

SKRIPSI

**PEMODELAN KERAWANAN TANAH LONGSOR DENGAN
PENDEKATAN *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* (ANN) DI
DAERAH ALIRAN SUNGAI BIANG LOE**

Disusun dan Diajukan Oleh:

NILAM CAHYANI PUTRI SAHARUDIN

M011 20 1079



**DEPARTEMEN KEHUTANAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2024

HALAMAN PENGESAHAN

PEMODELAN KERAWANAN TANAH LONGSOR DENGAN PENDEKATAN *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* (ANN) DI DAERAH ALIRAN SUNGAI BIANG LOE

Disusun dan Diajukan Oleh:

Nilam Cahyani Putri Saharudin

M011 20 1079

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

Fakultas Kehutanan

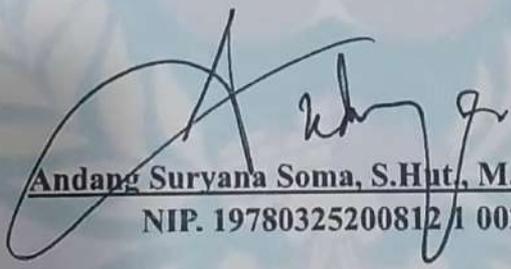
Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 3 Juli 2024

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui:

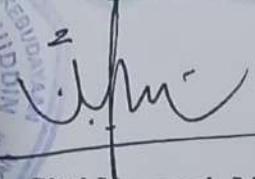
Pembimbing


Andang Suryana Soma, S.Hut., M.P., Ph.D.

NIP. 19780325200812 1 002

Mengetahui,

Ketua Program Studi


Dr. Ir. Sitti Nuraeni, M.P

NIP. 19680410199512 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nilam Cahyani Putri Saharudin

NIM : M011201079

Program Studi : Kehutanan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya ilmiah saya berjudul:

“PEMODELAN KERAWANAN TANAH LONGSOR DENGAN PENDEKATAN *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* (ANN) DI DAERAH ALIRAN SUNGAI BIANG LOE”

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

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

Makassar, 3 Juli 2024

Yang menyatakan,



Nilam Cahyani Putri Saharudin

ABSTRAK

Nilam Cahyani Putri Saharudin (M011 20 1079). Pemodelan Kerawanan Tanah Longsor dengan Pendekatan *Artifial Neural Network* (ANN) di Daerah Aliran Sungai Biang Loe di bawah bimbingan Andang Suryana Soma.

Kabupaten Bantaeng telah dinyatakan oleh Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah sebagai wilayah rawan longsor pada musim penghujan. Berdasarkan data tersebut maka diperlukannya pemetaan kerawanan tanah longsor dengan metode dan teknik analisis pemodelan prediksi kerawanan tanah longsor yang berkembang secara terus – menerus. Salah satunya yakni menggunakan metode *Artifial Neural Network*. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi sebaran tanah longsor yang ada di DAS Biang Loe, menganalisis faktor – faktor yang mempengaruhi terjadinya tanah longsor dan membuat peta tingkat kerawanan tanah longsor menggunakan model ANN. Dengan adanya tujuan tersebut dapat bermanfaat bagi masyarakat sekitar sebagai sumber informasi terkait tingkat kerawanan tanah longsor, mengetahui juga faktor – faktor yang mempengaruhi terjadinya tanah longsor serta dapat mengetahui daerah - daerah yang terjadi longsor melalui peta. Adapun tahap penelitian ini yaitu: 1) identifikasi tanah longsor, 2) pengumpulan data, 3) olah data, 4) analisis data dan validasi. Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa dari data inventarisasi terdapat 103 kejadian tanah longsor dengan jumlah paling banyak terjadi pada tahun 2018, 2019, 2022, 2020 dan 2021. Selain itu, faktor yang sangat berpengaruh ialah faktor arah lereng, litologi, kemiringan lereng, kelengkungan bumi, jarak dari sungai dan adanya peta hasil dari pemodelan ANN yang dapat menginformasikan masyarakat terkait wilayah – wilayah yang rawan longsor. Dengan demikian, untuk mengurangi kejadian tanah longsor perlu adanya kesadaran masyarakat sekitar akan pentingnya dalam pengelolaan lahan yang baik dan tepat untuk kedepannya.

Kata Kunci: Tanah Longsor, DAS Biang Loe, Pemetaan, *Jaringan Saraf Tiruan*

ABSTRACT

Nilam Cahyani Putri Saharudin (M011 20 1079). Landslide vulnerability modelling with an Artificial Neural Network (ANN) approach in the Biang Loe River Basin, under the guidance of Andang Suryana Soma.

Bantaeng Regency, to be precise, the Regional Environmental Impact Control Agency has declared an area prone to landslides during the rainy season. Based on this data, it is necessary to map landslide susceptibility with methods and analytical techniques for modeling predictions of landslide susceptibility that are developing continuously, one of them is using the Artificial Neural Network model. This research was conducted to identify the distribution of landslides in the Biang Loe watershed, analyzed the factors that influence the occurrence of landslides and create a landslide vulnerability map using the ANN model. With this aim, it can be useful for the surrounding community as a source of information regarding the level of landslide vulnerability, also knowing the factors that influence the occurrence of landslides and being able to find out areas where landslides occur through maps. The stages of this research are: 1) landslide identification, 2) data collection, 3) data processing, 4) data analysis and validation. The results of the research can be concluded that from the inventory data there were 103 landslide incidents with the largest number occurring in 2018, 2019, 2022, 2020 and 2021. Apart from that, factors that are very influential in this research are slope direction, lithology, slope curvature of the earth and distance from the river. From the results of the analysis of landslide vulnerability in the Biang Loe watershed, it is included in the class parameters which are classified as very low. To reduce the presence of landslides, it is necessary to have awareness of the surrounding community of the importance of good and appropriate land management in the future.

Keywords: *Landslides, Biang Loe watershed, Mapping, Artificial Neural Network*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur atas kehadiran Allah SWT, karena berkat Rahmat dan Karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir dengan judul **“Pemodelan Kerawanan Tanah Longsor dengan Pendekatan *Artificial Neural Network (ANN)* di Daerah Aliran Sungai Biang Loe”**. Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini, yaitu untuk menyelesaikan studi yang saat ini sedang ditempuh di Universitas Hasanuddin Makassar dan untuk memperoleh gelar Sarjana Kehutanan.

Adapun motto skripsi ini yaitu “Jangan pernah memberi tahu orang lain rencana mu karena mereka tidak akan peduli bagaimana prosesnya yang hanya mereka ingin tahu bagaimana hasilnya dan serahkan semuanya pada Allah SWT.”

Tugas akhir ini penulis dedikasikan kepada kedua orang tua yang sangat disayangi Ibunda **Upit Handayani** dan Ayahanda **Syahrudin** yang telah berjuang dengan sepenuh hati untuk membiayai keperluan penulis selama perkuliahan serta dorongan yang telah diberikan, bimbingan dan kasih sayang yang tulus serta doa yang tiada hentinya dipanjatkan kepada Allah SWT demi kesuksesan penulis selama perkuliahan dan penyusunan tugas akhir ini. Selain itu, terima kasih kepada adik **Tiara** dan **Alya** yang memberikan semangat kepada penulis. Penulis juga mengucapkan terima kasih dengan rasa haru kepada:

1. Bapak **Andang Suryana Soma, S.Hut., M.P., Ph.D** selaku dosen pembimbing yang telah memberikan segala bantuannya seperti memberikan saran, semangat dan motivasi yang luar biasa serta membantu perihal mengarahkan penulis mulai dari penyetujuan judul skripsi, tujuan, metode hingga selesainya skripsi ini.
2. Bapak **Dr. Ir. H. Usman Arsyad, M.S., IPU** dan Bapak **Emban Ibnurusyid Mas’ud, S.Hut., M.P** selaku dosen penguji yang telah menyempatkan waktu, memberikan saran dan masukan dalam perbaikan skripsi ini.
3. Ketua Departemen Kehutanan Ibu **Dr. Ir. Nuraeni, M.P** dan **Seluruh Dosen Pengajar** dan **Staf Administrasi** Fakultas Kehutanan.

4. Terima kasih kepada teman – teman penulis yang telah membantu dalam pengambilan data lapangan: **Tim Bantaeng, Ledi Dayana Dattuarrang, S.Hut., Ludoliza Patrecya,** dan kak **Albert.**
5. Kepada keluarga besar **Lab. PDAS** khususnya kak **Dandy Rachmat Ramadhan, S.Hut., Muhammad Luthfi Alfitra, S.Hut., Nurveni, S.Hut., Vresilia Jelsy, S.Hut., Sutomo Madani Armianto, S.Hut., Jessica Fernanda, S.Hut., Andi Abdullah Abulhair, S.Hut., Adinda Maylena, S.Hut., A. Afiq Zakwan Madani, Aswar Amin** dan **Sagiman Sadjidin.**

Sebagai penutup, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang tidak sempat disebutkan. Walaupun penulis telah berusaha semaksimal mungkin untuk menyelesaikan skripsi ini, tetapi penulis menyadari bahwa masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati, penulis berharap dapat menerima masukan dan kritik yang dapat membangun untuk kedepannya.

Makassar, 3 Juli 2024

Nilam Cahyani Putri Saharudin

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Daerah Aliran Sungai	4
2.2 Tanah Longsor	6
2.3 Pemicu Terjadinya Tanah Longsor	7
2.4 Sistem Informasi Geografis.....	7
2.5 Frekuensi Rasio (FR).....	8
2.6 Model <i>Artificial Neural Network</i> (ANN)	9
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	11
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	12
3.3 Prosedur Kerja	13
3.4 Analisis Data.....	13
3.4.1 Identifikasi Tanah Longsor	13
3.4.2 Faktor Penyebab Tanah Longsor	14
3.4.3 Pengolahan Data	16
3.4.4 Analisis Peta Kerawanan Tanah Longsor	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	19

4.1 Identifikasi dan Inventarisasi Tanah Longsor.....	19
4.2 Faktor Penyebab Tanah Longsor	22
4.3 Frekuensi Rasio dan Normalisasi Data.....	23
4.4 Model Artificial Neural Network (ANN).....	30
4.5 Validasi Tingkat Kerawanan Tanah Longsor	32
4. 6 Peta Tingkat Kerawanan Tanah Longsor.....	33
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	37
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 1.	Struktur model jaringan syaraf tiruan.....	10
Gambar 2.	Peta lokasi penelitian.....	11
Gambar 3.	Bagan alur penelitian.....	13
Gambar 4.	Kejadian tanah longsor di DAS Biang Loe Tahun 2018 – 2022	19
Gambar 5.	Bentuk interpretasi kejadian tanah longsor	20
Gambar 6.	Bentuk interpretasi kejadian tanah longsor	20
Gambar 7.	Peta sebaran titik longsor di DAS Biang Loe	21
Gambar 8.	Peta 9 faktor kejadian tanah longsor	23
Gambar 9.	Peta indeks kerawanan tanah longsor pada pengulangan ANN.....	31
Gambar 10.	Kurva uji akurasi tingkat kesuksesan dan tingkat prediksi ANN.....	33
Gambar 11.	Persentase luas area kerawanan tanah longsor	34
Gambar 12.	Peta tingkat kerawanan tanah longsor	35

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 1.	Nilai FR dan Normalisasi dengan faktor penyebabnya.....	24
Tabel 2.	Nilai pengulangan ROC pada pemodelan ANN.....	30
Tabel 3.	Nilai AUC dari hasil analisis ROC untuk tingkat kesuksesan dan prediksi.....	33
Tabel 4.	Luasan LSM tanah longsor menggunakan ANN.....	34
Tabel 5.	Parameter yang mendominasi pada kerawanan tanah longsor.....	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Dokumentasi Hasil Ground Check Lapangan	43
Lampiran 2.	Dokumentasi Tutupan Lahan di DAS Biang Loe	46
Lampiran 3.	Validasi Tutupan Lahan (<i>Confussion Matrix</i>) di DAS Biang Loe..	48
Lampiran 4.	Peta Tutupan Lahan di DAS Biang Loe	50
Lampiran 5.	Peta Litologi di DAS Biang Loe.....	50
Lampiran 6.	Peta Kemiringan Lereng di DAS Biang Loe	51
Lampiran 7.	Peta Kelengkungan Bumi di DAS Biang Loe	51
Lampiran 8.	Peta Ketinggian di DAS Biang Loe.....	52
Lampiran 9.	Peta Jarak Dari Sungai di DAS Biang Loe	52
Lampiran 10.	Peta Jarak Dari Patahan di DAS Biang Loe	53
Lampiran 11.	Peta Arah Lereng di DAS Biang Loe.....	53
Lampiran 12.	Peta Curah Hujan di DAS Biang Loe	54
Lampiran 13.	Data Curah Hujan Tahun 2018 – 2022 di DAS Biang Loe.....	55

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bencana alam menjadi permasalahan yang sering terjadi di setiap negara di bumi ini seperti yang terjadi di negara Indonesia. Letak geografis dan bentang alam menjadi salah satu faktor yang membedakan jenis bencana yang terjadi. Indonesia berada dipertemuan dua lempeng, yang menjadikannya sangat rentan terhadap bencana gempa dan tsunami. Keberadaan negara Indonesia di garis khatulistiwa yang memiliki iklim tropis dengan curah hujan yang tinggi, akibatnya negara ini menjadi sangat rentan terhadap bencana banjir dan longsor. Kerentanan tanah longsor menurut Paimin, Sukresno dan Pramono (2009) terjadi pada kondisi lereng curam, adanya bidang luncur (kedap air) di lapisan bawa permukaan tanah di atas lapisan kedap jenuh air.

Selain itu wilayah Indonesia juga dijuluki sebagai cincin api pasifik atau *ring of fire*. Keadaan tersebut menyebabkan Indonesia sering dilanda bencana alam seperti gempa bumi dan erupsi gunung api. Selain itu, kondisi topografi Indonesia terutama banyaknya daerah berkontur pegunungan menjadi salah satu faktor utama penyebab terjadinya tanah longsor. Tanah longsor secara langsung juga dapat mempengaruhi hilangnya keanekaragaman hayati (bencana ekologi) dan rusaknya lahan (bencana degradasi lahan). Rusak dan hilangnya keanekaragaman hayati (tumbuhan dan hewan) akan mempengaruhi siklus hidrologi secara lokal maupun secara global (Apriyono, 2009).

Terdapat 11 Kabupaten di Sulawesi Selatan yang dinyatakan oleh Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah (Bapedalda) Tahun 2010 sebagai daerah rawan longsor pada musim penghujan. Kabupaten-kabupaten tersebut adalah Enrekang, Tana Toraja, Palopo, Luwu Utara, Luwu Timur, Soppeng, Wajo, Sinjai, Jeneponto, Bantaeng dan Gowa. Daerah – daerah tersebut menjadi rawan karena kawasan hutan yang telah gundul. Akibat bencana tersebut, tidak sedikit rumah warga yang rusak, harta benda hilang, bahkan sudah banyak memakan korban jiwa.

Kasus yang sama juga pernah terjadi di Kabupaten Sinjai, Kabupaten Gowa, Kabupaten Palopo dan beberapa daerah lainnya di Sulawesi Selatan (Nasiah dan

Invanni, 2014). Wilayah kabupaten Bantaeng menjadi salah satu lokasi yang melatarbelakangi penelitian ini dikarenakan terdapat sejumlah DAS yang rusak saat ini belum kunjung membaik, terbukti dengan meningkatnya kejadian bencana alam seperti longsor, banjir dan kekeringan (Pattiselanno, dkk., 2014).

Berdasarkan kejadian tanah longsor yang sering terjadi maka dibuat pemetaan kerawanan tanah longsor. Metode dan teknik analisis untuk pemodelan prediksi kerawanan tanah longsor berkembang secara terus – menerus dari waktu ke waktu dan perubahan yang terjadi. Salah satunya yakni menggunakan metode *Artificial Neural Network* (ANN) yang merupakan model dengan teknik pengolahan informasinya terinspirasi dari cara kerja sistem biologis, khususnya otak manusia untuk memecahkan suatu permasalahan. Dengan demikian, hal inilah yang menginspirasi saya untuk menjadikannya suatu bahan penelitian di daerah kabupaten Bantaeng untuk mengidentifikasi terjadinya tanah longsor di sana dengan menggunakan model ANN (Másson & Wang, 1990).

Secara lengkap lokasi penelitian ini berada di DAS Biang Loe, Kabupaten Bantaeng, Provinsi Sulawesi Selatan yang memiliki luas wilayah seluas 4.746,05 Ha yang didalamnya terdiri atas 5 (lima) kecamatan dan 18 desa yaitu kecamatan Tompo Bulu (Ds. Balumbung, Ds. Bonto Tappalan, Ds. Campaga, Ds. Labbo dan Ds. Pattaneteang), kecamatan Bantaeng (Ds. Lamalaka), kecamatan Eremerasa (Ds. Barua, Ds. Mappilawing, Ds. Parang Loe, Ds. Ulu Galung, Ds. Lonrong, Ds. Kampala, Ds. Pabentengan dan Ds. Pabumbungang), kecamatan Pajukukang (Ds. Rappoa dan Ds. Batu Karaeng) dan kecamatan Uluere (Ds. Bonto Lojong). Berdasarkan penelitian model yang akan digunakan yaitu ANN. Model ANN ini merupakan sebuah model yang terdiri dari beberapa unit pemrosesan (neuran) yang saling berhubungan dan bekerja sama untuk memecahkan suatu masalah tertentu.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Berdasarkan uraian, maka terdapat beberapa tujuan dari penelitian yaitu:

- a. Mengidentifikasi sebaran tanah longsor tahun 2018 – 2022 yang ada di DAS Biang Loe.
- b. Menganalisis faktor – faktor yang mempengaruhi terjadinya tanah longsor.

- c. Membuat peta kerawanan tanah longsor di DAS Biang Loe menggunakan model ANN.

Adapun kegunaan dari penelitian ini yaitu sebagai sumber informasi bagi masyarakat sekitar terkait tingkat kerawanan tanah longsor yang terjadi di DAS Biang Loe dari tahun 2018 – 2022, mengetahui juga faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya tanah longsor serta dapat mengetahui daerah - daerah yang terjadi longsor melalui peta.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu kawasan yang dibatasi oleh punggung – punggung bukit dimana air yang berasal dari air hujan yang jatuh terkumpul dalam kawasan tersebut. Wilayah daratan yang ada di DAS dinamakan daerah tangkapan air (DTA atau *catchment area*) yang merupakan suatu ekosistem dengan unsur utamanya terdiri atas sumber daya alam (tanah, air dan vegetasi) dan sumber daya manusia sebagai pemanfaat sumber daya alam. Hidrologi DAS adalah cabang ilmu hidrologi yang mempelajari pengaruh pengelolaan vegetasi dan lahan di daerah tangkapan air bagian hulu (*upper catchment*) terhadap daur air, termasuk pengaruhnya terhadap erosi, kualitas air, banjir dan iklim di daerah hulu dan hilir (Asdak, 2023).

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

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

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

DAS merupakan kesatuan ekosistem yang mempunyai bagian-bagian subsistem yang saling berkaitan satu sama lain. Komponen-komponen DAS tersebut antara lain adalah:

- a. Vegetasi yang berfungsi mengatur tata air dan pelindung tanah dari daya rusak butir-butir air hujan dan daya angkut air limpasan permukaan, serta sebagai komponen yang mampu memperbaiki kapasitas infiltrasi dan daya absorpsi air.
- b. Tanah, suatu tubuh alam yang berfungsi sebagai media tumbuh tanaman yang menyediakan tempat berjangkar akar dan memberikan ruang untuk penyimpanan/memasok air dan unsur hara tanaman dan kehidupan di dalamnya.
- c. Tata guna lahan, yaitu suatu proses pemanfaatan lokasi bagi berbagai kegiatan manusia. Pada umumnya orang memandang bahwa lahan dan tanah itu adalah bagian penting dari lingkungan hidup.

Tanah dan air juga merupakan komponen utama dalam ekosistem, pada dasarnya merupakan sumberdaya alam yang dapat diperbaharui, namun mudah mengalami kerusakan atau degradasi. Degradasi lahan adalah proses penurunan tingkat produktivitas lahan. Kerusakan tanah dapat terjadi oleh beberapa yaitu seperti kehilangan unsur hara dan zat organik di daerah perakaran, terkumpulnya garam di daerah perakaran, akumulasi unsur/senyawa racun bagi tanaman, penjenahan tanah oleh air (*water logging*) dan erosi (Sudaryanto, 2010).

Pengelolaan DAS adalah suatu proses formulasi dan implementasi kegiatan atau program yang bersifat manipulasi sumber daya alam dan manusia yang terdapat di daerah aliran sungai untuk memperoleh manfaat produksi dan jasa tanpa menyebabkan terjadinya kerusakan sumber daya air dan tanah. Selain itu, dapat juga diartikan sebagai pengelolaan dan alokasi sumber daya alam di daerah aliran sungai termasuk pencegahan banjir dan erosi, serta perlindungan nilai keindahan yang berkaitan dengan sumber daya alam. Pada pengelolaan DAS juga

diidentifikasi keterkaitan antara tata guna lahan, tanah dan air serta keterkaitan antara daerah hulu dengan hilir suatu DAS. Pengelolaan DAS perlu juga mempertimbangkan aspek – aspek sosial, ekonomi, budaya dan kelembagaanyang beroperasi di dalam dan di luar daerah aliran sungai yang bersangkutan (Asdak, 2023).

2.2 Tanah Longsor

Tanah longsor merupakan pergerakan material yang berupa batuan atau tanah melalui permukaan bidang miring yang disebut lereng. Batuan atau tanah yang mengalami longsoran menuruni tebing yang searah dengan lereng. Tanah longsor juga secara umum merupakan perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah atau material laporan, bergerak ke bawah atau keluar lereng. Secara geologi tanah longsor merupakan suatu peristiwa Dimana peristiwa geologi mengalami pergerakan tanah seperti jatuhnya bebatuan atau gumpalan besar tanah (Nandi, 2007).

Bencana tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang memiliki tingkat ancaman serius di Indonesia. Bencana tersebut menimbulkan banayak korban jiwa berjatuhan dan kerugian secara material dan non material (Pardhan & Lee, 2010). Menurut data *Centre for Research on The Epidemiology Disaster* (2018), Negara Indonesia berada di peringkat pertama dunia untuk kategory korban jiwa berjumlah 4.535 jiwa. Selain itu, data kejadian bencana tanah longsor pada tahun 1815 hingga 2019 telah menimbulkan korban meninggal sebanyak 2.491 jiwa, luka – luka 2.789 jiwa dan mengungsi 236.121 jiwa. Dalam aspek kerugian material, bencana tanah longsor menimbulkan rumah rusak berat sebanyak 10.106 unit, rusak sedang sebanyak 3.376 unit dan rusak ringan sebanyak 14.556 (BNBP, 2019).

Kejadian tanah longsor seringkali susah diprediksi dimana dan kapan terjadinya serta bagaimana tingkat kerusakan yang ditimbulkan secara presisi. Akan tetapi, kejadian tanah longsor dapat diprediksi melihat peluang terjadinya dalam wujud peta zonasi kerawanan tanah longsor (Guzetti dkk., 2006). Pemetaan kerawanan tanah longsor dibangun dengan menggunakan data inventarisasi

longsoran masa lalu dan zonasi potensi terjadinya tanah longsor di masa depan (Cascini, 2008).

2.3 Pemicu Terjadinya Tanah Longsor

Tanah longsor terjadi karena dua faktor utama yaitu faktor pengontrol dan faktor pemicu. Faktor pengontrol adalah faktor-faktor yang memengaruhi kondisi material itu sendiri seperti kondisi geologi, kemiringan lereng, litologi, sesar dan kekar pada batuan. Faktor pemicu adalah faktor yang menyebabkan bergerak material tersebut seperti curah hujan, gempa bumi, erosi kaki lereng dan aktivitas manusia (Naryanto, 2013; Naryanto, 2017). Tanah longsor adalah bencana alam yang mengakibatkan hilangnya nyawa manusia dan menyebabkan kerusakan luas pada properti dan infrastruktur. Tanah longsor, secara umum mencakup semua gerakan ke bawah atau tiba – tiba material permukaan seperti tanah liat, pasir, kerikil dan batu. Tanah longsor merupakan salah satu bencana utama yang merusak di daerah pegunungan, yang diaktifkan karena pengaruh gempa bumi dan curah hujan (Pareta & Pareta, 2012).

2.4 Sistem Informasi Geografis

Data spasial merupakan data yang mengenai obyek atau unsur geografis yang dapat di identifikasikan dan mempunyai acuan lokasi berdasarkan koordinat tertentu. Data spasial meliputi data grafis dan data atribut. Salah satu terwujudnya SIG adalah adanya data spasial. Data ini memiliki sistem koordinat tertentu sebagai dasar referensinya dan mempunyai dua bagian penting yang berbeda dari data yang lain, yaitu informasi lokasi (spasial) dan informasi deskriptif (atribut). Data spasial menunjukkan posisi geografi dimana setiap karakteristik memiliki satu lokasi yang harus ditentukan dengan cara yang unik. Data spasial merupakan salah satu aspek dari SIG yang memuat beberapa parameter termasuk posisi *latitude* dan *longitude*. MySQL juga memiliki data spasial untuk menyimpan parameter – parameter data spasial (Hajar dkk., 2021).

- a. Data vektor merupakan bentuk bumi yang direpresentasikan ke dalam sebuah kumpulan garis, area (daerah yang dibatasi oleh garis yang berawal dan berakhir pada titik yang sama), titik dan nodes (merupakan titik perpotongan

antara dua buah garis). Keuntungan dari data vektor yaitu ketepatan dalam merepresentasikan fitur titik, batasan dan garis lurus.

- b. Data raster atau biasa disebut dengan sel grid merupakan data yang dihasilkan dari sistem penginderaan jauh. Pada data raster, obyek geografis direpresentasikan sebagai suatu struktur sel grid yang disebut dengan piksel (*picture element*). Keuntungan data raster yakni menggunakan resolusi yang tergantung pada ukuran pikselnya dimana ukuran sebenarnya di permukaan bumi diwakili oleh setiap piksel pada citra. Dimana semakin kecil ukuran sebenarnya permukaan bumi yang direpresentasikan oleh satu sel, maka semakin tinggi resolusinya. Sehingga data raster sangat baik untuk merepresentasikan batas – batas yang berubah secara gradual seperti jenis tanah, kelembapan tanah, vegetasi, suhu tanah dan sebagainya (Ariandi, M., 2016).

2.5 Frekuensi Rasio (FR)

Secara umum untuk melihat kejadian longsor perlu di asumsikan bahwa kejadian longsor ditentukan oleh faktor – faktor yang terkait dengan longsor. Teknik statistika sederhana untuk dapat menentukan kedekatan antara hubungan kejadian tanah longsor dengan faktor penyebabnya dapat diterapkan dengan pendekatan frekuensi rasio. Metode FR merupakan model yang di bangun berdasarkan hubungan antara lokasi kejadian tanah longsor dan faktor – faktor yang mengontrol terjadinya tanah longsor. Oleh karena itu, semakin besar rasio > 1 maka semakin besar hubungan antara kejadian longsor dengan faktor penyebabnya, sebaliknya jika nilai $FR < 1$ maka kejadian longsor dengan faktor penyebabnya rendah (Lee dan Pradhan, 2006).

Menghitung nilai FR untuk setiap faktor yang digunakan adalah rasio kejadian longsor dan tidak terjadi longsor dihitung untuk setiap faktor yang digunakan dan rasio luas untuk setiap jenis faktor terhadap luas wilayah dihitung. Terakhir, FR untuk setiap faktor dihitung dengan membagi rasio kejadian longsor dengan rasio luas (Lee dan Pradhan, 2006). Selain itu Fadilah dkk., (2019) menyatakan untuk membuat peta kerawanan longsor maka perlu untuk menghitung

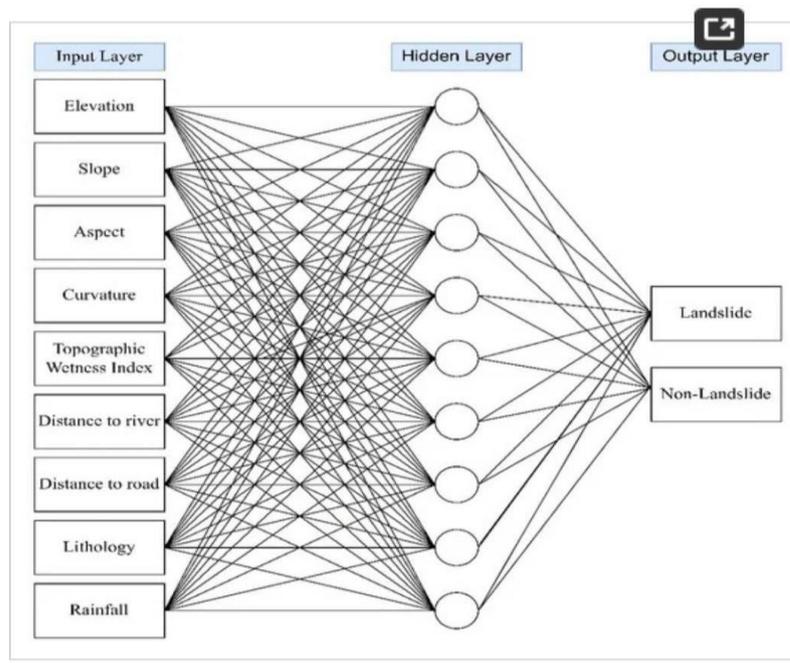
indeks kerawanan tanah longsor dengan menjumlahkan semua faktor penyebab berupa peta raster dari nilai frekuensi rasio.

2.6 Model *Artificial Neural Network* (ANN)

Pemodelan merupakan alat bantu dalam proses pengembangan sebuah sistem informasi. Dimana pemodelan dapat dilakukan dengan cara visual yang menekankan pada cetak biru dari sebuah informasi dan menggambarkan bagaimana komponen saling terkoneksi serta berinteraksi sehingga informasi detail dari sistem informasi dapat terlihat dengan jelas. Pemodelan visual dapat dilakukan menggunakan model *Artificial Neural Network* (ANN) yang merupakan suatu pendekatan komputasi lunak dengan mencoba meniru proses transfer informasi otak manusia atau model yang menggunakan teknik pengolahan informasinya terinspirasi dari cara kerja sistem biologis, khususnya otak manusia untuk memecahkan suatu permasalahan (Sulistiyorini, 2009).

Model ANN terdiri dari beberapa unit pemrosesan (neuron) yang saling terhubung dan bekerja sama untuk memecahkan masalah tertentu. Setiap neuron menerima sinyal dari elemen-elemen (data *input*) yang diproses secara sistematis hingga menghasilkan sebuah sinyal *output*. Dalam penelitian zonasi rawan longsor, secara umum data input (faktor pengontrol longsor) dalam neuron yang dipakai meliputi elevasi, arah lereng, kemiringan lereng, *curvature* dan jarak dari sungai. Pemilihan faktor pengontrol tanah longsor dapat mempengaruhi akurasi *output neuron*. Beberapa penelitian terdahulu telah mengaitkan sejumlah faktor pengontrol tanah longsor dengan kejadian tanah longsor (Devkota dkk., 2013; Dou dkk., 2015).

Artificial Neural Network pada dasarnya mempunyai prinsip belajar dari pengalaman. Kerja Otak sebenarnya masih belum terungkap secara menyeluruh, walaupun fungsinya sebagai *processor* yang luar biasa telah diketahui. Unsur utama dari otak adalah sel, seperti itu juga bagian tubuh yang lain. Sel-sel otak mempunyai kemampuan untuk mengingat, berfikir dan menerapkan pengalaman yang telah dialaminya. Dalam proses pelatihan model ANN, kesalahan adalah bagian alami dari prosesnya dan model akan memperbaharui parameter untuk mencoba mengurangi kesalahan atau *error* antara hasil prediksi dan nilai kesuksesannya pada data yang di olah. (Kustono dan Hatmojo, 2006).



Gambar 1. Struktur Model Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

Berdasarkan Gambar 1. *Input layer* terdiri atas 9 simpul (elevasi, kemiringan lereng, aspek lereng, kurvatur, topografi, jarak dari sungai, jarak dari jalan, litologi dan curah hujan). *Hidden layer* ditentukan oleh pengguna (x_1, x_2, \dots, x_9). *Output layer* dengan 1 atau 2 simpul yakni (longsor dan tidak longsor). Menurut Hermawan A. (dalam Lesnussa dkk 2015), Jaringan Syaraf Tiruan atau ANN memiliki beberapa arsitektur didalamnya. Jaringan Syaraf Tiruan memiliki 3 bentuk arsitektur, antara lain:

- a. Jaringan lapisan tunggal (*Single layer network*). Jaringan yang terdiri dari 1 lapisan *input* dan 1 lapisan *output*. Jaringan ini hanya menerima *input* kemudian secara langsung akan mengolahnya menjadi *output* tanpa harus melalui lapisan tersembunyi.
- b. Jaringan banyak lapisan (*Multilayer network*). Jaringan dengan lapisan jamak memiliki ciri khas tertentu yaitu memiliki 3 jenis lapisan yakni lapisan *input*, lapisan tersembunyi dan lapisan *output*. Jaringan banyak lapisan ini dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih kompleks.
- c. Jaringan lapisan kompetitif (*Competitive Layer*). Pada jaringan ini sekumpulan neuron bersaing untuk mendapatkan hak menjadi aktif. Contoh algoritma yang menggunakan jaringan ini adalah LVQ (Learning Vector Quantization).