air tanah mengalir melalui proses resapan, yang menyebabkan zona tersebut mengandung banyak tanah liat akibat pengikisan dari lapisan atas. Tanah longsor dikenal juga dengan istilah *debris slide* yang artinya yaitu materialnya berupa campuran rombakan batu dan tanah dengan aliran yang sangat cepat (Arsjad dan Bambang, 2013). Hal tersebut juga meningkatkan berat massa material, sehingga kemungkinan cukup untuk menyebabkan material untuk meluncur ke bawah (Lusmeilia, 2020).

1.3 Faktor Penyebab Tanah Longsor

Menurut Karnawati (2005) faktor-faktor pengontrol gerakan tanah merupakan suatu fenomena alam yang mengkondisikan suatu lereng menjadi berpotensi untuk bergerak meskipun lereng masih stabil (belum bergerak atau belum longsor). Lereng yang berpotensi untuk bergerak, baru akan bergerak apabila terdapat suatu gangguan yang memicu terjadinya gerakan (dapat berupa faktor alamiah maupun non alamiah). Naryanto (2016) menambahkan bahwa faktor pengontrol merupakan faktor yang memengaruhi kondisi material itu sendiri seperti kondisi geologi, kemiringan lereng, litologi. Faktor pemicu adalah faktor yang menyebabkan Bergeraknya material tersebut seperti curah hujan, gempa bumi, erosi kaki lereng dan aktivitas manusia.

Adapun kondisi, ketidakstabilan pada lereng dapat mengakibatkan bencana seperti pergerakan massa tanah atau longsor. Faktor-faktor seperti kondisi morfologi, geologi, hidrogeologi, dan penggunaan lahan saling berinteraksi dan berkontribusi pada potensi gerakan massa tanah atau longsor pada lereng. Kombinasi faktor-faktor tersebut dapat membuat kondisi lereng menjadi tidak stabil dan rentan terhadap gerakan massa tanah atau longsor (Santoso et al., 2021).

1.4 Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP)

Saaty (2008) dalam tulisannya yang berjudul "*Decision Making With the Analytic Hierarchy Process*", menjelaskan bahwa hierarki adalah suatu representasi dari permasalahan yang kompleks dalam bentuk struktur multilevel, dimana level pertama adalah tujuan utama yang diikuti oleh level faktor, kriteria, sub-kriteria, dan seterusnya hingga mencapai level terakhir yang merupakan alternatif-alternatif. Paimin et al (2009) menambahkan tingkat kepentingan tiap variabel diberi nilai numerik secara subjektif yang mencerminkan arti penting relatif dari variabel tersebut dibandingkan dengan variabel lain. Berdasarkan berbagai pertimbangan tersebut, dilakukan analisis untuk menentukan variabel yang memiliki prioritas tinggi dan berperan dalam mempengaruhi hasil pada sistem tersebut.

AHP adalah teknik pengambilan keputusan multi-kriteria yang cocok untuk mendapatkan penilaian kolektif dalam penelitian yang kompleks. Responden dalam AHP adalah orang-orang yang dianggap ahli atau sangat familiar dengan kondisi longsor yang terjadi disekitarnya. Nilai bobot dan skor pada AHP harus memiliki nilai inkonsistensi jawaban yaitu < 0.1 , jika tidak terpenuhi maka analisis harus diulang sampai memenuhi nilai inkonsistensi (Mustafa et al, 2019).

1.5 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sebuah sistem yang berbasis pada teknologi komputer yang memiliki kemampuan untuk melakukan berbagai tahapan dalam pengolahan data, termasuk pemasukan (*input*), penyimpanan, pengolahan, manipulasi, dan analisis, serta menghasilkan keluaran (*output*) (Pangaribuan, 2019). Wibowo et al. (2015) menambahkan bahwa pemanfaat Sistem Informasi Geografis dapat memberikan kemudahan bagi pengguna dan para pengambil keputusan dalam menentukan kebijakan yang akan diambil, khususnya berkaitan dengan aspek spasial. Teknologi ini akan mempermudah dalam hal pemetaan lahan.

Melalui pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG), informasi geospasial terkait dengan faktor-faktor penyebab tanah longsor dapat diakses dan dimuat. Pemetaan wilayah yang rawan terhadap bencana tanah longsor dapat dilakukan dengan memanfaatkan aplikasi atau perangkat lunak pemetaan pada SIG, seperti ArcGIS dengan berbagai jenisnya. (Rahmad et al., 2018) Karena itu, pemetaan kerawanan longsor memberi kita salah satu informasi penting dalam perencanaan tata ruang untuk wilayah rawan longsor dan sangat penting bagi keberlanjutan ekonomi, budaya, lingkungan, dan sosial manusia (Gigović et al, 2019).

1.6 Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi longsor dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* berbasis spasial dari parameter-parameter penyebab longsor dan memberikan informasi tingkat kerawanan tanah longsor di daerah Sub-DAS Mangguling. Adapun kegunaan hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan informasi dalam membantu para pengambil keputusan upaya mitigasi risiko longsor dengan melihat faktor penyebabnya.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Sub-DAS Mangguliling dengan luas (1.987 Ha). Sub-DAS Mangguliling merupakan bagian dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Segeri, Sulawesi Selatan. Analisis sampel tanah terganggu akan dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburuan Tanah Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan 12 November 2023 hingga 20 Desember 2024.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Global Positioning System* (GPS), kamera, cangkul, linggis, bor tanah, parang, meteran bar, pisau lapangan, alat tulis menulis, Expert Choice V 11, ArcGIS 10.8, Google Earth Pro, serta alat-alat laboratorium.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini data *Digital Elevation Model* SRTM resolusi 30 m, Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI), Peta Geologi, Peta Curah Hujan, Peta kemiringan lereng, Peta jenis tanah, Peta Tutupan Lahan dan Batas administrasi Sub-DAS. plastik, label, data curah hujan, sampel tanah terganggu.

Tabel 2-1. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian

Alat	Kegunaan
GPS (<i>Global Positioning System</i>)	Mencatat titik koordinat dilapangan
ArcGIS 10.8	Analisis spasial
Expert Choice (EC)	Analisis Data
Kamera	Dokumentasi
Alat survei tanah	Mengambil sampel tanah
Alat laboratorium	Analisis sampel tanah

Tabel 2-2. Bahan yang akan digunakan dalam penelitian

Bahan	Kegunaan (Sumber)
Sampel tanah terganggu	Analisis karakteristik tanah
Citra DEM SRTM 30 M	Pembuatan peta dasar (peta lereng) (BIG)
Peta Administrasi skala 1:50.000	Peta dasar (BIG)
Peta Rupa Bumi skala 1:50.000	Peta dasar (BIG)
Peta Tutupan Lahan skala 1:25.000	Peta dasar (Digitasi Google Earth Pro, 2023)
Peta Jenis Tanah 1:250.000	Peta dasar skala (RePPPProt, 1998)
Peta Geologi Skala 1:250.000	Peta dasar skala (Kementrian ESDM, 2020)
Peta curah hujan	Peta dasar (CHIRPS)
Peta Tekstur Tanah	Peta tematik
Peta C-Organik	Peta tematik
Bahan Kimia	Untuk analisis sampel tanah di laboratorium

2.3 Tahapan Penelitian

Tahap persiapan yang dilakukan terdiri dari studi pustaka, pengumpulan data primer dan data sekunder. Data tersebut diolah menjadi peta unit lahan, kemudian dilakukan pengambilan sampel tanah sesuai titik yang ditentukan berdasarkan peta unit lahan. Sampel tanah yang diambil akan digunakan untuk analisis di laboratorium, analisis yang dilakukan yaitu analisis tekstur tanah, C-organik.

Tahap persiapan yang dilakukan terdiri dari studi pustaka, pengumpulan data

2.3.1 Studi Pustaka

Studi literatur dilakukan dengan tujuan mengumpulkan referensi yang mendukung metode dan pembahasan yang terkait dengan penelitian ini.

2.3.2 Tahapan Pengumpulan Data

Tahap ini dilakukan dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder yang mendukung penelitian.

1. Pengumpulan data primer

Data primer meliputi pengambilan titik longsor di lapangan, sampel tanah terganggu dari hasil menumpang-tindihkan peta lereng, peta formasi batuan, peta jenis tanah, dan peta tutupan lahan serta observasi dari setiap unit lahan dan titik longsor. Kemudian data hasil wawancara pembobotan AHP yang didapatkan dari wawancara dengan membagikan kuesioner kepada beberapa ahli dibidang longsor serta mengetahui kondisi lapangan terutama di lokasi penelitian.

2. Pengumpulan data sekunder

Data sekunder meliputi data spasial dan hasil analisis laboratorium. Data spasial yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data curah hujan, formasi batuan, jenis tanah, DEM SRTM, batas DAS, peta RBI.

2.3.3 Survei Lapangan dan Wawancara

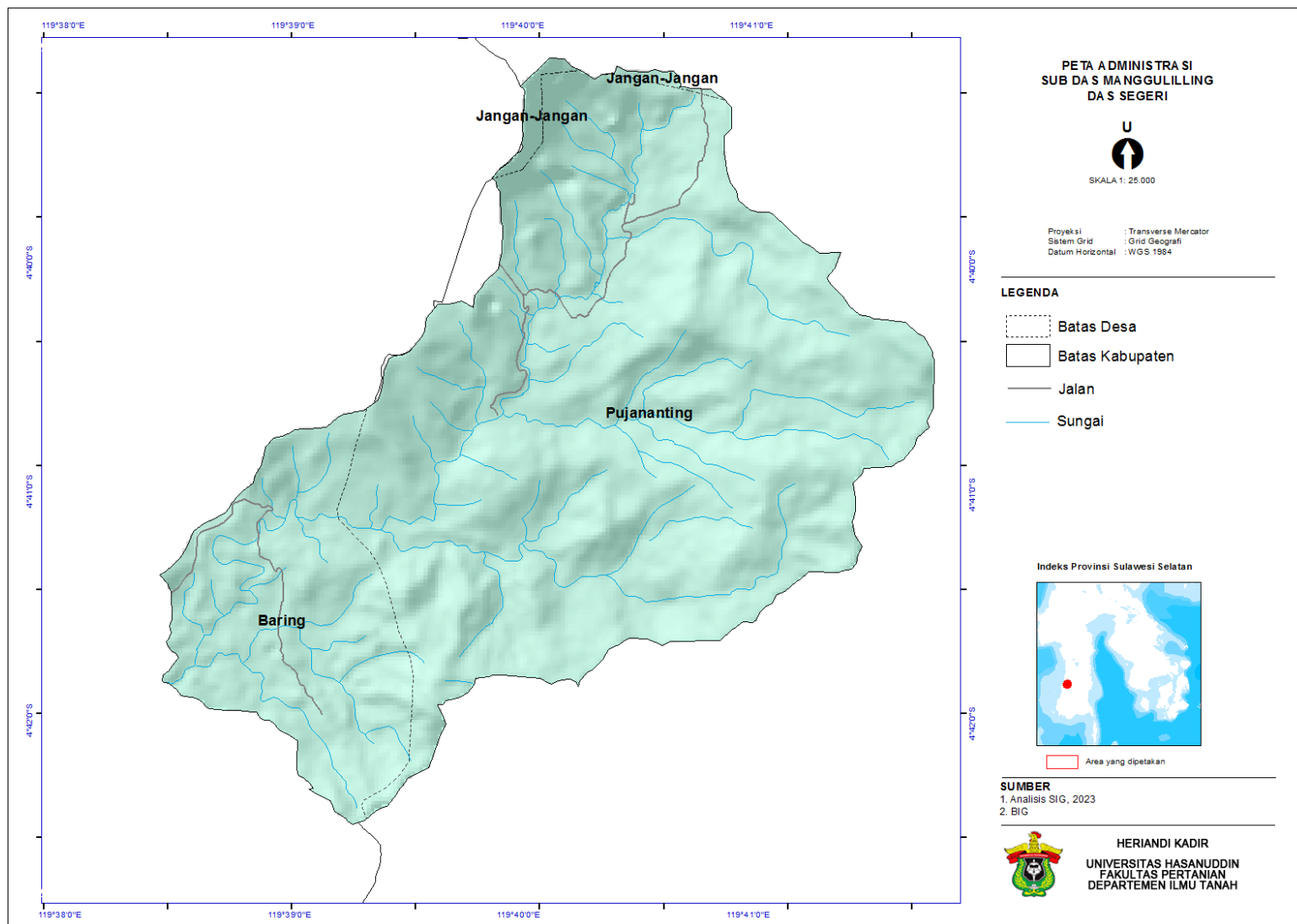
Tahap ini dilakukan pengambilan sampel tanah dari tanah daerah penelitian. Pengambilan sampel tanah ini menggunakan bor tanah untuk mengambil sampel tanah terganggu. Serta membagikan kuesioner kepada 10 para responden yang ahli dibidang kebencanaan dan yang mengetahui kondisi sub-DAS Mangguliling.

2.3.4 Analisis Laboratorium

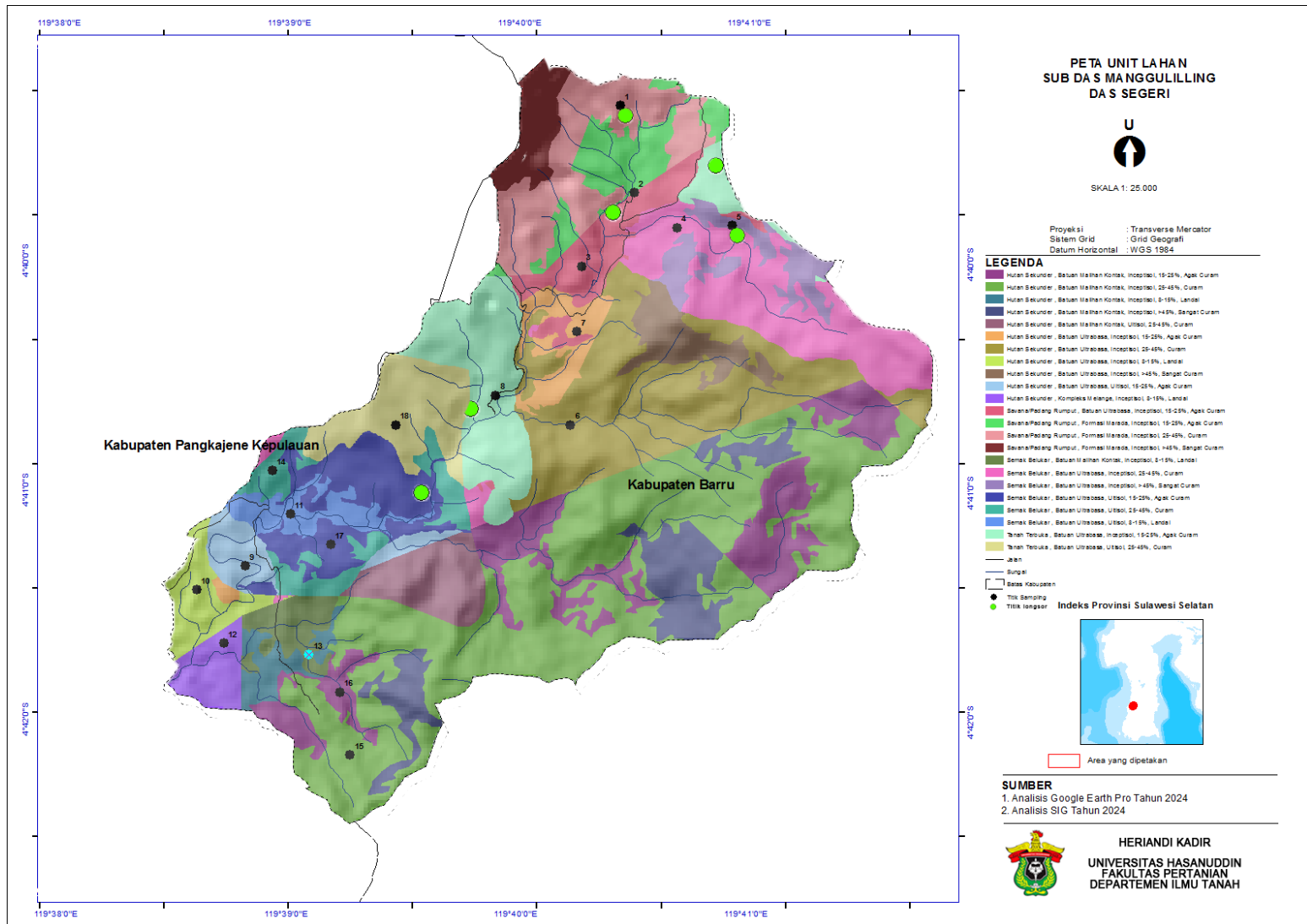
Sampel tanah terganggu yang telah diperoleh di lapangan selanjutnya dilakukan analisis guna mengidentifikasi karakteristik tanah yang ada di lokasi penelitian dengan analisis tekstur tanah dengan menggunakan metode *Hydrometer* dan analisis c-organik dengan menggunakan metode *Walkley and Black*.

2.3.5 Pembuatan Peta Kerja

Peta kerja yang digunakan adalah peta dasar. Peta kerja digunakan sebagai acuan di lapangan yang dibuat menggunakan ArcGIS 10.8 dengan menumpang-tindihkan beberapa peta yaitu peta kemiringan lereng, peta jenis tanah, peta geologi, dan peta penggunaan lahan.



Gambar 2.1. Peta administrasi sub-DAS Mangguliling



Gambar 2.2. Peta unit lahan pengambilan sampel

2.3.6 Analisis Data

Analisis data merupakan proses penyederhanaan data ke dalam bentuk yang lebih mudah dibaca dan diinterpretasikan.

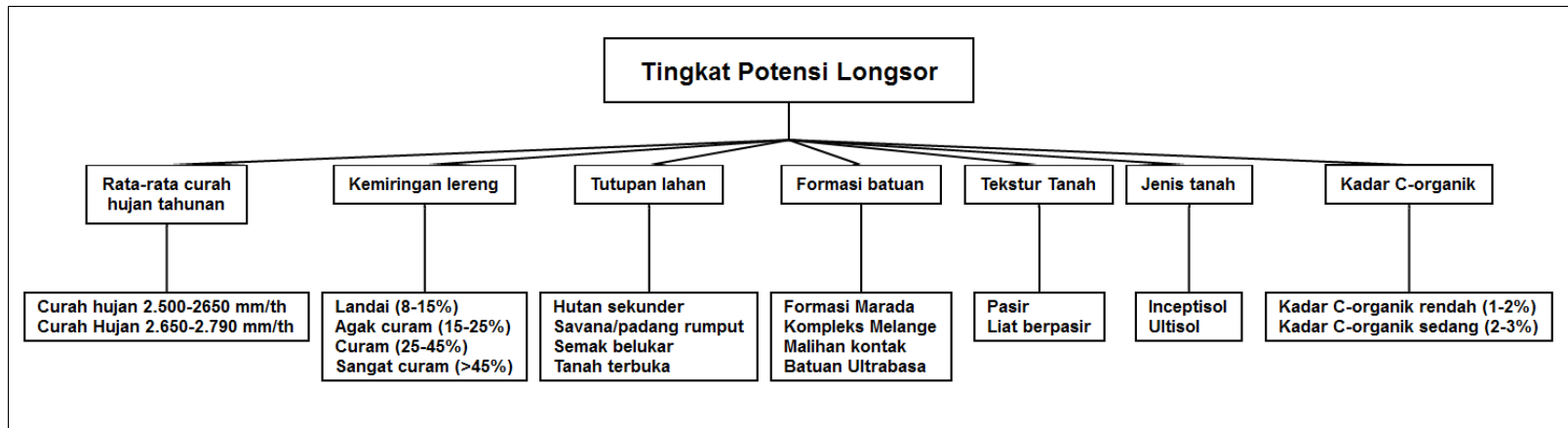
Tahap analisis data meliputi :

1. Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)

Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) digunakan untuk pembobotan dengan menggunakan data hasil wawancara dengan para ahli di bidang hidrologi, dan kebencanaan.

Software *Expert Choice V11* digunakan untuk menentukan bobot pada setiap parameter dan sub-parameter. EC adalah software yang membantu pengambil keputusan dalam menentukan suatu pilihan dari berbagai parameter yang sudah ditetapkan, dengan menghasilkan bobot dan skor yang diperlukan. EC menjadi salah satu alat yang berguna bagi para pengambil keputusan dalam memilih opsi terbaik berdasarkan parameter-parameter yang telah ditentukan dengan :

- Pembuatan tujuan serta kriteria/parameter, identifikasi kriteria yang menjadi parameter dalam menentukan pengaruh utama dari kerawanan longsor yaitu jenis tanah, kemiringan lereng, curah hujan, tutupan lahan, dan tekstur tanah.
- Penyusunan struktur hirarki, struktur hirarki yang memetakan hubungan antara kriteria/parameter dan alternatif/sub-parameter yang terlihat pada gambar 3.2
- Pemberian bobot pada kriteria/parameter, pemberian bobot pada setiap kriteria untuk mencerminkan pentingnya kriteria tersebut dalam analisis.
- Melakukan perhitungan, perhitungan dengan menggunakan aplikasi *Expert Choice V11* akan melakukan perhitungan berdasarkan matriks perbandingan dan bobot yang diberikan oleh ahli (*Expert*).
- Analisis hasil, tinjau hasil yang dihasilkan oleh *Expert Choice V11*. Ini akan memberi Anda pemahaman tentang alternatif mana yang paling sesuai dengan kriteria dan bobot yang telah ditetapkan oleh ahli (*Expert*)



Gambar 2.1. Struktur hirarki

2. Analisis Spasial

Dalam analisis spasial, digunakan beberapa metode yaitu:

a). *Inverse Distance Weighting (IDW)*

IDW merupakan metode analisis spasial yang digunakan dalam pembuatan peta curah hujan, c-organik, dan tekstur tanah. IDW salah satu metode interpolasi sederhana dengan mempertimbangkan titik disekitarnya. Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat daripada yang lebih jauh dengan rumus (Sari et al, 2021)

$$Z = \sum_{i=1}^n W_i Z_i$$

$$W_i = \frac{\frac{1}{d_i}}{\sum \frac{1}{d_i}}$$

b). *Overlay*

Proses penumpang-tindihan peta peta faktor-faktor terjadinya longsor, yaitu peta curah hujan, kemiringan lereng, tutupan lahan, formasi batuan, jenis tanah, tekstur tanah, kadar C-organik untuk menghasilkan peta potensi longsor berdasarkan nilai bobot tiap parameter dan sub-parameter.

3. Interval Kelas

Pembuatan interval kelas kerawanan tanah longsor bertujuan untuk membedakan kelas kerawanan tanah longsor antara yang satu dengan yang lain berdasarkan bobotnya. Rumus yang digunakan untuk membuat kelas interval (Rorong, 2019) adalah

$$Ki = \frac{Xt - Xr}{k}$$

Dimana:

Ki : Kelas Interval

Xt : Data Tertinggi

Xr : Data Terendah

k : Jumlah kelas yang diinginkan

4. Validasi Peta

Hasil peta rawan longsor divalidasi dengan menggunakan uji akurasi dari data titik-titik longsor yang diperoleh dari survey lapangan. Data lapangan ini berupa riwayat kejadian bencana tanah longsor. Uji akurasi dilakukan dengan menggunakan metode ROC (*Receiver Operating Characteristic*). Berdasarkan uji akurasi ini dapat diketahui apakah analisis peta rawan longsor menggunakan metode AHP sudah sesuai dengan kondisi sebenarnya di lapangan Menurut Mathew et al (2014) metode ini adalah metode untuk mengukur kemampuan klasifikasi dalam menentukan *threshold* dari suatu model. Mujib et al (2021) menambahkan bahwa hasil dalam validasi kurva ROC dapat menunjukkan kelas hasil prediksi yaitu 50-60% dinyatakan rendah atau tidak akurat, 60-70% dinyatakan cukup, 70-80%

dinyatakan baik/cukup sesuai, 80-90% dinyatakan sangat baik, dan 90- 100% dinyatakan sangat sesuai

Tabel 2-3. Parameter dan metode analisis

Parameter	Metode
Tekstur tanah	Hidrometer (<i>Gee & Bauder, 1986</i>)
C-organik	Walkley and Black (<i>Ou et al., 2017</i>)

Tabel 2- 4. Kriteria Penilaian Bahan Organik (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian, 2012).

Bahan Organik (%)	Kategori
<1	Sangat rendah
1 – 2	Rendah
2 – 3	Sedang
3 – 5	Tinggi
>5	Sangat tinggi

Tabel 2-5. Klasifikasi kelas kemiringan lereng (Pedoman penyusunan pola rehabilitasi lahan dan konservasi tanah, 1986).

Kelas	Kemiringan lereng (%)	Kategori
1	0 - < 8	Datar/Landai
2	8 - < 15	Landai
3	15 - < 25	Agak Curam
4	25 - < 45	Curam
5	>45	Sangat Curam