

**TINGKAT KERAWANAN TANAH LONGSOR MENGGUNAKAN MODEL
PREDIKSI MULTIVARIAT Kuantitatif UNTUK ARAHAN KONSERVASI
TANAH DAN AIR PADA SUB DAS JENELATA DAERAH ALIRAN SUNGAI
JENEBERANG**

*LANDSLIDE VULNERABILITY LEVEL USING QUANTITATIVE MULTIVARIATE
PREDICTION MODEL FOR SOIL AND WATER CONSERVATION DIRECTION IN
JENELATA SUB-WATERSHED JENEBERANG WATERSHED*

NUGRAHWATI ABBAS

M012182006



**PROGRAM STUDI ILMU KEHUTANAN
PROGRAM MAGISTER FAKULTAS KEHUTANAN**

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

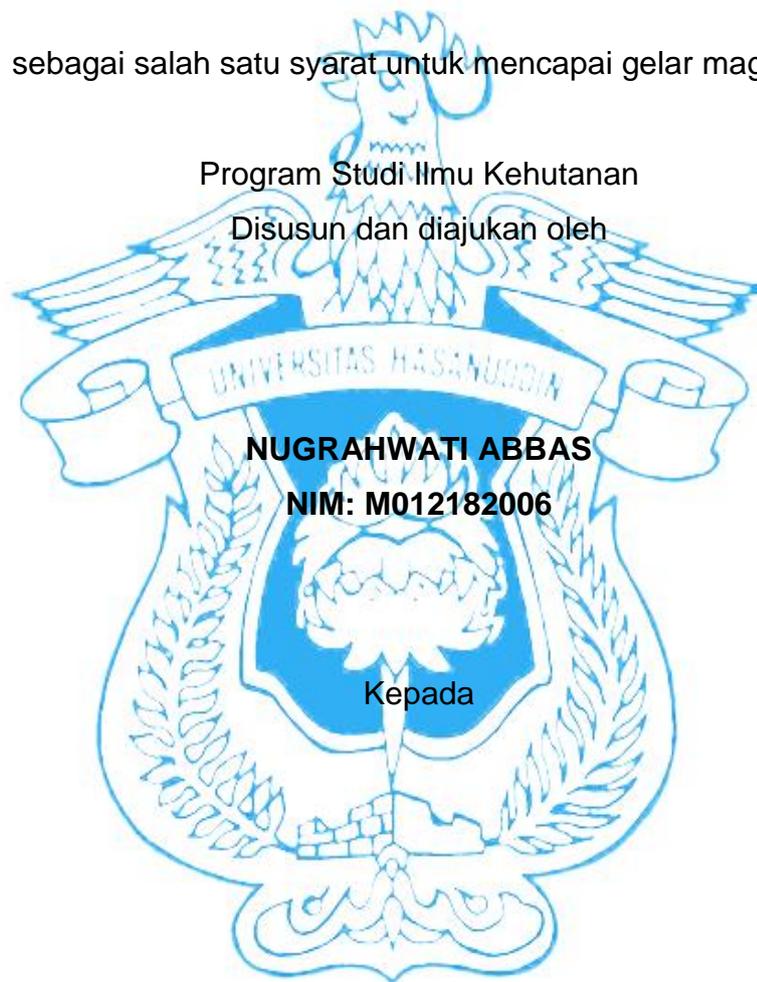
TINGKAT KERAWANAN TANAH LONGSOR MENGGUNAKAN MODEL PREDIKSI
MULTIVARIAT KUANTITATIF UNTUK ARAHAN KONSERVASI TANAH DAN AIR
PADA SUB DAS JENELATA DAERAH ALIRAN SUNGAI JENEBERANG

Tesis

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Ilmu Kehutanan

Disusun dan diajukan oleh



NUGRAHWATI ABBAS

NIM: M012182006

Kepada

PROGRAM STUDI ILMU KEHUTANAN

PROGRAM MAGISTER FAKULTAS KEHUTANAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

TESIS

TINGKAT KERAWANAN TANAH LONGSOR MENGGUNAKAN MODEL PREDIKSI
MULTIVARIAT Kuantitatif UNTUK ARAHAN KONSERVASI TANAH DAN AIR
PADA SUB DAS JENELATA DAERAH ALIRAN SUNGAI JENEBERANG

NUGRAHWATI ABBAS

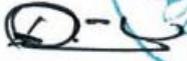
NIM: M012182006

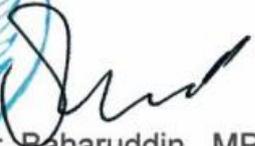
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Magister Program Ilmu Kehutanan
Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin
pada tanggal 10 Agustus 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui.

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

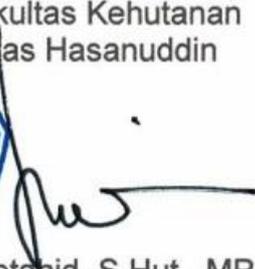

Dr. Ir. Usman Arsyad, MS., IPU.
NIP. 19540107198503 1 002


Dr. Ir. Baharuddin., MP
NIP. 19651105198903 1 002

Ketua Program Studi
Ilmu Kehutanan S2

Dekan Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin


Mukrimin, S.Hut. MP., Ph.D
NIP. 19780209200812 1 001


Dr. A. Mujetahid, S.Hut., MP
NIP. 19690208199702 1 002



PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul **“Tingkat Kerawanan Tanah Longsor Menggunakan Model Prediksi Multivariat Kuantitatif Untuk Arah Konservasi Tanah dan Air Pada Sub DAS Jenelata Daerah Aliran Sungai Jeneberang”** adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing Dr. Ir. Usman Arsyad, MS., IPU dan gelar sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Ir. Baharuddin., MP sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka disertasi ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal International Journal of Science and Management Studies (IJSMS) Volume: 5 Issue: 4 Halaman 30 – 45, DOI: 10.51386/25815946/ijms-v5i4p104 sebagai artikel dengan judul “Analysis of Landslide Susceptibility using Quantitative Multivariate Prediction Models in Jenelata Sub-Watershed, Jeneberang Watershed South Sulawesi Indonesia”.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.



Makassar, 1 Agustus 2022

Nugrahwati Abbas
NIM: M012182006

PRAKATA

Puji syukur penulis hanturkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penelitian dan penyusunan tesis dengan judul **“Tingkat Kerawanan Tanah Longsor Menggunakan Model Prediksi Multivariat Kuantitatif Untuk Arah Konservasi Tanah dan Air Pada Sub DAS Jenelata Daerah Aliran Sungai Jeneberang”** dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan tesis ini banyak mendapat kesulitan dan hambatan namun berkat bantuan dan petunjuk dari berbagai pihak, maka tesis ini dapat diselesaikan dengan baik. Untuk itu, penulis menghaturkan terima kasih kepada **Dr. Ir. Usman Arsyad, MS., IPU** dan **Dr. Ir. Baharuddin., MP** selaku pembimbing yang dengan sabar telah mencurahkan tenaga, waktu dan pikiran dalam mengarahkan dan membantu penulis untuk menyelesaikan tesis ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan limpahan berkah dan hidayah-Nya kepada beliau.

Kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. **Prof. Dr. Ir. Muh. Dassir, M.Si, Dr. Ir. Syamsuddin Millang, M.S, dan Dr. Astuti Arif, S.Hut, M.Si** selaku penguji yang telah memberikan saran, bantuan dan kritik guna perbaikan tesis ini.
2. **Staf pengajar Bapak/Ibu dosen beserta staf tata usaha** Program Studi Ilmu Kehutanan Sekolah Pascasarjana yang telah banyak memberikan pengetahuan dan bimbingan selama penulis menempuh pendidikan.
3. **Teman-teman Angkatan 2018 Prodi Ilmu Kehutanan Sekolah Pascasarjana Unhas**, atas bantuan, kebersamaan, dan semangatnya selama penulis menempuh pendidikan.

Ucapan terkhusus penulis haturkan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ayahanda **Abbas Makkanyuma** dan Ibunda **Hj. Nurhayati** atas doa, kasih sayang, kerja keras, motivasi, semangat dan bimbingannya dalam mendidik dan membesarkan penulis sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan, Suami tercinta **Andang Suryana Soma** terima kasih atas support semangat, anak-anakku sayang **Muhammad Andra Suryana** dan **Muhammad Danu Suryana** kebersamaan dan doanya, serta saudara-saudaraku tersayang yang telah memberikan do'a dan support semangat dalam penyelesaian tesis ini.

Meskipun penulis sudah berusaha menyempurnakan tesis ini tetapi akan masih banyak ditemukan kekurangan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan tesis ini, dan semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Makassar, 15 Agustus 2022

Penulis

ABSTRAK

NUGRAHWATI ABBAS. Tingkat kerawanan tanah longsor menggunakan model prediksi multivariat kuantitatif untuk arahan konservasi tanah dan air pada Sub DAS jenelata daerah aliran sungai Jeneberang (dibawah bimbingan USMAN ARSYAD dan BAHARUDDIN).

Kejadian tanah longsor di Sub DAS Jenelata merupakan kejadian yang memakan korban. Penelitian ini bertujuan untuk menginventarisasi kejadian longsor, mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya tanah longsor, membuat Peta Tingkat Kerawanan Longsor, membuat arahan prioritas lokasi dan tindakan konservasi tanah dan air di Sub DAS Jenelata DAS Jeneberang. Metode analisis yang pertama dilakukan adalah melakukan inventarisasi tanah longsor. Analisis lebih lanjut dengan menggunakan data inventarisasi dan 11 parameter penyebab tanah longsor dilanjutkan analisis tingkat kerawanan longsor dan menghasilkan arahan prioritas lokasi dan tindakan konservasi. Hasil Inventarisasi tanah longsor di Sub DAS Jenelata sebanyak 650 kejadian. Faktor penyebab utama kerawanan longsor adalah faktor kelerengan yaitu >45% dengan nilai FR 2,7. Validasi model dan prediksi metode logistik regresi lebih baik dibandingkan metode frekuensi rasio untuk menghasilkan peta kerawanan longsor dengan nilai berturut-turut validasi model FR 0,801 dan LR 0,809 sedangkan validasi prediksi model FR 0,793 dan LR 0,801. Rekomendasi kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan yang menjadi arahan tindakan konservasi tanah dan air dalam internalisasi DAS yaitu kegiatan vegetatif yang berfungsi menahan erosi berupa tanaman enau dan sipil teknis berupa gully plug. Arahan daerah prioritas penanganan rehabilitasi hutan dan lahan baik secara vegetatif maupun mekanik diterapkan pada Desa Rannaloe Kecamatan Bungaya sebagai desa prioritas pertama dengan persentase luasan sebesar 4,15%.

Kata Kunci: Peta Kerawanan Tanah Longsor, Frekuensi Rasio, Logistik regresi, Sub DAS Jenelata

ABSTRACT

NUGRAHWATI ABBAS. Landslide vulnerability level using quantitative multivariate prediction model for soil and water conservation direction in Jenelata Sub-watershed of Jeneberang watershed (under the guidance of USMAN ARSYAD and BAHARUDDIN).

The landslide incident in the Jenelata Sub-Watershed was an incident that took people died. This study aims to inventory landslide events, identify and analyze the factors that influence the occurrence of landslides; make a Landslide Susceptibility Map; and make a direction for priorities location for soil and water conservation in the Jenelata Sub-Watershed. The first method of analysis carried out is to conduct a landslide inventory. Further analysis using inventory data and 11 parameters of landslide causes continued analysis of landslide vulnerability levels and resulted in site priority directions and conservation actions. The results of the landslide inventory in the Jenelata Sub-Watershed were 650 events. The main causative factor for landslide susceptibility is the slope, which is >45% with an FR value of 2.7. Model validation and prediction regression logistics method is better than the ratio frequency method to produce a landslide susceptibility map with successive values of FR 0.801 and LR model validation of 0.809, while validation of model predictions FR 0.793 and LR 0.801. Recommendations for forest and land rehabilitation activities that are the direction of soil and water conservation actions in the internalization of watersheds are vegetative activities that function to resist erosion in the form of enau plants (*Arenga pinnata*) and civil technical in the form of gully plugs. The direction of priority areas for handling forest and land rehabilitation both vegetative and mechanically is applied to Rannaloe Village, Bungaya District as the first priority village with a percentage area of 4.15%.

Keywords: Landslide Vulnerability Map, Ratio Frequency, Regression Logistics, Jenelata Sub-Watershed

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGANTAR.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I _PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan dan Kegunaan	4
1.4. Manfaat	4
BAB II _TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Daerah Aliran Sungai dan Pengelolaannya	5
2.2. Perubahan Tata Guna Lahan	8
2.3. Tanah Longsor	9
2.3.1 Penyebab Terjadinya Tanah Longsor.....	10
2.4. Proses Terjadinya Tanah Longsor.....	14
2.5. Klasifikasi Longsor	15
2.6. Pemetaan Kerawanan Tanah Longsor	19

2.6.1.	Frekuensi Rasio (FR).....	20
2.6.2.	Logistik Regression (LR).....	20
2.7.	Tindakan Konservasi Tanah dan Air	21
2.8.	Kerangka Konseptual.....	22
BAB III METODE PENELITIAN.....		23
3.1.	Rancangan Penelitian.....	23
3.2.	Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.3.	Populasi dan Teknik Sampel	24
3.3.1.	Alat dan Bahan	24
3.3.2.	Jenis dan Sumber Data.....	25
3.4.	Instrumen Pengumpul Data	28
3.4.1.	Inventarisasi Data Longsor	29
3.4.2.	Data Curah Hujan	30
3.4.3.	Data Peta Geologi.....	31
3.4.4.	Data DEMNAS.....	31
3.4.5.	Data Citra Sentinel-2 dan Jarak dari Jalan	31
3.4.6.	Peta Internalisasi Daerah Aliran Sungai (DAS).....	31
3.5.	Analisis Data	32
3.5.1.	Frekuensi Rasio (FR).....	32
3.5.2.	Logistic Regression (LR).....	32
3.5.3.	Validasi Data	33
3.5.4.	Arahan Konservasi Tanah dan Air	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		34
4.1.	Inventarisasi Tanah Longsor	34
4.2.	Faktor Penyebab Tanah Longsor	36
4.3.	Frekuensi Rasio.....	50
4.3.1.	Curah Hujan	53

4.3.2.	Kelas Lereng.....	54
4.3.3.	Aspek Lereng.....	54
4.3.4.	Kurvatur (Kelengkungan Permukaan)	55
4.3.5.	Elevasi.....	55
4.3.6.	Jarak dari Patahan (Sesar).....	56
4.3.7.	Jarak Sungai	56
4.3.8.	Jarak dari Jalan	57
4.3.9.	Kerapatan Sungai	58
4.3.10.	Penutupan Lahan.....	58
4.3.11.	Litologi.....	60
4.4.	Logistik Regresi	60
4.5.	Validasi.....	62
4.6.	Arahan Tindakan Konservasi	65
4.6.1.	Analisis Internalisasi Daerah Aliran Sungai	66
4.6.2.	Arahan Tindakan Konservasi Berdasarkan Kerawanan Tanah Longsor dan Internalisasi Daerah Aliran Sungai.....	68
4.6.3.	Arahan Prioritas Tindakan Konservasi berdasarkan Kerawanan Tanah Longsor.....	71
BAB V_KESIMPULAN DAN SARAN.....		75
5.1.	Kesimpulan.....	75
5.2.	Saran	76

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Klasifikasi pergerakan lereng (Varnes, 1978).....	15
Tabel 2. Alat Penelitian	25
Tabel 3. Bahan Penelitian	25
Tabel 4. Tabel Confusion Matrix	30
Tabel 5. Kejadian Longsor di Sub DAS Jenelata, DAS Jeneberang	34
Tabel 6. Data Curah Hujan 2005 - 2019.....	35
Tabel 7. Luas Kelas Tutupan Lahan Sub DAS Jenelata	38
Tabel 8. Luas Kelas Aspek Lereng Sub DAS Jenelata	39
Tabel 9. Luas Kelas Curah Hujan Sub DAS Jenelata	40
Tabel 10. Luas Kelas Jarak Jalan Sub DAS Jenelata	41
Tabel 11. Luas Kelas Jarak dari Patahan Sub DAS Jenelata	42
Tabel 12. Luas Kelas Jarak Dari Sungai Sub DAS Jenelata	44
Tabel 13. Luas Kelas Kelengkungan Bumi Sub DAS Jenelata	45
Tabel 14. Luas Kelas Kemiringan Lereng Sub DAS Jenelata	46
Tabel 15. Luas Kelas Kerapatan Sungai Sub DAS Jenelata.....	47
Tabel 16. Luas Kelas Ketinggian Sub DAS Jenelata	49
Tabel 17. Luas Kelas Litologi Sub DAS Jenelata	50
Tabel 18. Hasil Perhitungan Frekuensi Rasio (FR) Faktor Penyebab Tanah Longsor	50
Tabel 19. Persentase ketepatan klasifikasi dan nilai koefisien B regresi logistik faktor penyebab longsor menggunakan proporsi piksel longsor dan non longsor yang sama	61
Tabel 20. Nilai kurva AUC hasil validasi ROC pemodelan kerawanan longsor pada frekuensi rasio dan sepuluh pengulangan pada logistic regresion.....	62
Tabel 21. Karakteristik kelas kerentanan terhadap peta kerentanan tanah longsor	65
Tabel 22. Rekomendasi Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan	66
Tabel 23. Arah Tindakan Konservasi Berdasarkan Kerawanan Longsor dan Internalisasi DAS	69
Tabel 24. Tindakan Prioritas Konservasi Berdasarkan Kerawanan Longsor dan Internalisasi DAS	72

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Kerangka Konseptual Penelitian	22
Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian.....	24
Gambar 3. Peta Sebaran Kejadian Longsor di Sub DAS Jenelata	36
Gambar 4. Peta Parameter Tutupan Lahan	37
Gambar 5. Peta Parameter Aspek Lereng (Aspek Arah Lereng)	38
Gambar 6. Peta Parameter Curah Hujan	40
Gambar 7. Peta Parameter Jarak Dari Jalan	41
Gambar 8. Peta Parameter Jarak Dari Patahan	42
Gambar 9. Peta Parameter Jarak Dari Sungai.....	43
Gambar 10. Peta Parameter Kelengkungan Bumi	44
Gambar 11. Peta Parameter Kelas Lereng (Kemiringan Lereng).....	46
Gambar 12. Peta Parameter Kerapatan Sungai.....	47
Gambar 13. Peta Parameter Ketinggian	48
Gambar 14. Peta Parameter Litologi.....	49
Gambar 15. Grafik Frekuensi Rasio Variabel terhadap Kejadian Longsor	52
Gambar 16. Kurva AUC hasil validasi ROC pemodelan kerawanan longsor pada frekuensi rasio dan sepuluh pengulangan pada logistic regresion (AUC Success (ROC validasi 1) dan AUC Predictive (ROC validasi 2)).....	63
Gambar 17. Peta kerawanan tanah longsor menggunakan metode FR.....	64
Gambar 18. Peta kerawanan tanah longsor menggunakan metode LR pada iterasi 7	64
Gambar 19. Peta Rekomendasi Rehabilitasi Hutan dan Lahan Sub DAS Jenelata .	68
Gambar 20. Peta Rekomendasi Rehabilitasi Hutan dan Lahan Sub DAS Jenelata .	71
Gambar 21. Peta Rekomendasi Rehabilitasi Hutan dan Lahan Sub DAS Jenelata .	74

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Foto Survei Identifikasi dan validasi tanah longsor.....	82
Lampiran 2. Analisis Validasi Tutupan Lahan dengan metode <i>Confusion Matrix</i>	87

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia adalah negara yang sangat rentan oleh bencana yang diakibatkan oleh iklim seperti bencana banjir, gelombang pasang, puting beliung, kekeringan, kebakaran hutan dan lahan serta kejadian tanah longsor. Dalam konteks perubahan iklim, curah hujan di Indonesia diproyeksikan mengalami peningkatan di sebagian wilayah Indonesia dan menurun di wilayah lainnya (Hasnawir dan Kubota, 2012).

Bencana tanah longsor di Indonesia menjadi salah satu bencana yang banyak mengakibatkan jatuhnya korban jiwa. Pergerakan tanah yang terjadi secara tiba-tiba dan kurangnya peringatan dini menyebabkan masyarakat tidak siap dalam menghadapi peristiwa ini. Badan Penanggulangan Bencana Daerah (2020) bahwa kejadian bencana tanah longsor di Indonesia selama tahun 2019 adalah sebanyak 702 kasus. Kejadian longsor yang terjadi pada tanggal 22 Januari 2019 di DAS Jeneberang adalah salah satu kejadian yang disebabkan oleh iklim. Hujan yang terjadi beberapa hari sebelum kejadian longsor menyebabkan kelembaban yang tinggi disertai dengan penambahan intensitas curah hujan yang sangat tinggi yang terjadi selama 3 (tiga) hari berturut-turut merupakan salah satu faktor iklim yang menyebabkan longsor tersebut, dengan data curah hujan puncak yang tercatat di 3 stasiun rata-rata 321 mm/hari. Hal ini melebihi batas normal untuk curah hujan rata-rata harian yaitu sebesar 150 mm/hari. Dengan intensitas curah hujan seperti ini, tentunya menyebabkan kerugian yang tidak sedikit, baik itu korban jiwa maupun kerusakan lingkungan, kerugian harta benda dan dampak psikologis.

Tanah longsor merupakan pergerakan massa batuan, puing-puing, atau tanah di lereng karena gravitasi. Pendapat lain mengemukakan bahwa Longsor adalah suatu bentuk erosi yang pengangkutan atau pemindahan atau gerakan tanah

terjadi pada saat bersamaan dalam volume besar (Arsyad, 2010). Bahan dapat bergerak dengan jatuh, tergelincir, menyebar, atau mengalir. Tanah longsor sendiri, dalam prosesnya diawali dengan longsor translasi dangkal dengan berbagai variasi dan dinamikanya. Penyebab terjadinya tanah longsor adalah faktor geologi pembentuk tanah, kemiringan lereng, adanya curah hujan yang tinggi, perubahan tata guna lahan yang tidak sesuai dengan kemampuan lahan serta proses degradasi hutan yang kian lama semakin meluas.

Secara umum, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (2015) menyampaikan bahwa tanah longsor memiliki beberapa gejala yang dapat diamati secara visual diantaranya terjadi setelah hujan, timbul retakan-retakan pada lereng yang sejajar dengan arah tebing, bangunan yang mulai retak, pohon atau tiang listrik yang miring, serta muncul mata air baru. Meskipun terdapat gejala indikasi kerawanan longsor yang dapat diamati, namun kejadian longsor sangat jarang dapat diantisipasi dengan tepat, sehingga menelan banyak korban jiwa.

Kerawanan tanah longsor menurut Paimin dkk. (2009) terjadi pada kondisi lereng curam, adanya bidang luncur yang bersifat kedap air di lapisan bawah permukaan tanah, dan adanya air tanah diatas lapisan kedap yang telah jenuh dengan air. Kejadian tanah longsor juga disebabkan oleh faktor pendorong dan faktor pemicu. Faktor pendorong tanah longsor merupakan faktor yang mempengaruhi kondisi material sendiri, sedangkan faktor pemicu merupakan faktor yang menyebabkan bergerakaknya material tersebut.

Analisis tingkat kerawanan longsor dilakukan guna melihat tingkat kerawanan suatu daerah terhadap tanah longsor dan selanjutnya dapat ditentukan kebijakan penggunaan lahan dan tindakan konservasi tanah dan air yang diperlukan untuk areal tersebut. Salah satu metode yang banyak digunakan oleh peneliti untuk

menganalisis tingkat kerawanan longsor adalah dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan model multivariat kuantitatif, yang akan menghasilkan peta kerawanan longsor. Sistem informasi geografi (SIG) untuk membantu menyimpan, mengelola, menganalisis, memanipulasi dan menampilkan data spasial yang terhubung.

Model prediksi multivariat kuantitatif merupakan metode statistik yang memungkinkan untuk dilakukan penelitian terhadap lebih dari dua variabel secara bersamaan. Teknik analisis ini dapat menganalisis pengaruh beberapa variabel terhadap variabel – variabel lainnya dalam waktu yang bersamaan. Analisis multivariat digunakan karena pada kenyataannya masalah yang terjadi tidak dapat diselesaikan dengan hanya menghubungkan-hubungkan dua variabel atau melihat pengaruh satu variabel terhadap variabel lainnya. Analisis multivariat yang biasa digunakan dalam analisis tingkat kerawanan tanah longsor adalah frekuensi rasio dan logistik regresi. Analisis frekuensi rasio dan logistic regresi telah banyak digunakan oleh para peneliti dalam membuat peta kerawanan tanah longsor terutama pada daerah aliran sungai (Amaliah dkk., 2021; Lucà dkk., 2011; SOMA dkk., 2019; Soma dan Kubota, 2017c; Xiaolong dkk., 2017; Yao dkk., 2008).

Sub DAS Jenelata merupakan bagian hulu DAS Jeneberang dengan wilayah yang sudah banyak mengalami perubahan penggunaan lahan dan mengalami laju erosi yang sangat tinggi, terlihat pada aliran sungainya yang selalu membawa sedimentasi tanah. Kejadian banjir pada akhir bulan Januari 2019 menunjukkan bahwa infiltrasi air ke dalam tanah telah berkurang seiring dengan berkurangnya lahan berhutan, sehingga aliran permukaan menjadi lebih banyak dan membawa sedimentasi tanah. Berdasarkan uraian diatas, maka dipandang perlu untuk

melakukan analisis tingkat kerawanan longsor di lokasi tersebut agar dilakukan arahan tata guna lahan, sehingga kejadian tersebut tidak terulang kembali.

1.2. Rumusan Masalah

1. Berapa banyak kejadian longsor di Sub DAS Jenelata DAS Jeneberang?
2. Apa saja faktor penyebab terjadinya tanah longsor serta faktor apa yang paling berpengaruh?
3. Bagaimana Tingkat Kerawanan Longsor?
4. Tindakan apa saja yang dapat dilakukan dalam mencegah terjadinya tanah longsor?

1.3. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menginventarisasi kejadian longsor di Sub DAS Jenelata DAS Jeneberang
2. Mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya tanah longsor
3. Membuat Peta Tingkat Kerawanan Longsor.
4. Membuat Arahan Tindakan Konservasi Tanah dan Air di Sub DAS Jenelata DAS Jeneberang.

1.4. Manfaat

Hasil Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar acuan instansi terkait untuk mitigasi dan mengantisipasi terjadinya bencana tanah longsor di Sub DAS Jenelata DAS Jeneberang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Daerah Aliran Sungai dan Pengelolaannya

Undang-Undang No 41 tahun 1999 tentang Kehutanan, menyebutkan bahwa penyelenggaraan kehutanan bertujuan untuk kemakmuran masyarakat dengan meningkatkan daya dukung Daerah Aliran Sungai (DAS) dan mempertahankan kecukupan hutan minimal 30 % dari luas DAS dengan sebaran proporsional. Daerah Aliran Sungai (DAS) berdasarkan Undang-Undang No 17 tahun 2019 tentang Sumberdaya Air, 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, batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. Selain itu menurut Paimin dkk. (2012) mengemukakan Daerah aliran sungai (DAS) merupakan ruang dimana sumberdaya alam, terutama vegetasi, tanah dan air, berada dan tersimpan serta tempat hidup manusia dalam memanfaatkan sumber daya alam tersebut untuk memenuhi kebutuhan hidupnya.

Berdasarkan pengertian dari definisi tersebut maka DAS merupakan suatu wilayah daratan atau lahan yang mempunyai komponen topografi, batuan, tanah, vegetasi, air, sungai, iklim, hewan, manusia dan aktivitasnya yang berada pada, di bawah, dan di atas tanah. Sekalipun definisi atau pengertian DAS sama pada beberapa Peraturan Perundangan yang berbeda (Kehutanan dan Sumberdaya Air), namun implementasi dan pengejawantahannya dalam Pengelolaan DAS belum sama; sekaligus ini menjadi masalah pertama yang harus dituntaskan agar platform

dan mainframe setiap kementerian, instansi, dan lembaga lainnya menjadi sama (Departemen Kehutanan, 2009).

Pengelolaan DAS adalah upaya dalam mengelola hubungan timbal balik antar sumber daya alam terutama vegetasi, tanah dan air dengan sumber daya 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. Jadi salah satu karakteristik suatu DAS adalah adanya keterkaitan biofisik antara daerah hulu dengan daerah hilir melalui daur hidrologi. Berdasarkan indikator kunci dan indikator lainnya (lahan, sosek dan kelembagaan) yang sudah ditetapkan maka diketahui tingkat kerusakan DAS yang kemudian perlu ditetapkan prioritas penanganannya (Departemen Kehutanan, 2009).

DAS-DAS Prioritas I adalah DAS yang prioritas pengelolaannya paling tinggi karena menunjukkan kondisi dan permasalahan biofisik dan sosek DAS paling “kritis” atau “tidak sehat”. Prioritas II adalah DAS-DAS yang prioritas pengelolaannya sedang, sedangkan DAS prioritas III dianggap kurang prioritas untuk ditangani karena kondisi biofisik dan soseknya masih relatif baik (tidak kritis) atau DAS tersebut dianggap masih “sehat”. Jumlah DAS Prioritas I (kritis) terus bertambah sejak 30 tahun yang lalu dari 22 DAS tahun 1970 menjadi 36 DAS tahun 1980-an dan sejak tahun 1999 menjadi 60 DAS. Peningkatan jumlah DAS Prioritas I tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan DAS selama ini belum tepat sasaran. Tingkat kekritisannya suatu DAS ditunjukkan oleh menurunnya penutupan vegetasi permanen

dan meluasnya lahan kritis sehingga menurunkan kemampuan DAS dalam menyimpan air yang berdampak pada meningkatnya frekuensi banjir, erosi dan penyebaran tanah longsor pada musim penghujan dan kekeringan pada musim kemarau. Sampai dengan tahun 2007 penutupan hutan di Indonesia sekitar 50% luas daratan dan ada kecenderungan luasan areal yang tertutup hutan terus menurun dengan rata-rata laju deforestasi tahun 2000-2005 sekitar 1,089 juta ha per tahun. Sedangkan lahan kritis dan sangat kritis masih tetap luas yaitu sekitar 30.2 juta ha (terdiri dari 23,3 juta ha sangat kritis dan 6,9 juta ha kritis), erosi dari daerah pertanian lahan kering yang padat penduduk tetap tinggi melebihi yang dapat ditoleransi (15 ton/ha/th) sehingga fungsi DAS dalam mengatur siklus hidrologi menjadi menurun (Departemen Kehutanan, 2009).

Tingkat kekritisian DAS sangat berkaitan dengan tingkat sosial ekonomi masyarakat petani di daerah tengah hingga hulu DAS terutama jika kawasan hutan dalam DAS tidak luas seperti DAS-DAS di pulau Jawa dan Bali. Tingkat kesadaran dan kemampuan ekonomi masyarakat petani yang rendah akan mendahulukan kebutuhan primer dan sekunder (sandang, pangan, dan papan) bukan kepedulian terhadap lingkungan sehingga sering terjadi perambahan hutan di daerah hulu DAS, penebangan liar dan praktik-praktik pertanian lahan kering di perbukitan yang akan meningkatkan kekritisian DAS. Faktor lain yang menyebabkan pengelolaan DAS belum berhasil dengan baik adalah kurangnya keterpaduan dalam perencanaan, pelaksanaan dan pemantauan pengelolaan DAS termasuk dalam hal pembiayaannya. Hal ini karena banyaknya instansi yang terlibat dalam pengelolaan DAS seperti Departemen Kehutanan, Departemen Pekerjaan Umum, Departemen Pertanian, Departemen Dalam Negeri, Bakosurtanal dan Kementerian Lingkungan Hidup, perusahaan swasta dan masyarakat (Departemen Kehutanan, 2009). Lebih

lanjut, dalam penentuan prioritas perbaikan DAS, klasifikasi dibagi dalam 2 kelas yaitu : DAS yang dipulihkan dan DAS yang dipertahankan (Kementerian Kehutanan Republik Indonesia, 2014).

2.2. Perubahan Tata Guna Lahan

Perubahan tata guna lahan secara umum menyangkut transformasi dalam pengalokasian sumber daya lahan dari satu penggunaan ke penggunaan lainnya. Perubahan tata guna lahan ini melibatkan reorganisasi struktur fisik secara internal maupun ekspansinya ke arah luar (Mujjati, 2017). Perubahan tata guna lahan juga diartikan sebagai perubahan penggunaan atau aktivitas terhadap suatu lahan yang berbeda dari aktivitas sebelumnya, baik untuk tujuan komersial maupun industri (Mujjati, 2017).

Faktor utama yang mempengaruhi terjadinya perubahan tata guna lahan adalah peningkatan jumlah penduduk. Terjadinya peningkatan jumlah penduduk berimplikasi pada kepentingan kebutuhan lahan untuk memwadah berbagai aktivitas manusia demi kelangsungan hidupnya. Jika dalam perkembangannya antara kebutuhan dan ketersediaan lahan tidak diatur dengan baik, maka akan terjadi berbagai benturan kepentingan antar aktivitas yang berdampak pada persaingan dalam pengaturan lahan. Hal ini akan menyebabkan terjadi pergeseran pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dengan kaidah penataan ruang dan daya dukungnya (Mujjati, 2017). Selain itu, Menurut Sudarto (2009) perubahan fungsi tata guna lahan dari Kawasan konservasi (Kawasan hijau) menjadi Kawasan terbangun (pemukiman) akan memperberat tekanan terhadap kondisi lingkungan.

Menurut Barlowe (1986), faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan lahan adalah faktor fisik dan biologis, pertimbangan ekonomi dan faktor institusi atau kelembagaan. Faktor fisik biologis mencakup kesesuaian dari sifat fisik yaitu

keadaan geologi, tanah, air, iklim, tumbuh-tumbuhan, hewan dan kependudukan. Faktor pertimbangan ekonomi dicirikan oleh keuntungan, keadaan pasar dan transportasi. Faktor institusi dicirikan oleh hukum pertanahan, keadaan politik, sosial dan secara administrasi dapat dilaksanakan. Perubahan tata guna lahan akan sangat mengganggu keseimbangan lingkungan jika perubahan ini tidak memperhatikan daya dukungnya. Akibat dari fenomena ini telah nampak seperti banjir, tanah longsor, pemanasan global, lebih jauh berdampak pula pada aspek sosial ekonomi yaitu berupa kemiskinan.

2.3. Tanah Longsor

Gerakan tanah akan terjadi pada suatu lereng, apabila terjadi ketidakseimbangan terhadap lereng maka mengakibatkan terjadinya proses mekanis, mengakibatkan sebagian dari lereng tersebut bergerak mengikuti arah gravitasi. Jadi longsor merupakan pergerakan massa tanah atau batuan menuruni lereng mengikuti gaya gravitasi akibat terganggunya kestabilan lereng. Pengertian lain mengemukakan bahwa tanah longsor adalah salah satu bencana alam yang sering terjadi pada daerah tropis basah (Badan Penanggulangan Bencana Daerah, 2020).

Longsoran atau gerakan massa berkaitan erat dengan proses-proses yang terjadi secara ilmiah pada suatu bentang alam. Bentang alam sendiri merupakan suatu bentukan alam pada permukaan bumi misalnya bukit, perbukitan, gunung, pegunungan, dataran dan cekungan (Karnawati, 2005). Kerusakan yang ditimbulkan oleh gerakan massa adalah kerusakan secara langsung seperti rusaknya fasilitas umum, lahan pertanian, ataupun adanya korban manusia, dan kerusakan secara tidak langsung yang melumpuhkan kegiatan pembangunan dan aktivitas ekonomi di daerah bencana dan sekitarnya (Hardiyatmo, 2006).

2.3.1 Penyebab Terjadinya Tanah Longsor

Banyak faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng yang mengakibatkan terjadinya longsor. Secara umum kejadian longsor disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor pendorong atau faktor yang mempengaruhi kondisi material sendiri dan faktor pemicu yang menyebabkan bergerak material tersebut. Diantara faktor pendorong antara lain adalah kondisi geologi dan hidrografi, topografi, iklim dan perubahan cuaca. Pada prinsipnya tanah longsor terjadi bila gaya pendorong pada lereng lebih besar daripada gaya penahan. Gaya penahan umumnya dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah. Sedangkan gaya pendorong dipengaruhi oleh besarnya sudut lereng, air, beban serta berat jenis tanah batuan (Karnawati, 2005).

a. Curah Hujan

Ancaman tanah longsor akan lebih besar pada saat musim penghujan tiba, hal ini disebabkan karena meningkatnya intensitas curah hujan. Musim kering yang panjang akan menyebabkan terjadinya penguapan air di permukaan tanah dalam jumlah besar yang akan mengakibatkan munculnya rongga tanah dan terjadi retakan pada permukaan tanah. Pada saat hujan, air akan menyusup ke bagian yang retak. Tanah pun dengan cepat mengembang kembali. Pada awal musim hujan, kandungan air pada tanah menjadi jenuh dalam waktu singkat. Hujan lebat pada awal musim dapat menimbulkan longsor karena air akan masuk dan terakumulasi di bagian dasar lereng melalui retakan pada permukaan tanah, sehingga menimbulkan gerakan lateral. Apabila ada pepohonan di permukaan, pelongsoran dapat dicegah karena air akan diserap oleh tumbuhan. Akar tumbuhan juga berfungsi sebagai pengikat tanah.

b. Kemiringan lereng

Lereng atau tebing yang terjal akan memperbesar gaya pendorong, selain itu juga memperbesar jumlah aliran permukaan, makin curam lereng juga memperbesar kecepatan aliran permukaan dan memperbesar energi angkut air. Semakin besar sudut kemiringan lereng, semakin besar pula gaya dorong terhadap material penyusun lereng. Semakin besar sudut kemiringan lereng, semakin besar pula potensi terjadinya longsor.

Klasifikasi kelerengan untuk pemetaan ancaman tanah longsor dibagi dalam lima kriteria diantaranya yaitu lereng datar dengan kemiringan 0 - 8%, landai berombak sampai bergelombang dengan kemiringan 8 - 15%, agak curam berbukit dengan kemiringan 15 - 25%, curam sampai sangat curang 25 - 40%, sangat curam dengan kemiringan > 40%. Wilayah yang kemiringan lereng antara 0 - 15% akan stabil terhadap kemungkinan longsor, sedangkan di atas 15% potensi untuk terjadi longsor pada kawasan rawan gempa bumi semakin besar.

c. Aspek Arah Lereng

Arah lereng memberikan pengaruh secara tidak langsung terhadap kejadian erosi karena menentukan arah matahari dalam menyinari tebing. Sinar matahari memberi dampak percepatan proses pedogenesis (pelapukan tanah) (Harjadi, 2016). Selain sinar matahari, arah lereng juga mempengaruhi jumlah air hujan yang diterima oleh suatu DAS

d. Tutupan Lahan

Tutupan lahan menggambarkan konstruksi vegetasi dan buatan yang menutup permukaan lahan. Tiga kelas data secara umum yang tercakup dalam tutupan lahan, yaitu: (1) struktur fisik yang dibangun oleh manusia; (2) fenomena biotik seperti vegetasi alami, tanaman pertanian, dan kehidupan binatang; (3) tipe pembangunan (Lo, 1996).

Penutupan lahan (*land cover*) mengacu pada penutupan lahan yang mencirikan suatu areal tertentu, yang merupakan pencerminan dari bentuk dan iklim lokal. Penutupan lahan berkaitan dengan vegetasi berupa pohon, rumput, air dan bangunan. Informasi tutupan lahan dapat diperoleh dari citra penginderaan jauh, foto udara, foto satelit dan teknologi lainnya yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi penutupan lahan (Diana, 2008).

e. Elevasi

Elevasi adalah istilah lain dari ukuran ketinggian lokasi di atas permukaan laut. Lahan pegunungan berdasarkan elevasi dibedakan atas dataran medium (350-700 m dpl) dan dataran tinggi (>700 m dpl). Biasanya lereng yang memiliki kemiringan > 15% berada pada lahan pegunungan sehingga kejadian longsor akan semakin erat hubungannya apabila suatu tempat semakin tinggi dilihat pula dengan faktor-faktor lain sebagai pendukungnya. Elevasi juga berhubungan erat dengan jenis komoditas atau jenis vegetasi yang dapat ditanam sesuai untuk mempertahankan kelestarian lingkungan.

f. Struktur Sesar

Sesar/patahan terbentuk secara alami dalam hal ini akibat terjadinya gempa. Secara tidak langsung sesar/patahan yang berada di dekat tebing memiliki kemungkinan terjadi longsor lebih besar karena struktur batuan yang menjadi tidak stabil akibat sesar/patahan tersebut (Susanti dan Miardani, 2019).

g. Kerapatan Sungai

Kerapatan sungai atau aliran adalah salah satu aspek morfometri yang berkaitan dengan kemiringan lereng dan sifat fisik drainase tanah. Semakin curam lereng cenderung semakin tinggi kerapatan aliran. Semakin poros atau semakin tinggi kapasitas infiltrasi lahan semakin rendah kerapatan aliran dan sebaliknya. Dengan demikian secara umum dapat dikatakan bahwa kerapatan aliran yang tinggi

mengindikasikan rendahnya kapasitas infiltrasi. Rendahnya kapasitas infiltrasi tanah biasanya terjadi pada tanah dengan komposisi tanah liat (*clay*) yang tinggi. Tanah dengan liat tinggi cenderung lebih mudah longsor.

h. Kelengkungan Permukaan Bumi

Kelengkungan permukaan bumi mewakili bentuk dari morfologi topografi, berupa bentuk cekungan. Adanya cekungan dapat meningkatkan kesempatan terjadinya longsor yang tinggi akibat dari tingginya laju dan volume aliran permukaan pada suatu wilayah (Chairunnisa, 2020).

i. Litologi

Faktor litologi berbicara mengenai jenis batuan penyusun pada suatu wilayah. Batuan memiliki sifat yang beragam, ada yang kompak dan ada yang tidak kompak. Sifat inilah yang berpengaruh terhadap longsor. Salah satu jenis batuan yang tidak kompak adalah jenis batuan gunung api, batuan ini terbentuk dari tufa dan lava dari proses letusan gunung api. Batuan yang terbentuk dari tufa dan lava biasanya memiliki tingkat kepekaan yang sangat tinggi terhadap longsor, apabila tingkat kepekaan tinggi maka akan mudah terjadi proses pelapukan dan fragmen batuan mudah lepas dari segmen pengikat.

j. Jarak dari Sungai

Jarak dari sungai adalah salah satu aspek morfometri yang berkaitan dengan kejadian tanah longsor. Semakin dekat sungai dengan tebing maka semakin tinggi kemungkinan terjadinya longsor. Dengan demikian secara umum dapat dikatakan bahwa jarak dari sungai yang semakin dekat mengindikasikan rendahnya kapasitas infiltrasi. Rendahnya kapasitas infiltrasi tanah biasanya terjadi pada tanah dengan komposisi tanah liat (*clay*) yang tinggi berada pada sekitar sungai. Tanah dengan liat tinggi cenderung lebih mudah longsor.

k. Jarak dari Jalan

Aktivitas manusia yang berada dari wilayah yang memiliki kemiringan lereng yang cukup tinggi sangat berpengaruh terhadap kejadian longsor salah satunya ialah jalan yang dibangun oleh masyarakat ataupun pemerintah setempat (Hutomo dan Maryono, 2016). Terganggunya proses hidrologi seperti proses infiltrasi dapat menjadi hal yang cukup membahayakan apabila wilayah tersebut terdapat jalan di daerah tebing, terlebih jika curah hujan yang tinggi semakin meningkatkan kemungkinan longsor dapat terjadi.

2.4. Proses Terjadinya Tanah Longsor

Pergerakan massa tanah/batuan pada lereng dapat terjadi akibat interaksi pengaruh antara beberapa kondisi yang meliputi geologi, morfologi, struktur geologi, hidrogeologi dan tata guna lahan. Kondisi - kondisi tersebut saling berpengaruh sehingga mewujudkan suatu kondisi lereng yang mempunyai kecenderungan atau berpotensi untuk bergerak (Karnawati, 2005). Kondisi lereng demikian disebut kondisi rentan untuk bergerak. Jadi, pengertian rentan disini berarti berpotensi atau kecenderungan untuk bergerak namun belum mengalami gerakan. Proses dan tahapan terjadinya gerakan tanah secara sistematis adalah sebagai berikut:

1. Tahap stabil
2. Tahap rentan
3. Tahap kritis
4. Tahap benar-benar bergerak

Menurut Swanston dan Swanson (1980) proses terjadinya tanah longsor dikelompokkan menjadi jatuhan, longsor, aliran, rayapan, dan bandang. Masing-masing tipe terjadi pada medan dengan karakteristik yang berbeda satu dengan yang lain, hal ini karena bencana tanah longsor disebabkan oleh beberapa faktor.

2.5. Klasifikasi Longsor

Dilihat dari mekanisme longsor nya, tanah longsor dapat diklasifikasikan menjadi empat jenis, yaitu luncuran (*slide*), reruntuhan (*fall*), jatuhan (*topple*), dan aliran (*flow*) (Varnes, 1978). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi pergerakan lereng (Varnes, 1978)

Jenis Pergerakan	Jenis Material		
	Batuan	Tanah	
		Butir Kasar	Butir Halus
Reruntuhan (<i>falls</i>)	Reruntuhan batu	Reruntuhan debris	Reruntuhan tanah
Jatuhan (<i>topples</i>)	Jatuhan batu	Jatuhan debris	Jatuhan tanah
Longsoran (<i>slides</i>)	Rotasi Translasi	Longsoran batu	Longsoran debris <i>Earth slide</i>
Lateral (<i>lateral spread</i>)	Batuan menyebar	Debris menyebar	Tanah menyebar
Aliran (<i>flow</i>)	Aliran batu, rayapan batu	Aliran debris, rayapan tanah	Aliran tanah, rayapan tanah
Komplek (<i>complex</i>)	Kombinasi dua atau lebih dari jenis pergerakan tanah		

2.5.1. Keruntuhan geser atau longsoran (*sliding failures*)

Pergerakan massa tanah ini disebabkan oleh perbedaan jenis lapisan tanah, dimana lapisan tanah atau batuan yang stabil berada di atas lapisan yang tidak stabil. Terdapat dua jenis utama untuk keruntuhan tanah longsoran yaitu longsoran rotasi dan longsoran translasi. Perbedaan keduanya adalah pada bentuk bidang gesernya. Bidang longsor pada jenis rotasi berbentuk cekung ke atas. Sedangkan bidang longsor berupa bidang datar dengan sedikit berbentuk cekungan ke atas. Pergerakan tanah jenis translasi dapat pula dalam satu kesatuan berupa blok tanah A.

2.5.2. Reruntuhan batuan (*fall failures*)

Jenis runtuh ini lebih sering terjadi pada lereng berbatu dimana batuan bergerak hingga terlepas dari lereng yang terjal atau curam. Pergerakan massa

batuan dipengaruhi oleh gravitasi, proses pelapukan mekanis, dan rembesan air. Longsor jenis reruntuhan batuan ini biasanya terjadi pada agregat batuan yang pelapukannya tidak merata, batuan yang mempunyai banyak kekar (*joint*) atau retakan (*fracture*), atau pada batas antara dua jenis batuan berbeda atau zona kontak batuan (*bedding planes*).

2.5.3. Jatuhan (*toppling failures*)

Runtuhan (*topples*) adalah runtuhnya sekelompok massa batuan yang disebabkan oleh gravitasi bumi. Perbedaan longsor jenis runtuhan dengan jenis reruntuhan lainnya adalah adanya gerak rotasi massa material kedepan dari satu atau beberapa blok material, baik pada pusatnya, di bawah atau di dasar blok, pada wilayah yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan pada gaya desak yang disebabkan oleh blok material yang berdekatan atau kandungan air yang dimiliki oleh blok material tersebut pada wilayah longsor.

2.5.4. Longsor Aliran (*Flows failures*)

Aliran (*flow*) adalah longsor material yang menuruni lereng dengan ukuran yang bervariasi mulai dari fragmen tanah halus sampai bongkah yang bercampur dengan air. Longsor aliran memiliki perbedaan karakteristik, yaitu:

- 1) Aliran debris (*debris flow*): Pada tipe ini, material longsor adalah campuran material-material berupa tanah lepas, batuan, bahan-bahan organik, udara, serta air yang membentuk massa material menjadi lebih cair, yang kemudian bergerak secara cepat menuruni lereng. Aliran debris meliputi kandungan lapisan tanah bergradasi baik kurang dari 50 % yang biasanya berasal dari aliran air permukaan (*run-off water*). Aliran air permukaan tersebut menghanyutkan dan membawa tanah lepas atau batuan pada lereng yang curam. Aliran debris secara umum juga berbeda dengan tipe tanah longsor

lainnya, materialnya berada pada kondisi jenuh air, dan mengandung proporsi lanau dan pasir yang besar. Wilayah sumber aliran debris umumnya berbentuk selokan yang curam (*steep gullies*), dan sisa-sisa material aliran debris dapat diindikasikan oleh kandungan sebaran debris pada mulut selokan. Debris *flow* adalah longsor material dengan ukuran yang bervariasi (dari halus hingga kasar) yang bercampur dengan air. Debris *flow* biasanya terjadi pada waktu hujan deras pada lereng curam. Debris *flow* merupakan salah satu jenis longsor yang sering terjadi di Indonesia.

- 2) Debris bahan rombakan (*debris avalanche*): Jenis aliran ini adalah jenis aliran debris yang bergerak sangat cepat dan dalam massa yang besar.
- 3) Aliran tanah (*earth flow*): longsor dengan jenis aliran ini memiliki karakteristik hampir sama dengan aliran debris, hanya saja ukuran materialnya relatif halus dan seragam. Aliran tanah biasanya terjadi pada lahan dengan kemiringan lereng yang tidak terlalu curam. Tanah pada lereng berada dalam kondisi cair dan mengalir membentuk seperti sebuah "mangkuk". Longsor ini selalu terjadi pada material-material yang bergradasi baik atau lempung bebatuan pada lereng yang lunak serta berada pada kondisi jenuh air. Akan tetapi, longsor jenis ini juga bisa terjadi pada material granular yang kering. Jika aliran tanah mengandung 50% pasir, partikel lempung, maka material ini dapat bergerak secara cepat. Sehingga jenis aliran tanah ini sering disebut dengan aliran lumpur (*mudflow*).
- 4) Rayapan (*creep*): Rayapan adalah aliran material berupa batuan dan tanah pada lereng, yang bergerak secara sangat perlahan dan dalam waktu yang relatif lama, dan bergerak menurun (tidak seperti longsor yang sifat gerakannya cepat dan dalam waktu yang singkat). Pergerakan material disebabkan oleh

cukupnya tegangan geser untuk mengakibatkan terjadinya deformasi tetap (*permanent deformation*), tetapi sangat kecil untuk mengakibatkan terjadinya retakan/kerusakan geser. Terdapat tiga jenis aliran *creep* yaitu: (1) berubah-ubah (*seasonal*), dimana pergerakan material terjadi sampai pada kedalaman tanah yang suhu dan kelembapannya berubah-ubah. (2) terus-menerus (*continuous*), dimana tegangan geser secara terus menerus melebihi kekuatan material; dan (3) bertahap (*progressive*), dimana lereng mencapai titik keretakan seperti pada tipe pergerakan massa material lainnya. Secara visual kenampakan *soil creep* tidak mudah dikenali dalam waktu yang singkat karena kenampakan morfologi permukaannya biasanya relatif tidak terlalu berubah. Namun ada beberapa indikator yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi rayapan, antara lain adanya pohon, tiang listrik yang miring, dan retak – retak pada permukaan tanah seperti gelombang-gelombang tanah atau punggung bukit.

a. Longsoran lateral (*lateral spreading failures*)

Longsoran lateral adalah peristiwa yang unik karena terjadi pada kemiringan yang landai atau pada wilayah yang cenderung datar. Karakteristik dominan dari pergerakan materialnya adalah perpanjangan lateral yang diikuti dengan retakan geser dan tarik. Longsoran terjadi karena likuifaksi, proses terjadinya likuifaksi karena kondisi material tanah yang jenuh air, lepas, serta daya lekat sedimennya rendah sehingga menyebabkan kondisi tanah berubah dari padat menjadi cair. Longsoran biasanya terjadi karena dipicu oleh pergerakan tanah yang cepat, seperti ketika terjadinya gempa, tapi terkadang juga tidak terlalu mempengaruhi. Ketika material yang saling terikat baik itu batuan dasar ataupun tanah, berubah kondisinya menjadi cair, blok bagian atas akan mengalami kerusakan/keretakan dan meluas

dan kemudian material tersebut berkurang, berubah bentuk, berotasi/berputar, hancur atau mencair dan kemudian akan mengalir. Longsoran sebaran lateral di wilayah yang landai untuk material bergradasi baik berlangsung secara bertahap. Longsoran terjadi secara tiba-tiba pada sebuah wilayah yang sempit dan menyebar secara cepat. Secara umum, tanda terjadi longsor dimulai dengan adanya runtuh sedikit material walaupun pada beberapa pergerakan material tidak terdapat alasan yang jelas kenapa sehingga longsor bisa terjadi. Kombinasi dua atau lebih jenis longsor diatas disebut sebagai tanah longsor kompleks.

2.6. Pemetaan Kerawanan Tanah Longsor

Pemetaan kerawanan tanah longsor dapat dilakukan untuk memberikan gambaran kondisi pada suatu kawasan yang ada berdasarkan faktor-faktor penyebab terjadinya tanah longsor. Selain itu, pemetaan ini juga dapat memantau dan mengamati fenomena tanah longsor tiap tahunnya dengan menggunakan analisa tertentu. Dalam peta rawan longsor biasanya tersedia informasi berupa titik rawan longsor beserta sebarannya dan faktor utama yang menjadi penyebab dari kejadian tanah longsor tersebut. Adanya peta ini diharapkan dapat dijadikan acuan untuk mempermudah penyampaian informasi wilayah rawan tanah longsor kepada masyarakat (Ramadhion dkk., 2017).

Salah satu cara yang biasa digunakan dalam melakukan pemetaan tanah longsor adalah dengan menggunakan metode multivariat seperti frekuensi rasio dan logistik regresi.

2.6.1. Frekuensi Rasio (FR)

Frequency Ratio atau Frekuensi Rasio merupakan hasil antara area kejadian longsor terhadap total area dan juga rasio probabilitas kejadian longsor terhadap ketidakjadian longsor untuk faktor atribut yang diberikan. Pendapat lain mengemukakan metode FR dibangun berdasarkan hubungan antara lokasi kejadian tanah longsor dan faktor-faktor yang mengontrol terjadinya tanah longsor. Oleh karena itu, semakin besar rasionya, maka 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.

2.6.2. Logistik Regression (LR)

Logistic Regression atau logistik regresi digunakan untuk memprediksi ada atau tidaknya longsor berdasarkan nilai dari beberapa faktor yang digunakan dengan melihat kemungkinan terjadinya longsor dan kemungkinan tidak terjadinya longsor. Secara umum, dalam regresi logistik, prediksi spasial dapat dimodelkan menggunakan variabel dependen dan variabel independen (Shirzadi dkk., 2012). Ini berguna jika variabelnya biner atau dikotomis. Variabel bisa kontinu, atau diskrit, atau kombinasi dari kedua jenis dan tidak selalu memiliki distribusi normal. Probabilitas regresi dapat dipahami sebagai kemungkinan variabel dependen. Analisis data dilakukan dengan menggunakan proporsi data longsor yang sama antara longsor dan tidak terjadi longsor, dengan menggunakan data tersebut maka akan menghasilkan analisis regresi logistik yang lebih baik dan adil (Rasyid dkk., 2016).

2.7. Tindakan Konservasi Tanah dan Air

Undang-Undang Nomor 37 Tahun 2014 tentang konservasi tanah dan air mengemukakan bahwa Konservasi Tanah dan Air adalah upaya perlindungan, pemulihan, peningkatan, dan pemeliharaan Fungsi Tanah pada Lahan sesuai dengan kemampuan dan peruntukan Lahan untuk mendukung pembangunan yang berkelanjutan dan kehidupan yang lestari. Konservasi Tanah dan Air terbagi atas beberapa metode, yaitu vegetatif, agronomi, sipil teknis pembuatan Konservasi Tanah dan Air, manajemen, dan metode lain yang sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Konservasi tanah dilakukan agar (1) energi perusak (air hujan dan aliran permukaan) sekecil mungkin sehingga tidak merusak, dan (2) agregat tanah lebih tahan terhadap pukulan air hujan dan aliran permukaan. Berdasarkan kedua hal tersebut, maka ada tiga pendekatan dalam konservasi tanah (Triwanto, 2012) , yaitu:

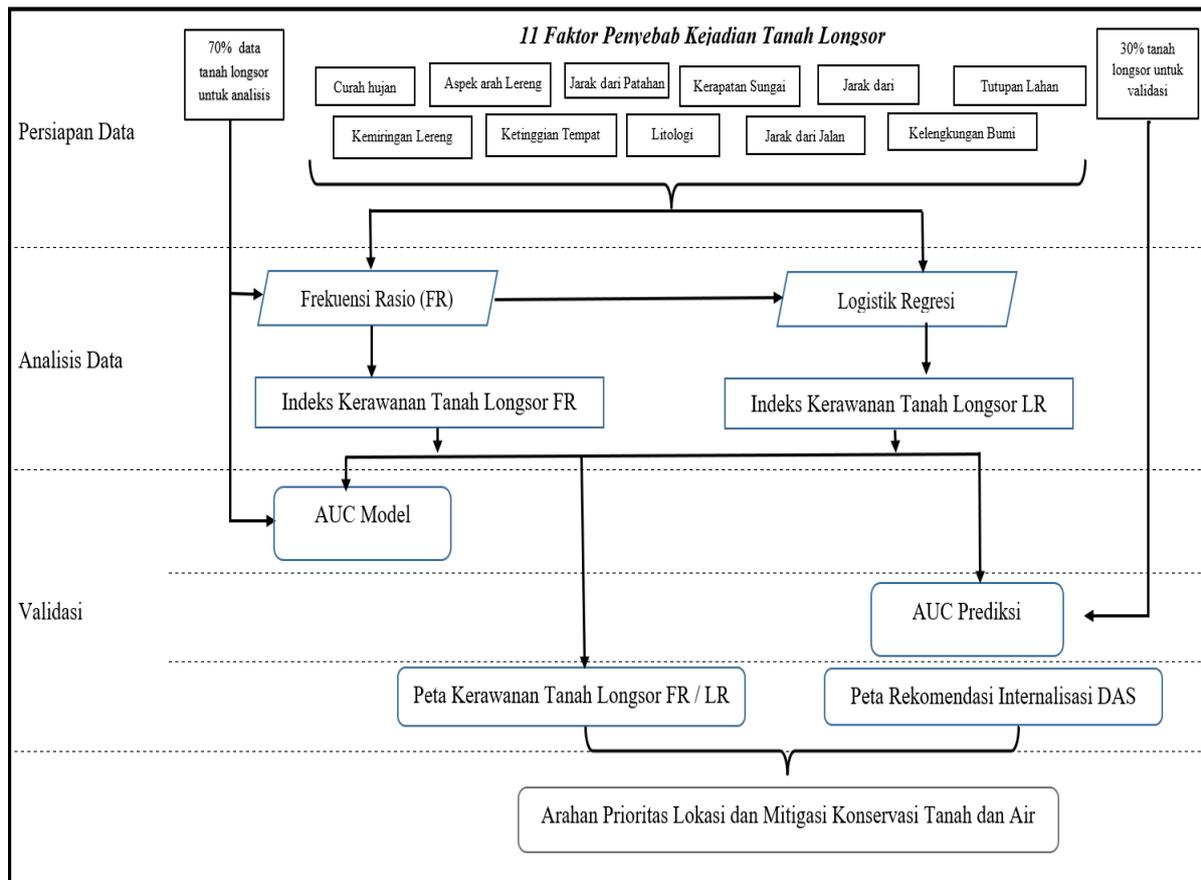
1. Memperbaiki dan menjaga keadaan tanah agar tahan terhadap penghancuran dan pengangkutan, serta lebih besar daya menyerap airnya.
2. Menutup tanah dengan tanaman atau sisa-sisa tumbuhan agar terlindung dari pukulan langsung air hujan yang jatuh.
3. Mengatur aliran permukaan sehingga mengalir dengan kekuatan yang tidak merusak.

Konservasi air pada prinsipnya adalah penggunaan air hujan yang jatuh ke tanah untuk pertanian seefisien mungkin, dan mengatur waktu aliran agar tidak terjadi banjir yang merusak dan terdapat cukup air pada waktu musim kemarau. Konservasi tanah mempunyai hubungan yang sangat erat dengan konservasi air. Setiap perlakuan yang diberikan pada sebidang tanah akan mempengaruhi tata air

pada tempat itu dan tempat-tempat di hilirnya. Oleh karena itu konservasi tanah dan konservasi air merupakan dua hal yang berhubungan erat sekali, berbagai tindakan konservasi tanah adalah juga tindakan konservasi air (Arsyad, 2010).

2.8. Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual penelitian ini secara rinci dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Konseptual Penelitian