

**SKRIPSI**

**APLIKASI METODE FREKUENSI RASIO UNTUK MEMETAKAN TINGKAT  
KERAWANAN TANAH LONGSOR DI SUB DAS TANGKA**

**SYAIFUL UMAM**

**G011 17 1328**



**DEPARTEMEN ILMU TANAH**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2021**

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Aplikasi metode frekuensi rasio untuk memetakan tingkat kerawanan tanah  
longsor di Sub DAS Tangka

Nama : Syaiful Umam

NIM : G011171328

Disetujui oleh:

Pembimbing Utama,



Dr. Ir. Asmita Ahmad, S.T., M.Si  
NIP. 19731216 200604 2 001

Pembimbing Pendamping,



Dr. Ir. Burhanuddin Rasvid, M.Sc  
NIP. 19640421 199002 1 001

Diketahui oleh:



Dr. Rismawati, S.P., M.P  
NIP. 19760302 200212 2 002

Tanggal Lulus : 25 November 2021

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Syaiful Umam  
NIM : G011171328  
Program Studi : Agroteknologi  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

### **Aplikasi Metode Frekuensi Rasio Untuk Memetakan Tingkat Kerawanan Tanah Longsor di Sub DAS Tangka**

adalah karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan-alihan tulisan orang lain. Semua literatur yang saya kutip sudah tercantum dalam Daftar Pustaka dan semua bantuan yang saya terima telah saya ungkapkan dalam Persantunan. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 25 November 2021

Yang Menyatakan

  
  
Syaiful Umam

## PERSANTUNAN

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala limpahan rahmat dan rahimNya serta keberkahan nikmat, baik nikmat iman, islam, dan kesehatan sehingga penulis dapat merampungkan penyusunan skripsi ini. Salam dan shalawat tak lupa penulis lantunkan kepada baginda Rasulullah Shallallahu 'Alaihi Wasallam beserta para keluarga, sahabat, serta para pengikutnya yang telah menjadi suri tauladan bagi ummat manusia.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari motivasi, dukungan, bantuan berupa moril maupun materil, serta doa-doa yang setiap saat dilangitkan oleh keluarga. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada A'ba H. Abd. Wahab Anwar dan Ibu Hj. Nudiah yang senantiasa mendo'akan penulis dengan penuh kasih sayang.

Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada Ibu Dr. Ir. Asmita Ahmad, S.T., M.Si dan Bapak Dr. Ir. Burhanuddin Rasyid. M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya dalam memberikan ilmu, arahan, dan nasihat, serta memotivasi penulis sejak rencana penelitian hingga rampungnya skripsi ini. Terima kasih juga kepada Ibu Dr. Rismaneswati, S.P, M.P selaku Ketua Departemen Ilmu Tanah dan seluruh staf dan dosen pengajar Fakultas Pertanian khususnya Departemen Ilmu Tanah yang telah memberikan ilmu, motivasi, serta memberikan pengajaran kepada penulis dengan tulus selama proses belajar di Universitas Hasanuddin.

Ucapan terima kasih kepada saudara Muh. Iksan, Ainun Wulandari S.P, Dirman, Husnul Inayah, Muh. Dandy Rachmat Ramadhan, S.Hut, Agnes Sarce Grizelda, S.Hut dan Ahmad Rizaldi yang telah membantu penulis selama penelitian.

Keluarga besar Agroteknologi 2017, Anggota HIMTI FAPERTA UNHAS, BE HIMTI FAPERTA UNHAS 2020/2021, keluarga besar Ilmu Tanah 2017 (Gleisol) dan semua pihak yang terlibat terimakasih atas segala doa, kerjasama, bantuan, dan kebersamaannya selama berproses di Universitas Hasanuddin.

Demikian persantunan ini, semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala senantiasa memberikan hidayah dan taufiqNya serta membalas segala kebaikan semua pihak yang terlibat dan mempermudah segala urusan kita dalam kebaikan. Aamiin.

Penulis

Syaiful Umam

## ABSTRAK

SYAIFUL UMAM. Aplikasi metode frekuensi rasio untuk memetakan tingkat kerawanan tanah longsor di Sub DAS Tangka. Pembimbing: ASMITA AHMAD dan BURHANUDDIN RASYID.

**Latar Belakang.** Salah satu wilayah di Provinsi Sulawesi Selatan yang rawan terhadap bencana tanah longsor adalah Sub DAS Tangka terutama pada bagian daerah kecamatan Sinjai Barat. Faktor-faktor yang digunakan penyebab terjadinya tanah longsor yaitu litologi, tutupan lahan, jenis tanah, kemiringan lereng, jarak dari sungai, bentuk lereng, tekstur tanah, permeabilitas, c-organik dan curah hujan. **Tujuan.** Memetakan tingkat kerawanan tanah longsor di Sub DAS Tangka Provinsi Sulawesi Selatan serta untuk mengetahui faktor yang paling berpengaruh terhadap terjadinya tanah longsor berdasarkan nilai frekuensi rasio. **Metode.** Pemetaan kerawanan tanah longsor menggunakan metode frekuensi rasio, inventarisasi tanah longsor dengan *google earth pro*, analisis tekstur tanah dengan metode hydrometer, analisis c-organik dengan metode *Walkley and Black* dan perhitungan permeabilitas tanah dengan metode permeameter. **Hasil.** Pemetaan kerawanan tanah longsor dibagi menjadi lima tingkat kerawanan yaitu sangat rendah 10,84% (1078,83 ha), rendah 24,10% (2398,32 ha), sedang 24,17% (2405,20 ha), tinggi 24,55% (2443,64 ha) dan sangat tinggi 16,34% (1626,16 ha). Faktor kemiringan lereng kelas > 45% paling berpengaruh terhadap terjadinya longsor dengan nilai frekuensi rasio sebesar 2,68. Nilai AUC dari hasil analisis ROC diperoleh validasi sangat baik dengan validasi tingkat kesuksesan sebesar 0,907 dan validasi tingkat prediksi sebesar 0,913. Faktor-faktor yang memiliki nilai frekuensi rasio > 1 yaitu litologi (Qlv dan Tmcv), tutupan lahan (pertanian lahan kering campur), jenis tanah (Inceptisol), lereng (> 45%), jarak dari sungai (0-100 m dan 100-200 m), curvature (cembung), tekstur tanah (lempung liat berdebu dan lempung berdebu), permeabilitas (lambat dan sangat lambat), c-organik (rendah) dan curah hujan (2519-2968 mm). **Kesimpulan.** Daerah potensi longsor terdiri dari lima tingkat kerawanan yaitu kerawanan sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan kerawanan sangat tinggi serta faktor yang paling berpengaruh terhadap longsor yaitu faktor kemiringan lereng kelas > 45%. Penyebaran kejadian longsor dominan pada Desa Bonto Salama, Arabika dan Gunung Perak. Terdapat 8 kejadian tanah longsor di Desa Bonto Salama, 2 kejadian tanah longsor di Desa Arabika dan 3 kejadian tanah longsor di Desa Gunung Perak.

**Kata kunci:** Longsor, Frekuensi rasio, Sub DAS Tangka, Sinjai Barat

## ABSTRACT

SYAIFUL UMAM. Application of the frequency ratio method for landslide susceptibility mapping in the Tangka Sub-watershed. Supervised by ASMITA AHMAD and BURHANUDDIN RASYID.

**Background.** One of the areas in South Sulawesi Province that is prone to landslides is the Tangka Sub-watershed, especially in the West Sinjai sub-district. The factors used to cause landslides are lithology, land cover, soil type, slope, distance from the river, slope shape, soil texture, permeability, c-organic, and rainfall. **Aim.** Landslide susceptibility mapping in the Tangka Sub-watershed of South Sulawesi Province and finding out the most influential factors on the occurrence of landslides based on the ratio frequency value. **Method.** Landslide susceptibility mapping uses the frequency ratio method. Landslide inventory use google earth pro tools. Soil texture analysis with the hydrometer method, while c-organic analysis used the Walkley and black method. Calculating soil permeability uses the permeameter method. **Results.** Landslide susceptibility mapping is divided into five levels of susceptibility, namely very low 10.84% (1078.83 ha), low 24.10% (2398.32 ha), moderate 24.17% (2405.20 ha), high 24, 55% (2443.64 ha), and very high 16.34% (1626.16 ha). The slope factor of class > 45% has the most influence on the occurrence of landslides, with a frequency ratio value of 2.68. The AUC value from the ROC analysis results obtained very good validation with a validation success rate of 0.907 and a validation level of prediction of 0.913. Factors that have a frequency ratio value > 1, namely; lithology (Qlv and Tmcv), land cover (dry mixed agriculture), Inceptisol, slope > 45%, distance from the river (0-100 m and 100-200 m), convex curvature, soil texture (silty clay loam and silty loam), permeability (slow and very slow), c-organic (low) and rainfall (2519-2968 mm). **Conclusion.** The landslide potential area consists of five levels of susceptibility: very low, low, medium, high and very high. The most influential factor for landslides is the slope factor class > 45%. The distribution of landslides is dominant in the villages of Bonto Salama, Arabica, and Mount Perak. There were eight landslides in Bonto Salama Village, two landslides in Arabica Village, and three landslides in Gunung Perak Village.

**Keywords:** Landslide, Frequency ratio, Tangka sub-watershed, West Sinjai

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN .....	ii
PERSANTUNAN .....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	2
2. Tinjauan Pustaka.....	3
2.1 Daerah Alirah Sungai.....	3
2.1.1 Das Tangka .....	3
2.2 Tanah Longsor .....	4
2.3 Jenis-jenis Longsor .....	5
2.3.1 Longsoran Translasi.....	5
2.3.2 Longsoran Rotasi .....	5
2.3.3 Pergerakan Blok.....	5
2.3.4 Runtuhan Batu.....	6
2.3.5 Rayapan Tanah.....	6
2.3.6 Aliran Bahan Rombakan.....	6
2.4 Faktor Penyebab Tanah Longsor .....	7
2.4.1 Formasi Batuan (Geologi).....	7
2.4.2 Tata Guna Lahan .....	8
2.4.3 Jenis Tanah.....	8
2.4.4 Lereng .....	9
2.4.5 Jarak Sungai .....	9
2.4.6 Bentuk Lereng ( <i>Curvature</i> ).....	9
2.4.7 Tekstur Tanah .....	9
2.4.8 Permeabilitas Tanah.....	10

2.4.9	C-Organik Tanah.....	10
2.4.10	Curah Hujan .....	11
2.5	Metode Frekuensi Rasio.....	11
3.	METODOLOGI.....	13
3.1	Tempat dan waktu.....	13
3.2	Alat dan bahan .....	14
3.3	Prosedur Kerja.....	15
3.3.1	Studi Pustaka.....	15
3.4	Teknik Pengumpulan Data.....	16
3.4.1	Analisis Data .....	17
3.4.2	Validasi Data.....	18
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	19
4.1	Hasil .....	19
4.1.1	Parameter Penyebab Tanah longsor .....	19
4.1.2	Frekuensi Rasio.....	29
4.1.3	Indeks Kerawanan Tanah Longsor .....	30
4.1.4	Validasi Data.....	31
4.2	Pembahasan.....	32
5.	KESIMPULAN DAN SARAN .....	36
5.1	Kesimpulan .....	36
5.2	Saran.....	36
	DAFTAR PUSTAKA .....	37
	LAMPIRAN.....	42

## DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 Alat dan bahan yang digunakan dalam survey lapangan dan analisis data.....	14
Tabel 3-2 Alat dan bahan yang digunakan dalam analisis tanah di laboratorium .....	14
Tabel 3-3 Data kejadian longsor.....	15
Tabel 4-1 Hasil perhitungan frekuensi rasio dari faktor-faktor penyebab longsor.....	29
Tabel 4-2 Nilai AUC dari analisis ROC untuk tingkat sukses dan prediksi frekuensi rasio terhadap kejadian longsor.....	32

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1. DAS Tangka Sulawesi Selatan .....	4
Gambar 2-2. Faktor pengontrol dan pemicu terjadinya tanah longsor .....	7
Gambar 3-1. Peta lokasi penelitian Sub DAS Tangka .....	13
Gambar 3-2. Kerangka pikir penelitian .....	16
Gambar 4-1. Peta Formasi Batuan .....	19
Gambar 4-2. Peta Tutupan Lahan .....	20
Gambar 4-3. Peta Jenis Tanah .....	21
Gambar 4-4. Peta Kemiringan Lereng .....	22
Gambar 4-5. Peta Jarak dari Sungai.....	23
Gambar 4-6. Peta Bentuk Lereng.....	24
Gambar 4-7. Peta Tekstur Tanah .....	25
Gambar 4-8. Peta Permeabilitas Tanah.....	26
Gambar 4-9. Peta C-Organik Tanah .....	27
Gambar 4-10. Peta Curah Hujan.....	28
Gambar 4-11. Peta kerawanan tanah longsor .....	30
Gambar 4-12. Luas tingkat kerawanan tanah longsor (%) .....	31
Gambar 4-13. Validasi 1 .....	31
Gambar 4-14. Validasi 2 .....	31

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Unit lahan lokasi penelitian.....	42
Lampiran 2. Inventarisasi tanah longsor.....	43
Lampiran 3. Perhitungan frekuesnsi rasio .....	44
Lampiran 4. Karakteristik sifat tanah Sub DAS Tangka .....	45
Lampiran 5. Data curah hujan CHIRPS periode 2011-2020 .....	46
Lampiran 6. Pengamatan analisis sifat tanah di labolatorium .....	47
Lampiran 7. Validasi data tingkat sukses dan prediksi model.....	48
Lampiran 8. Longsor di Sub DAS Tangka Sulawesi Selatan .....	49

# 1. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Provinsi Sulawesi Selatan termasuk salah satu daerah yang sangat potensial terjadinya bencana tanah longsor. Hal ini disebabkan topografi sebagian besar wilayahnya yang berbukit dan bergunung. Tanah longsor sering terjadi ketika hujan deras melanda terutama pada lereng yang relatif curam dan juga sudah banyak hutan mengalami penggundulan, yang disebabkan oleh peladang yang berpindah-pindah dan penebangan. Tanah longsor ini merupakan bencana yang berpengaruh besar terhadap kehidupan serta keselamatan manusia. Sejak tahun 2008 hingga tahun 2017, tercatat telah terjadi 55 kejadian tanah longsor di Sulawesi Selatan yang mengakibatkan 38 orang meninggal dunia atau hilang (BNPB, 2018).

Salah satu wilayah di Provinsi Sulawesi Selatan yang rawan terhadap bencana tanah longsor adalah Sub DAS Tangka terutama pada daerah kecamatan Sinjai Barat. Kabupaten Sinjai secara fisik wilayahnya berpotensi sangat rentang terhadap terjadinya bencana gerakan tanah. Secara fisiografis pada bagian barat daerah sinjai didominasi oleh dataran tinggi yang meliputi pegunungan Manipi sedangkan di bagian timur membujur dari utara ke selatan terdapat dataran rendah yang meliputi pesisir pantai dan persawahan (Bahtiar, 2018). Nasiah dan Ichsana (2014) menambahkan bahwa wilayah di Provinsi Sulawesi Selatan yaitu Kabupaten Sinjai merupakan daerah yang mempunyai topografi berbukit sampai bergunung yang berada di lereng timur pegunungan Lompobattang dengan lereng relatif curam dimana daerah tersebut rentang terjadinya bencana tanah longsor.

Tindakan mitigasi bencana yang dapat dilakukan untuk menghindari jatuhnya korban yang lebih besar dan banyak akibat bahaya tanah longsor, diperlukan upaya yang dapat meminimalisir akibat yang akan ditimbulkan yaitu dengan memprediksi tingkat kerawanan daerah tanah longsor. Untuk dapat memantau dan mengamati kejadian tanah longsor di suatu kawasan diperlukan adanya suatu identifikasi dan pemetaan daerah rawan tanah longsor yang mampu memberikan gambaran kondisi kawasan yang ada berdasarkan faktor-faktor penyebab terjadinya tanah longsor (Effendi, 2016).

Beberapa hasil penelitian terkait penelitian longsor, faktor-faktor yang menjadi penyebab tanah longsor yaitu kemiringan lereng, bentuk lereng, jarak dari sungai, litologi, tutupan lahan dan curah hujan (Pradhan dan Lee, 2010). Kondisi geologi seperti jenis tanah dan tekstur tanah sangat mempengaruhi terjadinya longsor (Setiadi, 2013). Solle dan Ahmad (2016), mengatakan bahwa tanah dengan kandungan mineral liat pada kondisi jenuh air akan menjadi sangat labil, sehingga memperbesar potensi terjadinya longsor. Selain dari faktor tersebut permeabilitas dan

C-Organik tanah juga mempengaruhi terjadinya longsor. Rudiyanto (2010), mengatakan permeabilitas tanah adalah kemampuan tanah untuk meloloskan air melalui pori-pori dalam keadaan jenuh. Air yang masuk dalam tanah akan mengurangi gesekan dalam tanah sehingga akan mempengaruhi tingkat kerentanan tanah longsor. Melihat dampak dan banyaknya faktor penyebab tanah longsor tersebut, diperlukan analisis serta pemetaan untuk mengetahui tingkat kerawanan tanah longsor. Salah satu metode analisis yang dapat digunakan dalam pemetaan tingkat kerawanan tanah longsor adalah metode frekuensi rasio.

Metode frekuensi rasio merupakan metode yang dibangun berdasarkan hubungan yang diamati antara sebaran titik longsor dan masing-masing faktor penyebab tanah longsor sehingga mengungkapkan korelasi antara lokasi kejadian longsor dan faktor penyebab longsor di wilayah studi (Pradhan, B., 2010). Semakin besar nilai rasionya, maka semakin besar pula hubungan antara kejadian longsor dengan faktor-faktor penyebab terjadinya longsor tersebut. Sedangkan semakin kecil rasionya, maka semakin kecil hubungan antara kejadian longsor dengan faktor-faktor yang terkait. Metode frekuensi rasio ini memiliki beberapa keunggulan yang sederhana baik dalam proses input, output dan kalkulasi yang mudah dipahami. Bahkan sejumlah besar data dapat diproses pada GIS dengan cepat dan mudah (Lee dan Pradhan, 2006).

Berdasarkan uraian sebelumnya, maka dilakukan penelitian mengenai aplikasi metode frekuensi rasio untuk memetakan tingkat kerawanan tanah longsor di Sub DAS Tangka, Provinsi Sulawesi Selatan.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan tingkat kerawanan tanah longsor di Sub DAS Tangka Provinsi Sulawesi Selatan serta untuk mengetahui faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap terjadinya tanah longsor berdasarkan nilai frekuensi rasio.

## **2. Tinjauan Pustaka**

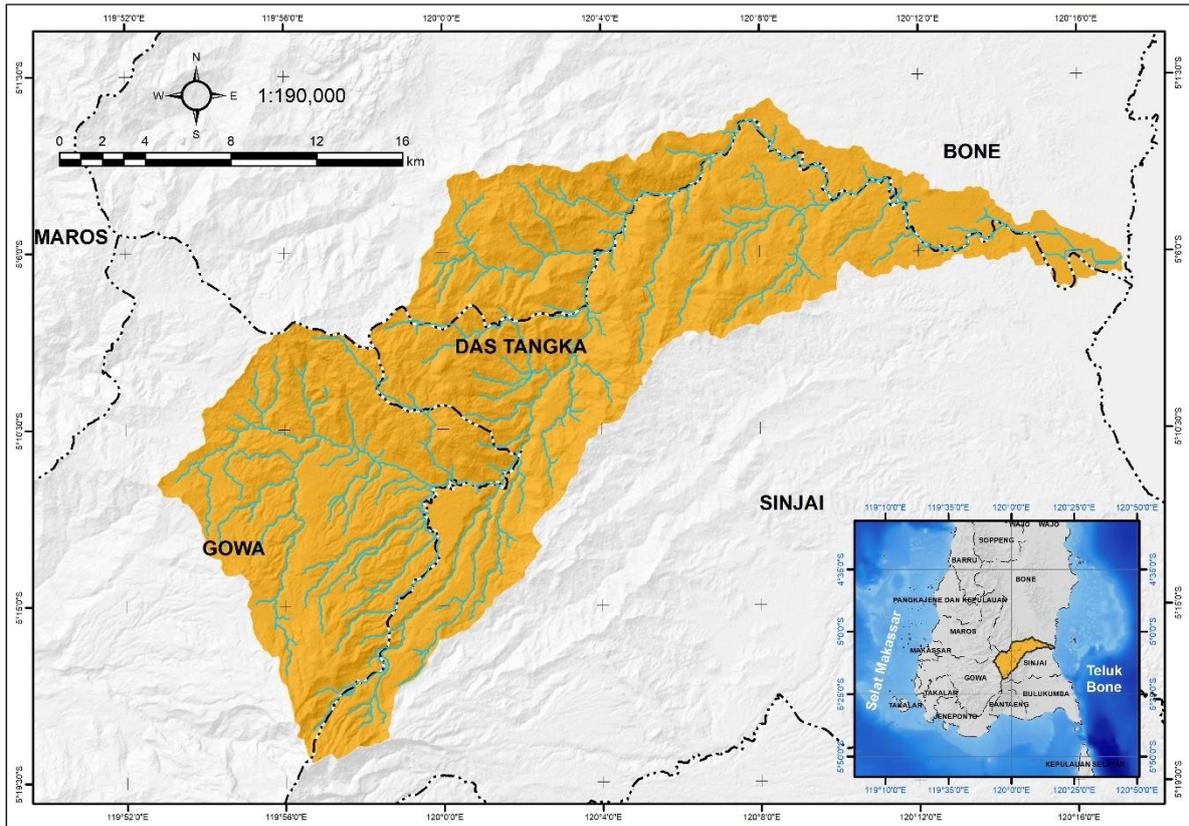
### **2.1 Daerah Aliran Sungai**

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu wilayah daratan yang secara topografi dibatasi oleh punggung-punggung bukit yang berfungsi menerima air hujan, menampung dan menyimpannya kemudian mengalirkannya ke laut melalui sungai utama. DAS terbagi menjadi daerah hulu, tengah dan hilir (Asdak, 2010). Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) hendaknya dilakukan secara menyeluruh mulai dari hulu hingga hilir sehingga risiko kerusakan lingkungan dapat diminimalkan dan kelestarian tata airnya dapat terjaga (Budiyanto dkk., 2015). Penurunan daya dukung dan fungsi lingkungan Daerah Aliran Sungai (DAS) di Indonesia telah teridentifikasi seperti ditunjukkan dengan sering terjadinya bencana banjir, erosi, sedimentasi, dan tanah longsor (Paimin, 2010).

Dalam pengelolaan DAS harus berpedoman pada satu perencanaan dan satu pengelolaan. Apabila terjadi kesalahan penanganan pengelolaan DAS maka akan berdampak pada bencana seperti banjir bandang, kekeringan, erosi dan tanah longsor. Terbukanya lahan yang berbukit di daerah hulu baik karena penebangan hutan termasuk alih fungsi lahan maupun penerapan cara pengelolaan tanah yang keliru adalah salah satu contoh yang dapat menyebabkan erosi dan tanah longsor (Mambela, 2020). Risdiyanto (2011), menambahkan bahwa penggundulan hutan di DAS hulu atau zona tangkapan hujan akan mengurangi resapan air hujan, dan karena itu akan memperbesar aliran permukaan. Aliran permukaan adalah pemicu terjadinya longsor dan/atau erosi dengan mekanisme yang berbeda.

#### **2.1.1 Das Tangka**

DAS Tangka adalah salah satu DAS yang terdapat di Sulawesi Selatan yang dapat dikategorikan sebagai DAS provinsi karena aliran air DAS Tangka meliputi tiga kabupaten yaitu Kabupaten Bone, Kabupaten Gowa, dan Kabupaten Sinjai (Gambar 2-1). Daerah hulu DAS Tangka berada di Kabupaten Gowa, tepatnya di kawasan pegunungan Bawakaraeng sedangkan daerah hilirnya berada di kawasan pantai timur Kabupaten Sinjai. DAS Tangka memiliki luas ±47.504,86 ha dengan panjang sungai utama 32 km. Bentuk DAS Tangka memanjang menyerupai bulu dengan pola aliran dendritik (Nisarto, 2016).



**Gambar 2-1.** DAS Tangka Sulawesi Selatan

## 2.2 Tanah Longsor

Tanah longsor merupakan bencana alam yang paling banyak menimbulkan kerugian baik materi maupun korban jiwa yang terus menjadi pusat perhatian karena bencana ini terjadi secara kontinu dari tahun ke tahun (BNPB, 2018). Menurut Effendi (2016), Tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran tersebut, bergerak ke bawah atau keluar lereng.

Peristiwa tanah longsor dikenal sebagai gerakan massa batuan atau tanah pada suatu lereng karena pengaruh gaya gravitasi dan merupakan fenomena alam yaitu alam mencari keseimbangan baru akibat adanya faktor yang mempengaruhinya dan menyebabkan terjadinya pengurangan kuat geser serta peningkatan tegangan geser tanah (Pasektiono, 2016).

Proses terjadinya tanah longsor dapat diterangkan sebagai berikut, air yang meresap ke dalam tanah akan menambah bobot tanah. Jika air tersebut menembus sampai tanah kedap air yang berperan sebagai bidang gelincir, maka tanah menjadi licin dan tanah pelapukan di atasnya akan bergerak mengikuti lereng dan keluar lereng (Effendi, 2016).

## 2.3 Jenis-jenis Longsor

Tanah longsor dapat diklasifikasikan ke dalam berbagai jenis berdasarkan jenis gerakan dan jenis materialnya. Material dalam massa longsor adalah batuan atau tanah (atau keduanya) yang sebagian besar terdiri dari partikel berukuran pasir atau lebih halus dan puing-puing jika tersusun dari fragmen-fragmen kasar (Highland dan Bobrowsky, 2008).

### 2.3.1 Longsoran Translasi



Sumber : Badan Geologi, 2010

Longsoran translasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai (Badan Geologi, 2010).

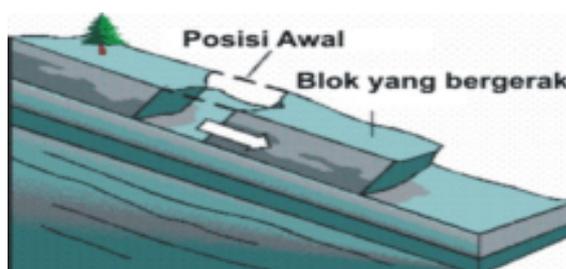
### 2.3.2 Longsoran Rotasi



Sumber : Badan Geologi, 2010

Longsoran rotasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir yang berbentuk cekung (Badan Geologi, 2010).

### 2.3.3 Pergerakan Blok



Sumber : Badan Geologi, 2010

Pergerakan blok adalah perpindahan batuan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk rata. Ini disebut juga longsoran translasi blok batu (Badan Geologi, 2010).

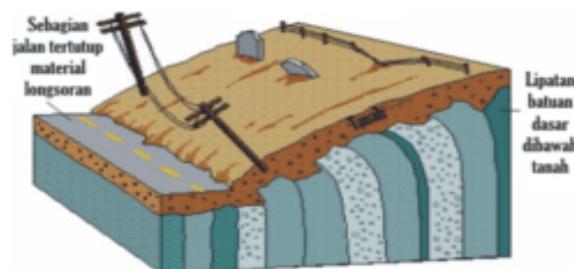
### 2.3.4 Runtuhan Batu



Sumber : Badan Geologi, 2010

Runtuhan batu adalah batuan atau material yang bergerak ke bawah dengan jatuh bebas. Umumnya terjadi pada lereng yang terjal hingga menggantung terutama di daerah pantai. Batu-batu besar yang jatuh dapat menyebabkan kerusakan yang parah (Badan Geologi, 2010).

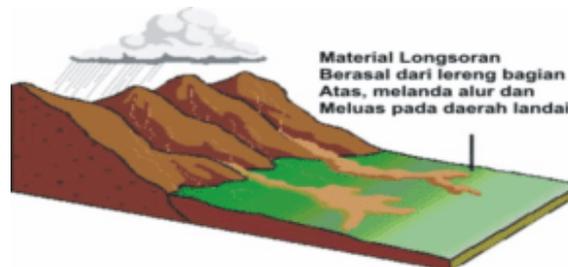
### 2.3.5 Rayapan Tanah



Sumber : Badan Geologi, 2010

Rayapan Tanah adalah jenis tanah longsor yang bergerak lambat dan lama. Jenis tanahnya berupa butiran kasar dan halus. Jenis tanah longsor ini hampir tidak dapat dikenali. Setelah waktu yang cukup lama longsor jenis rayapan ini bisa menyebabkan tiang-tiang telepon, pohon, atau rumah miring ke bawah (Badan Geologi, 2010).

### 2.3.6 Aliran Bahan Rombakan



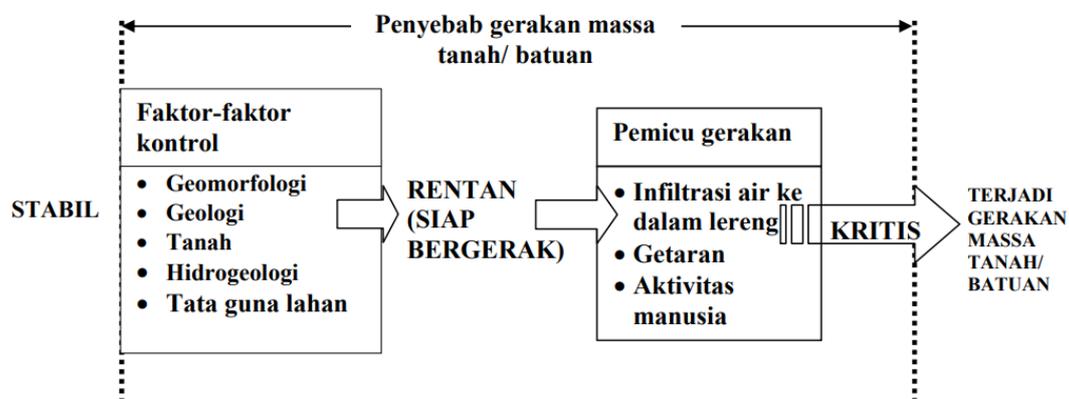
Sumber : Badan Geologi, 2010

Jenis tanah longsor ini terjadi ketika massa tanah bergerak didorong oleh air. Kecepatan aliran tergantung pada kemiringan lereng, volume dan tekanan air, dan jenis materialnya. Gerakannya terjadi di sepanjang lembah dan mampu mencapai ratusan meter jauhnya. Di beberapa tempat bisa sampai ribuan meter seperti di daerah aliran sungai di sekitar gunungapi. Aliran tanah ini dapat menelan korban cukup banyak (Badan Geologi, 2010).

## 2.4 Faktor Penyebab Tanah Longsor

Faktor-faktor penyebab terjadinya tanah longsor dapat dibedakan menjadi faktor pengontrol dan faktor pemicu (Gambar 2-2). Faktor pengontrol merupakan faktor-faktor yang membuat kondisi suatu lereng menjadi rentan atau siap bergerak meliputi kondisi morfologi, stratigrafi (jenis batuan serta hubungannya dengan batuan yang lain di sekitarnya), struktur geologi, geohidrologi dan penggunaan lahan (Karnawati, 2007), selain itu kandungan bahan organik tanah, tekstur tanah dan permeabilitas tanah juga termasuk dalam faktor pengontrol penyebab terjadinya tanah longsor (Ahmad et al., 2018).

Faktor pemicu gerakan merupakan proses-proses yang mengubah suatu lereng dari kondisi rentan atau siap bergerak menjadi dalam kondisi kritis dan akhirnya bergerak. Umumnya proses tersebut meliputi proses infiltrasi hujan, getaran gempa bumi ataupun kendaraan/alat berat, serta aktivitas manusia yang mengakibatkan perubahan beban ataupun penggunaan lahan pada lereng (Karnawati, 2007).



**Gambar 2-2.** Faktor pengontrol dan pemicu terjadinya tanah longsor (Karnawati, 2007).

### 2.4.1 Formasi Batuan (Geologi)

Potensi terjadinya gerakan tanah pada lereng tergantung pada kondisi tanah dan batuan penyusunnya, dimana salah satu proses geologi yang menjadi penyebab utama terjadinya gerakan tanah adalah pelapukan batuan. Batuan endapan gunung api dan sedimen berukuran pasir dan campuran antara kerikil, pasir dan lempung umumnya kurang kuat. Batuan tersebut akan mudah menjadi tanah apabila mengalami proses perlakuan dan umumnya rentan terhadap tanah longsor bila terdapat pada lereng yang terjal (Arif, 2015).

Litologi merupakan salah satu faktor penting dalam terjadinya longsor karena potensinya sebagai faktor pemicu dan dampak yang sangat besar terhadap longsor. Massa batuan telah mengalami proses tektonisme awal, sehingga menjadi lebih masif dan proses pelapukan lebih lambat. Namun, batuan induk yang dipicu oleh aktivitas tekto-vulkanisme saat ini dapat

menahan pergerakan melalui retakan sebelumnya. Pergerakan akan semakin intensif jika didukung oleh topografi dan lereng yang curam (Solle dan Ahmad, 2016).

#### **2.4.2 Tata Guna Lahan**

Perubahan tata guna lahan pada daerah dengan lereng yang curam akan berpotensi menimbulkan gerakan longsor, khususnya pada perubahan lahan yang mengarah pada degradasi dan mengabaikan penanaman vegetasi akan menimbulkan peningkatan potensi longsor (Sudarman, 2020). Terganggunya kestabilan lereng akibat berbagai aktivitas manusia di atasnya dapat meningkatkan potensi terjadinya longsor (Susanti et al., 2017).

Longsor terjadi karena adanya gangguan kesetimbangan gaya yang bekerja pada lereng yaitu gaya penahan dan gaya peluncur. Gaya peluncur dipengaruhi oleh kandungan air, berat massa tanah itu sendiri dan berat beban bangunan. Ketidakseimbangan gaya tersebut diakibatkan adanya gaya dari luar lereng yang menyebabkan besarnya gaya peluncur pada suatu lereng menjadi lebih besar daripada gaya penahannya, sehingga menyebabkan massa tanah bergerak turun (Naryanto et al., 2019).

#### **2.4.3 Jenis Tanah**

Faktor alam yang menjadi parameter dalam proses penilaian kerawanan longsor adalah kondisi geologi dan kedalaman regolit (Pamin et al., (2009). Salah satu kondisi geologi yang mempengaruhi terjadinya longsor adalah jenis tanah (Setiadi, 2013). Solle & Ahmad (2016) juga mengatakan bahwa tanah dengan kandungan mineral liat terutama kaolinit dan vermikulit dalam kondisi jenuh air akan menjadi tidak labil.

Setiap tanah memiliki karakteristik masing-masing, data morfologi dan klasifikasi tanah khususnya tanah Inceptisols merupakan tanah belum matang (*immature*) menghasilkan perkembangan profil yang lemah karena terdapat dalam keseimbangan dengan lingkungan sehingga pemanfaatan Inceptisols untuk pertanian dan non pertanian bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan dimana Inceptisols terbentuk (Rajamuddin dan Idham, 2014).

Inceptisols merupakan tanah yang telah mengalami alterasi, perubahan warna, pembentukan struktur dan akumulasi lempung silikat, tetapi belum memenuhi syarat argilik atau berkarat pada tanah dengan drainase terhambat (Waas et al., 2016). Inceptisols biasanya merupakan tanah basah dengan horison pedogenik dari bahan induknya, tetapi bukan iluviasi. Secara umum arah perkembangan tanah belum terlihat dari tanda-tanda yang ditinggalkan oleh berbagai proses pembentukan tanah atau tanda-tanda yang terlalu lemah untuk diklasifikasikan dalam kelas lain (Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2014).

#### **2.4.4 Lereng**

Tanah longsor umumnya terjadi di daerah yang berlereng. Semakin tinggi kemiringan lahan maka potensi terjadinya longsor semakin besar. Tanah longsor juga terjadi biasanya disebabkan oleh daerah yang jenuh air dan adanya gravitasi. Hal ini terjadi karena bagian bawah tanah terdapat lapisan yang licin dan kedap air. Pada musim hujan, tanah menjadi jenuh dengan air dan sebagian tanah akan meluncur ke bawah melalui lapisan kedap air yang licin yang menyebabkan tanah longsor (Sumiyatinah dan Yohanes, 2000).

Kemiringan lereng adalah rasio persentase antara jarak vertikal (ketinggian lahan) dan jarak horizontal (panjang jarak datar) (Suherlan, 2001). Kemiringan lereng dinyatakan dalam derajat atau persen. Dua titik yang berjarak 100 meter horizontal memiliki perbedaan ketinggian sepuluh meter membentuk kemiringan 10%. Kecuraman lereng 100% sama dengan kemiringan lereng 45°. Selain meningkatkan jumlah aliran permukaan, semakin curam lereng semakin besar kecepatan aliran permukaan. Selain itu, kemiringannya juga akan semakin curam meningkatkan jumlah partikel tanah yang diangkut ke bawah (Sugiharyanto, 2009).

#### **2.4.5 Jarak Sungai**

Jarak dari sungai merupakan faktor penting lain dari penyebab terjadinya tanah longsor. Jarak dari sungai ini dapat berdampak pada stabilitas lereng karena aliran lereng dan erosi massa dasar lebih dekat sungai (Pham et al. 2017). Potensi longsor meningkat seiring dengan dekatnya dengan sungai. Aliran sungai berdampak negatif terhadap gesekan lereng atau dasar material dengan menjenuhkan bagian yang lebih rendah dari material, sehingga mengakibatkan kenaikan muka air (Tazik, et al., 2014).

#### **2.4.6 Bentuk Lereng (*Curvature*)**

Kelengkungan bumi secara teoritis didefinisikan sebagai laju perubahan kemiringan atau aspek gradien, biasanya dalam arah tertentu (Pourghasemi, et al., 2012). Kelengkungan permukaan pada suatu titik adalah kelengkungan garis yang dibentuk oleh perpotongan permukaan dengan bidang orientasi tertentu yang melalui titik tersebut. Bentuk lereng (*curvature*) memiliki tiga kategori: cekung (nilai negatif), cembung (nilai positif) dan datar (nilai nol). Parameter ini merupakan salah satu faktor pengendali longsor (Gholami, et al., 2019).

#### **2.4.7 Tekstur Tanah**

Tekstur tanah menunjukkan komposisi partikel penyusun tanah yang dinyatakan sebagai perbandingan relatif (%) antara fraksi pasir (berdiameter 2,00-0,20 mm atau 2000-200 $\mu$ m, debu (berdiameter 0,20-0,002 mm atau 200- 2 $\mu$ m) dan liat (<2 $\mu$ m) (Hanafiah, 2010).

Tekstur tanah memiliki hubungan yang erat dengan sifat-sifat tanah seperti kapasitas memegang air, kapasitas tukar kation, porositas, laju infiltrasi serta pergerakan air dan udara di dalam tanah. Lereng dengan tanah berpasir cenderung cepat tanggap terhadap kejadian hujan karena konduktivitas hidrauliknya yang tinggi dan kapasitas penyimpanan air yang rendah sehingga curah hujan yang tinggi dalam waktu yang singkat dapat merusak lereng jenis ini. Di sisi lain, curah hujan dengan intensitas rendah dan durasi yang lama dapat menyebabkan keruntuhan lereng dengan tanah liat atau berdebu yang memiliki konduktivitas hidrolis rendah dan kapasitas penyimpanan air yang lebih besar, sehingga respons lereng yang lebih lambat terhadap jenis curah hujan ini (Suradi et al., 2014).

#### **2.4.8 Permeabilitas Tanah**

Tanah longsor paling sering terjadi pada tanah dengan permeabilitas sangat lambat dan porositas rendah dengan tekstur lempung liat berdebu di lapisan bawah permukaan. Porositas lapisan bawah permukaan pada daerah longsor lebih rendah dari pada daerah tanpa longsor dan selalu lebih tinggi pada lapisan atas. Pada kondisi kemiringan lereng yang tinggi dan curah hujan yang tinggi, limpasan permukaan sebagai limpasan jenuh lebih mungkin terjadi sehingga tanah lebih rentan untuk memicu terjadinya longsor (Ahmad et al., 2018).

Faktor pengendalian longsor di daerah penelitian selain topografi (eksternal) adalah pemadatan bawah permukaan tanah yang lebih tinggi, tidak secara langsung berhubungan dengan permeabilitas tetapi lebih kepada porositas tanah sehingga menyebabkan tanah menjadi jenuh. Pemadatan ini tampaknya terkait dengan kandungan lempung yang lebih tinggi. Selain pemadatan, iluviasi debu dan lempung pada lapisan bawah permukaan juga berkontribusi pada pengurangan ruang pori yang tersedia dan memicu terjadinya longsor (Ahmad et al., 2018). Tanah-tanah yang memiliki tekstur sangat halus (kadar liat terlalu tinggi) maka permeabilitas tanah menjadi sangat lambat, sehingga menghambat pencucian dan pemindahan koloid tanah, akibatnya terbentuklah tanah dengan solum yang dangkal (Rajamuddin dan Idham, 2014).

#### **2.4.9 C-Organik Tanah**

Bahan organik tanah adalah fraksi organik tanah yang berasal dari biomassa tanah dan biomassa di luar tanah. Biomassa tanah adalah massa total flora dan fauna tanah dan bagian tumbuhan yang hidup di dalam tanah (akar). Biomassa di luar tanah adalah massa vegetasi yang hidup di luar tanah. Kandungan bahan organik tanah dipengaruhi oleh iklim, kedalaman, drainase, dan pengelolaan tanah (Hakim, dkk., 1986).

Peranan bahan organik secara umum mempengaruhi sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Tanah pada daerah yang tidak terjadi longsor memiliki kandungan bahan organik yang lebih

tinggi daripada tanah baru yang terbentuk akibat longsor (Syahira, 2018). Mengenai perubahan sifat tanah setelah longsor, penurunan bahan organik tanah dan nutrisi tanah yang tersedia adalah umum karena bahan induk di lapisan yang lebih dalam umumnya mengandung lebih sedikit bahan organik dan nutrisi yang tersedia (bekas kejadian longsor) dan didistribusikan kembali ke permukaan pengendapan longsor (Cheng et al., 2015).

#### **2.4.10 Curah Hujan**

Hujan merupakan salah satu fenomena alam yang terdapat dalam siklus hidrologi dan sangat dipengaruhi oleh iklim. Keberadaan hujan sangat penting dalam kehidupan, karena hujan dapat memenuhi kebutuhan air yang sangat dibutuhkan oleh semua makhluk hidup. Curah hujan merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi terjadinya tanah longsor. Semakin tinggi intensitas curah hujan di suatu daerah akan menyebabkan lapisan tanah rekah menjadi lebih jenuh air dan selanjutnya dapat menyebabkan tanah menjadi tidak stabil yang menambah gaya geser tanah menurun (Effendi, 2016).

Tanah longsor yang disebabkan oleh curah hujan terjadi karena adanya tekanan yang diberikan air pada pori-pori tanah. Kondisi air bawah tanah dapat menyebabkan terjadinya proses jatuhnya pada bidang tanah dengan topografi lereng yang curam, hal ini dipengaruhi oleh proses infiltrasi pada tanah, karakteristik tanah, derajat kejenuhan dan riwayat hujan yang terjadi di lokasi tersebut (Sengupta et al., 2010).

### **2.5 Metode Frekuensi Rasio**

Metode frekuensi rasio didasarkan pada hubungan yang diamati antara sebaran titik longsor dan masing-masing faktor penyebab longsor, sehingga mengungkapkan korelasi antara lokasi longsor dan faktor penyebab longsor di daerah penelitian (Pradhan dan Lee, 2010). Nusantara dan Setianto (2015), mengatakan bahwa faktor-faktor penyebab longsor dibangun dan ditumpang-tindihkan menggunakan GIS untuk menghasilkan peta kerawanan longsor. Metode frekuensi rasio ini memiliki beberapa keunggulan yang sederhana baik dalam proses input, output dan kalkulasi yang mudah dipahami. Bahkan sejumlah besar data dapat diproses pada GIS dengan cepat dan mudah (Lee dan Pradhan, 2006).

Teknik statistik sederhana untuk mengetahui hubungan antara kejadian tanah longsor dan faktor penyebabnya dapat dilakukan dengan menggunakan metode frekuensi rasio (FR). Frekuensi rasio untuk setiap faktor penyebab longsor dihitung dengan membagi jumlah kejadian longsor dengan rasio luas wilayah. Jika nilai frekuensi rasio lebih besar dari 1,0 maka hubungan antara kejadian longsor dan faktor penyebab kuat, dan jika rasio lebih kecil dari 1,0 maka hubungan antara kejadian longsor dan faktor penyebab lemah (Lee & Sambath, 2006).

Nilai rasio pada setiap kelas menunjukkan derajat hubungan antara nilai rasio frekuensi yang dihitung dengan rumus (Soma dan Kubota, 2017):

$$Fr = \frac{Pxcl(nm)/\sum PnxL}{Pixel(nm)/\sum Pnx}, \text{ dimana:}$$

PxcL = jumlah pixel dengan tanah longsor didalam kelas n dari parameter m (nm)

Pixel = jumlah pixel di kelas n dari parameter m (nm)

$\sum PnxL$  = total piksel dari parameter m

$\sum Pnx$  = keseluruhan piksel dari area

Untuk membuat *Landslides Suspectibility Index* (LSI) atau indeks kerentanan tanah longsor, semua faktor penyebab dipetakan dalam bentuk peta raster dari nilai Fr kemudian dijumlahkan dengan menggunakan rumus (Soma dan Kubota, 2017):

$$LSI = Fr1 + Fr2 + \dots + Frn, \text{ dimana,}$$

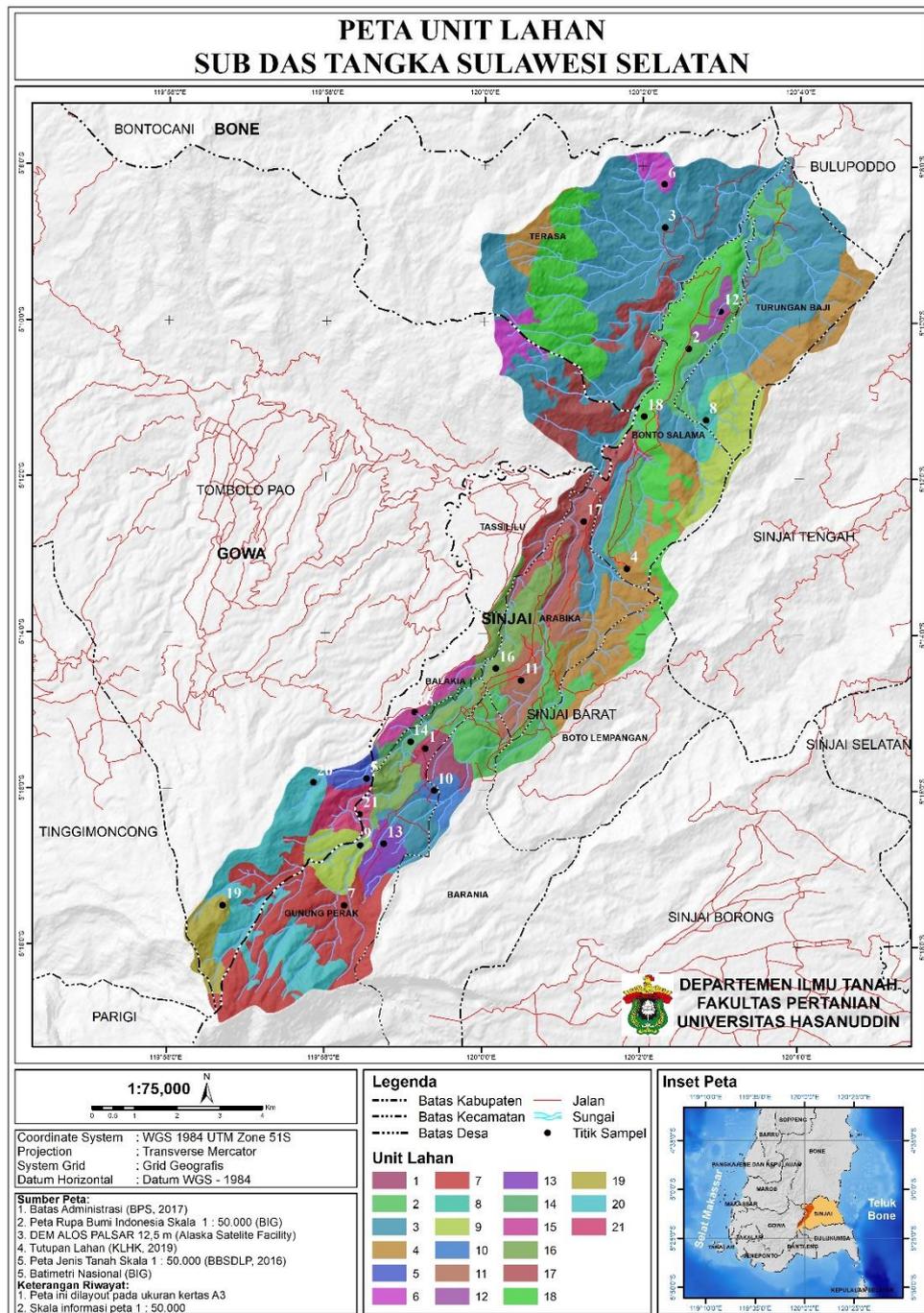
Fr1, Fr2, dan Frn = peta raster frekuensi rasio untuk faktor penyebab longsor.

Kemudian nilai LSI diklasifikasikan menjadi 5 kelas kerawanan yaitu kelas kerawanan sangat rendah, kelas kerawanan rendah, kelas kerawanan sedang, kelas kerawanan tinggi dan kelas kerawanan sangat tinggi yang disajikan dalam bentuk peta kerawanan longsor. Peta kerawanan longsor divalidasi dengan titik terjadinya longsor. Validasi ini menunjukkan seberapa baik model memprediksi longsor. Hasil validasi ini akan menghasilkan nilai akurasi prediksi berdasarkan AUC (*Area Under Curve*).

### 3. METODOLOGI

#### 3.1 Tempat dan waktu

Penelitian dilaksanakan di Sub DAS Tangka, Provinsi Sulawesi Selatan (Gambar 3-1). Analisis pengolahan data dilakukan di Laboratorium *Geographic Information System* (GIS) dan analisis sampel tanah dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2021 sampai bulan Agustus 2021.



Gambar 3-1. Peta lokasi penelitian Sub DAS Tangka