

SKRIPSI

**ANALISIS TINGKAT KERAWANAN TANAH
LONGSOR DENGAN MENGGUNAKAN MODEL
REGRESI LOGISTIK DI DAERAH ALIRAN SUNGAI
TAKALASI KABUPATEN BARRU**

Disusun dan diajukan oleh

INDRI ANUGRAH

M011 19 1009



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

**ANALISIS TINGKAT KERAWANAN TANAH LONGSOR
MENGUNAKAN MODEL REGRESI LOGISTIK DI DAERAH
ALIRAN SUNGAI TAKALASI KABUPATEN BARRU**

**INDRI ANUGRAH
M011191045**

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Kehutanan

Pada

**PROGRAM STUDI KEHUTANAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASSANUDDIN
MAKASSAR
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

Analisis Tingkat Kerawanan Tanah Longsor Menggunakan Model Regresi Logistik di Daerah Aliran Sungai Takalasi Kabupaten Barru

Disusun dan diajukan oleh

Indri Anugrah
M011191009

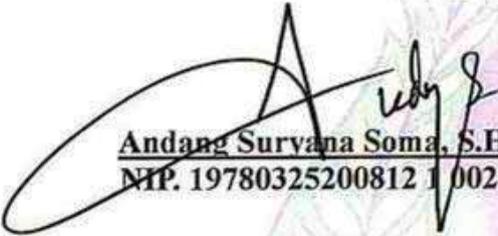
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin Pada tanggal 05 Februari 2024 dan menyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui :

Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II


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


Wahyuni, S.Hut., M.Hut
NIP. 19851009201504 2 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Kehutanan
Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin


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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Indri Anugrah

NIM : M011191009

Program Studi : Kehutanan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

Analisis Tingkat Kerawanan Tanah Longsor Menggunakan Model Regresi Logistik di Daerah Aliran Sungai Takalasi Kabupaten Barru

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan 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, 05 Februari 2024

Yang Menyatakan



Indri Anugrah

ABSTRAK

Indri Anugrah (M011191009). Analisis Tingkat Kerawanan Tanah Longsor dengan Menggunakan Model Regresi Logistik di Daerah Aliran Sungai Takalasi Kabupaten Barru dibawah bimbingan Andang Suryana Soma dan Wahyuni

Tanah longsor adalah bahaya geologi yang umum terjadi dan mengganggu keseimbangan sosial dan ekonomi masyarakat yang terdampak. Oleh karena itu, identifikasi Kerawan tanah longsor diperlukan untuk dan meminimalisir gangguan kegiatan ekonomi jika terjadi bencana. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi titik kejadian tanah longsor pada DAS Takalasi, menganalisis faktor paling berpengaruh dengan menggunakan model Regresi Logistik, faktor paling berpengaruh terhadap terjadinya tanah longsor dengan model Regresi Logistik dan menganalisis tingkat kerawanan tanah longsor di DAS Takalasi. Hasil penelitian menunjukkan 141 kejadian tanah longsor dari tahun 2018 sampai 2022. Berdasarkan nilai tertinggi model, faktor Lereng, Jarak dari Sungai, dan Curah Hujan memiliki nilai Regresi Logistik yang paling tinggi. Kerawanan tanah longsor dibagi menjadi 5 kelas yaitu Sangat Tinggi memiliki proporsi luasan 8,68% (806,49 ha). Daerah dengan proporsi 9,57% (892,23 ha) masuk dalam kelas Tinggi sedangkan kelas Sedang, Rendah, dan Sangat Rendah secara berturut-turut proporsinya mencakup 17,18% (160,223ha), 52,97% (4935,08 ha), dan 11,60% (1081,53 ha).dengan hasil analisis AUC tingkat kesuksesan model dan prediksi mencapai nilai akurasi sebesar 0,860 dan 0,849 sehingga dapat diterapkan dalam upaya mitigasi tanah longsor.

Kata Kunci: Longsor, Regresi Logistik, DAS Takalasi

ABSTRACT

Indri Anugrah (M011191009). Analysis of Landslide Vulnerability Level by Using Logistic Regression Model in Takalasi Watershed, Barru Regency under the guidance of Andang Suryana Soma and Wahyuni

Landslide is a geological hazard that commonly occurs and disrupt the social and economic balance of the affected community. Therefore, identification of landslide proneness is necessary to minimize the disruption of economic activities in the event of a disaster. This study aims to identify the occurrence point of landslides in Takalasi watershed, analyze the most influential factors most influential factors by using Logistic Regression model, the most influential factors on the occurrence of landslides by using Logistic Regression model and analyzing the level of landslide vulnerability. Logistic Regression model and analyzing the level of landslide vulnerability in Takalasi watershed. in Takalasi watershed. Results The results showed 141 landslide events from 2018 to 2022. Based on the highest value of the model, the factors of Slope, Distance from River, and Rainfall have the highest Logistic Regression value. Landslide vulnerability landslide vulnerability is divided into 5 classes, namely Very High having 8.68% (806.49 ha). The area with the proportion of 9.57% (892.23 ha) are included in the class of High class while the Moderate, Low and Very Low classes are respectively proportions include 17.18% (160.223 ha), 52.97% (4935.08 ha), and 11.60% (1081.53 ha). with the results of the AUC analysis the level of success of the model and prediction reaches accuracy values of 0.860 and 0.849, respectively.

Keywords: Landslide, Logistic Regression, Takalasi Watershed

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha ESA, atas seluruh curahan Berkat, dan karunia-Nya sehingga penulis mampu melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi dengan judul “**Analisis Tingkat Kerawanan Tanah Longsor dengan menggunakan model Regresi Logistik di Daerah Aliran Sungai Takalasi Kabupaten Barru**” 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 **Frans Elia Kusuma** dan **Rosdiana** atas segala kasih sayang, pengorbanan, dukungan dalam suka dan duka, serta saudariku terkasih **Risky Fandi S.T, Indriyanti Linting, S.E., M.Ak. dan dr. Zheren Kurnia, MBBS** 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 **Wahyuni 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. Ibu **Rizki Amaliah, S.Hut., M.Hut** dan Bapak **Dr. Ir. A.Budiaman, M. P . IPU.** 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, Luthfi Alfitra** 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 **Santy Tampang, Greselia irene, Marina Indah Sari, Geby Septiana, Thresya Tiara Mokosandi** dan **Lanrianna Angi** yang selalu ada sejak dulu selalu menemani penulis.
7. Teman-temanku tercinta **Annisa, Nurveni, Wa Ode Ainnayah Rahmayanti Syafaat, Nurul Anisah, Syafetri Nirvana Lena, Rezky Nur Fadhila,** dan **Aveline Giovanni** yang selalu siap mendengar keluh kesah penulis dari maba sampai penulis melakukan penyusunan skripsi.
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 Tompobulu,** 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 dibanggakan untuk diri sendiri. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan, sehingga penulis menerima segala saran dan kritikan dari pembaca yang sifatnyamembangun. Akhir kata, semoga hasil penelitian ini dapat memberi manfaat dan pengetahuan bagi kita semua.

Makassar, 28 Desember 2023

Indri Anugrah

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan	3
I. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)	4
2.2 Tanah Longsor	6
2.3 Faktor Penyebab Tanah Longsor	7
2.4 Frekuensi Rasio.....	10
2.5 Regresi Logistik	10
2.6 Sistem Informasi Dan Geografis (SIG)	11
II. METODE PENELITIAN.....	13
3.1 Waktu dan Tempat	13
3.2 Alat dan Bahan.....	14
3.3 Prosedur Penelitian.....	15
3.3.1 Inventarisasi Kejadian Tanah Longsor	15
3.3.2 Faktor Penyebab Tanah Longsor.....	16
3.4 Analisis Data	18
3.5 Validasi Data.....	19
3.6 Peta Tingkat Kerawanan Tanah Longsor.....	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1 Inventarisasi Tanah Longsor	21
4.2 Analisis Faktor Penyebab Tanah Longsor dengan frekuensi rasio	23
4.2.1 Penutupan Lahan	27
4.2.2 Jarak dari Patahan	28
4.2.3 Curah Hujan	29
4.2.4 Jarak dari Sungai.....	31
4.2.5 Ketinggian.....	32
4.2.6 Litologi.....	33
4.2.7 Kelengkungan Bumi.....	34
4.2.8 Arah Lereng	35

4.2.9 Lereng	36
4.3 Analisis Pembuatan Peta Kerawanan Tanah Longsor dengan Model.....	37
4.3.1 Validasi Kurva Receiver Operating Characteristic (ROC)	39
4.3.2 Indeks Kerentanan Tanah Longsor (LSI)	40
4.3.3 Pemetaan Kerawanan Longor.....	42
V. KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 1	Alat yang digunakan dalam proses penelitian.....	14
Tabel 2	Bahan yang digunakan dalam proses penelitian	14
Tabel 3	Bentuk Matriks Konfusi.....	17
Tabel 4	Hasil perhitungan Frekuensi Rasio (FR) beberapa faktor penyebab tanah	25
Tabel 5	Persentase ketepatan klasifikasi dan nilai koefisien B regresi logistik faktor penyebab longsor menggunakan proporsi piksel longsor dan non longsor yang sama	38
Tabel 6	Nilai kurva AUC hasil validasi ROC pemodelan kerentanan tanah longsor dengan 10 kali pengulangan	39
Tabel 7	Kelas Indeks Kerentanan Tanah Longsor (LSI) sepuluh iterasi	40
Tabel 8	Luasan area kelas peta kerawanan (LSM) tanah longsor dan area sampel uji (30% piksel tanah longsor) menggunakan regresi logistik (RL)	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 1.	Peta Lokasi Penelitian DAS Takalasi.....	13
Gambar 2.	Bagan Alir Penelitian	15
Gambar 3.	Sebaran Kejadian Tanah Longsor pada DAS Takalasi selama lima Tahun.....	21
Gambar 4.	(a) Inventarisasi kejadian tanah longsor pada aplikasi <i>Google Earth Pro</i> Tahun 2022; (b) Kejadian Tanah Longsor di lapangan.....	22
Gambar 5.	(a) Kejadian tanah longsor pada titik observasi lapangan di DAS Takalasi tahun 2021 (b) kejadian tanah longsor yang terjadi di sekitar hutan lahan kering sekunder.....	22
Gambar 6.	Peta sebaran titik kejadian tanah longsor hasil inventarisasi citra <i>Google Earth Pro</i> periode 2018-2022.....	23
Gambar 7.	Peta Faktor -Faktor Penyebab Tanah Longsor (a) Curah Hujan, (b) Kelengkungan Bumi, (c) Jarak Dari Sungai, (d) Aspek Lereng, (e) jarak dari patahan, (f) Lereng, (g) Ketinggian, (h) Litologi, (I) Tutupan Lahan.....	24
Gambar 8.	Grafik nilai Frekuensi Rasio pada faktor penutupan lahan	27
Gambar 9.	Grafik nilai Frekuensi Rasio pada faktor jarak patahan.....	29
Gambar 10.	Grafik nilai Frekuensi Rasio pada faktor curah hujan.....	30
Gambar 11.	Grafik nilai Frekuensi Rasio pada faktor jarak dari sungai.....	31
Gambar 12.	Grafik nilai Frekuensi Rasio pada faktor ketinggian	32
Gambar 13.	Grafik nilai Frekuensi Rasio pada faktor litologi.....	33
Gambar 14.	Grafik nilai Frekuensi Rasio pada faktor kelengkungan bumi.....	34
Gambar 15.	Grafik nilai FR pada setiap kelas arah lereng.....	35
Gambar 16.	Grafik nilai Frekuensi Rasio pada faktor lereng	36
Gambar 17.	Kurva AUC hasil validasi ROC pemodelan kerentanan tanah longsor dengan 10 kali pengulangan (AUC <i>Success</i> (ROC validasi 1) dan AUC <i>Predictive</i> (ROC validasi 2)	39

Gambar 18. Peta Kerawanan Tanah Longsor dari hasil Nilai Indeks Kerawanan Tanah Longsor sepuluh iterasi	40
Gambar 19. Peta Kerawanan Tanah Longsor dari hasil pengklasifikasian <i>natural breaks</i>	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Peta Penutupan Lahan.....	52
Lampiran 2.	Peta Jarak dari Patahan	53
Lampiran 3.	Peta Curah Hujan	54
Lampiran 4.	Peta Jarak dari Sungai.....	55
Lampiran 5.	Peta Ketinggian.....	56
Lampiran 6.	Peta litologi	57
Lampiran 7.	Kelengkungan Bumi	58
Lampiran 8.	Peta Aspek Lereng	59
Lampiran 9.	Peta Kemiringan Lereng	60
Lampiran 10.	Validasi Penutupan Lahan (<i>Confusion Matrix</i>) DAS Takalasi	61
Lampiran 11.	Tabel titik data Curah Hujan dari Tahun 2018-2022 di DAS Takalasi	62
Lampiran 12.	Hasil analisis statistik Regresi Logistik (RL) pada 10 kali pengulangan. Berturut-turut dengan penamaan iterasi 1, iterasi 2,, iterasi 10.....	63
Lampiran 13.	Hasil validasi kurva ROC untuk melihat sensitivitas kesuksesan dan prediksi faktor kausatif (variabel independen) terhadap kejadian tanah longsor (variabel independen)	70
Lampiran 14.	Dokumentasi hasil validasi di lapangan.....	74

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah longsor merupakan bencana alam yang merugikan manusia. Tanah longsor merupakan gerakan massa batuan atau tanah yang terjadi pada suatu lereng karena pengaruh gravitasi. Bencana longsor dapat terjadi karena faktor alam maupun campur tangan manusia. Faktor alam yang menyebabkan terjadinya longsor antara lain morfologi permukaan, tata guna lahan, litologi dan faktor manusia seperti pengembangan pemukiman, perindustrian, alih fungsi kawasan hutan yang dapat meningkatkan lahan terbuka, tidak stabilnya lereng dan vegetasi yang semakin berkurang karena rendahnya penerapan teknik konservasi tanah dan air (Rahmadhani, 2017).

Indonesia merupakan salah satu negara yang rawan terjadi bencana tanah longsor. Kejadian longsor menyebabkan kerusakan infrastruktur, lahan pertanian, relokasi pemukiman, destruksi hutan dan lahan, dan menelan korban jiwa. Hal ini dikarenakan letak geografis Indonesia yang terletak di antara dua benua dan dua samudra serta dilintasi jalur pegunungan yang terbentang dari ujung barat pulau Sumatera hingga ujung timur pulau Papua, sehingga topografi Indonesia bervariasi yang membuat Indonesia rentan terjadinya bencana alam (Tjandra, 2018). Bentang alam di Sulawesi Selatan Indonesia, terutama pada daerah pegunungan seperti Kabupaten Tana Toraja, Kabupaten Enrekang, Kabupaten Barru dan Kabupaten Maros sering terjadi bencana tanah longsor, biasanya terjadi pada saat musim hujan. yang labil dan area perbukitan dengan lereng yang Berdasarkan laporan yang dihimpun oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) peristiwa tanah longsor dipicu oleh tingginya curah hujan, kondisi tanah curam. Oleh karena itu perlu adanya tindakan yang harus dilakukan untuk mengurangi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana tersebut. Analisis kerawanan longsor menunjukkan potensi pada wilayah dengan tingkat kerawanan longsor tinggi atau rendah. Ini dapat membantu masyarakat setempat lebih waspada untuk mencegah bencana longsor. Dengan menggunakan analisis ilmiah tentang tanah longsor, kita bisa menilai dan memprediksi kerentanan dan penurunan tanah longsor kerusakan

akibat tanah longsor melalui persiapan yang tepat (Lee dkk., 2002). Kerentanan tanah longsor dapat digunakan untuk mengidentifikasi penyebab dan pemicu longsor. Menurut UU No.24 tahun 2007, karena banyaknya topografi perbukitan dan pegunungan di Indonesia, bencana ini sering terjadi pada hulu DAS yang sangat rentan terhadap bencana longsor.

Penelitian ini mengkaji kerawanan tanah longsor yang berlokasi di daerah Aliran Sungai (DAS) Takalasi Kabupaten Barru merupakan salah satu daerah yang rawan akan risiko longsor karena kondisi topografi yang berbukit-bukit dan berada di daerah pegunungan dengan kondisi tanah yang cukup rentan terhadap terjadinya tanah longsor. Menurut BNPB pada tahun 2022 hidrometeorologi yakni hujan lebat dengan durasi yang cukup lama, disertai angin kencang dan tanah longsor berdampak pada empat kecamatan di Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan. meliputi Kecamatan Barru (Desa Siawung, Kelurahan Sepe'e, Tuwung, Mangempang dan Coppo) dan Balusu (Desa Balusu, Binuang dan Lampoko serta Kelurahan Takalasi). Kejadian longsor pada DAS dapat berdampak serius, terutama jika longsor tersebut menyebabkan material tanah longsor menutupi sungai atau aliran air, yang dapat menyebabkan banjir dan merusak pemukiman, lahan pertanian, dan infrastruktur. Untuk mengurangi risiko longsor, perlu dilakukan pemantauan geologi, tindakan konservasi, pengelolaan lahan yang bijak, dan infrastruktur yang memperkuat lereng gunung atau bukit yang rentan terhadap longsor. Hal ini sangat penting untuk melindungi lingkungan dan keselamatan manusia di daerah-daerah yang rawan terhadap longsor. Penelitian ini menggunakan model statistik regresi logistik (RL) dengan bantuan data Frekuensi Rasio (FR) untuk menunjukkan faktor penyebab (curah hujan, jarak ke sungai, kemiringan lereng, ketinggian, kelengkungan bumi, jarak ke patahan, dan Aspek lereng) yang paling berpengaruh oleh peristiwa tanah longsor. Regresi logistik adalah metode statistik yang digunakan untuk memprediksi kemungkinan terjadinya suatu peristiwa atau kejadian. Regresi logistik biner dan rasional digunakan untuk analisis bahaya tanah longsor. Beberapa penelitian menggunakan metode regresi logistik untuk menganalisis tingkat kerawanan tanah longsor, seperti pada Daerah Aliran Sungai Karama, Kabupaten Pacitan, dan Kecamatan Karangobar. Regresi logistik banyak

digunakan untuk analisis pemetaan bahaya longsor di dunia. (Kusumo dkk, 2016). Keuntungan dari regresi logistik kemungkinan bahwa variabel-variabel bersifat kontinu, diskrit, atau kombinasi keduanya, variabel-variabel ini tidak perlu memiliki distribusi normal dan dapat dinyatakan dengan menghubungkannya dengan model regresi linier normal dengan fungsi penghubung yang sesuai (Lee dan Yamagishi, 2005). Oleh karena itu dilakukan penelitian analisis tingkat kerawanan tanah longsor menggunakan model Regresi Logistik pada DAS Takalasi

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi kejadian tanah longsor Tahun 2018 - 2022 di DAS Takalasi
2. Menganalisis faktor penyebab yang paling berpengaruh terhadap kejadian tanah longsor dari hasil Regresi Logistik (RL) di DAS Takalasi
3. Membuat peta kerawanan Tanah longsor dari hasil analisis Regresi Logistik (RL) di DAS Takalasi

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memperkaya informasi mengenai analisis tingkat kerawanan tanah longsor dengan menggunakan metode Regresi logistik dengan bantuan Frekuensi Rasio. Serta diharapkan dapat membantu pemerintah setempat dalam upaya mitigasi dan tanggap bencana.

I. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

DAS adalah keseluruhan sistem sungai yang menjadi saluran drainase utama. Pengertian DAS sama dengan istilah bahasa Inggris drainage basin, drainage area atau river basin. Dengan demikian, batas DAS adalah garis yang diarsir sepanjang punggung atau tebing/bukit yang memisahkan satu sistem aliran dari sistem aliran lainnya. Dari pengertian tersebut DAS terdiri dari dua bagian utama, yaitu daerah tangkapan air yang membentuk daerah hulu dan daerah sebaran di bawah daerah tangkapan air. Daerah aliran sungai diberi nama sesuai dengan nama sungai yang dilewati oleh punggung-punggung bukit. Suatu DAS terdiri dari beberapa sub DAS dan sub-sub DAS yang mengalir dari hulu ke hilir. (Fuady dan Azizah, 2008)

Peraturan Pemerintah nomor 37 Tahun 2012 tentang pengelolaan DAS 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, 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 di dalamnya pemisah topografis di darat, berupa daerah yang paling tinggi biasanya merupakan punggung bukit yang merupakan batas antara satu DAS dengan DAS lainnya.

Fungsi DAS merupakan fungsi yang dilakukan oleh semua faktor-faktor yang ada pada DAS seperti vegetasi, topografi, tanah dan manusia. Jika salah satu faktor mengalami perubahan maka akan mempengaruhi ekosistem DAS. Pada saat yang sama, perubahan ekosistem juga akan mempengaruhi fungsi DAS yang sedang berjalan, DAS juga berperan penting dalam menjaga lingkungan, termasuk menjaga kualitas air, mencegah banjir dan kekeringan pada musim kemarau, serta menyimpan karbon (Hidayat, 2018). DAS berdasarkan fungsi dibagi dalam beberapa batasan (Sri Indah Susilowati, 2007), yaitu:

1. DAS Bagian Hulu

Pada fungsi di wilayah hulu konservasi yang dikelola untuk mempertahankan kondisi lingkungan DAS agar tidak terdegradasi. Fungsi konservasi dapat diindikasikan dari kondisi tutupan vegetasi lahan DAS, kualitas air, kemampuan menyimpan air (debit), dan curah hujan.

2. DAS Bagian Tengah

Pada fungsi di wilayah tengah pemanfaatan air sungai yang dikelola untuk dapat memberikan manfaat bagi kepentingan sosial dan ekonomi, yang antara lain dapat diindikasikan dari kuantitas air, kualitas air, kemampuan menyalurkan air, dan ketinggian muka air tanah, serta terkait pada prasarana pengairan seperti pengelolaan sungai, waduk, dan danau.

3. DAS Bagian Hilir

Pada fungsi di wilayah hilir pemanfaatan air sungai yang dikelola untuk dapat memberikan manfaat bagi kepentingan sosial dan ekonomi, yang diindikasikan melalui kuantitas dan kualitas air, kemampuan menyalurkan air, ketinggian curah hujan, dan terkait untuk kebutuhan pertanian, air bersih, serta pengelolaan air limbah.

Peraturan Pemerintah No. 37 tahun 2012 menyatakan bahwa pengelolaan DAS adalah upaya manusia dalam mengatur hubungan timbal balik antara sumberdaya alam dengan manusia di dalam DAS dan segala aktivitasnya, agar terwujud kelestarian dan keserasian ekosistem serta meningkatnya kemanfaatan sumberdaya alam bagi manusia secara berkelanjutan, rencana pengelolaan DAS disusun untuk mempertahankan dan dipulihkan daya dukungnya. DAS juga tidak terlepas dari berbagai macam masalah seperti degradasi hutan dan lahan, tanah longsor, banjir, erosi, dan sedimentasi di saluran sungai/waduk/danau/saluran.

2.2 Tanah Longsor

Tanah longsor merupakan salah satu bentuk erosi dimana pengangkutan atau gerakan tanah terjadi dalam volume yang relatif besar dalam satu waktu. Berbeda dengan jenis erosi lainnya, tanah longsor membawa tanah dalam jumlah besar sekaligus. Ditinjau dari segi gerakannya, maka selain erosi longsor masih ada beberapa erosi akibat gerakan massa tanah, Longsor terjadi sebagai akibat meluncurnya suatu volume tanah di atas suatu lapisan agak kedap air yang jenuh air. Lapisan yang terdiri dari tanah liat atau mengandung kadar tanah liat tinggi setelah jenuh air akan bertindak sebagai peluncur. Menurut (Arsyad, 2010) longsor akan terjadi jika terpenuhi tiga keadaan berikut:

- a. Adanya lereng yang cukup curam sehingga massa tanah dapat bergerak atau meluncur ke bawah.
- b. Adanya lapisan di bawah lapisan permukaan massa tanah yang agak kedap air dan lunak, yang akan menjadi bidang luncur.
- c. Adanya cukup air dalam tanah sehingga lapisan massa tanah yang tepat di atas lapisan kedap air tersebut menjadi jenuh.

Gerakan tanah adalah proses berpindahnya massa batuan/tanah karena gaya gravitasi. Gerakan tanah, yang biasa disebut dengan longsor tanah/batuan, biasanya dijelaskan sebagai gerak tanah dan/atau batuan dari posisi semula akibat pengaruh gravitasi. Gerakan tanah telah lama menjadi perhatian para ahli geologi karena dampaknya telah menimbulkan banyak korban jiwa dan kerusakan harta benda. Tidak jarang pemukiman yang dibangun di daerah perbukitan kurang memperhatikan kemungkinan kestabilan lereng, struktur batuan, dan proses geologi di daerah tersebut, sehingga tidak menyadari adanya bahaya gerakan tanah sewaktu-waktu. mengancam hidup mereka.

Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi dalam Departemen Pekerjaan Umum RI (2007) menyatakan ada enam jenis longsor, yakni: longsor translasi, longsor rotasi, pergerakan blok, runtuh batu, rayapan tanah dan aliran bahan rombakan. Jenis longsor translasi dan rotasi paling banyak terjadi

di Indonesia, sedangkan longsor yang paling banyak memakan korban jiwa manusia adalah aliran bahan rombakan.

a. Longsor Translasi

Longsor translasi adalah Bergeraknya masa tanah dan bantuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai.

b. Longsor Rotasi

Longsor rotasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung.

c. Pergerakan Blok

Pergerakan blok adalah perpindahan batuan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk rata. Longsor ini disebut juga longsor translasi blok batu.

d. Runtuhan

Batu Runtuhan baru terjadi ketika sejumlah besar batuan atau material lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. Umumnya terjadi pada lereng yang terjal hingga menggantung terutama didaerah pantai. Batu-batu besar yang jatuh dapat menyebabkan kerusakan yang parah.

e. Rayapan Tanah

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

f. Aliran Bahan Rombakan

Jenis tanah longsor ini terjadi ketika massa tanah bergerak di dorong oleh air. Kecepatan aliran tergantung pada kemiringan lereng, volume dan tekanan air dan jenis materialnya. Gerakannya terjadi disepanjang 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.

2.3 Faktor Penyebab Tanah Longsor

Ada berbagai macam faktor penyebab tanah longsor yang di jadikan sebagai parameter. Faktor-faktor penyebab kemudian dikategorikan berdasarkan pengetahuan umum dan ketersediaan data pada lokasi penelitian

(Soma & Kubota, 2017). Berikut beberapa faktor terjadinya longsor.

a. Lereng

Lereng yang mempunyai pengaruh besar dalam kejadian longsor. Semakin miring lereng suatu tempat maka semakin berpotensi terhadap terjadinya longsor. Lereng atau tebing yang terjal semakin memperbesar gaya dorongan terhadap gerakan tanah. Lereng terbentuk akibat pengikisan air sungai, angin, air laut dan mata air. Kemiringan lereng lebih dari 25-45% memiliki potensi longsor, namun tidak selalu lereng yang miring mempunyai potensi longsor tergantung dari kondisi geologi pada lereng tersebut. (Harubulan dkk., 2019).

b. Ketinggian (*elevation*)

Ketinggian merupakan salah satu faktor penyebab longsor, dimana semakin tinggi suatu tempat, maka semakin besar kekuatan tanah yang jatuh karena adanya gravitasi. (Amin dkk., 2021).

c. Kelengkungan bumi

Kelengkungan (kurvatur) merupakan fenomena yang mutiskala dan kontinu serta dapat didefinisikan sebagai tingkat turunan pertama gradien kemiringan atau aspek arah. Kelengkungan pada bidang vertikal yang searah dengan kemiringan yang mempengaruhi kecepatan aliran air di permukaan (Chen dkk., 2017).

d. Curah hujan

Ancaman tanah longsor biasanya dimulai pada bulan november karena meningkatnya intensitas curah hujan. Musim kering yang panjang akan menyebabkan terjadinya penguapan air di permukaan tanah dalam jumlah besar. Hujan lebat pada awal musim dapat menimbulkan longsor, karena melalui tanah yang merekah air akan masuk dan terakumulasi di bagian dasar lereng, sehingga menimbulkan gerakan lateral. (Lesawengan, 2017).

e. Penutupan lahan

Penutupan lahan dapat mempengaruhi terjadinya tanah longsor. Perubahan tutupan lahan di kawasan hutan karena aktivitas manusia dapat secara signifikan menyebabkan potensi tanah longsor meningkat. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya kemampuan tanah untuk menahan air dan

meningkatnya erosi tanah akibat aktivitas manusia seperti penebangan hutan dan pertanian. Selain itu, jenis tata lahan seperti persawahan juga dapat meningkatkan potensi terjadinya tanah longsor. Penutupan lahan yang berupa pertanian lahan kering campur semak, semak, dan belukar juga dapat memicu terjadinya tanah longsor. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengelolaan lahan yang tepat untuk mengurangi kerusakan tanah dan mencegah terjadinya tanah longsor (Marzuki M, 2021).

f. Litologi

Batuan endapan gunung api dan batuan sedimen berukuran pasir dan campuran antara kerikil, pasir, dan lempung 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. (Ahmad dkk., 2019).

g. Aspek Lereng

Arah lereng (slope aspect) dapat memengaruhi potensi terjadinya longsor orientasi suatu lereng gunung atau bukit. Ini mengacu pada arah mana lereng tersebut menghadap, yaitu apakah menghadap ke utara, selatan, timur, atau barat. Arah lereng dapat memiliki pengaruh pada banyak hal, termasuk iklim mikro, vegetasi, dan sifat geologi di suatu wilayah (ilmiah, dkk., 2011)

h. Jarak dari sungai

Jarak dari sungai dapat menjadi salah satu faktor yang memengaruhi risiko terjadinya longsor di suatu daerah. Jarak dari sungai dapat mempengaruhi drainase alami dan kemampuan tanah untuk menyerap air. Tanah yang lebih dekat ke sungai mungkin lebih mungkin untuk memiliki kadar air tanah yang lebih tinggi, terutama selama musim hujan. Ini dapat membuatnya lebih rentan terhadap longsor karena tanah yang jenuh air cenderung lebih lemah dan kurang stabil.

i. Jarak dari patahan

Jarak dari patahan geologi atau sesar bisa menjadi faktor penting dalam menilai potensi longsor. Patahan geologi adalah retakan dalam kerak bumi yang dapat menyebabkan pergeseran atau perpindahan batuan, dan faktor-

faktor berikut perlu dipertimbangkan. Patahan geologi sering terkait dengan aktivitas tektonik dan gempa (Harubulan, dkk.,2019).

2.4 Frekuensi Rasio

Kerentanan tanah longsor yang dipetakan dapat dianalisis menggunakan berbagai metode. Metode yang populer adalah *Frequency Ratio Methode* atau metode frekuensi rasio. Metode rasio frekuensi adalah metode yang dibentuk berdasarkan hubungan antara lokasi longsor dengan faktor-faktor penyebab terjadinya longsor. Oleh karena itu, semakin besar rasio > 1 maka semakin besar korelasi antara kejadian longsor dengan faktor pemicunya, sebaliknya jika rasio < 1 maka korelasi antara kejadian longsor dengan faktor pemicunya rendah (Lee & Pradhan, 2006).

Frekuensi Rasio untuk setiap faktor dihitung dengan menggunakan rasio kejadian longsor dan tanpa menghitung laju kejadian longsor untuk setiap faktor yang digunakan, dan rasio area per area untuk setiap faktor dihitung. Untuk memprediksi terbentuknya tanah longsor, faktor-faktor yang bertanggung jawab atas terjadinya tanah longsor di masa lalu di gunakan untuk menjelaskan faktor- faktor yang dapat menyebabkan tanah longsor di masa depan (Bakhtiari dkk., 2014). Terkait dengan pendekatan ini, hubungan antara wilayah yang pernah mengalami longsor dan penyebab longsor digunakan untuk menentukan hubungan antara faktor penyebab longsor dengan wilayah yang belum pernah mengalami longsor (Lee dkk., 2004). Untuk itu, dalam menentukan hubungan antar lokasi longsor sebelumnya dengan setiap faktor yang mempengaruhi longsor menggunakan metode frekuensi rasio lalu, frekuensi rasio untuk masing- masing faktor dihitung dengan membagi tingkat kejadian tanah longsor dengan tingkat area (Lee & Pradhan, 2006).

2.5 Regresi Logistik

Regresi logistik memungkinkan seseorang untuk membentuk hubungan regresi multivariat antara variabel dependen dan beberapa variabel independen. Regresi logistik, yaitu salah satu model analisis multivariat, berguna untuk memprediksi ada atau tidaknya suatu karakteristik atau hasil berdasarkan nilai

dari sekumpulan prediktor variabel dan menentukan hubungan antara variabel tersebut dengan variabel independen yang dapat mempengaruhi kemungkinan terjadinya kejadian tersebut. Meskipun tidak ada batasan pada variabel independen dalam model ini, variabel dependen harus bersifat kontinu. Keuntungan dari regresi logistik adalah, melalui penambahan fungsi penghubung yang sesuai pada model regresi linier biasa, variabel-variabel dapat berupa kontinu atau diskrit, atau kombinasi dari kedua jenis tersebut dan tidak harus memiliki distribusi normal. Dalam kasus analisis multi-regresi, faktor-faktornya harus numerik, dan dalam kasus model statistik serupa, analisis diskriminan, variabelnya harus memiliki distribusi normal. Variabel dependen adalah biner yang mewakili ada atau tidaknya tanah longsor. Dalam situasi ini jika variabel dependennya adalah biner, maka fungsi hubungan logistik dapat digunakan (Erener dkk, 2010). Untuk penelitian ini, variabel dependen harus dimasukkan sebagai 0 atau 1, sehingga model berlaku dengan baik untuk kemungkinan analisis longsor. Koefisien regresi logistik dapat digunakan untuk memperkirakan rasio untuk masing-masing variabel independen dalam model.

Data biner, multinomial, atau ordinal dari variabel kondisional kejadian longsor dianalisis menggunakan metode regresi logistik (Sahin dkk., 2020). Regresi logistik mengidentifikasi hubungan antara kejadian longsor dan kemungkinan faktor penyebab dan telah banyak digunakan dalam pemetaan kerentanan longsor. Probabilitas regresi dibatasi berkisar dalam nilai dari nol (0% longsor) hingga satu (probabilitas 100%) (Shahabi dkk., 2013).

2.6 Sistem Informasi Dan Geografis (SIG)

Sistem informasi geografis (SIG) adalah sistem berbasis komputer untuk menyimpan dan memproses informasi geografis. SIG dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis objek dan fenomena dimana lokasi geografis merupakan karakteristik penting atau kunci dari analisis. SIG adalah sistem yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data, manusia (*brainware*), organisasi dan lembaga yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, dan menyebarkan informasi-informasi mengenai daerah-daerah dipermukaan bumi. SIG adalah sistem komputer dengan empat

kemampuan untuk memproses data georeferensi yaitu, masukan data, manajemen data, Analisis dan Manupulasi data keluaran. 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 (Yamco, dkk 2015):

a. Data Vektor

Data vektor adalah bentuk bumi yang diwakili oleh kumpulan garis, wilayah (daerah yang dibatasi oleh garis yang berawal dan berakhir pada titik yang sama), titik, dan nodes (titik perpotongan antara dua garis). Keuntungan utama dari format data vektor adalah keakuratan dalam merepresentasikan fitur titik, batas, dan garis. Ini berguna untuk analisis yang memerlukan akurasi posisi, seperti di basis data batas kadaster. Contoh penggunaan lainnya adalah untuk mendefinisikan hubungan spasial dari beberapa fitur. Namun, kelemahan utama dari data vektor adalah tidak dapat mengakomodasi gradien.

b. Data Raster

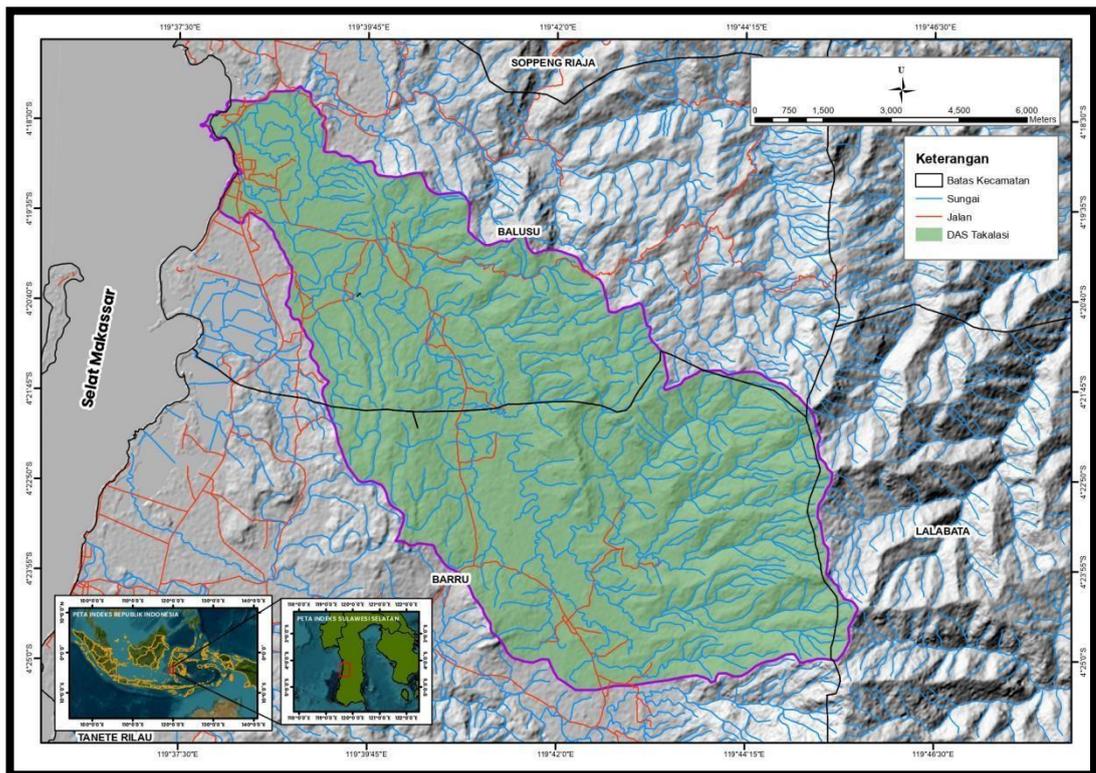
Data raster (sel grid) adalah data yang dihasilkan oleh sistem penginderaan jauh dalam data raster, objek geografis direpresentasikan sebagai struktur unit kisi yang disebut piksel (elemen gambar). Dalam data raster, resolusi (kejernihan visual) bergantung pada ukuran piksel. Dengan kata lain, resolusi piksel menggambarkan ukuran sebenarnya dari permukaan bumi yang diwakili oleh setiap piksel dalam gambar. Semakin kecil ukuran permukaan bumi yang diwakili oleh piksel, semakin tinggi resolusinya. Data raster ideal untuk merepresentasikan batas yang berubah secara bertahap seperti jenis tanah, kelembapan tanah, vegetasi, suhu tanah, dan lainnya.

Setiap format data memiliki kelebihan dan kekurangan. Pilihan format data yang digunakan bergantung pada tujuan penggunaan, data yang tersedia, jumlah data yang dihasilkan, akurasi yang dibutuhkan, dan mudah dianalisis. Pada saat yang sama, data raster biasanya membutuhkan ruang penyimpanan file mereka lebih besar dan memiliki presisi lokasi yang lebih sedikit, tetapi lebih mudah digunakan secara matematis.

II. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Juli 2023. lokasi penelitian ini berada di DAS Takalasi yang secara administrasi berada di Kabupaten Barru, Kecamatan Barru dan Balusu, Kabupaten Barru dan Kecamatan Lalabata Kabupaten Soppeng, Provinsi Sulawesi Selatan yang secara geografis terletak antara 4°21'00" Lintang Selatan sampai 119°41'26" Bujur Timur. Untuk lebih jelasnya lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Pengelolaan data dilakukan di Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Fakultas Kehutanan, Universitas Hassanuddin. Lokasi penelitian dapat dilihat secara spasial pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian DAS Takalasi

3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dimuat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam proses penelitian

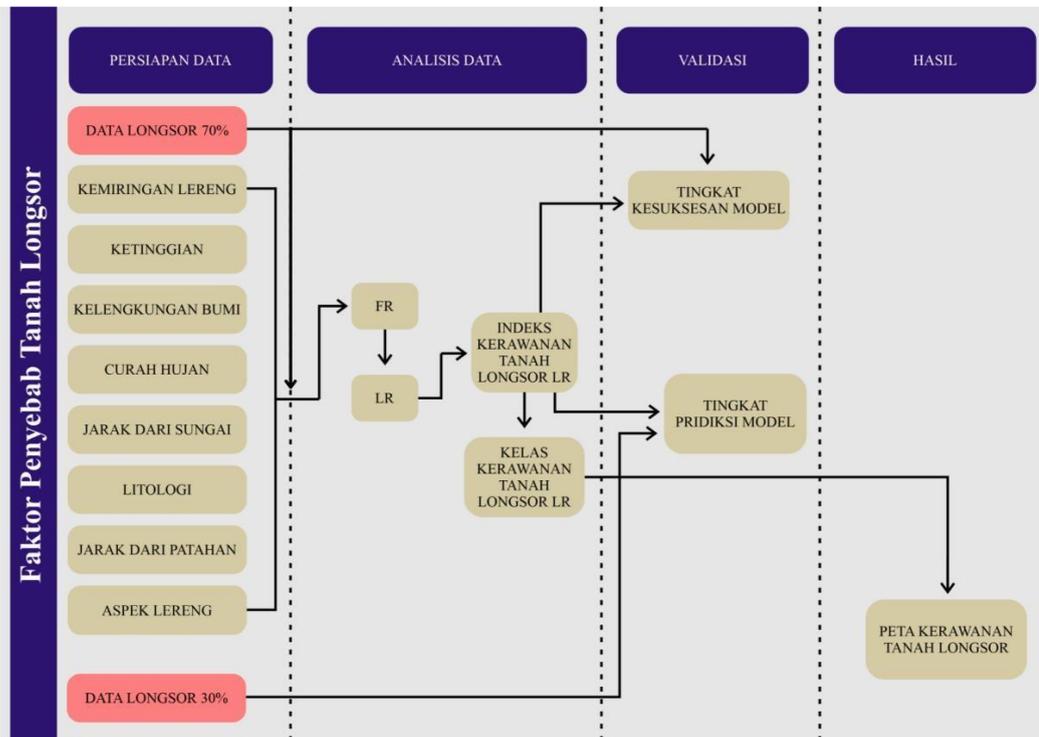
No	Alat	Kegunaan	Sumber
1	Laptop yang dilengkapi dengan <i>software ArcGIS, Google Earth Pro, Microsoft Office, dan SPSS (Statistical Package for Social Sciences)</i>	Untuk melakukan analisis spasial dan data statistic	Arcgis 10.4, Excel 2010, SPSS 26
2	Kamera	Untuk mendokumentasikan lokasi penelitian	Handphone
3	<i>Global Position System (GPS)</i>	Untuk pengimputan titik dan <i>Ground Check</i> kejadian tanah longsor	Aplikasi GPS
4	Alat tulis menulis	Untuk mencatat data-data hasil pengamatan di lapangan dan laboratorium	

Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam proses penelitian

No	Bahan	Kegunaan	Sumber
1	Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) skala 1:50.000 tahun 2022	Data pendukung analisis dan administrasi.	Badan Ina-Geoportal.
2	Peta batas Daerah Aliran Sungai Takalasi	Peta dasar lokasi penelitian.	SK Kementerian LHK Tahun 2018 Nomor SK.304 Tentang Penetapan Peta Daerah Aliran Sungai
3	Citra <i>time series</i> Tahun 2018-2022	Inventarisasi kejadian tanah longsor.	<i>Google Earth Pro</i>
4	Peta Geologi skala 1:250.000 untuk melihat patahan dan litologi	Data pembangun faktor litologi dan jarak dari patahan.	Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Indonesia Tahun 2011
5	Citra Sentinel 2A. Tahun 2022	Analisis penutupan lahan.	ESA (<i>European Space Agency</i>). resolusi 10 meter
6	Data DEMNAS tahun 2010 resolusi 8 meter	Data pembangun faktor kemiringan lereng, ketinggian, arah lereng, kelengkungan bumi dan jarak dari sungai .	Badan Ina-Geoportal
7	Data curah hujan tahun 2018-2022, titik stasiun <i>global weather</i>	Analisis curah hujan	Satelit MERRA-NASA (<i>National Aeronautics and Space Administration</i>)

3.3 Prosedur Penelitian

Data inventarisasi tanah longsor dan faktor penyebabnya diintegrasikan secara spasial dalam perangkat lunak *ArcGIS* dan menjadi dua data penting yang digunakan sebagai basis data utama penelitian ini. Pengumpulan dan pengolahan data termuat dalam bagan alir penelitian pada Gambar 3.2



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

3.3.1 Inventarisasi Kejadian Tanah Longsor

Inventarisasi longsor didapatkan melalui *survey* lapangan dan interpretasi citra. *Survey* lapangan didapatkan dengan metode *random sampling* dan interpretasi citra penginderaan jauh dengan rentang tahun 2018–2022 didapatkan melalui citra *time series Google Earth Pro* berdasarkan karakteristik spektral, bentuk, dan kontras (Soma & Kubota, 2017). Data longsor yang di dapatkan dari hasil digitasi pada penderetan citra *Google Earth Pro* ke *Arcgis 10.4*.

3.3.2 Faktor Penyebab Tanah Longsor

Faktor penyebab longsor di tentukan berdasarkan beberapa ketersediaan data dan kondisi biofisik di lokasi penelitian. Dalam penelitian ini, 9 variabel yang digunakan sebagai faktor penyebab longsor yaitu: lereng, ketinggian, kelengkungan bumi, curah hujan, jarak dari sungai, litologi, jarak dari patahan, tutupan lahan, aspek lereng.

Topografi

Pembuatan peta topografi (lereng, ketinggian, kelengkungan bumi dan ketinggian) data yang digunakan pada pembuatan peta faktor menggunakan DEM Nasional. Pada setiap wilayah memiliki kelerengan yang berbeda-beda. Pembuatan peta lereng data akan diolah di *ArcGIS* dengan menggunakan *tools slope* lalu melakukan *clasiffication* pada tools yang tersedia. Dari pengelolaan data dihasilkan 5 (lima) klasifikasi kemiringan kelas lereng yaitu 0-8% (datar), 8-15% (landai), 15-25% (agak curam), 25-45% (curam), dan >45% (sangat curam). Dalam pembuatan peta kelengkungan bumi menggunakan tools *Arcgis* yaitu *contour* yang menghasilkan 3 (tiga) kelas morfologi yaitu cembung, datar, dan cekung. Dalam pembuatan peta aspek lereng menghasilkan 8 kelas arah lereng yaitu utara, timur, tenggara, selatan, selatan barat daya, barat, utara barat daya. Hasil dari data yang di dapatkan memiliki berbagai macam ketinggian yang berbeda pada setiap wilayah

Hidrologi

Data curah hujan didapatkan dari *global weather* dari tahun 2018 sampai 2022 kemudian akan diolah di *Arcgis* pengelolaan data menggunakan metode isohyet dimana metode ini adalah metode yang paling teliti untuk menghitung kedalaman hujan rata-rata pada suatu wilayah tertentu (Lesawengan dan Sri, 2017). pada *tools Eucalidean Distance* untuk menghasilkan jarak dari sungai.

Geologi

Hasil peta litologi didapatkan dari esktrasi data peta geologi yang dikeluarkan oleh Pusat penelitian dan Pengembangan Geologi Indonesia. Hasil dari data ini memiliki berbagai macam bentuk batuan yang peka terhadap tanah longsor, contoh batuan Endapan Aluminium (Qac) , Formasi Camba (Tmc), dll. Hasil dari peta patahan di dapatkan melalui ekstraksi data dari Peta Geologi.

Pengelolaan untuk data jarak patahan menggunakan *tools Euclidean Distance*. terdapat 5 kelas yaitu 0 - 500m, 500m - 1000m, 1.000 - 1.500m, 1.500m - 2.000m, dan >2.000 m.

Penutupan lahan

Penutupan lahan menjadi salah satu indikator yang berpengaruh dalam terjadinya tanah longsor. Pengelolaan penutupan lahan menggunakan data dari citra sentinel 2A Tahun 2018-2022, sumber ESE (*European Space Agency*). Resolusi 10 meter dan dilakukan digitasi. Uji akurasi perbandingan ini dibantu dengan *confussion matrix* sebagai cara untuk mengetahui tingkat error dalam mendigitasi di citra (data prediksi) dan dibandingkan di lapangan. Uji akurasi ini menggunakan kappa accuracy (KA), dimana persentase akurasi menggunakan semua elemen confusion matriks (Jaya, 2007). Bentuk matriks konfusi dapat dilihat pada Tabel 3 sedangkan rumus KA dapat dilihat dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Akurasi Kappa: } \mathbf{KA} = \frac{\sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r x_{i+}x_{+i}}{N^2 \sum x_{i+}x_{+i}} \quad (1)$$

Keterangan:

X_{ii} : Nilai diagonal dari matriks kontingensi baris ke-i dan kolom ke-i

X_{+i} : Jumlah nilai dalam kolom ke-i

X_{i+} : Jumlah nilai dalam baris ke-i

N : Banyaknya piksel dalam contoh

Tabel 3. Bentuk Matriks Konfusi (Jaya, 2007)

		Data Acuan (Pengecekan Lapangan)			Total
		A	B	C	
Data Hasil Klasifikasi Citra	A	X _n			X _{n+}
	B		X _n		
	C			X _n	
Total kolom		X _{+n}			N

Keterangan:

X_n = Data yang di uji

$\sum X_n$ = Jumlah masing-masing data acuan/klasifikasi citra
 N = Total data yang diuji

3.4 Analisis Data

Analisi pendekatan statistik untuk pemodelan rasio frekuensi (FR) pada awalnya. Teknik statistik sederhana yang membagi rasio faktor kejadian tanah longsor dengan rasio luas. FR digunakan sebagai basis numerik untuk uji statistik regresi logistik (RL). FR dihitung menggunakan persamaan berikut (Soma dkk., 2019):

$$FR = \frac{Pxcl (nm)/ZPxcl}{Pixel (nm)/ZPnx}$$

dimana, Pxcl mewakili jumlah piksel kelas dalam faktor kejadian dari parameter m (nm), dan Pixel diartikan sebagai jumlah piksel kelas dari parameter m (nm). Dalam frekuensi rasio Pxcl dan Pixel masing-masing dibagi dengan total piksel dari parameter m ($\sum PnxL$) dan keseluruhan piksel dari area kajian ($\sum Pnx$).

Probabilitas regresi terbatas pada rentang nilai dari nol (0% longsor) hingga satu (probabilitas 100%). Regresi logistik mengikuti fungsi z-logistik yang dinyatakan dalam persamaan berikut. (Soma dan Kubota, 2017).

$$P = \frac{1}{1 + \exp^{-z}}$$

$$Z = C_0 + C_1CF_1 + C_2CF_2 + \dots + C_nCF_n$$

dimana P adalah probabilitas terjadinya tanah longsor yang nilai taksirannya 0 sampai 1. variabel Z atau faktor penyebab tanah longsor diasumsikan sebagai kombinasi linier dari faktor penyebab X_i ($i = 1, 2, \dots, n$). selain itu, Z dihitung menggunakan persamaan C_0 yang merupakan intersep, dan C_1, C_2, \dots, C_n adalah koefisien yang mengukur kontribusi faktor independen (CF_1, CF_2, \dots, CF_n) terhadap variasi Z .

Untuk membuat *landslide Suspectibility indeks* (LSI) atau indeks kerawanan tanah longsor, semua faktor penyebab di petakan dalam bentuk peta raster dari nilai FR kemudian dijumlahkan dengan rumus (Soma dan Kubota,2017). Data

biner, multinomial, atau ordinal dari variabel kondisional kejadian tanah longsor dianalisis menggunakan metode regresi logistik (Sahin dkk., 2020).

3.5 Validasi Data

Untuk validasi model perhitungan kerentanan tanah longsor, diperlukan dua asumsi dasar. Yang pertama adalah tanah longsor terkait dengan informasi spasial seperti topografi, tanah, penggunaan lahan, dan geologi. Asumsi dasar kedua adalah bahwa tanah longsor akan dipicu di masa depan dengan berkorelasi faktor spesifik seperti curah hujan atau gempa bumi (Brabb 1984; Chung dan Fabbri 1999). Pada penelitian ini menggunakan *Receiver Operating Characteristic* (ROC) digunakan untuk menilai kinerja algoritma. ROC membuat grafik plot sensitivitas (rasio positif benar) terhadap 1-spesifisitas (rasio positif palsu) dengan berbagai ambang. Indeks dihitung sebagai berikut:

$$AUC = \sum TP + \sum \frac{TN}{P + N}$$

dimana, P adalah jumlah total tanah longsor dan N jumlah total lokasi non- tanah longsor. Area di bawah kurva ini disebut *Area Under the Curve* (AUC) digunakan untuk mengevaluasi kinerja model yang dianalisis (Sahin dkk., 2020). Kurva perubahan laju dibuat dengan nilai LSI sebagai sumbu x dan persentase kumulatif kejadian tanah longsor sebagai sumbu y (Nusantara dan Setianto, 2015). Klasifikasi hasil validasi tanah longsor kemudian dikelompokkan menjadi beberapa rentang nilai yaitu 0,5 – 0,6 dinyatakan gagal, 0,6 – 0,7 dinyatakan buruk, 0,7 – 0,8 dinyatakan cukup, 0,8 – 0,9 dinyatakan baik, dan 0,9 – 1 dinyatakan sangat baik (Rasyid dkk, 2016).

3.6 Peta Tingkat Kerawanan Tanah Longsor

Peta Kerawanan Tanah Longsor diklasifikasikan dengan metode regresi logistik yang mengkaji variabel dependen dari suatu kejadian tanah longsor dan menentukan hubungan antara variabel tersebut dan satu variabel independen yang memungkinkan terjadinya kejadian tersebut. Prediksi spasial dalam RL dimodelkan oleh variabel dependen (kejadian tanah longsor) dan variabel independen (faktor penyebab tanah longsor) (Shirzadi dkk, 2012). Peta raster FR faktor penyebab tanah longsor dengan titik longsor dan tidak longsor diekstrak

menggunakan *tools ArcGis* dan disimpan dalam format dbf. Kemudian persamaan RL diperoleh dengan menggunakan software SPSS (Meten dkk., 2015). Peta tingkat kerawanan tanah longsor dihasilkan melalui persamaan model RL dengan mengklasifikasi ulang nilai LSI (*Landslide Susceptibility Index*) menggunakan metode *natural breaks* pada aplikasi *Arcgis*. Model ini digunakan untuk menentukan klasifikasi data yang disajikan dalam peta pengelolaan produk SIG.