

SKRIPSI

**ANALISIS TINGKAT KERAWANAN TANAH
LONGSOR DENGAN MENGGUNAKAN METODE
FREQUENCY RATIO DI DAERAH ALIRAN SUNGAI
PAMUKKULU**

Disusun dan diajukan oleh

ANDI REZKI TENRIOLA

M011 18 1357



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS TINGKAT KERAWANAN TANAH LONGSOR DENGAN MENGUNAKAN METODE *FREQUENCY RATIO* DI DAERAH ALIRAN SUNGAI PAMUKKULU

Disusun dan diajukan oleh

ANDI REZKI TENRIOLA
M011 18 1357

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 24 November 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping


Andang Suryana Soma, S.Hut., M.P., Ph.D
NIP. 19780325200812 1 002


Rizki Amaliah, S.Hut., M.Hut
NIP. 19930528202101 6 001

Ketua Program Studi,




Dr. H. Syamsu Rijal, S.Hut., M.Si., IPU
NIP. 19770108200312 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Andi Rezki Tenriola
NIM : M011181357
Program Studi : Kehutanan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya berjudul

Analisis Tingkat Kerawanan Tanah Longsor dengan menggunakan metode
Frequency Ratio di Daerah Aliran Sungai Pamukkulu

Adalah karya tulis saya sendiri bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 29 November 2022


Andi Rezki Tenriola

ABSTRAK

Andi Rezki Tenriola (M011181357) Analisis Tingkat Kerawanan Tanah Longsor dengan menggunakan metode *Frequency Ratio* di Daerah Aliran Sungai Pamukkulu di bawah bimbingan Andang Suryana Soma dan Rizki Amaliah.

Bagian hulu DAS Pamukkulu terletak pada Kabupaten Gowa, yang dimana kejadian longsor sering kali terjadi di wilayah pegunungan atau perbukitan. Catatan Akhir Tahun 2019 WALHI SULSEL yang menyatakan bahwa Kabupaten Gowa merupakan satu dari 3 kabupaten dengan jumlah masyarakat yang terdampak paling banyak akibat bencana longsor yaitu 3.041 jiwa terdampak dan meninggal sebanyak 55 jiwa karena tertimbun. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor paling berpengaruh terhadap terjadinya tanah longsor dan menganalisis tingkat kerawanan tanah longsor menggunakan metode *frequency ratio* di Daerah Aliran Sungai Pamukkulu. Faktor penyebab pada penelitian ini adalah kemiringan lereng, ketinggian, arah lereng, kelengkungan, penutupan lahan, litologi, jarak ke sungai, jarak ke patahan, dan curah hujan. Hasil penelitian menunjukkan AUC tingkat keberhasilan dan tingkat prediksi menghasilkan akurasi yang tinggi masing-masing dengan 0,954 dan 0,956. Berdasarkan nilai *frequency ratio*, faktor kemiringan lereng, ketinggian dan penutupan lahan memiliki nilai *frequency ratio* yang paling tinggi. Kerawanan longsor dibagi menjadi lima kelas, yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Kerawanan longsor dengan kelas sangat tinggi dan tinggi adalah 2,22%. Sedangkan kerawanan kelas sangat rendah, rendah, dan sedang sebesar 97,78%.

Kata Kunci: Longsor, *Frequency Ratio*, DAS Pamukkulu.

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas segala limpahan nikmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi dengan judul “**Analisis Tingkat Kerawanan Tanah Longsor dengan menggunakan metode *Frequency Ratio* di Daerah Aliran Sungai Pamukkulu**”.

Atas selesainya skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada banyak pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan baik secara materi maupun non materi. Penghargaan dan terima kasih yang tak terhingga dipersembahkan kepada Bapak dan Ibu tersayang **Drs. Muhammad Said, M.Si** dan **Hj. Rosmawati, S.Pd., M.M** atas segala kasih sayang, pengorbanan, dukungan dalam suka dan duka, serta saudaraku terkasih **Andi Putra Alam** dan **Andi Agung Setiawan** atas segala dukungannya menuju kesuksesan. Penulis mengucapkan terima kasih dengan rasa se hormat-hormatnya kepada :

1. Bapak **Andang Suryana Soma, S.Hut., M.P., Ph.D** dan Ibu **Rizki Amaliah, S.Hut., M.Hut** selaku pembimbing 1 dan pembimbing 2 atas segala bantuannya dalam memberikan saran, membantu dan mengarahkan penulis mulai dari pemilihan tema, judul, metode hingga selesainya skripsi ini.
2. Bapak **Dr. Ir. H. Usman Arsyad, M.S., IPU** dan Bapak **Mukrimin, S.Hut., M.P., Ph.D** selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam perbaikan skripsi ini.
3. Bapak/ibu **Dosen Fakultas Kehutanan** yang senantiasa memberikan ilmu dengan penuh rasa tanggung jawab tanpa mengenal lelah serta seluruh **Staf Fakultas Kehutanan** yang selalu melayani pengurusan administrasi selama berada di lingkungan Fakultas Kehutanan.
4. Segenap keluarga besar **Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai** terkhusus **SOLUM 18** dan kakanda **Muh. Dandy Rachmat Ramadhan, Nur Intan Wiswati, Riska Sariyani, Putri Saridayana Thamrin, Syaeful Rahmat, Muh. Yusuf Fadhel** dan **Fahmi Fathurrahman** yang telah membantu dalam segala hal sehingga terselesaikannya skripsi ini.

5. Teman karibku **Nurul Haerani, Riska Amaliah, Nur Dwiyantri Utari, Andi Alif Chaeruddin** dan **Andika Jaya** yang senantiasa telah membantu selama penelitian khususnya dalam hal pengambilan data lapangan.
6. Teman-temanku tercinta **Talenta 17** yaitu **Hesty Pratiwi Putri, Andi Bunayya Nandini, Nur Dwiyantri Utari, Nurul Azila, Riska Amaliah, Juslina, Selvianty, Alfi Syahriani Hamzah, Wardah Wahyuni, Ulfa Dwiyantri, Darma Crusita Putri, Andika Jaya, Faiz Mutahhar, Abbas, Dicky, Muh. Edel** dan **Dewan Kirana**, terima kasih atas doa, motivasi dan bantuannya selama penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.
7. Segenap keluarga **UKM BELANTARA KREATIF** dan teman-teman **SOLUM 18** yang telah menjadi keluarga kedua di kampus tercinta, terima kasih atas kebersamaan dan pelajaran yang diberikan.
8. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu penelitian dan menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan, sehingga penulis menerima segala saran dan kritikan dari pembaca yang sifatnya membangun. Akhir kata, semoga hasil penelitian ini dapat memberi manfaat dan pengetahuan bagi kita semua.

Makassar, 28 November 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS).....	4
2.2 Tanah Longsor.....	6
2.2.1 Penyebab Terjadinya Tanah Longsor.....	7
2.2.2 Kawasan Rawan Bencana Tanah Longsor.....	11
2.3 Sistem Informasi Geografis (SIG).....	12
2.3.1 Data Spasial.....	12
2.3.2 Format Data Spasial	13
2.4 Metode <i>Frequency Ratio</i>	14
III. METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Waktu dan Tempat	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.3 Prosedur Penelitian.....	18
3.3.1 Teknik Pengumpulan Data.....	18
3.3.2 Inventarisasi Tanah Longsor	19
3.3.3 Persiapan Data.....	19
3.4 Analisis Data	22

3.5 Validasi Data	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Inventarisasi Tanah Longsor	24
4.2 Faktor-Faktor Penyebab Tanah Longsor Di DAS Pamukkulu Berdasarkan Analisis <i>Frequency Ratio</i>	27
4.3.1 Curah Hujan	30
4.3.2 Kelengkungan Bumi.....	32
4.3.3 Jarak dari Sungai	33
4.3.4 Arah Lereng	34
4.3.5 Jarak dari Patahan	35
4.3.6 Kemiringan Lereng	36
4.3.7 Ketinggian	37
4.3.8 Litologi	38
4.3.9 Penutupan Lahan.....	39
4.4 Validasi.....	41
4.5 Tingkat Kerawanan Tanah Longsor	43
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	52

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 1.	Alat yang digunakan dalam proses penelitian.....	17
Tabel 2.	Bahan yang digunakan dalam proses penelitian	17
Tabel 3.	Nilai FR dengan faktor-faktor penyebab tanah longsor.....	28
Tabel 4.	Nilai AUC dari hasil analisis ROC untuk tingkat sukses dan prediksi <i>frequency ratio</i> terhadap kejadian longsor.....	42
Tabel 5.	Karakteristik kelas kerawanan terhadap peta kerawanan longsor	43
Tabel 6.	Kelas kerawanan tanah longsor di DAS Pamukkulu berdasarkan administrasi.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 1.	Peta Lokasi Penelitian	16
Gambar 2.	Bagan Alur Penelitian	18
Gambar 3.	Bentuk interpretasi tanah longsor; (a) interpretasi tanah longsor pada Google Earth Pro; (b) titik tanah longsor hasil survei lapangan.....	25
Gambar 4.	Peta Sebaran Titik Tanah Longsor di DAS Pamukkulu.....	26
Gambar 5.	Peta Faktor-Faktor Penyebab Tanah Longsor	27
Gambar 6.	Grafik nilai FR pada setiap kelas curah hujan.....	31
Gambar 7.	Grafik nilai FR pada setiap kelas kelengkungan bumi.....	32
Gambar 8.	Grafik nilai FR pada setiap kelas jarak dari sungai.....	33
Gambar 9.	Grafik nilai FR pada setiap kelas arah lereng	34
Gambar 10.	Grafik nilai FR pada setiap kelas jarak dari patahan.....	35
Gambar 11.	Grafik nilai FR pada setiap kelas kemiringan lereng	36
Gambar 12.	Grafik nilai FR pada setiap kelas ketinggian	37
Gambar 13.	Grafik nilai FR pada setiap kelas litologi.....	38
Gambar 14.	Grafik nilai FR pada setiap kelas penutupan lahan	40
Gambar 15.	Kurva AUC hasil validasi ROC pemodelan kerawanan tanah longsor; (a) Kurva hasil kesuksesan model; (b) Kurva hasil prediksi model. .	42
Gambar 16.	Persentase area tingkat kerawanan tanah longsor	43
Gambar 17.	Peta Tingkat Kerawanan Tanah Longsor di DAS Pamukkulu.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Peta curah hujan di DAS Pamukkulu	59
Lampiran 2.	Peta kelengkungan bumi di DAS Pamukkulu	60
Lampiran 3.	Peta jarak dari sungai di DAS Pamukkulu	61
Lampiran 4.	Peta arah lereng di DAS Pamukkulu	62
Lampiran 5.	Peta jarak dari patahan di DAS Pamukkulu	63
Lampiran 6.	Peta kemiringan lereng di DAS Pamukkulu.....	64
Lampiran 7.	Peta ketinggian di DAS Pamukkulu	65
Lampiran 8.	Peta litologi di DAS Pamukkulu	66
Lampiran 9.	Peta penutupan lahan di DAS Pamukkulu.....	67
Lampiran 10.	Peta 9 (sembilan) faktor penyebab tanah longsor di DAS Pamukkulu.....	68
Lampiran 11.	Peta sebaran kejadian titik tanah longsor di DAS Pamukkulu	69
Lampiran 12.	Peta tingkat kerawanan tanah longsor di DAS Pamukkulu	70
Lampiran 13.	Data Curah Hujan Tahun 2017-2021 di DAS Pamukkulu	71
Lampiran 14.	Tabel Confusion Matrix Penutupan Lahan Tahun 2021 di DAS Pamukkulu.....	72
Lampiran 15.	Dokumentasi hasil validasi di lapangan	73

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan wilayah yang memiliki potensi rawan bencana alam yang tergolong besar, baik diakibatkan oleh manusia maupun faktor alam, antara lain berupa kebakaran hutan dan lahan, banjir, tanah longsor, gempa bumi, tsunami, angin topan serta letusan gunung api. Hal ini disebabkan oleh posisi geografis Indonesia yang terletak di daerah khatulistiwa, di antara Benua Asia dan Australia serta di antara Samudera Pasifik dan Hindia. Wilayah Indonesia berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama dunia, yang merupakan wilayah teritorial yang sangat rawan terhadap bencana alam (Sulistyo, 2016). Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) mencatat dari Januari hingga Oktober Tahun 2020, terdapat 2.339 bencana di Indonesia, di mana 108 bencana terjadi di Sulawesi Selatan, 32 di antaranya adalah longsor. Longsor sebagai salah satu bentuk bencana alam berupa perpindahan massa tanah secara alami dalam waktu yang singkat dan volume yang besar. Perpindahan massa tanah ini dapat menyebabkan kerusakan di daerah yang terkena dampaknya (Sallata, 2021).

Tanah longsor secara langsung juga dapat mempengaruhi hilangnya keanekaragaman hayati (bencana ekologi) dan rusaknya lahan (bencana degradasi lahan). Rusak dan hilangnya keanekaragaman hayati (tumbuhan dan hewan) akan mempengaruhi siklus hidrologi secara lokal maupun secara global. Menurut Zhiddiq (2016), dalam konteks penanggulangan bencana saat ini, upaya-upaya yang dilakukan masyarakat dan pemangku kepentingan belum optimal padahal yang sangat diperlukan adalah paradigma mitigasi melalui antisipasi bencana untuk tujuan meminimalisir korban dan mengurangi resiko bencana bagi masyarakat yang berada pada kawasan rawan bencana.

Sebanyak 11 Kabupaten di Sulawesi Selatan dinyatakan oleh Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah (Bapedalda) Sulawesi Selatan sebagai daerah rawan longsor pada musim penghujan. Kabupaten-kabupaten tersebut adalah Enrekang, Tana Toraja, Palopo, Luwu Utara, Luwu Timur, Soppeng, Wajo, Sinjai, Jeneponto, Bantaeng dan Gowa. Daerah-daerah tersebut

menjadi rawan karena kawasan hutan yang telah gundul. Akibat bencana tersebut, tidak sedikit rumah warga yang rusak, harta benda hilang, bahkan sudah banyak memakan korban jiwa seperti kasus yang pernah terjadi di Kabupaten Sinjai, Kabupaten Gowa, Kabupaten Palopo dan beberapa daerah lainnya di Sulawesi Selatan (Nasiah dan Invanni, 2014).

Wilayah DAS Pamukkulu yang secara administrasi berada di 3 (tiga) kabupaten yaitu Kabupaten Gowa, Kabupaten Takalar dan Kabupaten Jeneponto. Bagian hulu DAS Pamukkulu terletak pada Kabupaten Gowa, yang dimana kejadian longsor sering kali terjadi di wilayah pegunungan atau perbukitan. Hal ini sejalan dengan Catatan Akhir Tahun 2019 WALHI SULSEL yang menyatakan bahwa Kabupaten Gowa merupakan satu dari 3 kabupaten dengan jumlah masyarakat yang terdampak paling banyak akibat bencana longsor yaitu 3.041 jiwa terdampak dan meninggal sebanyak 55 jiwa karena tertimbun. Maka perlu dilakukan antisipasi melalui identifikasi wilayah yang rawan longsor serta faktor-faktor yang berhubungan dengan tingkat kerawanan longsor di wilayah tersebut yang dalam penelitian ini menggunakan metode *frequency ratio*.

Menurut Nusantara dan Setianto (2015), *Frequency ratio* merupakan metode dalam menganalisis tingkat kerawanan tanah longsor yang didasarkan pada hubungan antara lokasi kejadian tanah longsor dan faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya tanah longsor. Menurut Lee dan Pradhan, (2006) beberapa faktor yang menjadi penyebab tanah longsor yaitu; kemiringan lereng, kelengkungan, jarak dari drainase/sungai yang bersumber dari basis data topografi; litologi diambil dari basis data geologi; tutupan lahan dari citra satelit; dan distribusi curah hujan. Tazik dkk, (2014) juga mengungkapkan beberapa faktor diantaranya ketinggian serta jarak dari patahan. Arah lereng juga dipandang sebagai faktor kerawanan karena mengontrol beberapa parameter iklim (Gholami dkk., 2019).

Beberapa peneliti sebelumnya telah mengkaji tingkat kerawanan tanah longsor dengan menggunakan metode *frequency ratio*. Menurut Pratiwi (2018) dalam Grizelda (2020) bahwa metode *frequency ratio* memiliki kelebihan dibanding dengan metode lain. Metode *frequency ratio* merupakan metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kejadian tanah longsor di masa depan

dengan menggunakan kondisi yang sama dengan kejadian tanah longsor di masa lalu. Hal ini juga dipertegas oleh Gholami dkk., (2019) bahwa metode *frequency ratio* memiliki akurasi prediksi yang lebih tinggi dibandingkan metode indeks tanah longsor dan *fuzzy gamma* dimana nilai yang dihasilkan memungkinkan untuk identifikasi daerah yang paling bermasalah dan dapat memprediksi lokasi longsor di masa depan yang belum pernah terjadi sebelumnya.

Berdasarkan uraian masalah tersebut maka diperlukan penggunaan metode untuk membantu memprediksi tingkat kerawanan tanah longsor yang terjadi di DAS Pamukkulu dalam hal ini menggunakan metode *frequency ratio*. Hal ini perlu dilakukan sebagai bahan informasi untuk pertimbangan dalam setiap pemanfaatan ruang serta memberikan gambaran yang dapat mendasari perencanaan dalam upaya mitigasi terjadinya bencana longsor.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Berdasarkan uraian diatas, maka tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengidentifikasi sebaran tanah longsor dan faktor yang sangat berpengaruh terhadap terjadinya tanah longsor di DAS Pamukkulu.
2. Menganalisis tingkat kerawanan tanah longsor di DAS Pamukkulu.

Hasil penelitian ini diharapkan menjadi sumber informasi bagi masyarakat juga pemerintah mengenai tingkat kerawanan tanah longsor dengan melihat faktor penyebabnya, serta sebagai acuan mitigasi dan adaptasi bencana tanah longsor di DAS Pamukkulu.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) didefinisikan sebagai suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2012).

Fungsi suatu daerah aliran sungai (DAS) merupakan fungsi gabungan yang dilakukan oleh seluruh faktor yang pada DAS tersebut, yaitu vegetasi, bentuk wilayah topografi, tanah dan permukiman. Apabila salah satu dari faktor tersebut di atas mengalami perubahan, maka hal tersebut mempengaruhi pula ekosistem DAS. Sedangkan perubahan ekosistem, juga akan menyebabkan gangguan terhadap bekerjanya fungsi DAS, sehingga tidak sebagai mana mestinya (Oktarian, 2016).

DAS menjadi suatu bentuk ekosistem yang terdiri dari komponen biotik dan abiotik yang saling berinteraksi membentuk suatu kesatuan yang teratur. Komponen-komponen yang berinteraksi dalam suatu DAS tidak dapat berdiri sendiri karena merupakan suatu bentuk kesatuan, dimana komponen-komponen tersebut saling mendukung dan menjalankan suatu fungsi dan kerja tertentu yang mengarah pada tujuan hubungan timbal balik dalam suatu ekosistem. Hubungan timbal balik tersebut merupakan suatu fungsi ekologi yang membentuk ekosistem DAS itu sendiri. Aktivitas dari salah satu komponen dalam suatu ekosistem DAS akan memberikan pengaruh terhadap ekosistem lainnya (Hidayat dkk., 2014).

Pengelolaan DAS menjadi upaya dalam mengelola hubungan timbal balik antar sumberdaya alam terutama vegetasi, tanah dan air dengan sumberdaya manusia di DAS dan segala aktivitasnya untuk mendapatkan manfaat ekonomi dan jasa lingkungan bagi kepentingan pembangunan dan kelestarian ekosistem DAS. Pengelolaan DAS pada prinsipnya adalah pengaturan tata guna lahan atau optimalisasi penggunaan lahan untuk berbagai kepentingan secara rasional serta praktek lainnya yang ramah lingkungan sehingga dapat dinilai dengan indikator

kunci (*ultimate indicator*) kuantitas, kualitas dan kontinuitas aliran sungai pada titik pengeluaran (*outlet*) DAS.

Menurut Atmojo, (2008) 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. Direktorat Kehutanan dan Konservasi Sumberdaya Air, (2008) mengklasifikasikan DAS menjadi tiga bagian yaitu, hulu mempunyai arti penting terutama dari segi perlindungan fungsi tata air, karena itu setiap terjadinya kegiatan di daerah hulu akan menimbulkan dampak di daerah hilir dalam bentuk perubahan fluktuasi debit dan transport sedimen serta material terlarut dalam sistem aliran airnya. Risdiyanto, (2011) menambahkan 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 erosi dengan mekanisme yang berbeda.

Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2012, menambahkan bahwa pengelolaan DAS secara utuh diselenggarakan melalui tahapan : perencanaan, pelaksanaan, monitoring dan evaluasi, pembinaan dan pengawasan. Maka untuk itu, pengelolaan DAS yang dilakukan secara terpadu, diperlukan perencanaan yang baik, menyeluruh, berkelanjutan, dan berwawasan lingkungan dengan mempertimbangkan DAS sebagai suatu unit pengelolaan hal ini dapat menghindarkan dari bencana alam yang merugikan seperti banjir, kekeringan maupun tanah longsor. Kondisi DAS dikatakan baik jika memenuhi beberapa kriteria (Direktorat Kehutanan dan Konservasi Sumberdaya Air, 2008) ;

- a. Debit sungai konstan dari tahun ke tahun
- b. Kualitas air baik dari tahun ke tahun
- c. Fluktuasi debit antara debit maksimum dan minimum kecil
- d. Ketinggian muka air konstan dari tahun ke tahun

Bagian hulu dari suatu DAS memegang peranan penting terhadap keseluruhan DAS, karena keberlangsungan kondisi air dari hulu sampai hilir sangat dipengaruhi bagaimana kondisi DAS di bagian hulu tersebut. Alih fungsi lahan di bagian hulu tidak hanya mempengaruhi kondisi di daerah tersebut, akan tetapi juga mempengaruhi bagaimana kualitas air, debit, dan sedimen yang nantinya akan sampai di bagian hilir. Peraturan Direktur Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Nomor: P.04/V-SET/2009 menyebutkan bahwa perubahan kondisi hidrologis suatu DAS yang berdampak negatif seperti erosi dan sedimen, penurunan produktivitas lahan dan degradasi lahan dipicu oleh faktor kegiatan manusia, selain faktor peristiwa alam. Sehingga diperlukan kegiatan-kegiatan yang dapat mendukung proses identifikasi kondisi DAS sehingga dapat direncanakan pengelolaan DAS yang sesuai.

2.2 Tanah Longsor

Longsor adalah salah satu bencana alam yang sering terjadi, longsor dapat berakibat buruk bagi makhluk hidup, ada banyak hal yang mempengaruhi terjadinya bencana longsor. Menurut Nandi (2007), tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material laporan, bergerak ke bawah atau keluar lereng. Secara geologi tanah longsor adalah suatu peristiwa geologi dimana terjadi pergerakan tanah seperti jatuhnya bebatuan atau gumpalan besar tanah. Anwar (2012) menambahkan hal-hal penyebab longsor ini dipacu oleh adanya hujan lebat atau intensitas tinggi, sehingga tanah tidak mampu lagi menahan hantaman air hujan dan tergelincir ke bawah.

Pengertian tentang istilah longsor diatas memiliki satu kesamaan yaitu pergerakan massa tanah dalam jumlah yang besar. Pergerakan massa merupakan bentuk pencarian keseimbangan alam. Secara umum pergerakan massa tidak hanya terjadi pada tanah saja tetapi juga dapat terjadi pada batuan ataupun es. Longsoran massa sebenarnya bukanlah suatu bencana alam karena kejadiannya merupakan proses alami dalam mencari keseimbangan alam, tetapi longsoran massa tersebut akan menjadi sebuah bencana ketika menimbulkan berbagai kerugian bagi manusia (Sriyono, 2012).

Menurut (Bayuaji dkk., (2016), longsor merupakan suatu bentuk erosi dimana perpindahan massa batuan dan tanah dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah karena terjadi pergerakan. Tanah longsor yang banyak terjadi di Indonesia biasanya terjadi pada topografi terjal, dengan pengaruh dari iklim, faktor-faktor tersebut akan saling mempengaruhi satu sama lain dan menentukan besar dan luasnya bencana tanah longsor (Abrauw, 2017). Selain itu banyak dampak yang dapat ditimbulkan oleh bencana longsor bagi manusia atau makhluk hidup lainnya. Nandi (2007), menyatakan dampak yang ditimbulkan dengan terjadinya tanah longsor sebagai berikut:

- a. Dampak longsor terhadap kehidupan meliputi:
 - 1) Bencana longsor banyak menelan korban jiwa.
 - 2) Terjadinya kerusakan infrastruktur publik seperti jalan, jembatan, dan sebagainya.
 - 3) Kerusakan bangunan-bangunan seperti gedung perkantoran, perumahan penduduk, dan menghambat proses aktivitas manusia.
- b. Dampak terhadap lingkungan seperti:
 - 1) Terjadinya kerusakan lahan.
 - 2) Hilangnya vegetasi penutup tanah.
 - 3) Terganggunya keseimbangan ekosistem.
 - 4) Lahan menjadi kritis sehingga cadangan air bawah tanah menipis, dan terjadinya tanah longsor dapat menutup lahan seperti sawah, kebun serta lahan produktif lainnya.

Sobirin dkk., (2017) menambahkan dampak dari tanah longsor bahwa akibat lanjutan dari bencana ini adalah kegiatan masyarakat akan terganggu dan menimbulkan kerugian tidak hanya materi, tetapi juga non material, seperti kematian. Kejadian longsor yang seringkali mengakibatkan jatuhnya korban jiwa karena terjadi secara tiba tiba sehingga penduduk yang tertimpa longsor tidak dapat melarikan diri.

2.2.1 Penyebab Terjadinya Tanah Longsor

Beberapa Faktor penyebab Tanah longsor seperti yang dikemukakan oleh Arifin dkk., (2006) antara lain; iklim, topografi, penggunaan lahan atau vegetasi,

tanah yang meliputi (jenis tanah, kelembaban tanah, kandungan liat), dan pengelolaan lahan dan faktor-faktor lain (geomorfologi/bentuk lahan, litologi, tekstur tanah, kelembaban tanah, geologi). Sementara itu, Priyono dkk., (2006) menambahkan, potensi terjadinya gerakan pada lereng juga tergantung pada kondisi batuan dan tanah penyusun lerengnya, struktur geologi, curah hujan, vegetasi penutup, dan penggunaan lahan pada lereng tersebut.

Menurut Khosiah dan Ariani, (2017) tanah longsor terjadi sebagai akibat dari bergeraknya massa tanah atau batuan yang bergerak di sepanjang lereng atau di luar lereng karena faktor gravitasi. Kekuatan gravitasi yang dipaksakan pada tanah-tanah miring melebihi kekuatan memecah ke samping yang mempertahankan tanah-tanah tersebut pada posisinya, kandungan air yang tinggi menjadikan tanah menjadi lebih berat, yang meningkatkan beban, dan mengurangi kekuatan (Nandi, 2007).

a. Curah hujan

Sobirin dkk., (2017) menyatakan bahwa salah satu faktor penting yang dapat menyebabkan terjadinya longsor adalah curah hujan, dimana ketika intensitas curah hujan tinggi dalam waktu yang lama, menyebabkan air hujan yang turun dan meresap kedalam tanah akan merusak struktur batuan yang kompak dan kedap air. Lama kelamaan batuan tersebut akan pecah dan materi pecahan batuan akan terbawa oleh aliran air sehingga longsor terjadi.

b. Kemiringan terjal

Lereng merupakan kenampakan bumi yang biasanya berbentuk cembung di bagian atas dan cekung di bagian bawahnya. Semakin curam kemiringan lereng, maka akan semakin besar pula potensi longsor pada suatu wilayah terjadi, dan sebaliknya, semakin kecil besaran lereng maka akan semakin kecil potensi longsor yang terjadi di suatu wilayah tersebut (Sobirin dkk., 2017).

c. Batuan/litologi

Batuan yang kurang kuat akan menjadi pemicu longsor, batuan ini akan mudah menjadi tanah apabila mengalami proses pelapukan dan umumnya rentan terhadap tanah longsor dan didukung oleh kemiringan yang curam. Di dalam tubuh batuan yang telah mengalami pelapukan yang jelas adalah berubahnya fragmen batuan yang semula keras menjadi fragmen-fragmen

yang lebih kecil, sehingga gaya tarik menarik antar butir fragmen lapuk menjadi kecil, sehingga dapat mempertinggi proses baik proses infiltrasi dan perkolasi dan mempengaruhi terhadap rendahnya stabilitas lereng, terutama pada lahan-lahan dengan kemiringan lereng yang besar (Nasiah dan Invanni, 2014).

d. Penutupan lahan

Wahyunto dkk. (2007) dalam Anwar (2012) mengatakan bahwa penggunaan lahan seperti persawahan maupun tegalan dan semak belukar, terutama pada daerah-daerah yang mempunyai kemiringan lahan terjal umumnya sering terjadi tanah longsor. Minimnya penutupan permukaan tanah dan vegetasi, sehingga perakaran sebagai pengikat tanah menjadi berkurang dan mempermudah tanah menjadi retak-retak pada musim kemarau. Pada musim penghujan air akan mudah meresap ke dalam lapisan tanah melalui retakan tersebut dan dapat menyebabkan lapisan tanah menjadi jenuh air. Hal demikian cepat atau lambat akan mengakibatkan terjadinya longsor atau gerakan tanah.

Pemanfaatan lahan dapat menjadi faktor pengontrol gerakan tanah dan meningkatkan resiko gerakan tanah karena pemanfaatan lahan akan berpengaruh pada tutupan lahan (*land cover*) yang ada. Tutupan lahan dalam bentuk tanaman-tanaman hutan akan mengurangi erosi. Adapun tutupan lahan dalam bentuk permukiman, sawah dan kolam akan rawan terhadap erosi, lebih-lebih lahan tanpa penutup akan sangat rawan terhadap erosi yang akan mengakibatkan gerakan tanah (Anwar, 2012).

e. Jarak dari patahan

Lereng-lereng terjal yang dipengaruhi struktur geologi seperti patahan, rekahan, lipatan, lebih rentan terhadap gejala longsor, apalagi jika arah pelapisan batuan searah dengan kemiringan lereng dan terdapat patahan aktif. Secara geomorfologi, tanah longsor memperlihatkan gawir (tebing terjal) berbentuk lurus-melengkung, lereng yang miring ke belakang, relief berbukit-bukit tak beraturan, serta adanya rekahan-rekahan dan kelurusan-kelurusan. Di daerah yang rawan longsor biasanya kandungan airnya banyak, ada sungai yang terbendung atau terbelokkan. Indikasi lain adalah pola sebaran tanaman

yang tidak beraturan akibat gerakangerakan tanah, termasuk tanaman yang tumbang dan mati (Risdiyanto, 2011).

f. Jarak dari sungai

Saat hujan terjadi, air hujan akan mencari titik terendah dari sebuah permukaan, bersamaan dengan air limpasan yang muncul dari bawah permukaan akan mengisi dan mengalir di sungai. Aliran air di sungai akan secara bertahap mengikis dinding sungai. Jika sungai tersebut tepat berada di samping lereng, aktivitas erosi sungai akan memicu terjadinya longsor pada dinding sungai. Oleh karena itu perlu ditinjau kestabilan lereng pada jarak buffer dari tepi sungai dengan besaran tertentu. Semakin dekat suatu area dengan longsor, maka semakin mungkin untuk terjadinya longsor (Agustina dkk., 2020).

g. Arah lereng

Arah lereng sebagai salah satu faktor yang memberikan pengaruh terhadap terjadinya longsor. Arah lereng akan menentukan besarnya jumlah curah hujan, jumlah sinar matahari serta struktur morfologi di suatu wilayah sehingga menyebabkan batuan mudah mengalami pelapukan akibat curah hujan dan mengakibatkan tingginya potensi terjadi tanah longsor (Pourghasemi dkk., 2012).

h. Kelengkungan bumi

Istilah kelengkungan secara teoritis didefinisikan sebagai laju perubahan gradien lereng atau aspek, biasanya dalam arah tertentu (Pourghasemi dkk., 2012). Kelengkungan permukaan pada suatu titik adalah kelengkungan garis yang dibentuk oleh persimpangan permukaan dengan bidang orientasi yang spesifik, dengan melewati titik tersebut. Bentuk lengkung atau kemiringan memiliki tiga kategori: 1. cekung (nilai negatif), 2. cembung (nilai positif) dan 3. datar (nilai nol) (Gholami dkk., 2019). Parameter ini merupakan salah satu faktor yang mengendalikan tanah longsor.

i. Ketinggian

Ketinggian merupakan salah satu penentu kerawanan tanah longsor. Semakin tinggi suatu tempat, semakin besar kekuatan tanah yang terjatuh karena adanya pengaruh gravitasi. Beberapa peneliti menggunakan ketinggian

sebagai parameter pengendali longsor dan telah menemukan bahwa aktivitas longsor dengan cekungan tertentu terjadi pada ketinggian tertentu (Tazik dkk., 2014).

2.2.2 Kawasan Rawan Bencana Tanah Longsor

Menurut Undang - Undang Nomor 24 Tahun 2007, Kerawanan bencana adalah kondisi atau karakteristik geologis, biologis, hidrologis, klimatologis, geografis, sosial, budaya, politik, ekonomi, dan teknologi pada suatu wilayah untuk jangka waktu tertentu yang mengurangi kemampuan mencegah, meredam, mencapai kesiapan, dan mengurangi kemampuan untuk menanggapi dampak buruk bahaya tertentu. Prawiradisastra, (2014) menambahkan daerah rawan longsor umumnya terletak di lereng-lereng perbukitan atau pegunungan. Zona kerawanan bencana longsor menurut Sulistio dkk., (2020) dibedakan berdasarkan karakter dan kondisi alamnya dan tipologi daerah rawan longsor diklasifikasikan dalam tiga zona, yang ditentukan berdasarkan hidrogeomorfologinya, sebagai berikut:

a. Zona Tipe A

Daerah zona tipe A daerah ini berpotensi tinggi untuk terjadinya tanah longsor pada daerah lereng gunung, lereng pegunungan, lereng bukit, lereng perbukitan, dan tebing sungai dengan kemiringan lereng diatas 40% dengan ketinggian di atas 2000 meter di atas permukaan laut.

b. Zona tipe B

Zona berpotensi longsor pada daerah kaki gunung, kaki pegunungan, kaki bukit, kaki perbukitan, dan tebing sungai dengan kemiringan lereng antara 21% sampai dengan 40% dngan ketinggian di atas 500 - 2000 mdpl.

c. Zona Tipe C

Zona berpotensi longsor pada daerah dataran tinggi, dataran rendah, tebing sungai, atau lembah sungai dengan kemiringan lereng berkisar antara 0% sampai dengan 20% dengan ketinggian 0 - 500 mdpl.

2.3 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Menurut Prahasta (2002) dalam Wibowo dan Kanedi (2015), Sistem Informasi Geografis atau sering disingkat SIG adalah sistem komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, memeriksa, mengintegrasikan, dan menganalisis informasi-informasi yang berhubungan dengan permukaan bumi. Pada dasarnya, istilah sistem informasi geografi merupakan gabungan dari tiga unsur pokok yaitu sistem, informasi, dan geografi. Dengan demikian, pengertian terhadap ketiga unsur-unsur pokok ini akan sangat membantu dalam memahami SIG. Dengan melihat unsur-unsur pokoknya, maka jelas SIG merupakan salah satu sistem informasi.

Menurut Masykur, (2014) secara umum SIG bekerja dengan 4 komponen, yaitu data yang bekerja dengan dua tipe model data geografis, yaitu model data vektor dan model data raster, komponen kedua *software* adalah *tools* yang mampu menyimpan data, analisis dan menampilkan informasi geografi, komponen ketiga *hardware* atau perangkat komputer yang memiliki spesifikasi tinggi untuk menjalankan *software* SIG seperti kapasitas *memory* (RAM) dan *harddisk*, komponen keempat *user* atau pengguna.

Model data vektor seperti titik (*point*), *line* dan *polygon*, sedangkan model data raster seperti grid (*pixel*), data yang disimpan dalam format ini data hasil *scanning*, seperti citra satelit digital. Sedangkan model data non spasial data atribut adalah data yang menyimpan atribut dari kenampakan kenampakan permukaan bumi atau data yang disajikan dalam bentuk tabel yang berisi informasi objek di dalam data spasial dan berbentuk data tabular yang melekat langsung dengan data spasial (Wibowo dan Kanedi, 2015).

2.3.1 Data Spasial

Sebagian besar data yang akan ditangani dalam SIG merupakan data spasial, data yang berorientasi geografis. Data ini memiliki sistem koordinat tertentu sebagai dasar referensinya dan mempunyai dua bagian penting yang berbeda dari data lain, yaitu informasi lokasi (spasial) dan informasi deskriptif (atribut) yang dijelaskan berikut ini (Wibowo dan Kanedi, 2015):

- a. Informasi lokasi (spasial), berkaitan dengan suatu koordinat baik koordinat geografi (lintang dan bujur) dan koordinat XYZ, termasuk diantaranya informasi datum dan proyeksi.
- b. Informasi deskriptif (atribut) atau informasi non spasial, suatu lokasi yang memiliki beberapa keterangan yang berkaitan dengannya. Contoh jenis vegetasi, populasi, luasan, kode pos, dan sebagainya.

2.3.2 Format Data Spasial

Secara sederhana format dalam bahasa komputer berarti bentuk dan kode penyimpanan data yang berbeda antara file satu dengan lainnya. Dalam SIG, data spasial dapat direpresentasikan dalam dua format, yaitu (Wibowo dan Kanedi, 2015):

a. Data Vektor

Data vektor merupakan bentuk bumi yang direpresentasikan ke dalam kumpulan garis, area (daerah yang dibatasi oleh garis yang berawal dan 95 berakhir pada titik yang sama), titik dan nodes (titik perpotongan antara dua buah garis). Keuntungan utama dari format data vektor adalah ketepatan dalam merepresentasikan fitur titik, batasan dan garis lurus. Hal ini sangat berguna untuk analisa yang membutuhkan ketepatan posisi, misalnya pada basis data batas-batas kadaster. Contoh penggunaan lainnya adalah untuk mendefinisikan hubungan spasial dari beberapa *feature*. Namun kelemahan data vektor yang utama adalah ketidakmampuannya dalam mengakomodasi perubahan gradual.

b. Data Raster

Data raster (sel grid) adalah data yang dihasilkan dari sistem penginderaan jauh. Pada data raster, obyek geografis direpresentasikan sebagai struktur sel grid yang disebut dengan piksel (*picture element*). Pada data raster, resolusi (definisi visual) tergantung pada ukuran piksel-nya. Dengan kata lain, resolusi piksel menggambarkan ukuran sebenarnya di permukaan bumi yang diwakili oleh setiap piksel pada citra. Semakin kecil ukuran permukaan bumi yang direpresentasikan oleh satu sel, semakin tinggi resolusinya. Data raster sangat baik untuk merepresentasikan batas-batas yang berubah secara gradual, seperti jenis tanah, kelembaban tanah, vegetasi, suhu tanah dan sebagainya. Keterbatasan utama dari

data raster adalah besarnya ukuran file. Semakin tinggi resolusi gridnya, semakin besar ukuran filenya, dan ini sangat bergantung pada kapasitas perangkat keras yang tersedia. Masing-masing format data mempunyai kelebihan dan kekurangan. Pemilihan format data yang digunakan sangat tergantung pada tujuan penggunaan, data yang tersedia, volume data yang dihasilkan, ketelitian yang diinginkan, serta kemudahan dalam analisa. Data vektor relatif lebih ekonomis dalam hal ukuran file dan presisi dalam lokasi, tetapi sangat sulit untuk digunakan dalam komputasi matematis. Sedangkan data raster biasanya membutuhkan ruang penyimpanan file yang lebih besar dan presisi lokasinya lebih rendah, tetapi lebih mudah digunakan secara matematis.

2.4 Metode *Frequency Ratio*

Pada pendugaan kerentanan tanah longsor dapat dilakukan metode pemetaan tidak langsung. Salah satu metode pemetaan tidak langsung adalah metode *Frequency ratio* (FR). Menurut Lee dan Lee, (2006) dalam Handayani dan Singarimbun (2016) FR adalah hasil antara area kejadian longsor terhadap total area dan juga rasio probabilitas kejadian longsor terhadap ketidakjadian longsor untuk faktor atribut yang diberikan. Sementara menurut Lee dan Pradhan, (2006) metode *frequency ratio* merupakan metode yang dibangun berdasarkan hubungan antara lokasi kejadian tanah longsor dan faktor-faktor yang mengontrol terjadinya tanah longsor. Oleh karena itu, semakin besar nilai rasionya, semakin besar hubungan antara kejadian longsor dengan faktor yang terkait dengan longsor tersebut. Semakin kecil resikonya semakin kecil hubungan antara kejadian longsor dan faktor yang terkait.

Secara umum untuk melihat kejadian longsor perlu diasumsikan bahwa kejadian longsor ditentukan oleh faktor-faktor yang terkait dengan longsor. Teknik statistika sederhana untuk dapat menentukan kedekatan antara hubungan kejadian tanah longsor dengan faktor penyebabnya dapat diterapkan dengan pendekatan *frequency ratio*. Metode *frequency ratio* merupakan metode yang dibangun berdasarkan hubungan antara lokasi kejadian tanah longsor dan faktor-faktor yang mengontrol terjadinya tanah longsor. Oleh karena itu, semakin besar

rasio > 1 maka semakin besar hubungan antara kejadian longsor dengan faktor penyebabnya, sebaliknya jika nilai $FR < 1$ maka kejadian longsor dengan faktor penyebabnya rendah (Lee dan Pradhan, 2006).

Menghitung nilai FR untuk setiap faktor yang digunakan adalah rasio kejadian longsor dan tidak terjadi longsor dihitung untuk setiap faktor yang digunakan, dan rasio luas untuk setiap jenis faktor terhadap luas wilayah dihitung. Terakhir, *frequency ratio* untuk setiap faktor dihitung dengan membagi rasio kejadian longsor dengan rasio luas (Lee dan Pradhan, 2006). Selain itu Fadilah dkk., (2019) menyatakan untuk membuat peta kerawanan longsor maka perlu untuk menghitung indeks kerawanan tanah longsor dengan menjumlahkan semua faktor penyebab berupa peta raster dari nilai *frequency ratio*.