

SKRIPSI

**ANALISIS TINGKAT KERAWANAN TANAH
LONGSOR DENGAN MENGGUNAKAN METODE
FREKUENSI RASIO DI DAERAH ALIRAN SUNGAI
TAKALASI**

Disusun dan diajukan oleh

NURVENI

M011 19 1074



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS TINGKAT KERAWANAN TANAH LONGSOR DENGAN
MENGUNAKAN METODE FREKUENSI RASIO DI DAERAH ALIRAN
SUNGAI TAKALASI**

Disusun dan diajukan oleh

**NURVENI
M011 19 1074**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kehutanan

Fakultas Kehutanan

Universitas Hasanuddin

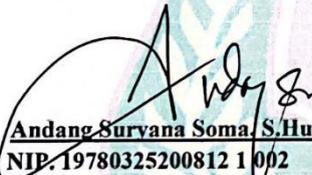
Pada tanggal 1 November 2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


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


Dr. Ir. H. Usman Arsyad, M.S. IPU
NIP. 19540107201901 5 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Kehutanan,



Dr. Ir. Sitti Nuraeni, M.P.
NIP. 19680410199512 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nurveni
NIM : M011 19 1074
Program Studi : Kehutanan
Jenjang : S1

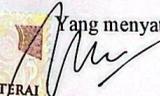
Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**“ANALISIS TINGKAT KERAWANAN TANAH LONGSOR DENGAN
MENGUNAKAN METODE FREKUENSI RASIO DI DAERAH ALIRAN
SUNGAI TAKALASI”**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain, bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

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

Makassar, 1 November 2023

Yang menyatakan

Nurveni



ABSTRAK

Nurveni (M011191074). Analisis Tingkat Kerawanan Tanah Longsor dengan Menggunakan Metode Frekuensi Rasio di Daerah Aliran Sungai Takalasi. dibawah bimbingan Andang Suryana Soma dan Usman Arsyad

Tanah longsor mempunyai peranan penting dalam evolusi bentang alam, terjadi hampir di mana-mana, dan menjadi salah satu bencana alam yang sering terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor paling berpengaruh terhadap terjadinya tanah longsor dan menganalisis tingkat kerawanan tanah longsor menggunakan metode frekuensi rasio di Daerah Aliran Sungai Takalasi. Metode ini untuk mengidentifikasi wilayah rentan tanah longsor berdasarkan data kejadian longsor di masa lalu yang dapat dijadikan parameter untuk mitigasi bencana longsor dan diaplikasikan menggunakan aplikasi GIS dengan data-data sekunder seperti DEM, citra sentinel 2A, data curah hujan, dan peta geologi. Data tersebut merepresentasikan faktor-faktor yang memengaruhi tanah longsor yaitu penutupan lahan, jarak patahan, curah hujan, jarak sungai, ketinggian, litologi, kelengkungan bumi, arah lereng, dan lereng. Berdasarkan nilai frekuensi rasio, faktor ketinggian, arah lereng, dan litologi memiliki nilai frekuensi rasio yang paling tinggi. Kerawanan tanah longsor dibagi menjadi 5 kelas yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi dengan hasil analisis AUC tingkat kesuksesan model dan prediksi mencapai nilai akurasi sebesar 0,858 dan 0,853 sehingga dapat diterapkan dalam upaya mitigasi tanah longsor.

Kata Kunci: Longsor, Frekuensi Rasio, DAS Takalasi

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas seluruh curahan rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis mampu melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi dengan judul “**Analisis Tingkat Kerawanan Tanah Longsor dengan menggunakan metode Frekuensi Rasio di Daerah Aliran Sungai Takalasi**” ini tepat pada waktunya. Skripsi ini ditulis dalam rangka memenuhi syarat untuk mencapai gelar Sarjana Kehutanan Universitas Hasanuddin.

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 **Sanwar** dan **Sukma** atas segala kasih sayang, pengorbanan, dukungan dalam suka dan duka, serta saudariku terkasih **Asfiyunita, A.md. AK** 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 Bapak **Dr. Ir. H. Usman Arsyad, M.S., IPU** 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. Ibu **Rizki Amaliah, S.Hut., M.Hut** dan Bapak **Dr. Ir. A. Sadapotto, M. P** selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam perbaikan skripsi ini.
3. Ketua Departemen Kehutanan Ibu **Dr. Ir. Nuraeni, M.P.** dan **Seluruh Dosen Pengajar** serta **Staf Administrasi** Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin Makassar.
4. Terima kasih kepada teman-teman penulis yang telah memberi bantuan serta dukungan selama penulis melakukan penelitian khususnya dalam hal pengambilan data lapangan yaitu **Fajrin Pasbah, Jeamshen Christian Simon, Risaldi Marcel, dan Sehryna Ishak.**
5. Segenap keluarga besar **Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai** terkhusus **Leonidas 19** dan kakanda **Muh. Dandy Rachmat Ramadhan, S.Hut** dan **Sarah Nurul Hikmah, S.Hut** yang telah membantu dalam segala

hal sehingga terselesaikannya skripsi ini.

6. Kepada sahabat penulis **Annisa, Wa Ode Ainnayah Rahmayanti Syafaat, Nurul Anisah, Syafetri Nirvana Lena, Rezky Nur Fadhila, Anny Istiana Opu Mangeka, Indri Anugrah,** dan **Aveline Giovanni** yang selalu siap mendengar keluh kesah penulis dari maba sampai penulis melakukan penyusunan skripsi.
7. Teman-temanku tercinta **Reski, Ria, Afrah, Suci, Nana, Nurez, Mirna, Aqila** yang selalu ada sejak dulu, menemani setiap langkah akademik penulis.
8. Segenap keluarga dan teman-teman **Ayang** yang telah menjadi keluarga kedua di kampus tercinta, terima kasih atas kebersamaan dan pelajaran yang diberikan.
9. Teman seperjuangan penulis **KKNT 109 Perhutanan Sosial Posko Angkona,** dan **Olympus 19** atas bantuannya
10. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu penelitian dan menyelesaikan skripsi ini.
11. Terakhir, terima kasih untuk diri sendiri karena telah mampu berusaha keras dan berjuang sejauh ini. Mampu mengendalikan diri dari berbagai tekanan diluar keadaan dan tak pernah memutuskan menyerah sesulit apapun proses penyusunan skripsi ini dengan menyelesaikan sebaik dan semaksimal mungkin, ini merupakan pencapaian yang patut dibanggkan untuk diri sendiri.

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, 1 November 2023

Nurveni

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	v
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	8
2.2.2 Kawasan Rawan Longsor	11
2.3 Frekuensi Rasio	12
2.4 Sistem Informasi Geografis	13
III. METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Waktu dan Tempat	16
3.2 Alat dan Bahan	17
3.3 Prosedur Penelitian.....	18
3.3.1 Identifikasi Tanah Longsor.....	18
3.3.2 Pengumpulan Data dan Olah Data.....	18
3.4 Analisis Data	22
3.5 Validasi Data	22
3.6 Peta Tingkat Kerawanan Tanah Longsor	23
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Inventarisasi Tanah Longsor	24
4.2 Faktor-Faktor Penyebab Tanah Longsor Di DAS Takalasi	27
4.3 Frekuensi Rasio Kejadian Tanah Longsor	28

4.3.1 Penutupan Lahan.....	31
4.3.2 Jarak Patahan	33
4.3.3 Curah Hujan.....	33
4.3.4 Jarak Sungai.....	35
4.3.5 Ketinggian.....	36
4.3.6 Litologi.....	36
4.3.7 Kelengkungan Bumi	38
4.3.8 Arah Lereng	39
4.3.9 Kemiringan Lereng.....	39
4.4 Validasi Data	40
4.5 Tingkat Kerawanan Tanah Longsor	42
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	48
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN.....	54

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.	Bentuk Matriks Konfusi	21
Tabel 4.	Nilai FR dengan faktor-faktor penyebab tanah longsor	29
Tabel 5.	Luas Klasifikasi Penutupan Lahan.....	31
Tabel 6.	Nilai AUC dari analisis ROC untuk tingkat sukses dan prediksi Frekuensi rasio terhadap kejadian longsor	42
Tabel 7.	Karakteristik kelas kerawanan terhadap peta kerawanan longsor	43
Tabel 8.	Kelas kerawanan tanah longsor di DAS Takalasi berdasarkan administrasi.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 1.	Peta Lokasi Penelitian	16
Gambar 2.	Bagan Alur Penelitian	19
Gambar 3.	Grafik sebaran kejadian longsor.....	25
Gambar 4.	Bentuk interpretasi tanah longsor; (a) interpretasi tanah longsor pada Google Earth Pro Tahun 2021; (b) titik tanah longsor hasil survei lapangan.	25
Gambar 5.	Bentuk interpretasi tanah longsor; (a) interpretasi tanah longsor pada Google Earth Pro Tahun 2022; (b) titik tanah longsor hasil survei lapangan.	26
Gambar 6.	Peta Sebaran Titik Tanah Longsor di DAS Takalasi	27
Gambar 7.	Peta Faktor-Faktor Penyebab Tanah Longsor	28
Gambar 8.	Grafik nilai FR pada setiap kelas penutupan lahan.....	32
Gambar 9.	Grafik nilai FR pada setiap kelas jarak patahan.....	33
Gambar 10.	Grafik nilai FR pada setiap kelas curah hujan.....	34
Gambar 11.	Grafik nilai FR pada setiap kelas jarak sungai.....	35
Gambar 12.	Grafik nilai FR pada setiap kelas ketinggian	36
Gambar 13.	Grafik nilai FR pada setiap kelas litologi.....	37
Gambar 14.	Grafik nilai FR pada setiap kelas kelengkungan bumi.....	38
Gambar 15.	Grafik nilai FR pada setiap kelas arah lereng.....	39
Gambar 16.	Grafik nilai FR pada setiap kelas lereng	40
Gambar 17.	Kurva AUC hasil validasi ROC pemodelan kerawanan tanah longsor; (a) Kurva hasil kesuksesan model; (b) Kurva hasil prediksi model.....	41
Gambar 18.	Persentase area tingkat kerawanan tanah longsor	43
Gambar 19.	Peta Tingkat Kerawanan Tanah Longsor di DAS Takalasi	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Peta penutupan lahan di DAS Takalasi.....	55
Lampiran 2.	Peta jarak patahan di DAS Takalasi.....	56
Lampiran 3.	Peta jarak curah hujan di DAS Takalasi.....	57
Lampiran 4.	Peta jarak sungai di DAS Takalasi	58
Lampiran 5.	Peta ketinggian di DAS Takalasi	59
Lampiran 6.	Peta litologi lereng di DAS Takalasi	60
Lampiran 7.	Peta kelengkungan bumi di DAS Takalasi	61
Lampiran 8.	Peta arah lereng di DAS Takalasi	62
Lampiran 9.	Peta lereng di DAS Takalasi	63
Lampiran 10.	Peta 9 (sembilan) faktor penyebab tanah longsor di DAS Takalasi	64
Lampiran 11.	Peta sebaran kejadian titik tanah longsor di DAS Takalasi	65
Lampiran 12.	Peta tingkat kerawanan tanah longsor di DAS Takalasi	66
Lampiran 13.	Tabel Confusion Matrix Penutupan Lahan Tahun 2021 di DAS Takalasi.....	67
Lampiran 14.	Dokumentasi hasil validasi di lapangan.....	68

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan kondisi geografis, Indonesia dikategorikan sebagai daerah yang rentan akan terkena bencana alam. Hal ini dikarenakan adanya pertemuan tiga lempeng besar dunia, yaitu Lempeng Indonesia Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik, sehingga menyebabkan banyaknya peristiwa geologi didalamnya. Ada sebanyak 92% dari seluruh kejadian bencana didominasi oleh bencana hidrometeorologi yaitu berupa bencana banjir, longsor, dan angin puting beliung. Data yang tercatat oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menunjukkan bahwa kejadian bencana banjir dan longsor terus mengalami peningkatan hingga BNPB merilis data bencana tertinggi tahun 2016. Kejadian bencana pada tahun 2016 tercatat ada 2,342 peristiwa dan merupakan kejadian tertinggi sejak pencatatan kejadian bencana pada tahun 2002 (BNPB, 2016).

Risiko bencana tanah longsor di Indonesia sendiri didominasi oleh kategori sedang hingga tinggi. Risiko tanah longsor tinggi didominasi oleh Pulau Sulawesi, Maluku Utara dan Provinsi Irian. Lokasi yang memiliki risiko tinggi adalah di daerah perbukitan hingga pegunungan. Pulau Jawa, Bali, dan Nusa Tenggara memiliki risiko bencana longsor sedang. Pulau Sumatera secara umum memiliki risiko longsor rendah hingga sedang (Nugroho & Nugroho, 2020). Terjadinya bencana longsor ini dapat menyebabkan dampak yang besar seperti kerusakan dan kerugian yang harus disikapi secara bijak dan tepat sehingga di perlukan penanganan yang menyeluruh dan efektif.

Pemahaman dan pengetahuan masyarakat yang kurang akan potensi terjadinya bencana alam justru mempersulit upaya pencegahan bencana alam tersebut. Akibatnya, berdampak buruk pada berbagai macam aspek kehidupan antara lain terhadap lahan pertanian, sosial ekonomis daerah bahkan memakan korban jiwa. Karenanya diperlukan upaya guna meminimalisir dan menghindari jumlah material ataupun korban jiwa yang lebih besar akibat

bahaya tanah longsor dan ikutannya. Untuk dapat mengurangi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana tanah longsor yang terjadi, analisis kerawanan longsor merupakan salah satu cara agar kita dapat mengetahui potensi pada daerah yang tingkat kerawanan longsor tinggi sampai rendah. Sehingga dapat meningkatkan kewaspadaan pada masyarakat setempat untuk menghindari bencana longsor.

Penelitian ini mengkaji kerawanan tanah longsor yang berlokasi di Daerah Aliran Sungai (DAS) Takalasi. DAS Takalasi memiliki luas sekitar 9.317,57 ha yang secara administrasi berada di Kecamatan Barru dan Balusu, Kabupaten Barru dan Kecamatan Lalabata Kabupaten Soppeng. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB, 2023) melaporkan pada Tanggal 15 Februari 2023 bencana hidrometeorologi yakni hujan lebat dengan durasi yang cukup lama, disertai angin kencang dan longsor berdampak di empat Kecamatan di Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan. Salah satunya terdapat di Kecamatan Barru (Desa Siawung, Kelurahan Sepe'e, Tuwung, Mangempang, dan Coppo) dan Balusu (Desa Balusu, Binuang dan Lampoko serta Kelurahan Takkalasi). Lokasi-lokasi longsor tersebut tidak hanya disebabkan oleh faktor curah hujan semata tetapi dapat di perparah oleh faktor-faktor lainnya. Faktor-faktor yang dimaksud meliputi curah hujan, jarak dari sungai, kemiringan lereng, litologi, jarak patahan, penutupan lahan, kelengkungan bumi, dan ketinggian. Oleh karena itu kajian tentang hal ini maka perlu adanya identifikasi wilayah yang rawan longsor serta faktor-faktor yang berhubungan dengan tingkat kerawanan longsor.

Berdasarkan uraian masalah tersebut maka diperlukan penggunaan metode untuk membantu memprediksi tingkat kerawanan tanah longsor yang terjadi di Daerah Aliran Sungai Takalasi dalam hal ini menggunakan metode Frekuensi Rasio. 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

Penelitian ini bertujuan untuk:

- 1) Mengetahui faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap terjadinya tanah longsor di DAS Takalasi.
- 2) Membuat peta tingkat kerawanan tanah longsor di DAS Takalasi.

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 Takalasi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah yang dibatasi oleh batas alam, seperti punggung bukit - bukit atau gunung, maupun batas batuan, seperti jalan atau tanggul, dimana air hujan turun di wilayah tersebut memberi kontribusi aliran ke titik kontrol (outlet). Kodoatie dan Sugiyanto (2002) mendefinisikan DAS sebagai suatu kesatuan daerah/wilayah/kawasan tata air yang terbentuk secara alamiah dimana air tertangkap (berasal dari curah hujan), dan akan mengalir dari daerah/wilayah/kawasan tersebut menuju ke arah sungai dan sungai yang bersangkutan. (Fauzi & Maryono, 2016)

Peraturan Pemerintah nomor 37 tahun 2012 tentang pengelolaan Daerah aliran sungai (DAS), menyatakan bahwa Daerah Aliran Sungai adalah 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. DAS bukan hanya merupakan badan sungai, tetapi satu kesatuan seluruh ekosistem yang ada didalam pemisah topografis. Pemisah topografis di darat berupa daerah yang paling tinggi biasanya punggung bukit yang merupakan batas antara satu DAS dengan DAS lainnya.

Secara biogeofisik, daerah hulu, tengah dan hilir dicirikan oleh hal-hal sebagai berikut (Asdak 2002 dalam Arini 2005):

1. Daerah hulu dicirikan sebagai daerah konservasi, memiliki kerapatan drainase tinggi, kemiringan lereng besar ($> 15\%$), bukan merupakan daerah banjir, pemakaian air ditentukan oleh pola drainase dan jenis vegetasi umumnya merupakan tegakan hutan.
2. Daerah hilir dicirikan sebagai daerah pemanfaatan, memiliki kerapatan drainase kecil, kemiringan lereng sangat kecil ($< 8\%$), di beberapa tempat merupakan daerah banjir (genangan), pemakaian air ditentukan oleh bangunan irigasi, jenis vegetasi

didominasi oleh tanaman pertanian kecuali daerah estuaria yang didominasi oleh hutan bakau atau gambut.

3. Daerah tengah merupakan daerah transisi dari kedua karakteristik biogeofisik DAS yang berbeda antara hulu dan hilir.

Bagian hulu suatu DAS memegang peranan penting dalam keseluruhan DAS, karena kelestarian kondisi air dari hulu sampai ke hilir sangat dipengaruhi oleh kondisi hulu DAS. Perubahan penggunaan lahan di daerah hulu tidak hanya mempengaruhi kondisi daerah tersebut, tetapi juga kualitas air, aliran, dan sedimen yang akhirnya mengalir ke 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 (Sudaryono, 2002).

Pengelolaan DAS berpedoman pada satu perencanaan dan satu pengelolaan. Terjadinya kesalahan penanganan pengelolaan DAS akan menimbulkan dampak seperti banjir bandang, kekeringan, erosi, dan tanah longsor. Lahan yang terbuka di daerah hulu karena penebangan hutan termasuk alih fungsi lahan maupun penerapan pengelolaan tanah yang keliru merupakan salah satu contoh terjadinya erosi dan tanah longsor (Atmojo, 2008). Risdiyanto (2011), menambahkan bahwa penggundulan hutan pada DAS hulu atau zona tangkapan hujan akan mengurangi resapan air hujan, hal itu akan memperbesar aliran permukaan. Aliran permukaan adalah pemicu terjadinya longsor dan erosi dengan mekanisme yang berbeda.

Identifikasi daerah rawan longsor dalam pengelolaan DAS dapat dilihat keterkaitan antara bagian hulu, tengah, dan hilir suatu DAS. Di Indonesia, DAS bagian hulu merupakan daerah pegunungan atau berbukit dengan lereng yang terjal, pegunungan serta lereng yang rawan longsor dan erosi mencapai 45% dari total wilayah. Keterkaitan antara daerah aliran sungai (DAS) hulu, tengah, dan hilir dijelaskan sebagai berikut (Risdiyanto, 2011):

1. 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. Budidaya pertanian pada DAS tengah atau zona konservasi yang tidak tepat akan memicu terjadinya banjir dan/atau erosi. Pengendalian aliran permukaan merupakan kunci utama. Pada daerah yang tidak rawan banjir, memperbesar resapan air dan sebagai konsekuensinya adalah memperkecil aliran permukaan merupakan pilihan utama. Sebaliknya, jika daerah tersebut rawan banjir, aliran permukaan perlu dialirkan sedemikian rupa sehingga tidak menjenuhkan tanah dan tidak memperbesar erosi.
3. Air yang meresap ke dalam lapisan tanah di zona tangkapan hujan dan konservasi akan keluar berupa sumber-sumber air yang ditampung di badan badan air seperti sungai, danau, dan waduk untuk pembangkit listrik, irigasi, air minum, dan penggelontoran kota.

2.2 Tanah Longsor

Tanah longsor adalah pergerakan material berupa batuan atau tanah melalui permukaan bidang miring yang disebut lereng. Batuan atau tanah mengalami longsor menuruni tebing searah dengan kemiringan lereng (Anwar, 2012). Tanah longsor secara umum 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 (Nandi, 2007).

Longsor atau gerakan tanah merupakan kejadian alam yang terjadi akibat tidak seimbangnya lereng yang dapat menimbulkan proses pergerakan material penyusun lereng berupa tanah, bahan rombakan, atau batuan yang menuruni lereng ke posisi rendah yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi. Longsor sering kali menimbulkan kerugian seperti, hilangnya harta benda, rusaknya fasilitas umum berupa bangunan, jaalan, jembatan, dan pemuiman yang berpengaruh terhadap sosial ekonomi masyarakat. Terjadinya longsor bermula dari resapan air di dalam tanah yang menyebabkan massa tanah bertambah, jika air yang meresap ke dalam

tanah tidak tertembus sebagai bidang luncur maka terjadi pergerakan pelapukan tanah yang licin (Hardiyatmo, 2006).

Retakan yang terjadi di bagian atas lereng yang relative tegak lurus arah gerakan merupakan tanda awal dari longsoran. Retakan yang terjadi apabila tidak segera ditutup, saat hujan akan terisi oleh air, selain melunakkan tanah juga menambah gaya horizontal yang mendorong terjadinya longsoran. Terkadang, retak kemiringan juga ditemui pada kedua bagian pinggir longsoran, dan pengembangan tanah dapat ditemui pada bagian kaki lereng (Hardiyatmo, 2006).

Curden dan Varnes dalam (Pasla dkk., 2022) menyajikan klasifikasi tanah longsor sebagai berikut:

- a. Jatuhan (*Fall*) adalah jatuhan atau massa batuan bergerak melalui udara, termasuk gerak jatuh bebas, meloncat dan gerakan menggelinding bongkah batu dan bahan rombakan tanpa banyak bersinggungan satu dengan yang lain.
- b. Runtuhan batu terjadi ketika sejumlah besar batuan atau material lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. Umumnya terjadi pada lereng yang terjal hingga menggantung, terutama di daerah pantai. Batu-batu besar yang jatuh dapat menyebabkan kerusakan yang parah.
- c. Robohan (*topples*) adalah robohnya batuan umumnya bergerak melalui bidang-bidang diskontinyu yang sangat tegak pada lereng. Bidang diskontinyu ini berupa retakan pada batuan seperti pada runtuh. Robohan ini biasanya terjadi pada batuan dengan kelerengan sangat terjal sampai tegak.
- d. Longsoran-longsoran gelinciran (*slides*), adalah gerakan yang disebabkan oleh keruntuhan melalui satu atau beberapa bidang yang dapat diamati atau pun diduga. Longsoran adalah gerakan menuruni lereng oleh material penyusun lereng, melalui bidang gelincir pada lereng. Sering kali dijumpai tanda-tanda awal gerakan berupa retakan berbentuk lengkung tapal kuda pada bagian permukaan lereng yang mulai bergerak. Longsoran gelinciran dibagi menjadi dua jenis. Bidang gelincir ini dapat berupa bidang lengkung ke atas (rotasi) ataupun berupa bidang yang relatif lurus (translasi)
- e. Gerak horizontal/Pencaran lateral (*lateral spread*) adalah material tanah atau batuan yang bergerak dengan cara perpindahan translasi pada bagian dengan kemiringan landau sampai datar. *Lateral spread* merupakan jenis longsoran yang

dipengaruhi oleh gerakan bentangan material batuan secara horizontal. Pergerakan terjadi pada lereng yang tersusun atas tanah lunak dan terbebani oleh massa tanah di atasnya

f. Aliran (*Flows*) dan Majemuk (*Complex*) Aliran (*flows*) yaitu aliran massa yang berupa aliran fluida kental. Aliran pada bahan rombakan dapat dibedakan menjadi aliran bahan rombakan (debris), aliran tanah (*earth flow*) apabila massa yang bergerak didominasi oleh material tanah berukuran butir halus (butir lempung) dan aliran lumpur (*mud flow*) apabila massa yang bergerak jenuh air. Jenis lain dari aliran ini adalah aliran kering yang biasa terjadi pada endapan pasir (*dry flow*).

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 gunung api. Aliran tanah ini dapat menelan korban cukup banyak.

Banyak dampak yang ditimbulkan akibat terjadinya tanah longsor baik dampak terhadap kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan maupun dampaknya terhadap keseimbangan lingkungan. Terjadinya bencana tanah longsor memiliki dampak yang sangat besar terhadap kehidupan, khususnya manusia. Bila tanah longsor itu terjadi pada wilayah yang memiliki kepadatan penduduk yang tinggi, maka korban jiwa yang ditimbulkannya akan sangat besar, terutama bencana tanah longsor yang terjadi secara tiba-tiba tanpa diawali adanya tanda-tanda akan terjadinya tanah longsor (Nandi, 2007).

2.2.1 Penyebab Terjadinya Tanah Longsor

Secara umum ada dua faktor yang menyebabkan terjadinya tanah longsor yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang menjadi penyebab terjadinya longsor adalah gaya ikat (kohesi) tanah/batuan yang lemah. Sedangkan faktor eksternal yang menjadi pemicu longsor dapat terdiri dari berbagai faktor yang kompleks seperti gempa bumi, kemiringan lereng, perubahan kelembapan tanah/batuan, tutupan lahan serta pola pengolahan lahan, pengikisan oleh air yang mengalir (air permukaan), ulah manusia seperti penggalian dan lain sebagainya (Supriyono, 2014).

Faktor penyebab terjadinya tanah longsor secara alamiah yakni morfologi permukaan bumi, penggunaan lahan, litologi, struktur geologi, curah hujan, dan

kegempaan. Selain faktor alamiah, juga disebabkan oleh faktor aktivitas manusia yang mempengaruhi suatu bentang alam, seperti kegiatan pertanian, pembebanan lereng, pemotongan lereng, dan penambangan. Faktor pemicu utama kelongsoran tanah adalah air hujan (Khosiah & Ariani, 2007).

Nandi, (2007) menjelaskan faktor penyebab tanah longsor sebagai berikut:

a. Curah hujan

Musim kering yang panjang akan menyebabkan terjadinya penguapan air di permukaan tanah dalam jumlah besar. Hal itu mengakibatkan munculnya pori-pori atau rongga tanah hingga terjadi retakan dan merekahnya tanah permukaan. Ketika hujan, air akan menyusup kebagian yang retak sehingga tanah dengan cepat mengembang kembali. Pada awal musim hujan, intensitas hujan yang tinggi biasanya sering terjadi, sehingga kandungan air pada tanah menjadi jenuh dalam waktu yang singkat. Hujan lebat pada awal musim dapat menimbulkan longsor karena melalui tanah yang merekah air akan masuk dan terakumulasi dibagian dasar lereng, sehingga menimbulkan gerakan lateral. Bila ada pepohonan dipermukaannya, tanah longsor dapat dicegah karena air akan diserap oleh tumbuhan. Akar tumbuhan juga akan berfungsi mengikat tanah.

b. Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng memiliki peranan penting dalam peristiwa longsor lahan karena bidang miring pada permukaan bumi merupakan bidang gelincir bagi material di atasnya. Kemiringan dan panjang lereng adalah dua unsur yang paling berpengaruh terhadap aliran permukaan dan erosi. Wilayah dengan kemiringan lereng 0-15% akan stabil terhadap kemungkinan longsor sedangkan diatas 15% potensi untuk terjadinya longsor pada kawasan rawan gempa bumi akan semakin besar. Menurut Karnawati (2011), sebagian besar wilayah Indonesia merupakan daerah perbukitan dan pegunungan yang memiliki kemiringan lahan curam. Kawasan yang miring dapat berpotensi longsor tergantung pada kondisi batuan tanah penyusun lereng, struktur geologi, curah hujan, vegetasi dan penggunaan lahan pada lereng tersebut.

c. Batuan

Struktur geologi yang mempengaruhi terjadinya gerakan tanah adalah kontak batuan dasar dengan pelapukan batuan, rekahan/retakan, perlapisan batuan dan patahan. Zona patahan merupakan zona lemah Daerah rawan longsor memiliki struktur tanah yang mempunyai formasi Andesit tua dan Breksi Andesit yang telah terpotong oleh beberapa patahan dan kubah batuan yang sudah terkena oleh aliran terutama pada kawasan yang berlereng curam. Longsor yang terjadi dijumpai disepanjang lereng kubah yang merupakan titik rawan longsor (Rahman, 2010). Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 22 tahun 2007, batuan endapan gunung api dan batuan sedimen berukuran pasir dan campuran antara kerikil, pasir dan lempung yang umumnya kurang kuat. Batuan tersebut akan mudah menjadi tanah bila mengalami proses pelapukan dan umumnya rentan terhadap tanah longsor bila terdapat pada lereng yang terjal.

d. Penutupan Lahan

Penggunaan lahan merupakan aktivitas manusia pada dan dalam kaitannya dengan lahan yang berupa konstruksi vegetasi dan batuan yang menutup permukaannya. Nugroho, dkk. (2013) menyatakan bahwa pola penggunaan lahan sangat berpengaruh terhadap kestabilan lereng. Pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuan dan daya dukungnya justru dapat menjadi penyebab tingginya potensi bencana tanah longsor. Adanya ketimpangan alih fungsi lahan efektif menjadi lahan terbangun guna pemenuhan kebutuhan primer penduduk yang terus mengalami peningkatan, akan berakibat semakin sempitnya wilayah sehingga menimbulkan berbagai bencana berupa kekeringan, banjir dan longsor (Suprayogi, dkk. 2014). Penggunaan lahan seperti persawahan maupun tegalan dan semak belukar terutama pada daerah-daerah yang mempunyai kemiringan lahan curam umumnya sering terjadi tanah longsor.

e. Jarak dari patahan

Lereng curam yang dipengaruhi oleh struktur geologi seperti patahan, lipatan lebih rentan terhadap gejala longsor, apalagi jika arah pengendapan batuan searah dengan lereng dan terdapat sesar aktif. Struktur geologi, yang berpotensi mendorong terjadinya longsor. Potensi tersebut merupakan adanya kontak antarbatuan dasar dengan pelapukan batuan, adanya retakan, patahan, rekahan, sesar, dan perlapisan batuan yang terlampau miring.

f. Jarak dari sungai

Saat hujan, air hujan mencari titik terendah di permukaan, dan limpasan yang mengalir di bawah tanah terisi dan mengalir ke sungai. Aliran air di sungai lambat laun mengikis dinding sungai. Kedekatan jarak dari sungai ikut berperan dalam mempengaruhi kestabilan lereng karena adanya erosi lateral oleh air.

g. Arah lereng

Arah lereng dipengaruhi oleh paparan sinar matahari dan angin kering yang mengontrol kelembaban tanah. Kemiringan dan arah lereng dapat mempengaruhi pola vegetasi, hal ini dapat mempengaruhi kekuatan tanah dan membuatnya rentan terhadap gerakan tanah (Sumaryono, 2022).

h. Kelengkungan bumi

Istilah kelengkungan secara teoritis didefinisikan sebagai laju perubahan gradien atau aspek lereng, biasanya dalam arah tertentu (Pourghasemi dkk., 2012). Kelengkungan suatu permukaan pada suatu titik adalah kelengkungan garis yang dibentuk oleh perpotongan permukaan dan bidang orientasi yang melalui titik tersebut. Ada tiga kategori bentuk kurva atau lereng: 1. Cekung (nilai negatif), 2. Cembung (nilai positif), dan 3. datar (nilai nol) (Gholami dkk., 2019). Parameter ini merupakan salah satu faktor pengendali tanah longsor.

i. Ketinggian

Ketinggian suatu wilayah merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap tanah longsor. Daerah yang memiliki ketinggian yang tinggi diatas permukaan laut akan berpengaruh terhadap massa tanah dan batuan yang bergerak dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah. Sehingga dampak yang akan ditimbulkan juga semakin tinggi (Effendi, 2016).

2.2.2 Kawasan Rawan Longsor

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum (PMPU) no.22/PRT/M/2007 menetapkan kawasan rawan bencana longsor dibedakan atas zona-zona berdasarkan karakter dan kondisi fisik alaminya sehingga pada setiap zona akan berbeda dalam penentuan struktur ruang dan pola ruangnya serta jenis dan intensitas kegiatan yang dibolehkan, dibolehkan dengan persyaratan, atau yang dilarangnya. Zona berpotensi longsor adalah daerah/kawasan yang rawan terhadap bencana

longsor dengan kondisi terrain dan kondisi geologi yang sangat peka terhadap gangguan luar, baik yang bersifat alami maupun aktifitas manusia sebagai faktor pemicu gerakan tanah, sehingga berpotensi terjadinya longsor. Zonasi dibedakan berdasarkan kemiringan lerengnya yaitu sebagai berikut:

1. Zona A : daerah dengan kemiringan lereng $> 40\%$, zona ini berpontensi tinggi untuk terjadinya tanah longsor pada daerah lereng gunung, lereng bukit, dan tebing sungai .
2. Zona B : daerah dengan kemiringan lereng 21- 40%, zona ini berpotensi longsor pada kaki gunung dan pegunungan, kaki bukit dan perbukitan.
3. Zona C : daerah dengan kemiringan lereng 0-20% , zona ini berpotensi longsor pada dataran tinggi dan dataran rendah.

2.3 Frekuensi Rasio

Pendugaan kerentanan tanah longsor dapat dilakukan dengan menggunakan metode pemetaan tidak langsung. Salah satu metode pemetaan tidak langsung adalah metode frekuensi rasio (FR). FR adalah hasil antara area kejadian longsor terhadap total area dan juga rasio probabilitas kejadian longsor terhadap ketidakjadian longsor untuk faktor atribut yang diberikan. Menghitung FR dilakukan dengan membuat faktor turunan yang dianggap menyebabkan longsor. Rasio frekuensi untuk setiap faktor penyebab dihitung dengan membagi laju kejadian longsor dengan rasio luas. (Lee & Lee, 2006) dalam Soma dan Kubota 2017.

Teknik statistika sederhana untuk dapat menentukan kedekatan antara hubungan kejadian tanah longsor dengan faktor penyebabnya dapat diterapkan dengan pendekatan FR. FR yang di bangun berdasarkan hubungan antara lokasi kejadian tanah longsor dan faktor – faktor yang mengontrol terjadinya tanah longsor. Faktor-faktor tanah longsor ialah: kemiringan lereng, jarak dari sungai, jarak dari patahan, litologi, kurvatur, lereng, curah hujan, dan penutupan lahan. Dari data faktor tanah longsor, akan dianalisis menggunakan FR yang dapat menentukan tingkat korelasi longsor dan faktor penyebabnya (Lee & Paradhan, 2006).

FR adalah salah satu metode kuantitatif untuk penilaian kerentanan tanah longsor dengan menggunakan GIS dan data spasial. Teknik ini sangat sering dan efektif digunakan untuk membuat peta kerentanan longsor. Ini didasarkan pada hubungan kuantitatif antara inventarisasi tanah longsor dan faktor penyebabnya . Rasio frekuensi untuk setiap faktor penyebab dihitung dengan membagi laju kejadian longsor dengan rasio luas. Jika rasio lebih besar dari 1,0 maka hubungan antara kejadian longsor dan faktor penyebabnya lebih tinggi, dan jika rasio kurang dari 1,0 maka hubungan antara kejadian longsor dan faktor penyebabnya rendah (Soma dan Kubota, 2017). Model FR dapat dengan mudah diimplementasikan dalam lingkungan GIS dan hasilnya mudah dipahami.

Menghitung nilai FR untuk masing-masing faktor dengan menggunakan data atribut di ArcGIS. Menggunakan pendekatan probabilitas FR adalah kemungkinan kejadian longsor sebanding terhadap frekuensi longsor yang sesungguhnya. Area longsor dideteksi dengan interpretasi udara. Kemudian, peta lokasi longsor diperoleh dari foto udara dikombinasikan dengan data GIS dan digunakan untuk mengevaluasi frekuensi dan distribusi longsor di area yang sedang dianalisis (Handayani dan Singarimbun, 2016).

2.4 Sistem Informasi Geografis

Sistem informasi geografis (SIG) adalah sebuah sistem atau teknologi berbasis komputer yang dibangun dengan tujuan untuk mengumpulkan, menyimpan, mengolah dan menganalisa serta menyajikan data dan informasi dari suatu objek atau fenomena yang berkaitan dengan letak atau keberadaannya dipermukaan bumi. Dalam artian sederhana, sistem informasi geografis dapat disimpulkan sebagai gabungan kartografi, analisis statistik dan teknologi sistem basis data (data base) (Irwansyah, 2013).

SIG mampu menghubungkan semua jenis data sebuah titik tertentu, digabungkan, dianalisis, dan akhirnya hasil pemetaan. Data yang akan diolah dalam SIG adalah data spasial artinya, datanya berorientasi geografis dan lokasi memiliki sistem koordinat tertentu sebagai dasar acuan, jadi aplikasi SIG dapat menjawab beberapa pertanyaan seperti; lokasi, kondisi, trend, pola dan

pemodelan. Kemampuan inilah yang membedakan SIG dengan sistem informasi Lainnya (Sulistio dkk., 2020).

SIG dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan dan menganalisis obyek-obyek dan fenomena dimana lokasi geografis merupakan karakteristik yang memiliki empat kemampuan berikut dalam menangani data yang bersifat rutgeografi: (a) masukan, (b) manajemen data (penyimpanan dan pengambilan data), (c) analisis dan manipulasi data, (d) keluaran. 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 memori (RAM) dan harddisk, komponen keempat user atau pengguna.

Model data raster memiliki struktur data raster yang memerlukan ruang penyimpanan (hard-disk) yang lebih besar dibandingkan struktur data vektor. struktur data raster juga memberikan keunggulan lain yaitu kemampuannya berintegrasi dengan data penginderaan jauh, karena cukup banyak data dasar SIG yang berasal dari penginderaan jauh yang juga berstruktur data raster seperti informasi penggunaan lahan, lereng, dan hujan. Keadaan data raster tersebut memudahkan pengguna mengkombinasikan data-data SIG dengan data-data yang berasal dari penginderaan jauh (Adnyana & Syakur, 2012).

Menurut (Sumantri dkk., 2019), data spasial dapat direpresentasikan dalam dua format, yaitu data vector dan data raster. 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 dkk., 2015)

SIG memungkinkan pemrosesan data dari berbagai sumber seperti peta dan citra satelit secara efisien selain itu juga mampu melakukan analisis spasial seperti analisa statistik dan overlay berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Oleh karena

itu, penilaian risiko tanah longsor dapat dilakukan dengan mengintegrasikan SIG dengan metode pembobotan faktor yang digunakan. Beberapa metode pembobotan telah dikembangkan, seperti frekuensi rasio. Metode frekuensi rasio digunakan dalam menganalisis tingkat kerawanan tanah longsor (Mutaqqin dkk., 2023).