

**LAJU EROSI DAN SEBARAN SEDIMENTASI
DI SUNGAI SIRENJA KABUPATEN DONGGALA**

SKRIPSI



*Diajukan kepada Universitas Tadulako untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Geologi*

Oleh:

RAHAMAWATI

F12119044

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK GEOLOGI
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TADULAKO**

PALU, NOVEMBER 2025

**LAJU EROSI DAN SEBARAN SEDIMEN
DI SUNGAI SIRENJA KABUPATEN DONGGALA**

SKRIPSI



*Diajukan kepada Universitas Tadulako untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Geologi*

Oleh:

RAHMAWATI
F12119044

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK GEOLOGI
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TADULAKO**

PALU, NOVEMBER 2025

**EROSION RATE AND SEDIMENT DISTRIBUTION IN THE SIRENJA
RIVER, DONGGALA REGENCY**

UNDERGRADUATE THESIS



*Submitted as fulfillment of the requirements for Bachelor Degree
at Geological Engineering*

By:

RAHMAWATI

F12119044

**GEOLOGICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF ENGINEERING
TADULAKO UNIVERSITY
PALU, OCTOBER 2025**



HALAMAN PENGESAHAN

LAJU EROSI DAN SEBARAN SEDIMENTASI DI SUNGAI SIRENJA
KABUPATEN DONGGALA

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

RAHMAWATI

F12119044

SKRIPSI

Telah dipertahankan didepan Majelis Penguji dan dinyatakan diterima sebagai salah satu
persyaratan untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1) Teknik Geologi

Pada tanggal 5 November 2025

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Tadulako,



Ir. Andi Abram Adam, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19740323 199903 1 002

Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Tadulako,

Dr. Sriyati Ramadhani, S.T., M.T.
NIP. 1950925 200501 2 011

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

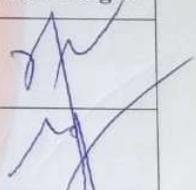
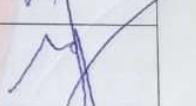
Panitia Ujian Skripsi Universitas Tadulako yang ditetapkan berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Nomor: 16901/UN.28.6/DK/2025 Tanggal 10 September 2025, menyetujui skripsi telah dipertanggung jawabkan di hadapan Majelis Penguji pada Hari Selasa tanggal 5 November 2025, oleh:

Nama Mahasiswa : Rahmawati

NIM : F12119044

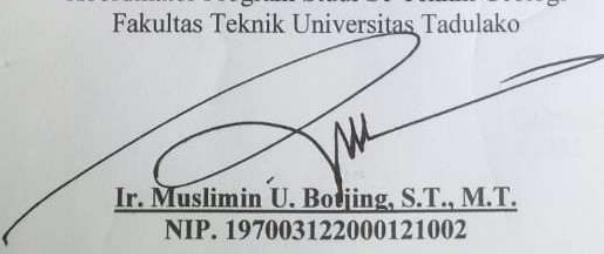
Judul : Laju Erosi Dan Sebaran Sedimentasi Di Sungai Sirenja
Kabupaten Donggala

Dosen Pembimbing

No.	Nama Pembimbing	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Dr. Ir. Zeffitni, S.pd, M.T NIP: 197109191998032001	Pembimbing 1	
2.	Abdul Mukaddas. S.si., M.T NIP: 196412311995031005	Pembimbing 2	

Palu, 24 November 2025

Koordinator Program Studi S1 Teknik Geologi
Fakultas Teknik Universitas Tadulako


Ir. Muslimin U. Bojing, S.T., M.T.
NIP. 197003122000121002

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Rahmawati

Nim : F12119044

Program Studi : Teknik Geologi

Jurusan/Fakultas : Teknik Sipil/Fakultas Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul penelitian **Laju Erosi Dan Sebaran Sedimentasi Di Sungai Sirenja Kabupaten Donggala** adalah benar karya ilmiah yang saya susun dan ajukan, dan bukan duplikasi karya ilmiah yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam laporan ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa karya ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi dengan segala konsekuensinya.

Palu, 05 November 2025

Penulis



Rahmawati
F12119044

LAJU EROSI DAN SEBARAN SEDIMEN DI SUNGAI SIRENJA KABUPATEN DONGGALA

Rahmawati¹⁾, Zeffitni²⁾, Abdul Mukaddas³⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi S-1 Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako.

²⁾Dosen Program Studi S-1 Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako.

SARI

Erosi merupakan peristiwa terangkutnya tanah atau bagian tanah oleh satu tempat ke tempat lain. erosi menyebabkan hilangnya lapisan tanah yang dapat menyebabkan berkurangnya kemampuan tanah dalam menahan air hujan. Penyebab erosi geologi semata-mata terjadi oleh proses alam tanpa campur tangan manusia. Namun dengan adanya aktivitas manusia yang merusak, keseimbangan ini akan terganggu dan menyebabkan terjadinya erosi. Penelitian ini berlokasi di Sirenja, Kabupaten Donggala. Area penelitian terletak di antara $199^{\circ}50'00''$ dan $199^{\circ}52'00''$ Bujur Timur dan $00^{\circ}13'00''$ dan $00^{\circ}14'00''$ Lintang Selatan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya sedimentasi yang terjadi di Sirenja dan laju erosi yang terjadi di sungai tersebut. Metode yang digunakan termasuk penelitian lapangan yang melibatkan pengamatan singkapan, sampel tanah yang berbeda, dan teknik laju erosi yang menggunakan rumus RUSLE (Equation of Universal Soil Loss) yang digunakan untuk analisis spasial. ArcGIS adalah sistem infomasi geografis. Besar SDR (Sediment Delivery Ratio) dapat dihitung berdasarkan perhitungan laju erosi. Peta yang digunakan untuk mengukur parameter terdiri dari peta jenis tanah, peta kelas lereng, peta penggunaan dan konversi lahan, dan peta curah hujan selama sepuluh tahun terakhir. Setiap peta memiliki overlay untuk menghasilkan peta tingkat bahaya erosi sebagai hasil akhir. Nilai erosi adalah 2.343,799 ton/ha/tahun, menurut hasil analisis laju erosi yang dilakukan menggunakan rumus RUSLE (Equation of Revised Universal Soil Loss). Tingkat bahaya erosi di wilayah penelitian telah diketahui. dihuni dengan risiko erosi sedang. Hal ini dipengaruhi oleh kemiringan lereng yang sangat curam, yang mencapai lebih dari 40%, dan tutupan lahan adalah hutan lahan kering sekunder dengan nilai CP yang rendah yaitu 0,01. Nilai SDR (Sediment Delivery Ratio) adalah 135,002 ton/ha/tahun, menurut perhitungan laju erosi.

Kata Kunci: ArcGis, Laju Erosi, RUSLE, Sedimentasi, SDR, Sirenja.

EROSION RATE AND SEDIMENT DISTRIBUTION IN THE SIRENJA RIVER, DONGGALA REGENCY

Rahmawati¹⁾, Zeffitni²⁾, Abdul Mukaddas³⁾

¹⁾ Undergraduate student in Geological Engineering, Faculty of Engineering, Tadulako University.

²⁾ Lecturer in the Bachelor of Geological Engineering Program, Faculty of Engineering, Tadulako University.

ABSTRACT

Erosion is the process of soil or parts of soil being transported from one place to another. Erosion causes the loss of soil layers, which can reduce the soil's ability to absorb and retain rainwater. Geological erosion occurs solely as a result of natural processes without human intervention. However, destructive human activities can disrupt this balance and cause erosion. This study was conducted in Sirenja, Donggala Regency. The study area is located between 199°50'00" and 199°52'00" East Longitude and 00°13'00" and 00°14'00" South Latitude. The purpose of this study is to determine the amount of sedimentation occurring in Sirenja and the rate of erosion occurring in the river. The methods used include field research involving outcrop observation, different soil samples, and erosion rate techniques using the RUSLE (Equation of Universal Soil Loss) formula used for spatial analysis. ArcGIS is a geographic information system. The Sediment Delivery Ratio (SDR) can be calculated based on erosion rate calculations. The maps used to measure the parameters consisted of soil type maps, slope class maps, land use and conversion maps, and rainfall maps for the last ten years. Each map has an overlay to produce a final erosion hazard map. The erosion value is 2,343.799 tons/ha/year, according to the results of erosion rate analysis conducted using the RUSLE formula (Equation of Revised Universal Soil Loss). The erosion hazard level in the study area is known to be moderately eroded. This is influenced by the very steep slope, which reaches more than 40%, and the land cover is secondary dryland forest with a low CP value of 0.01. The SDR (Sediment Delivery Ratio) value is 135.002 tons/ha/year, according to erosion rate calculations.

Keywords: ArcGis, Laju Erosi, RUSLE, Sedimentasi, Sirenja

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan saya kesempatan dan kesehatan, sehingga saya sebagai penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Laju Erosi dan Sebaran Sedimen Di Sungai Sirenja Kabupaten Donggala”**. Shalawat serta salam penulis panjatkan kepada Baginda Nabi Muhammad *Shalallahu ‘Alayhi Wasallam* sebagai pembawa rahmat bagi seluruh alam semesta.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu, membimbing, dan mengarahkan. Penulis menyadari bahwa tanpa dukungan, doa dan bantuan baik berupa moril dan materil, tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan dengan baik. Maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih banyak, kepada:

1. Bapak Ir. Arham Adam, S.T., M.Sc (Eng), Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tadulako, yang telah memberi semangat pada mahasiswa-mahasiswi nya untuk segera menyelesaikan tugas akhir.
2. Ibu Dr. Sriyati Ramadhani, S.T.,M.T. Selaku Ketua Jurusan S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako yang membantu dan menyetujui penulis dalam penulisan skripsi ini.
3. Bapak Ir. Muslimin U. Botjing, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Tadulako yang terus mengajarkan dan mendorong penulis untuk menyelesaikan laporan tugas akhir.
4. Dosen pembimbing, Ibu Dr. Ir. Zeffitni, S.pd., M.T. dan Bapak Abdul Mukaddas, S.Si.,M.T. yang selalu memberikan bimbingan, arahan, serta solusi untuk penulis dalam penyusunan laporan tugas akhir.
5. Ibu Risqa Permatasyara M, ST.,M.Eng, Bapak Ir. Muslimin U. Botjing, S.T., M.T dan Bapak Apriadi Saputra, ST., M.T. selaku dosen penguji yang tidak henti-hentinya memberikan saran dan solusi selama proses penyusunan laporan tugas akhir.

6. Seluruh Dosen pengajar S1 Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Tadulako yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang tak ternilai selama menempuh pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Tadulako.
7. Keluarga penulis, Ibu Surmin, kakak Anis Saturohmah, A.Md.Keb Isti Qomah, S.Ant Iwan A.Md. Kep dan Fatmawati, A.Md atas segala kasih sayang, cinta, dukungan doa, motivasi dan materil yang selalu diberikan sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dengan baik.
8. Mande dan Ishak yang telah banyak membantu dalam pengambilan data lapangan dan penyusunan Tugas Akhir.
9. Teman-teman seperjuangan Sodara/i angkatan geologi 2019 yang telah banyak membantu dan memberi dukungan.

Akhir kata penulis memohon maaf kepada semua pihak apabila terdapat kekurangan atau kesalahan kata dalam tugas akhir ini, untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan dalam kesempurnaan penyusunan. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak dalam pengembangan SDM dan SDA. Aamiin Ya Rabbal Alamin.

Palu, 5 November 2025
Penulis,

Rahmawati
F12119044

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	iii
PERNYATAAN	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR SIMBOL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.6 Lokasi Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Geologi Regional Daerah Penelitian	4
2.1.1 Geomorfologi Regional	4
2.1.2 Stratigrafi Regional	6
2.1.3 Struktur Geologi Regional.....	7
2.1.4 Sungai	9
2.1.5 Laju Erosi.....	11
2.1.6 Sedimentasi.....	22
2.1.7 Pengertian Sistem Informasi Geografis (SIG).....	24
BAB III METODE PENELITIAN	28
3.1 Peralatan dan Bahan	28
3.1.1 Peralatan	28
3.1.2 Bahan.....	29
3.2 Prosedur Pengumpulan Data	29

3.2.1 Prosedur Persiapan	29
3.2.2 Pengambilan data aspek geologi	30
3.2.3 Pengamatan dan pengukuran.....	31
3.3 Metode/Teknik Analisis, atau Interpretasi Data.....	31
3.4 Bagan Alir Penelitian	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Geologi Daerah Penelitian.....	35
4.1.1 Stadia Sungai.....	37
4.1.2 Stadia Daerah	38
4.1.3 Litologi	40
4.1.4 Struktur Geologi Daerah Penelitian.....	41
4.2 Erosi.....	42
4.2.1 Erosivitas Hujan (R).....	42
4.2.2 Erodibilitas Tanah (K).....	44
4.2.3 Kemiringan Lereng (LS)	47
4.2.4 Penutupan Lahan (CP).....	49
4.3 Analisis Metode <i>RUSLE</i>	50
4.3.1 Perhitungan Nilai Laju Erosi.....	50
4.3.2 Tingkat Bahaya Erosi (TBE).....	51
4.3.3 Karakteristik sedimen di sungai Sirenja.....	52
4.3.4 Analisis Potensi Sedimen Melayang	53
4.3.5 Perhitungan Analisis Sedimen.....	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta tunjuk lokasi penelitian.....	3
Gambar 2.1 Geologi regional lokasi penelitian (Modifikasi dari Peta geologi lembar Palu, Simanjuntak, dkk., 1991).....	4
Gambar 2.2 Pola Aliran Sungai (Sosrodarsono, 2008 dalam Maulana, N, 2019)....	10
Gambar 2.3 Alur morfologi sungai (Maryono, 2013 dalam Maulana, N, 219).....	11
Gambar 2.4 Ilustrasi <i>Overlay</i>	26
Gambar 3.1 Bagan alir penelitian.....	34
Gambar 4.1 Satuan betang alam perbukitan bergelombang lereng landai denudasional	35
Gambar 4.2 Kenampakan debris slide dilokasi penelitian	36
Gambar 4.3 Kenampakan <i>Rill Erosion</i> didaerah penelitian	37
Gambar 4.4 Kenampakan profil sungai Sirenja “U”	38
Gambar 4.5 Kenampakan stadia daerah pada lokasi penelitian	39
Gambar 4.6 Stadia lokasi penelitian menurut (Lobeck, 1939 dalam Nugraha, 2018)	39
Gambar 4.7 Kenampakan singkapan batuan schis pada daerah penelitian dengan arah singkapan N 85 ^o E	40
Gambar 4.8 Klasifikasi batuan metamorf menurut Travis (1955).....	41
Gambar 4.9 Kenampakan kekar gerus pada daerah penelitian.....	42
Gambar 4.10 Peta curah hujan 10 tahun terakhir	44
Gambar 4.11 Kenampakan jenis tanah sampel I	45
Gambar 4.12 Kenampakan jenis tanah sampel II	45
Gambar 4.13 Kenampakan jenis tanah sampel III	46
Gambar 4.14 Kenampakan jenis tanah didaerah penelitian	47
Gambar 4.15 Peta kemiringan lereng daerah penenlitian.....	48
Gambar 4.16 Peta penutupan lahan pada derah penelitian	50
Gambar 4.17 Peta tingkat bahaya erosi	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Bentuk bentuk Erosi menurut beberapa Ahli	15
Tabel 2.2 Penilaian ukuran butir	19
Tabel 2.3 Kelas kandungan bahan organik	19
Tabel 2.4 Nilai K untuk beberapa jenis tanah di Indonesia.....	20
Tabel 2.5 Faktor pengunaan lahan dan pengolahan tanah (CP)	21
Tabel 2.6 Klasifikasi Erosi	26
Tabel 2.7 Hubungan luas DAS daan SDR.....	23
Tabel 4.1 Data curah hujan bulanan Stasiun Meteorologi Mutiara Sis-Al Jufro (2025	43
Tabel 4.2 Perhitungan Erosivitas Hujan	43
Tabel 4.3 Nilai K untuk beberapa jenis tanah di Indonesia (Arsyad, 2000)	46
Tabel 4.4 Hasil perhitungan Erodibilitas tanah (K)	47
Tabel 4.5 Tabel nilai LS	48
Tabel 4.6 Nilai faktor CP untuk berbagai aspek pengolahan lahan pada daerah penelitian	49
Tabel 4.7 Tingkat bahaya erosi didaerah penelitian	51
Tabel 4.8. Karakteristik Sedimen di Daerah Sirenja.....	53

DAFTAR SIMBOL

E	= perkiraan besarnya erosi jumlah (ton/ha/tahun)
R	= faktor erosivitas hujan
K	= faktor erodibilitas lahan
L.S	= faktor panjang – kemiringan lereng
C	= faktor tanaman penutup lahan atau pengelolaan tanaman
P	= faktor tindakan konservasi lahan
Y	= Hasil sedimen per satuan luas
E	= Erosi Jumlah
Ws	= Luas Daerah Aliran Sungai.
SDR	= Sediment Delivery Ratio (Nisbah Pelepasan Sedimen)
M	= Parameter ukuran butir
a	= Prosentase bahan organik (% C x 1,724)
b	= kode strukur tanah
c	= kode permeabilitas tanah
A	= Luas Daerah Aliran Sungai
Dpl	= Diatas permukaan laut
R	= Indeks erosivitas
P	= Curah hujan bulanan (cm)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan berbagai kekayaan alam yang melimpah, memiliki berbagai sumber air sungai yang dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Hal ini didukung oleh jumlah sungai dan anak sungai yang banyak dan tersebar di daerah indonesia, dengan 5.950 sungai utama dan 65.017 anak sungai. Total panjang sungai mencakup 94.537 Km, dan luas daerah aliran sungai (DAS) mencapai 1.512.466 km². Selain memenuhi kebutuhan masyarakat sungai juga berperan penting bagi keberlangsungan hayati, nilai ekonomi, budaya, transportasi, dan lainnya. Sungai dianggap sebagai unsur alam yang penting dalam membentuk kehidupan masyarakat sekitarnya (Seilatuw, R. dkk. 2017).

Sungai merupakan jaringan alur-alur pada permukaan bumi yang terbentuk secara alamiah, dimulai dari bentuk kecil di bagian hulu hingga bentuk besar di bagian hilir. Aliran Sungai adalah salah satu yang paling penting dalam memenuhi kebutuhan makhluk hidup sehingga sungai seharusnya dapat dijaga kelestariannya salah satunya dengan menjaga agar kapasitas penampungan sungai tetap setabil dari endapan sedimen (I Wayan Sudira dkk. 2013).

Erosi merupakan peristiwa terangkatnya tanah atau bagian-bagian tanah dari satu tempat ke tempat lain oleh media alami yang berperan yaitu air dan angin. Erosi menyebabkan hilangnya lapisan tanah yang dapat menyebabkan berkurangnya kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air hujan yang jatuh di atas tanah (Rauf.A, 2011). Permukaan kulit bumi akan selalu mengalami proses erosi, di suatu tempat akan terjadinya pengikisan sementara di lainnya akan terjadi penimbunan. Peristiwa ini terjadi secara alami dan akan berlangsung secara lambat, sehingga yang ditimbulkan akan dirasakan berpuluh atau beratus tahun kemudian. Proses pengikisan kulit bumi secara alamiah ini disebut sebagai erosi alam atau biasa dikenal dengan erosi geologi karena merupakan siklus dari geologi. Penyebab erosi geologi semata-mata terjadi oleh proses alam tanpa adanya campur tangan dari manusia. Pada saat terjadi erosi geologi maka alam akan mampu membentuk keseimbangan yang dinamis, sehingga ketebalan tanah tetap setabil. Namun dengan

adanya aktivitas manusia yang berifat merusak, keseimbangan ini akan terganggu dan mempercepat terjadinya laju erosi (*accelerated erosion*).

Sungai Sirenja merupakan salah satu sumber daya air permukaan yang sangat dibutuhkan diwilayah Kecamatan Sirenja sungai ini memiliki panjang 65 Km dan mengalir dari tenggara ke barat laut dan memiliki banyak anak sungai. Namun sungai di Sirenja mangalamai kerusakan lingkungan akibat aktivitas pembuangan sampa domestik dan industrial. Hal ini menyebabkan penurunan kualitas air sungai dan kerusakan pada ekosistem sungai.

Masalah yang akan diteliti terkait adanya besaran laju erosi yang terjadi sepanjang sungai Sirenja, upaya koservasi lahan disekitar daerah rawan erosi harus segera dilakukan. Proses penanggulangan erosi diperlukan adanya data dasar berupa informasi erosi di daerah penelitian, maka perlu penelitian tentang prediksi erosi. Penelitian ini mencakup besaran sedimen dan yang diamati secara detail sehingga diperoleh besaran sedimen pada lokasi penelitian, dan variasi endapan sedimen dari hulu ke hilir.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan hal- hal yang melatarbelakangi penelitian ini dapat di rumuskan masalah yang akan dikaji, yaitu sebagai berikut.

1. Berapa laju erosi di sungai Sirenja?
2. Berapa besar sedimentasi disungai Sirenja?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini, diuraikan sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui laju erosi di sungai Sirenja.
2. Untuk mengetahui berapa besar sebaran sedimentasi yang terjadi di sungai Sirenja.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memperoleh informasi mengenai laju erosi dan sebaran sedimentasi yang terjadi di sungai Sirenja, untuk menjadi acuan dasar dalam penelitian-penelitian selanjutnya.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

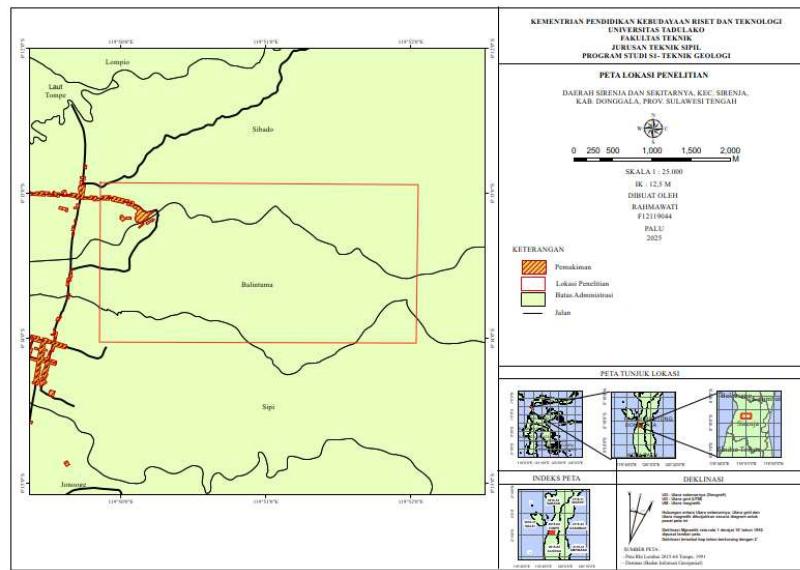
Ruang lingkup penelitian ini yaitu, penelitian ini dilakukan di sungai Sirenja,

Kabupaten Donggala, Provinsi Sulawesi Tengah. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil sampel Sedimen di sungai Sirenja. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode analisis laju erosi menggunakan metode RUSLE dengan aplikasi Sistem Informasi Geografis (ArcGIS) untuk analisis spasial. Hasil dari analisis erosi dapat diketahui besarnya SDR (*Sediment Delivery Ratio*) dan laju sedimen yang masuk.

1.6 Lokasi Penelitian

Secara administratif daerah penelitian termasuk dalam daerah Sirenja Kecamatan Sirenja, Kabupaten Donggala, Provinsi Sulawesi Tengah. Secara geografis terletak pada kordinat $119^{\circ}51'00''$ – $119^{\circ}52'00''$ Bujur Timur dan $0^{\circ}13'00''$ – $0^{\circ}14'00''$ Lintang Selatan. Lokasi penelitian terpetakan dalam peta Rupa Bumi Indonesia Lembar Tompe 2015-64 skala 1:50.000 terbitan Bakosurtanal edisi 1 tahun 1991 Cibinong Bogor.

Luas lokasi penelitian sekitar $\pm 1,85$ km². Daerah penelitian dapat dicapai dengan menggunakan kendaraan roda dua maupun roda empat yang ditempuh sekitar kurang lebih ± 1 jam 50 menit dengan jarak ± 83 km dari arah Palu ke arah Utara Donggala.



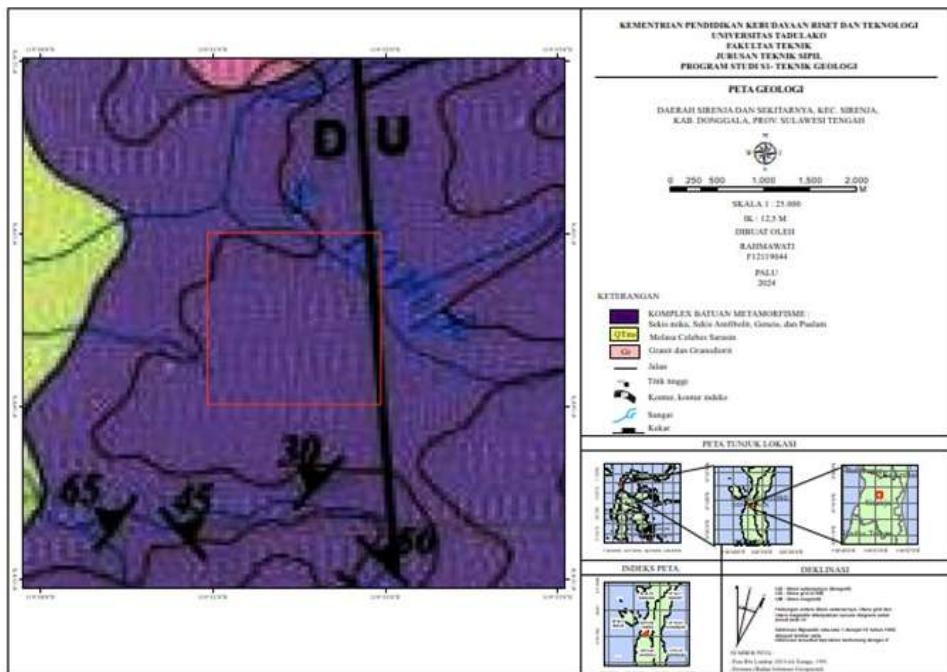
Gambar 1.1 Peta tunjuk lokasi penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Regional Daerah Penelitian

Berdasarkan geologi regional, daerah penelitian termasuk dalam peta Geologi Regional Lembar Palu 2113 (Simanjuntak, dkk., 1991). Daerah penelitian memiliki kenampakan morfografi didominasi oleh wilayah perbukitan dan pegunungan dengan ketinggian antara 300 – 1850 mdpl diatas permukaan laut serta lereng yang sedang-curam. Pola aliran yang berkembang yaitu dendritik, tetapi terdapat pola pararel yang mencerminkan keadaan batuan yang telah mengalami proses erosi yang kuat dan diikuti proses struktur yang masih bekerja. Geologi regional ini membahas Geomorfologi, Stratigrafi, dan Struktur.



Gambar 2.1 Geologi regional lokasi penelitian (Modifikasi dari Peta geologi lembar Palu, Simanjuntak, dkk., 1991).

2.1.1 Geomorfologi Regional

Tinjauan geomorfologi regional daerah penelitian dan sekitarnya didasarkan pada Peta Geologi Lembar Palu yang diterbitkan oleh pusat penelitian dan pengembangan geologi tahun 1992 dan peta fisiografi Indonesia yang diterbitkan oleh badan geologi tahun 2010. Menurut Sukamto, 1973, daerah ini dapat dibagi menjadi 5 yaitu daerah pedataran pesisir, perdataran landai, perbukitan cukup

curam, perbukitan curam dan perbukitan sangat curam.

Wilayah Kabupaten Donggala didominasi oleh jajaran pegunungan di wilayah selatan bagian tengah. Di bagian tengah didominasi oleh wilayah perbukitan dan pegunungan dengan ketinggian antara 300 – 1850 mdpl. Puncak tertinggi yaitu Bulu Pakawa (1850 mdpl) yang terletak di selatan bagian timur daerah penelitian tepatnya di Kecamatan Rio Pakava dan memanjang hingga Kecamatan Pinembani. Sementara itu, di bagian utara bagian timur juga merupakan daerah perbukitan dan pegunungan yang menjulang dengan tinggi antara 400 – 1200 mdpl. Puncak tertinggi yakni Bulu Papantoyag dengan ketinggian 1200 mdpl yang terletak di Kecamatan Sojol berbatasan dengan Kecamatan Tinompo. Pada daerah perbukitan dan pegunungan banyak ditemukan landslide maupun rockfall dengan material berupa batuan, soil dan debris (campuran soil dan batuan).

Daerah perbukitan dan pegunungan ini dicirikan oleh lembah-lembah terjal yang membentuk alur-alur sebagai konsentrasi aliran permukaan dan lambat laun membentuk sungai. Terdapat banyak sungai (salu) pada wilayah pegunungan (bagian timur Kabupaten Donggala) yang bermuara di pantai barat (Selat Makassar–Teluk Palu). Pada daerah utara terdapat, Sungai Bangkalang Binonto, Bangkalang Long, Bangkalang Panii, Bangkalang Silandoya, Bangkalang Siyong dan Bangkalang Taipa yang terletak di Kecamatan Dampelas hingga Sojol Utara. Pada Kecamatan Balaesang hingga ke selatan Kecamatan Tanantovea terdapat Sungai Binanga Tambu, Sungai Binanga Airmakuni, Sungai Binanga Maruri, Sungai Binanga Wela, Sungai Kuala Alindau, Sungai Kuala Ayua, Sungai Kuala Batusuya, Sungai Kuala Dusun Satu, Sungai Kuala Enu Satu, Sungai Kuala Gaili, Sungai Kuala Kalibaru, Sungai Kuala Kalibarukata, Sungai Kuala Kampung Baru, Sungai Kuala Karumba, Sungai Kuala Kata, Sungai Kuala Labuan, Sungai Kuala Lambagu, Sungai Kuala Loro, Sungai Kuala Marana, Sungai Kuala Masaingi, Sungai Kuala Ogolangkay, Sungai Kuala Ombu, Sungai Kuala Omo, Sungai Kuala Roto, Sungai Kuala Rumu, Sungai Kuala Rumu Satu, Sungai Kuala Sanggola, Sungai Kuala Sibayu, Sungai Kuala Sipeso, Sungai Kuala Tamarenja, Sungai Kuala Tanjung Kuning, Sungai Kuala Toaya, dan Sungai Kuala Tompe. Sedangkan pada Kabupaten Donggala bagian Selatan terdapat Sungai Binangan Kasoloang, Sungai Kuala Bambarini, Sungai Kuala Guntur, Sungai Kuala Loli Pesua, Sungai Kuala

Mamara, Sungai Kuala Mekarbaru, Sungai Kuala Tanahmea, Sungai Kuala Tasiburi, Sungai Salu Pakava, Sungai Salu Kainu, Sungai Salu Kasimbar, Sungai Salu Lalombi, Sungai Salu Lariang, Sungai Salu Majonggo, Sungai Salu Mavwa, Sungai Salu Manti, Sungai Salu Ou, dan Sungai Salu Pasangkayu yang terletak dalam Kecamatan Banawa hingga Kecamatan Rio Pakava. Yang hampir keseluruhan sungai yang terletak di Kabupaten Donggala bermuara ke Selat Makassar dan Teluk Palu.

Pada bagian barat Kabupaten Donggala didominasi oleh pedataran dengan kemiringan lereng antara 0 – 15 % yang merupakan daerah pedataran dan pesisir pantai. Pada daerah pesisir dijumpai aktivitas abrasi dan sedimentasi yang mengakibatkan terjadi penurunan muka tanah dan degradasi bibir pantai. Dengan material utama berupa batuan dan pasir yang terangkut sebagai material sedimen yang terbawa oleh air dari hulu-hulu sungai yang ada di daerah penelitian.

Bagian barat wilayah Kabupaten Donggala, umumnya memiliki topografi pedataran hingga miring landai dengan endapan resen dari sedimentasi sungai – sungai yang ada di daerah telitian. Berdasarkan kondisi topografi wilayah, Kabupaten Donggala memiliki karakteristik bentang alam yang sangat beragam. Secara umum, wilayah ini berada pada ketinggian antara 0 - 1 800 m dpl dengan tingkat kemiringan lereng berkisar antara 0 % hingga lebih dari 45%.

2.1.2 Stratigrafi Regional

Pembahasan stratigrafi merujuk kepada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Dalam hal ini penelitian yang dimaksud penelitian oleh Sukamto, (1973) yang menghasilkan peta geologi lembar Palu. Berdasarkan hasil penelitian ini, daerah penelitian masuk ke dalam 3 formasi batuan, yaitu kompleks metamorfis, granit kambuno dan formasi molasa Sarasin.

Batuan tertua adalah Kompleks Metamorf Palu (Palu Metamorphic Complex) yang tersingkap pada jajaran pegunungan timur yang diperkirakan berumur Pra-Tersier / Kapur. Di atas kompleks batuan metamorf, Formasi Tinombo menindih tidak selaras yang terendapkan pada lingkungan laut dangkal berumur Eosen Tengah hingga Atas (Sukamto, 1973).

Batuan Intrusi (Granitoid Undivided) dijumpai menerobos kompleks batuan metamorf dan Formasi Tinombo, merupakan hasil aktivitas vulkanik dari Formasi

Tinombo berdasarkan kesamaan geokimia dan penanggalan K/Ar tetapi tidak terpetakan (Sukamto, 1973).

Molasa Celebes (Celebes Mollase) yang berumur Pliosen – Plistosen (van Leeuwen et al., 2016) terendapkan secara tidak selaras di atas Formasi Tinombo. Endapan Molasa Celebes terdiri dari rombakan yang berasal dari formasi-formasi lebih tua, antara lain konglomerat, batupasir, batulumpur, batugamping-koral, dan napal, yang hanya mengeras lemah. Di atas endapan Molasa Celebes, terendapkan secara tidak selaras endapan aluvial pada lingkungan sungai, delta, dan laut dangkal berumur Holosen (Sukamto, 1973).

2.1.3 Struktur Geologi Regional

Struktur geologi di Sulawesi didominasi oleh arah barat laut – tenggara yang berupa sesar mendatar sinistral dan sesar naik.

Sesar Palu – Koro memotong Sulawesi bagian barat dan tengah, menerus ke bagian utara hingga ke Palung Sulawesi Utara yang merupakan batas tepi benua di Laut Sulawesi. Jalur Sesar Palu – Koro merupakan sesar mendatar sinistral dengan pergeseran lebih dari 750 km (Sukamto, 1973), arah gerak sesuai dengan jalur Sesar Matano dan jalur Sesar Sorong. Sesar Sadang yang terletak di bagian barat dan sejajar dengan Sesar Palu berada pada lengan Selatan Sulawesi, menghasilkan lembah Sungai Sadang dan Sungai Masupu yang sistemnya dikontrol oleh sesar mendatar (Hamilton & U.S. Govt. Print. Off., 1979).

Sesar Gorontalo merupakan sesar mendatar dekstral (Sukamto, 1973) yang berlawanan arah dengan Sesar Palu – Koro dan pola sesar sungkupnya memperlihatkan arah yang konsekuensi terhadap platform Banggai – Sula sehingga memberikan gambaran adanya kemungkinan kompresi mendatar yang disebabkan oleh dorongan platform Banggai – Sula ke arah barat.

Sesar Matano merupakan sesar mendatar sinistral berarah barat laut – timur memotong Sulawesi Tengah dan melalui Danau Matano, merupakan kelanjutan dari Sesar Palu ke arah timur yang kemudian berlanjut dengan prisma akresi Tolo di Laut Banda Utara.

Sistem Sesar Lawanopo berarah barat laut – tenggara, melewati Teluk Bone dan Sulawesi Tenggara. Sesar ini kemungkinan berperan dalam pembukaan Teluk Bone, seperti pembukaan yang terjadi di daratan Sulawesi Tenggara yang

merupakan zona sesar mendatar sinistral Neogen. Sesar Lawanopo memisahkan mintakat benua Sulawesi Tenggara pada lengan Tenggara Sulawesi dengan metamorf Sulawesi Tengah.

Sesar Naik Batui terletak pada bagian timur lengan Timur Sulawesi, merupakan hasil dari tumbukan platform Banggai – Sula dengan Sulawesi yang menyebabkan pergeseran secara oblique sehingga Cekungan Gorontalo menjadi terangkat.

Kompleks Pompangeo diduga telah beberapa kali mengalami masa perlipatan. Perlipatan tua diperkirakan berarah utara – selatan atau baratdaya – timurlaut, sedangkan lipatan muda berarah baratlaut – tenggara atau barat – timur, serta ada pula yang berarah hampir sama dengan lipatan tua.

Perdaunan atau foliasi juga umumnya berkembang baik dalam satuan batuan malihan Kompleks Pompangeo dan di beberapa tempat dalam amfibolit, sekis glaukofan dan serpentin yang tersekikan dalam Kompleks Ultramafik. Secara umum perdaunan berarah barat – timur dan baratlaut – tenggara. Di beberapa tempat perdaunan terlipat dan pada jalur sesar mengalami gejala kink banding.

Belahan umumnya berupa belahan bidang sumbu dan di beberapa tempat berupa belahan retak (fracture cleavage). Belahan retak umumnya dijumpai dalam batupasir malih dan batugamping malih. Secara umum bidang belahan berarah sejajar atau hampir sejajar dengan bidang perlapisan; oleh karenanya belahan ini digolongkan sebagai berjajar bidang sumbu.

Kekar dijumpai hampir pada semua batuan, terutama batuan beku (Kompleks Ultramafik dan Mafik), batuan sedimen malih Mesozoikum, dan batuan malihan (Kompleks Pompangeo). Dalam batuan Neogen kekar kurang berkembang. Sejarah pengendapan batuan di daerah Sulawesi Tenggara diduga sangat erat hubungannya dengan perkembangan tektonik daerah Indonesia bagian timur, tempat Lempeng Samudera Pasifik, Lempeng Benua Australia dan Lempeng Benua Eurasia saling bertumbukan.

2.1.4 Sungai

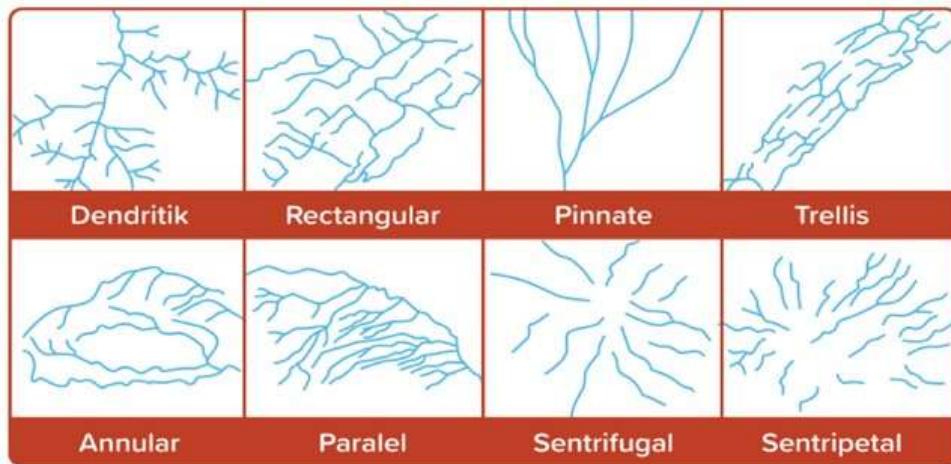
Sungai merupakan jaringan alur yang terbentuk secara alamiah, sungai terdiri dari aliran kecil di bagian hulu dan aliran besar di bagian hilir. Air hujan turun di permukaan bumi mengalir dan membentuk alur-alur kecil kemudian menjadi alur-

alur besar hingga menjadi alur besar. Itulah sebabnya sungai berfungsi menjadi tempat menampungnya air hujan dan mengalirkannya ke laut. (Wardhana, 2015) dalam Virlayanti, dkk 2024).

Arus air sungai di daerah hulu biasanya lebih desar di bandingkan di daerah hilir. Di dalam aliran air sungai terdapat endapan-endapan material sedimen yang di sebabkan oleh proses erosi. Material-material sedimen tersebut kemudian terbawa oleh aliran sungai dan menyebabkan terjadinya pendangkalan. Sedimen yang di hasilkan dari proses dan terbawa oleh aliran sungai tersebut akan terbawa oleh aliran air dan di endapkan pada tempat yang kecepatan alirannya melambat atau terhenti. peristiwa pengendapan ini disebut dengan proses sedimentasi.

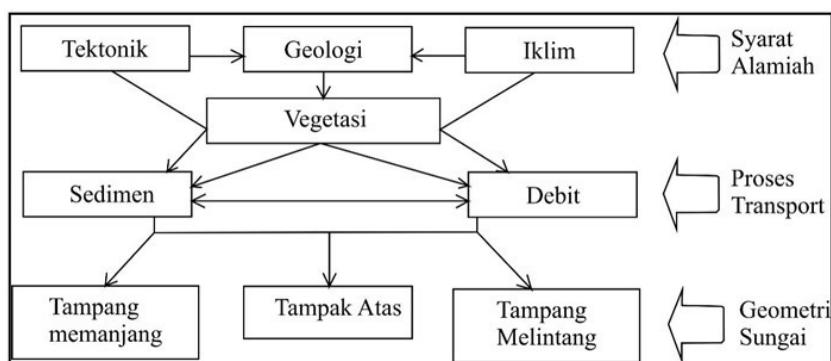
Morfologi sungai merupakan ilmu yang mempelajari tentang geometri, jenis, dan perilaku sungai dalam segala aspek dan perubahannya dalam dimensi ruang dan waktu. Dengan demikian, morfologi sungai akan menyangkut juga pada sifat dinamik sungai dan lingkungannya yang saling terkait. Dalam menentukan morfologi sungai diperlukan data-data geometri sungai seperti lebar sungai, kedalaman sungai, penampang sungai, kemiringan dasar sungai, dan koordinat lokasi pada sungai.

Jenis pola aliran sungai adalah sebuah kumpulan dari sungai-sungai yang sama dalam hal ini menggambarkan kondisi profil dan genetik sungai itu sendiri. Terbentuknya pola aliran sungai ini disebabkan karena berbagai faktor alami diantaranya yaitu jenis tanah dan juga batuan, topografi, morfologi, kemiringan, tingkat erosi dan struktur geologi. Seiring berjalananya waktu, sistem jaringan yang ada di sungai akan membentuk pola aliran sungai yang bercanggah dan akan menyesuaikan dengan faktor lingkuan di sekitar. Secara umum ada berapa jenis pola aliran sungai yaitu pola aliran sungai dendritik, radial, rectangular, trellis, anular, dan pararel (Gambar 2.2). Menurut aliran airnya, sungai dibedakan menjadi sungai permanen dan sungai non-permanen atau sungai musiman.



Gambar 2.2 Pola aliran sungai (Sosrodarsono, 2008 dalam Maulana, N, 2019).

Morfologi sungai merupakan ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang ciri, perilaku sungai, geometri, jenis dengan perubahan dalam termasuk di dalamnya dimensi ruang dan waktu. Hal ini menyangkut sifat dinamik sungai yang saling berhubungan. Perubahan fungsi lingkungsn yang disebabkan oleh laju jumlah penduduk dan meningkatnya aktivitas masyarakat dalam memenuhi kebutuhan hidup, telah berdampak negatif terhadap kelestarian sumber daya air, serta meningkatnya perubahan morfologi sungai akibat daya rusak air yang disebabkan oleh banjir, erosi, dan sedimentasi. Mangelsorf dan Scheuemann (1980) dalam Agus Maryono (2005) mengusulkan empat faktor utama yang mempengaruhi terhadap pembentukan alur morfologi sungai, yaitu tektonik, geologi, iklim, dan vegetasi. Hungungan antara faktor-faktor tersebut di sajikan pada (gambar 2.3).



Gambar 2.3 Alur morfologi sungai (Maryono, 2013 dalam Maulana, N, 2019).

2.1.5 Laju Erosi

Erosi di sebut sebagai peristiwa terkikisnya tanah atau bagian tanah dari suatu tempat ke tempat yang lainnya. Erosi disebabkan oleh pergerakan air, angina, dan es. Di daerah tropis seperti Indonesia umumnya erosi terjadi karena air hujan (Rahim, 2003). Menurut Hardiyatmo (2006) erosi permukaan merupakan proses pengangkatan partikel tanah yang disebabkan oleh hujan, angin, atau es. Akibat adanya tetesan air hujan yang terus-menerus akan mengakibatkan permukaan tanah menjadi terlepas dari kesatuan. Dari penjelasan di atas maka dapat disimpulkan bahwa pengertian laju erosi adalah ketebalan pelepasan, pengikisan atau terkelupasnya partikel tanah yang terjadi dalam satuan waktu berupa detik, menit, jam, atau tahun.

a. Proses terjadinya erosi

Menurut Asdak (2014) terdapat dua penyebab utama terjadinya erosi yaitu erosi karena sebab alamiah dan erosi karena adanya aktivitas dari manusia. Erosi alamiah dapat terjadi karena adanya proses pembentukan tanah dan proses erosi yang terjadi untuk mempertahankan keseimbangan tanah secara alami. Sedangkan erosi karena kegiatan manusia kebanyakan disebabkan oleh terkelupasnya lapisan tanah bagian atas akibat cara bercocok tanam yang tidak mengindahkan kaidah-kaidah konservasi tanah atau kegiatan pembangunan yang bersifat merusak keadaan fisik tanah seperti misalnya pembuatan jalan di daerah kemiringan lereng.

Menurut Utomo (1994) menyatakan bahwa proses erosi bermula kerena terjadinya penghancuran agregat-agregat tanah sebagai akibat pukulan air hujan. agregat tanah yang telah hancur akan menyumbat pori-pori tanah, sehingga berakibat berkurangnya kapasitas infiltrasi tanah. Sebagai akibat lebih lanjut, air akan mengalir ke permukaan tanah dan disebut sebagai limpasan permukaan tanah. Limpasan permukaan mempunyai energi untuk mengikis dan menangkut partikel-partikel tanah yang telah dihancurkan, jika tenaga limpasan permukaan sudah tidak mampu lagi mengangkut bahan-bahan hancuran tersebut maka bahan-bahan ini akan diendapkan.

Dari penjelasan diatas maka dapat disimpulkan proses terjadinya erosi melalui 3 tahap yaitu:

- 1) Pengelupasan (*detachment*), terjadi akibat titik-titik air hujan yang penimpa

permukaan tanah. Titik-titik air hujan tersebut memiliki daya timpaan atau energi kinetik yang keras dan akan memecahkan bongkahan tanah menjadi butiran-butiran tanah yang kecil hingga menjadi butiran tanah yang halus

- 2) Pengangatan (*transportation*), butiran-butiran tanah yang kecil dan yang halus akan terangkat dan mengalir bersama aliran air menuruni lereng-lereng. Kemiringan pada lereng ini sangat berpengaruh terhadap derasnya aliran air.
- 3) Pengendapan (*sedimentation*), butiran-butiran tanah yang terangkut oleh aliran air ketempat-tempat yang datar dimana kecepatan aliran air sangat berkurang maka butiran tanah tersebut akan menjadi sedimentasi.

b. Faktor – faktor penentu erosi

Menurut Asdak, (2014) yaitu berkurangnya lapisan tanah bagian atas bervariasi tergantung pada tipe erosi dan faktor-faktor yang terlibat dalam proses erosi seperti iklim, sifat tanah, topografi dan vegetasi penutup lahan. Keempat faktor yang dianggap menentukan besarnya erosi tersebut diuraikan satu persatu

1) Iklim

Pengaruh iklim terhadap erosi terhadap erosi dapat bersifat langsung atau tidak langsung. Pengaruh langsung melalui tenaga kinetis air hujan, terutama intensitas air hujan dan diameter butiran air hujan. pada hujan yang intensif dan berlangsung dalam waktu jangka pendek, erosi yang terjadi biasanya lebih besar daripada hujan dengan intensitas hujan yang lebih kecil dan kurang waktu yang lama. Pengaruh iklim tidak langsung dipengaruhi oleh vegetasi tumbuhan. Sebaliknya, pada daerah dengan perubahan iklim besar, seperti daerah kering tumbuhan vegetasi terhambat oleh tidak memadainya intensitas hujan. tetapi, sekali hujan turun intensitas hujan umumnya sangat tinggi.

2) Sifat-sifat Tanah

Empat sifat tanah yang penting dalam menentukan erodibilitas tanah (mudah tidaknya tanah tererosi) adalah:

- a) Tekstur tanah, biasanya berkaitan dengan ukuran dan porsi partikel-partikel dalam tanah dan akan membentuk tipe tanah tertentu. Tiga usur utama tanah adalah pasir (*sand*), debu (*silt*), dan liat (*clay*). Misalnya,

tanah dengan unsur dominan tanah liat, ikatan antar partikel-partikel tanah kuat dengan demikian tanah tidak mudah tererosi. Tanah dengan unsur dominan pasir kemungkinan untuk terjadinya erosi rendah karena laju infiltrasi sehingga dapat menurunkan laju air larian. Sebaliknya pada tanah dengan unsur utama debu dan pasir lembut serta sedikit unsur organik menyebabkan terjadinya erosi lebih rendah.

- b) Struktur tanah, umumnya adalah susunan partikel-partikel tanah yang membentuk agregat yang mempengaruhi kemampuan tanah dalam menyerap air tanah. Misalnya struktur tanah granular mempunyai kemampuan besar dalam meloloskan air larian dengan demikian, menurunkan laju air larian dan memacu pertumbuhan tanaman,
- c) Unsur organik, yaitu terdiri dari limbah tanaman dan hewan sebagai hal proses dekomposisi. Unsur organik cenderung memperbaiki struktur tanah yang bersifat meningkatkan permeabilitas tanah, kapasitas tamping air tanah, dan kesuburan tanah. Kumpulan unsur organik diatas permukaan tanah dapat menghambat kecepatan air larian. Dengan demikian akan menurunkan potensi erosi
- d) Permeabilitas tanah, yaitu kemampuan tanah dalam meloloskan air. Unsur yang mempengaruhi permeabilitas tanah yang struktur tanah dan tekstur tanah. Tanah dengan permeabilitas tinggi kenaikan laju infiltrasi, dan daerah dengan demikian menurunkan laju air larian.

3) Topografi

Kemiringan dan panjang lereng adalah dua faktor yang menentukan karakteristik topografi suatu daerah aliran sungai. Kedua faktor tersebut penting pada peroses terjadinya erosi karena mempengaruhi besarnya kecepatan dan volume air larian. Lereng bagian bawah lebih mudah tererosi daripada lereng bagian atas karena momentum aliran lebih besar dan kecepatan air larian lebih terkonsentrasi ketika mencapai lereng bagian bawah. Daerah tropis vulkanik dengan topografi bergelombang dan curah hujan yang tinggi sangat potensial untuk terjadinya erosi dan tanah longsor. Oleh karenanya, dalam proses konservasi tanah dan air di daerah tropis, usaha-usaha pelandaian permukaan tanah seperti

pembuatan teras lahan-lahan pertanian, peruntukan tanah-tanah dengan kemiringan lereng besar untuk kawasan lindung seringkali dilakukan. Usaha tersebut dilakukan terutama untuk menghindari terjadi erosi yang dipercepat dan meningkatnya tanah longsor.

4) Vegetasi Penutup Lahan

Pengaruh vegetasi penutup tanah terhadap erosi adalah melindungi pemukaan tanah dari tumbuhan air, menurunkan kecepatan dan volume air aliran, menahan partikel-partikel tanah pada tempatnya melalui sistem perakaran dan seresah yang di hasilkan, dan mempertahankan kemantapan kapasitas tanah dalam menyerap air (Asdak, 2014).

c. Bentuk-bentuk erosi

Menurut Arsyad (2006) erosi berdasarkan proses terjadinya dibedakan menjadi erosi normal dan erosi dipercepat. Erosi normal disebut juga erosi geologi atau erosi alami merupakan pengikisan kulit bumi yang terjadi secara alamiah. Erosi ini tidak berbahaya karena kecepatan kehilangan tanahnya lebih kecil atau sama dengan proses pembentukan tanah. Erosi dipercepat adalah proses pengikisan kulit bumi yang kecepatan kehilangan tanahnya sudah melebihi kecepatan proses pembentukan tanah. Hal ini terutama disebabkan oleh kesalahan dalam pengolahan tanah.

Menurut beberapa ahli, erosi berdasarkan bentuknya dapat dibedakan menjadi:

Tabel 2.1 Bentuk-bentuk Erosi menurut Beberapa Ahli

No.	Hardyatmo	Kartasapoetra	Soemarto
1	Splash erosion	Sheet erosion	Sheet erosion
2	Sheet erosion	Rill erosion	Gully erosion
3	Rill erosion	Gully erosion	<i>Land slide</i>
4	Gully erosion	Stream bank erosion	Stream bank erosion
5	Stream bank erosion		

Sumber : Hardiyatmo, 2006; Kartasapoetra, 2010; Soemarto, 1986

Dari tabel diatas maka disimpulkan bentuk-bentuk erosi dapat dibedakan menjadi enam yaitu: *splash erosion, sheet erosion, rill erosion, gully erosion, stream*

bank erosion, dan *land slide*. Berikut penjelasannya:

- a) Erosion Percikan (*splash Erosion*) merupakan proses terkelupasnya partikel-partikel tanah bagian atas oleh tenaga kinetik air hujan bebas atau sebagai air lolos.
- b) Erosi Lembaran (*Sheet Erosion*) merupakan erosi yang terjadi ketika lapisan tipis permukaan tanah di daerah berlereng terkikis oleh kombinasi air hujan dan air larian.
- c) Erosi Alur (*Rill Erosion*) merupakan erosi akibat pengikisan tanah oleh aliran air yang membentuk parit atau saluran air, dimana pada bagian tersebut telah terjadi konsentrasi aliran air hujan di permukaan tanah. Aliran air menyebabkan pengikisan tanah, lama-kelamaan membentuk alur-alur dangkal pada permukaan tanah yang arahnya dari atas memanjang ke bawah.
- d) Erosi Parit (*Gully Erosion*) merupakan kelanjutan dari erosi alur, yaitu terjadi bila alur-alur menjadi semakin lebar dan dalam yang membentuk parit dengan kedalaman yang dapat mencapai 1 sampai 2,5meter atau lebih. Parit ini membawa air pada saat dan segera setelah hujan, dan tidak seperti erosi alur, parit tidak dapat lenyap oleh pengolahan tanah secara normal.
- e) Erosi Tebing Sungai (*Stream Bank Erosion*) merupakan erosi yang terjadi akibat dari terkikisnya permukaan tanggul sungai dan gerusan sedimen di sepanjang dasar saluran. Erosi tipe ini harus ditinjau secara terpisah dari tipe-tipe erosi yang di akibatkan oleh air hujan. erosi semacam ini dipengaruhi oleh variable hidrologi yang mempengaruhi system sungai.
- f) Erosi Longsor (*Land Slide*) merupakan bentuk erosi dimana pengangkutan atau gerakan massa tanah terjadi pada suatu saat dalam volume yang relative besar. Ditinjau dari segi geraknya, ada beberapa erosi akibat gerakan massa tanah yaitu: rayapan (*creep*), runtuhan batuan (*rock fall*), aliran lumpur (*mudflow*). Longsoran terjadi akibat munculnya suatu volume tanah di atas suatu lapisan agak kedap air yang jenuh air. Lapisan kedua air dapat berupa tanah liat atau mengandung kadar tanah liat yang tinggi, dapat juga berupa lapisan batuan, seperti Napal liat (*clay shale*).

d. *Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*

RUSLE merupakan model erosi yang disusun untuk melakukan prediksi erosi tahunan rata-rata dalam periode waktu yang lama yang terbawa oleh air limpasan dari kondisi lereng pada lahan tertentu dalam sistem pemanenan dan manajemen tanaman tertentu berdasarkan luas area (Renard, 1993).

Sesuai dengan namanya, RUSLE merupakan revisi dari model sebelumnya yaitu USLE (Universal Soil Loss Equation). Model RUSLE digunakan untuk melakukan prediksi erosi untuk menjadi acuan konservasi dengan menggunakan pola curah hujan rata-rata dalam jangka panjang. RUSLE mencakup sejumlah sub faktor dari faktor utama yang menyusun USLE. Basis data ekstensif yang digunakan untuk mendukung RUSLE merupakan penambahan yang bersifat signifikan pada database asli sehingga meningkatkan keserbagunaan dan penerapan RUSLE. Faktor C dalam RUSLE, yang membagi tahun menjadi interval dua bulanan dan menghitung ulang rasio kehilangan tanah untuk setiap operasi pengolahan tanah, lebih sensitif terhadap variasi tutupan lahan, residu permukaan, dan kekasaran permukaan daripada USLE.

Metode RUSLE mampu menghitung kehilangan tanah pada daerah dengan aliran permukaan yang signifikan, dan tidak dirancang untuk daerah yang tidak terjadi aliran permukaan. Berdasarkan riset yang dilakukan oleh Nugraheni dkk., (2013) mengenai prediksi laju erosi dengan membandingkan 3 model yaitu RUSLE, USLE dan MUSLE didapatkan bahwa model yang paling mendekati nilai yang hampir sama dengan hasil penelitian yang dilakukan sebelumnya adalah prediksi erosi dengan menggunakan model RUSLE (Pamungkas, 2020).

Model RUSLE memiliki kelebihan seperti dapat dijalankan dengan efisien dan efektif dibandingkan pengaplikasian absolut data erosi. Model RUSLE memungkinkan untuk melakukan prediksi erosi yang lebih baik dengan rentang waktu yang lama jika dipadankan dengan pengaplikasian prakiraan erosi tiap kejadian hujan. Penggunaan model RUSLE dalam melakukan prediksi erosi dapat dilakukan pada wilayah dengan kompleksitas dan tingkatan lebih tinggi baik berupa sub DAS maupun DAS karena validasi model diproses dengan menggunakan data-data lereng melalui Geographic Information System (GIS) dan

Digital Elevation Model.

Penerapan prediksi model RUSLE dapat menimbulkan kesalahan sebab dalam penggunaannya mempertimbangkan perubahan kondisi geografis. Jumlah erosi permukaan atau laju pengikisan tanah dipengaruhi oleh curah hujan, sifat tanah (susunan, permeabilitas dan bahan organik di dalamnya), kelerengan serta tindakan penggunaan dan pengelolaan lahan. Parameter-parameter tersebut digunakan dalam model RUSLE sebagai persamaan empirik dalam pendugaan jumlah kehilangan media tanah akibat proses erosi dan dinyatakan ke dalam ton/hektar/tahun (Wischmeier dan Smith, 1978)

Prediksi laju erosi yang dilakukan dengan pola empirik menjadi persamaan RUSLE yang diuraikan seperti dibawah ini.

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot CP \quad (2.1)$$

keterangan:

A = laju erosi (ton/ha/tahun)

R = nilai erosivitas hujan

K = erodibilitas tanah

LS = panjang dan kemiringan lahan

CP = tindakan pengelolaan dan kegiatan konservasi

Adapun masing-masing faktor dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Erosivitas Hujan (R)

Presipitasi adalah peristiwa klimatik yang bersifat alamiah yaitu perubahan bentuk dari uap air di atmosfer menjadi curah hujan sebagai akibat proses kondensasi. Presipitasi merupakan faktor utama yang mengatur proses siklus hidrologi di suatu DAS (Asdak, 2010). Faktor erosi hujan menggabungkan komponen energi dan intensitas hujan ke dalam satu angka. Faktor R menyatakan faktor fisik hujan yang dapat menyebabkan timbulnya proses erosi (disebut erosivitas hujan). Erosivitas hujan tahunan yang dapat dihitung dari data curah hujan yang diperoleh dari pengukur hujan (Hardiyatmo, 2012:382). Erosivitas hujan merupakan fungsi dari energi kinetik total hujan, dengan intensitas hujan

maksimum selama 30 menit. Erosivitas hujan yang dirumuskan oleh Lenvain (1989) sebagai berikut

$$R = 2,21 (CH)^{1,36} \quad (2.2)$$

Dimana :

R = Indeks erosivitas

CH = Curah hujan tahunan (cm)

2. Erodibilitas Tanah (K)

Nilai erodibilitas tanah (K) ditentukan oleh tekstur, struktur, permeabilitas tanah, dan kandungan bahan organik dalam tanah. Penentuan nilai K dapat ditentukan dengan nomografi atau dapat pula dihitung dengan menggunakan pers 2.3.

$$K = \frac{1,292A = ((2,1M^{1,14}(10^{-4})(12.a)+3,25(b-2)+2,5(c-3))}{100} \quad (2.3)$$

Dimana :

K = Faktor erodibilitas tanah

M = Parameter ukuran butir

a = Presentase bahan organik (% C x 1,724)

b = kode struktur tanah

c = kode permeabilitas tanah

Dalam mempergunakan persamaan di atas dapat dilakukan dengan ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

- 1). Bila data tekstur tanah yang tersedia hanya fraksi pasir, debu dan tanah liat presentasi pasir sangat halus dapat diduga sepertiga dari presentasi pasir.
- 2). Bila data tekstur hasil analisis laboratorium tidak tersedia maka dapat dipergunakan pendekatan sesuai tabel 2.4
- 3). Bila data bahan organik tidak tersedia, maka dapat ditentukan dari tabel 2.3 Angka peresentasi bahan organik > 5% digunakan sebagai acuan maksimum.
- 4). Nilai K pada tanah bisa dilakukan dengan cara visual dengan nilai-nilai

yang sudah di tentukan, nilai K dapat dilihat di table 2.4.

Tabel 2.2 Penilaian ukuran butir

Kelas tekstur (USDA)	Nilai M	Kelas Tekstur (USDA)	Nilai M
Heavy clay	210	Loamy sand	3245
Medium clay	750	Silty clay loam	3770
Sandy clay	1215	Sandy loam	4005
Light clay	1685	Loam	4390
Sandy clay loam	2160	Silt loam	6330
Silty clay	2830	Silt	8245
Clay loam	2830	Tidak diketahui	4000
Sandy	3035		

Sumber : Asdak, 2000

Tabel 2.3 Kelas kandungan bahan organik

Kelas	Presentase (%)
Sangat tinggi	>5
Tinggi	3,1-5
Sedang	2,1-3
Rendah	1-2
Sangat rendah	<1

Sumber : Asdak, 2000

Tabel 2.4 Nilai K untuk beberapa jenis tanah di Indonesia

No	Jenis Tanah	Nilai K
1	Latosol (Inceptisol, Oxic subgroup) Darmaga, bahan induk volkanik	0,04
2	Mediteran Merah Kuning (Alfsol) Cicalengka,bahan induk volkanik	0,13
3	Mediteran Merah Kuning (Alfsol) Cicalengka, bahan induk batuan liat	0,21
4	Podsolik Merah Kuning (Ultisol) jonggol, bahan induk batuan liat	0,15

No	Jenis Tanah	Nilai K
5	Regosol (inceptisol) sentolo, bahan induk batuan liat	0,11
6	Grumusol (Vertisol) Biltar, bahan induk serpih (shale)	0,24
7	Alluvial	0,15

Sumber : Asdak, 2000

3. Kemiringan Lereng (LS)

Diperoleh dari evaluasi garis kontur pada peta topografi skala 1:50.000 yang dibantu dengan mempergunakan perangkat lunak. Dalam pembuatan nilai indeks panjang dan kemiringan lereng (LS) ini hanya ditentukan dari kemiringan lereng saja.

4. Pengelolaan Tanaman (C)

Dalam penentuan indeks pengelolaan tanaman ini ditentukan dari peta tata guna lahan dan keterangan tata guna lahan pada peta topografi ataupun data yang langsung diperoleh dari lapangan.

5. Konservasi Tanah (P)

Penentuan indeks konservasi tanah ditentukan dari interpretasi Janis tanaman dari tata guna lahan yang di evaluasi dengan kemiringan lereng serta pengecekan di lapangan.

Dalam studi ini faktor CP didekati dengan faktor penggunaan lahan dan pengolahan tanah kriteria penggunaan lahan dan besarnya nilai CP dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut:

Tabel 2.5 Faktor Penggunaan Lahan dan Pengolahan Tanah (CP)

No	Penggunaan Lahan	Faktor CP
1	Pemukiman	0,6
2	Kebun campuran	0,3
3	Sawah tada hujan	0,20
4	Tegalan	0,75
5	Semak belukar	0,12
6	Hutan produksi	0,03

Sumber : RLKT (Rehabilitasi Lahan & Konservasi Tanah) dalam, Ma'wa, 2014

e. Kelas tingkat bahaya erosi (TBE)

Menurut Arsyad (2006) evaluasi bahaya erosi atau disebut juga tingkat bahaya erosi ditentukan berdasarkan perbandingan antara besarnya erosi tanah aktual dengan erosi tanah yang dapat ditoleransi. Untuk mengetahui kejadian erosi pada tingkat membahayakan atau suatu ancaman degradasi lahan atau tidak, dapat diketahui dari tingkat bahaya erosi tersebut.

Perkiraan erosi rata-rata tahunan dan kedalam tanah dipetimbangkan dalam penentuan tingkat bahaya erosi (TBE) pada setiap satuan lahannya. Kelas TBE diberikan pada tiap satuan lahan dengan menggunakan informasi kedalam tanah dan perkiraan erosi tahunan tanah dari USLE. Kelas TBE ditentukan dengan menggunakan (tabel 6) berikut:

Tabel 2.6 Klasifikasi Erosi

No	Besarnya Erosi (ton/ha/thn)	Klasifikasi Erosi
1	< 14,4	Sangat Ringan
2	14,5-29,3	Ringan
3	29,4-46,9	Sedang
4	47,0-63,0	Agak Berat
5	63,1-80,6	Berat
6	>80,6	Sangat Berat

Sumber : www.gis.nuarsa.info (20 Desember 2004)

2.1.6 Sedimentasi

Sedimentasi adalah proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap pada bagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, di saluran air, sungai dan waduk (Asdak, 2014). Dari proses sidementasi, hanya sebagian aliran sedimen di sungai yang diangkut kaeluar dari DAS, sedangkan yang lain mengendap pada lokasi tertentu dari sungai.

1) Jenis-jenis sedimen

Menurut Loebis (1993) air yang memasuki waduk membawa angkutan

sedimen hasil erosi pada DAS yang kemudian sebagian akan mengendap di waduk berupa:

- a. *Wash load* merupakan angkutan partikel-partikel halus yang berupa lempung dan debu, yang akan terbawa oleh aliran sungai. Partikel-partikel ini akan terbawa aliran sampai ke laut, atau dapat juga mengendap pada aliran yang tenang atau pada air yang tergenang. Sumber utama dari *wash load* ini adalah hasil pelapukan lapisan atas batuan atau tanah di dalam daerah aliran sungai. Hasil pelapukan ini akan terbawa oleh aliran permukaan atau angin ke dalam sungai di dalam DAS tersebut.
- b. *Suspended load*, sedimen layang dengan butiran yang lebih kasar, kira-kira beberapa per seratus sampai dengan beberapa per puluhan millimeter yang akan diangkut ke dalam *suspense load* ke dalam waduk. Sebagian besar akan terendap pada bagian hilir kolam waduk bersama dengan sebagian kecil *wash load*.
- c. *Bed load*, sedimen dasar dengan besar butiran yang lebih kasar dari sedimen layang, menggelincir dan berguling (*translating and rolling*) pada dasar sungai. Hampir semua sedimen akan mengendap di kolam waduk bagian hulu serta pada dasar alur sungai pemasok air waduk.

2) Perhitungan sedimen

Menurut Soewarno (1991) perkiraan akumulasi volume sedimen tahunan dapat dilakukan dengan metode *Sediment Delivery Ratio*, penjelasannya yaitu:

a. *Sediment Delivery Ratio (SDR)*

Menurut Surpin (2002) SDR merupakan perbandingan antara sedimen yang terukur di *outlet* dan erosi di lahan biasa disebut Nisbah pengangkutan Sedimen (NPS) atau (SDR). Menurut Asdak (2014) hasil sedimen tergantung pada besarnya erosi total dari DAS dan tergantung pada transpor partikel-partikel tanah yang tererosi tersebut keluar dari daerah tangkapan air DAS. Besarnya perkiraan hasil sedimen menurut (Asdak, 2007) dapat ditentukan berdasarkan Pers. 2.4.

$$Y = E (SDR) W_s \quad (2.4)$$

Dimana:

Y = Hasil sedimen per satuan luas

E = Erosi Jumlah

Ws = Luas Daerah Aliran Sungai.

SDR = Sediment Delivery Ratio (Rasio Pelepasan Sedimen).

Besarnya nilai SDR dalam perhitungan hasil sedimen suatu daerah aliran sungai umumnya ditentukan dengan menggunakan tabel hubungan antara luas DAS dan besarnya SDR.

Tabel 2.7. Hubungan Luas DAS dan SDR

No	Luas		SDR
	Km	Ha	
1	0.10	10	0,520
2	0.50	50	0.390
3	1.00	100	0.350
4	5.00	500	0.250
5	10.00	1000	0.220
6	50.00	5000	0.153
7	100.00	10,000	0.127
8	500.00	50,000	0.079

Sumber : Asdak, 2007

Nilai SDR mendekati 1% artinya semua tanah yang tererosi masuk ke dalam sungai yang hanya mungkin terjadi pada daerah aliran sungai kecil dan yang tidak mempunyai daerah-daerah datar atau yang memiliki lereng-lereng curam, banyak butiran-butiran tanah halus yang terangkut, kecepatan drainase yang tinggi, atau secara umum dikatakan tidak memiliki sifat yang cenderung menghambat pengendapan sedimen di daerah aliran (Arsyad, 2006)

Selain itu, besarnya SDR juga bisa didapatkan dengan menggunakan rumus Boyce (1975) yaitu:

$$SDR = 0,14 \cdot A^{-13} \quad (2.5)$$

Dimana:

SDR = *Sediment delivery ratio* (SDR)

A = Luas DAS (ha)

2.1.7 Pengertian Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis meningkat tajam sejak tahun 1980 an. Dimana peningkatan pemakaian system ini terjadi di kalangan pemerintah, militer, akademis, atau bisnis terutama pada negara-negara maju. Perkembangan teknologi digital sangat besar peranannya dalam perkembangan penggunaan SIG di berbagai bidang. Hal ini dikarenakan teknologi SIG banyak mendasarkan pada teknologi digital sebagai alat analisis (Budiyanto, 2002).

SIG merupakan sistem yang dirancang khusus untuk mengumpulkan, memeriksa, mengintegrasikan, dan juga menganalisis informasi-informasi yang berhubungan dengan permukaan bumi di dalamnya melibatkan teknologi komputer (Kusrini, 2007). SIG di dalam penelitian ini sebagai alat bantu untuk mengumpulkan, memeriksa, mengintegrasikan, dan menganalisis data berupa peta-peta tematik sekaligus data citra satelit Landsat menjadi informasi yang akurat tentang kondisi biofisik DTH Sungai Sirenja

SIG sebagai sebuah sistem yang saling berangkaian satu dengan yang lain. Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal) menjabarkan SIG sebagai kumpulan yang terorganisir dari perangkat keras computer, perangkat lunak, data geografis, dan personel yang didesain untuk memperoleh, menyimpan, memperbaiki, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan semua bentuk informasi yang berasal dari geografis. Dengan begitu, basis analisis dari SIG adalah data spasial dalam bentuk digital yang diperoleh melalui data satelit atau data lain terdigitalisasi (Budiyanto, 2002).

a. Memperoleh Data SIG

Data SIG berupa digital yang berformat *raster* dan *vector*. Vektor menyimpan data digital dalam bentuk rangkaian koordinat (x,y). titik disimpan sebagai sepasang angka koordinat dan poligon sebagai rangkaian koordinat yang membentuk garis tertutup. Resolusi dari data vector tergantung dari jumlah titik yang membentuk garis. Raster menyatakan data garis dalam bentuk rangkaian bujursangkar yang disimpan sebagai pasangan angka menyatakan baris dan kolom dalam suatu matriks. Titik dinyatakan dalam suatu grid-cell, garis dinyatakan

sebagai gred-cells yang bersambung disemua sisi (Budiyanto, 2002).

Sistem informasi geografis dapat digunakan untuk mendeskripsikan obyek, fenomena, atau proses yang terjadi dipermukaan bumi prinsip dasar system informasi geografis (SIG) adalah setiap data spasial atau data geografis berkaitan dengan letak (*positions*) dan atribut. Data yang berkaitan dengan letak geografis digambarkan sebagai titik (*point*), garis (*arc*), dan area (*polygon*). Sedangkan atribut menerangkan fenomena yang menyertai titik, garis, dan polygon tersebut (Harjadi, 2010).

b. Operasi Dasar SIG

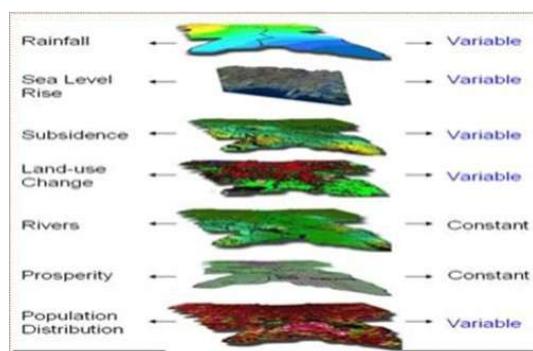
Pada analisis menggunakan beberapa oprasi dasar yang terdapat pada MapInfo maupun ArcGis, yaitu:

1) Digitasi Peta

Digitasi peta adalah usaha untuk menggambarkan kondisi bumi kedalam sebuah bidang datar dalam computer. Atau dapat disebut sebagai pengubahan data peta *hardcopy* menjadi *softcopy*. Sumber data peta untuk digitasi dibagi menjadi beberapa bagian yaitu peta analog, *image remote sensing*, dan *image scanning*.

2) Overlay

Overlay merupakan prosedur penting dalam analisis SIG (Sistem Informasi Geografis). Overlay adalah kemampuan untuk menempatkan grafis suatu peta diatas grafis peta yang lain dan menampilkan hasilnya di layar computer atau pada plot. Misalnya peta lereng dan peta curah hujan, maka di peta barunya akan menghasilkan poligon baru berisi atribut lereng dan curah hujan. ilustrasi overlay disajikan dalam bentuk gambar 2.4.



Gambar 2.4 Ilustrasi overlay

c. Implementasi SIG Dalam Teori RUSLE

Pemanfaatan SIG untuk menghitung besaran erosi RUSLE tidak hanya sebatas dalam penentuan faktor (LS) saja, dalam hal ini juga dilakukan untuk penentuan faktor-faktor nilai dalam parameter RUSLE seperti faktor penutupan lahan dan tindakan konservasi (CP), faktor tersebut umumnya dapat diperoleh dari data peta maupun data citra satelit yang juga diproses dan diolah dengan teknologi SIG, teknologi SIG merupakan wujud kemudahan dalam menentukan jenis tata guna lahan pada area yang luas. SIG dengan data berupa foto udara dan citra satelit, maka penerapan metode gabungan untuk mengkaji erosi bentang lahan pada area yang luas dapat dilakukan dengan mudah dan efektif (Rahim, 2003). SIG umumnya memanfaatkan teknologi digital untuk melakukan analisis spasial baik ditinjau dari segi perolehan dan verifikasi kompilasi, penyimpanan, pembatuan dan perubahan, manajeman dan pertukaran, panipulasi, penyajian sekaligus analisis (Budiyanto, 2002).

Teknologi SIG menggunakan data hasil pengukuran lapangan, diantaranya sebagai alat untuk mengolah data hujan menjadi peta hujan yang mengandung unsur geografis, sehingga nilai erosivitas (R) dapat dengan mudah dilakukan perhitungan bersama faktor-faktor lain seperti faktor jenis tanah (K). Contoh yang lain SIG digunakan dalam menghitung faktor panjang lereng (L) menggunakan data panjang lereng pada setiap bentuk lereng di daerah tangkapan air, berbeda dengan faktor kemiringan lereng (S) yang bisa diperoleh dengan mudah melalui data SIG (Rahman, 2008).

Dengan memanfaatkan SIG, hasil dari hasil perhitungan nilai erosi dapat disajikan secara grafis dalam bentuk tampilan peta DTH. Tampilan grafis tersebut dapat dilengkapi dengan berbagai infomasi yang berkaitan dengan DTH tersebut contoh nama jalan, nama daerah, batas wilayah, luas wilayah, dan data atribut lainnya. Untuk merubah dan memasukkan sekaligus menambah data masukan baru dari data-data RUSLE, SIG ini sangat mudah. Terdapat beberapa yang menarik mengapa konsep SIG tersebut digunakan, bahkan diberbagai disiplin ilmu dikarenakan kemampuan SIG untuk menguraikan bentuk yang ada di permukaan bumi pada format layer data spasial. Dengan demikian permukaan tersebut dapat direkonstruksi kembali atau dimodelkan dalam bentuk nyata dengan menggunakan

data ketinggian dan layer tematik termasuk hasil data-data USLE yang juga dapat disajikan dalam bentuk layer sehingga erosi dapat ditampilkan dalam peta DTH.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Peralatan Dan Bahan

Dalam pelaksanaan penelitian ini tentunya membutuhkan alat dan bahan yang digunakan dan menunjang keberhasilan kegiatan penelitian. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.1.1 Peralatan

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

- a. Peta dasar
 - a) Peta Rupa Bumi Indonesia
 - b) Peta Geologi
- b. GPS (Global Positioning System), berguna untuk menentukan titik koordinat pada lokasi penelitian.
- c. Kompas Geologi, berfungsi untuk mengukur arah, kemiringan lereng, dan kedudukan batuan.
- d. Palu Geologi, berguna untuk mengambil sampel batuan.
- e. Alat tulis, digunakan untuk mencatat data dilokasi penelitian.
- f. Pita ukur atau roll meter, digunakan untuk mengukur panjang lintasan dan ketebalan lapisan.
- g. Kamera, digunakan untuk mendokumentasikan kegiatan dan kondisi di lokasi penelitian.
- h. Kantong sampel, digunakan sebagai tempat untuk menyimpan sampel batuan.
- i. Clipboard, berfungsi untuk memudahkan dalam pencatatan, pemberian tanda di peta dan pengukuran kedudukan batuan.
- j. Buku catatan lapangan
- k. Komperator batuan, berfungsi untuk membantu mendeskripsi sampel pada lokasi penelitian
- l. Tas lapangan, digunakan untuk menyimpan atau membawa perlengkapan lapangan

3.1.2 Bahan

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini ialah sebagai berikut:

- a. Sampel jenis tanah sebagai data pendukung pembuatan peta jenis tanah.
- b. Aplikasi penunjang:
 - a) Google Earth, digunakan untuk memperoleh citra keadaan sekitar pada daerah penelitian.
 - b) Microsoft Excel, digunakan untuk membantu manajemen data dan merekonstruksi tabel, diagram dan grafik.
 - c) Arcgis, digunakan untuk melakukan rekonstruksi peta-peta dan mengkonversi koordinat.
 - d) Coreldraw, digunakan untuk melakukan editing dan smoothing gambar, tabel, diagram dan foto.

3.2 Prosedur Pengumpulan data

Dalam melakukan penelitian ini diperlukannya rencana kerja yang tersusun baik, sebelum ke lapangan, selama di lapangan dan juga setelah kembali dari lapangan. Rencana kerja tersebut meliputi beberapa tahap antara lain yaitu: tahap persiapan, seperti melakukan survei lapangan sebelum berangkat ke lokasi penelitian, mempersiapkan alat-alat yang akan dibutuhkan, akomodasi selama dilapangan, dan transportasi. Kemudian tahap penelitian lapangan serta tahap penyusunan laporan.

3.2.1 Prosedur Persiapan

Tahap ini dilakukan sebelum kegiatan pengambilan data di lapangan agar tercapainya kelancaran dalam melakukan penelitian. Adapun tahap persiapan terdiri dari beberapa kegiatan, yaitu :

- a) Menentukan topik serta judul penelitian yang dimana melakukan diskusi dengan dosen pembimbing.
- b) Studi literatur, mencari referensi yang berkaitan dengan topik penelitian, studi geologi regional untuk mengenal geologi daerah penelitian secara singkat dan menjadi gambaran umum sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan data di lapangan.
- c) Pengurusan administrasi, meliputi pengurusan SK penelitian dan SK pembimbing serta surat izin penelitian guna legalitas kegiatan kepada Prodi

Teknik Geologi Universitas Tadulako dan pemerintahan daerah penelitian yaitu daerah Kab Sirenja.

- d) Persiapan perlengkapan lapangan meliputi pengadaan peta dasar (peta topografi), persiapan peralatan lapangan dan rencana kerja.

3.2.2 Pengambilan data aspek geologi

1. Data curah hujan

Data curah hujan yang digunakan pada daerah penelitian yaitu data 10 tahun terakhir (2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2010, 2021, 2022, 2023, 2024) yang diperoleh dari stasiun metereologi kelas II Mutiara Palu yang bertempat di wilayah Kota Palu Provinsi Sulawesi Tengah, data ini dapat diperoleh secara online melalui aplikasi data online pusat database yang disediakan oleh BMKG pada *website* (<https://dataonline.bmkg.go.id>).

2. Data jenis tanah

Data jenis tanah adalah salah satu indikator penilaian dalam menganalisis gerakan tanah yang berada di wilayah Kecamatan Sirenja. Data jenis tanah pada penelitian ini bersumber dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Donggala dan Badan Informasi Geospasial (BIG). Data yang di dapatkan kemudian dikorelasikan dengan hasil survey di lapangan.

3. *Digital Elevation Model* (DEM)

Data DEM yang digunakan bersumber dari *website* Indonesia Geospatial Portal (<https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web>), yang dikembangkan oleh BIG. Secara spesifik, data DEM beresolusi 8,5 m yang dikenal dengan nama data DEMNAS. Digunakan untuk mengvisualisasikan suatu morfologi daerah penelitian meliputi topografi, *slope*, dan *aspect* lereng yang kemudian dikorelasikan dengan hasil survey dilapangan.

4. Data tutupan lahan

Data tutupan lahan yang digunakan diperoleh dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Donggala tahun 2024. Data yang digunakan kemudian dikorelasikan dengan survey di lapangan.

3.2.3 Pengamatan dan pengukuran

- a) Pengamatan dan pengukuran terhadap aspek-aspek geomorfologi seperti relief (bentuk puncak, bentuk lembah, dan keadaan lereng), pelapukan (jenis

dan tingkat pelapukan), soil (warna, jenis dan tebal soil), erosi (jenis dan tingkat erosi), gerakan tanah, sungai (jenis sungai, arah aliran, bentuk penampang dan pola aliran sungai).

- b) Pengamatan unsur-unsur geologi untuk penentuan stratigrafi daerah penelitian, antara lain meliputi kondisi fisik singkapan batuan yang diamati langsung di lapangan dan hubungannya terhadap batuan lain di sekitarnya, dengan pengambilan contoh batuan yang dapat mewakili tiap satuan untuk analisis petrografis.
- c) Pengambilan data dokumentasi, berupa foto dan sketsa lapangan.

3.3 Metode/Teknik Analisis, Atau Interpretasi Data

Data - data lapangan selanjutnya diolah untuk dianalisis dan interpretasi lebih lanjut. Pengerjaan analisa data lapangan tersebut yaitu:

- a. Analisis geomorfologi, meliputi pengolahan data morfologi lapangan dan pengolahan data sungai serta aspek geomorfologi (morfometri, morfografi, morfogenesa dan stadia daerah) lainnya untuk mengetahui satuan geomorfologi daerah penelitian.
- b. Analisis stratigrafi, meliputi pengamatan batuan secara untuk mengetahui jenis batuan sehingga dapat diketahui satuan batuan penyusun lokasi penelitian yang bersendikan litostratigrafi tidak resmi.
- c. Analisis Laju Erosi yaitu menggunakan rumus *Revised Universal Soil Loss Equation* (RUSLE)
- d. Menghitung faktor-faktor yang terdapat pada rumus RUSLE yaitu erosivitas hujan (R) berdasarkan data curah hujan selama 10 tahun, menentukan nilai erodibilitas (K) berdasarkan peta jenis-jenis tanah yang nilainya disesuaikan dengan tabel 2.4, menghitung nilai panjang dan kemiringan lereng (LS) berdasarkan peta kontur, penggunaan lahan dan pengeloaan tanah (CP) berdasarkan peta jenis penutup lahan nilainya.
- e. Digitasi peta dan menginput nilai R.K.LS.CP ke dalam perangkat lunak Sistem Informasi Geografis.
- f. Overlay peta, yaitu metode tumpang susun dengan menggabungkan nilai R, nilai K, nilai LS dan nilai CP melalui aplikasi Arcgis 10.4.

- h. Tahapan overlay akan menghasilkan peta Tingkat Bahaya Erosi (TBE).
- i. Analisis RUSLE (Wischmeier dan Smith, 1978) digunakan untuk memperoleh nilai total erosi dengan cara mengalikan faktor R, K, LS dan CP dan untuk menghitung perkiraan besarnya erosi yang terjadi di suatu DAS.

Rumus :

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot CP$$

Dimana:

R = faktor erosivitas hujan

K = faktor erodibilitas lahan

L.S = faktor panjang – kemiringan lereng

CP = tindakan pengelolaan dan kegiatan konservasi

- j. Analisis Sedimen, dengan menggunakan Analisis karakteristik sedimen.
- k. Analisis SDR, dengan menggunakan analisis hasil laju erosi dan data luas DAS sehingga dapat menghitung rasio pengangkutan sedimen yang terjadi. Yang dimana untuk menghitung besarnya perkiraan hasil sedimen menurut (Asdak, 2007) dapat ditentukan berdasarkan :

$$Y = E (SDR) Ws$$

Dimana:

Y = Hasil sedimen per satuan luas

E = Erosi Jumlah

Ws = Luas Daerah Aliran Sungai.

SDR = Sediment Delivery Ratio (Rasio Pelepasan Sedimen).

Selain itu, besarnya SDR juga bisa didapatkan dengan menggunakan rumus Boyce (1975) yaitu:

$$SDR = 0,14 \cdot A^{-13}$$

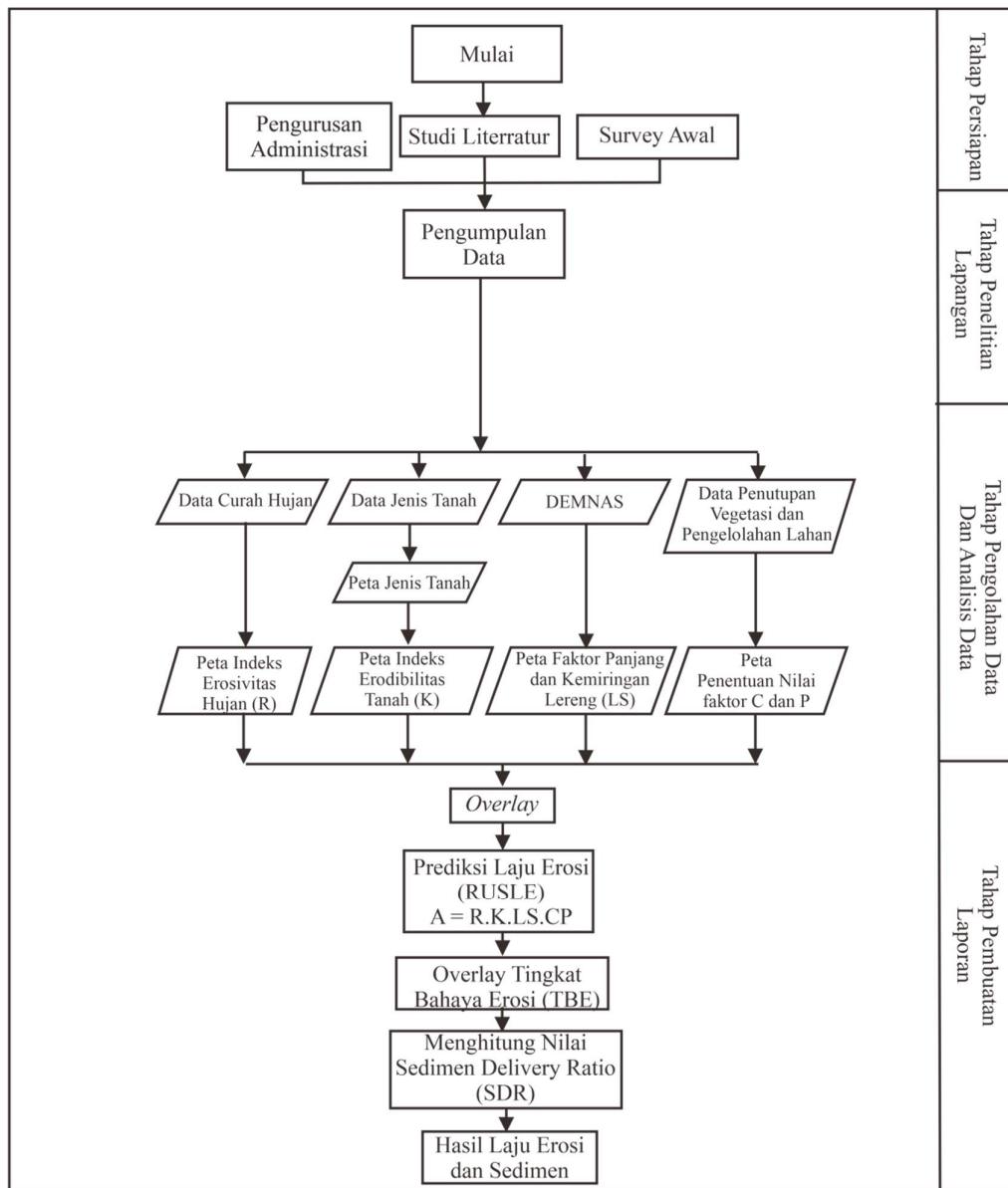
Dimana:

SDR = *Sediment delivery ratio* (SDR)

A = Luas DAS (ha)

1. Konversi nilai satuan, karena hasil erosi dari rumus RUSLE dinyatakan dalam satuan (Ton/Ha/Th).

3.4 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.1 Bagan alir penelitian.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Geomorfologi Daerah Penelitian

Dalam mengidentifikasi satuan morfologi daerah penelitian berdasarkan aspek-aspek yang menjadi acuan untuk penentuan satuan geomorfologi yaitu aspek morfografi, aspek morfometri dan aspek morfogenesa. Satuan geomorfologi dilokasi penelitian yaitu Satuan Bentang Alam Perbukitan Bergelombang Lereng Landai Denudasional (D1).



Gambar 4.1 Satuan bentang alam perbukitan bergelombang lereng landai denudasional

Satuan Bentang Alam Perbukitan Bergelombang Lereng Landai Denudasional (D1) Berada pada daerah penelitian. Pada aspek morfografi (bentuk permukaan bumi) kelas relief yang diamati secara visual dilapangan yaitu perbukitan. Satuan geomorfologi pada daerah ini dicirikan dengan tinggi relatif 50-200 meter, bentuk lereng lurus, lembah U dan bentuk puncak tumpul. Analisis morfometri (pengukuran bentuk lahan) dilokasi penelitian satuan ini memperlihatkan perbukitan dengan keiringan lereng rata-rata (3-7%) dengan beda tinggi sekitar \pm 50 meter diatas permukaan laut. Sedangkan analisa morfogenesa pada satuan geomorfologi ini adalah denudasional. Hasil satuan yang diperoleh diperkuat dengan adanya proses denudasional seperti, proses pelapukan, erosi, sedimentasi, dan gerak tanah. Pada dearah penelitian penggunaan lahan yaitu, perkebunan.

Pada daerah penelitian ini dijumpai gerakan massa tanah (*masswasting*). Proses gerak tanah yang dijumpai yaitu *debrislide* dan *rill erosion*. *Debris slide* ialah gerakan massa seperti tanah dan batuan yang jatuh sepanjang bidang gelincir (Gambar 4.2) gerakan tanah pada satuan ini terbentuk dari pelapukan batuan yang sebagian besar sudah menjadi *soil* (tanah).



Gambar 4.2 Kenampakan debris slide di lokasi penelitian

Pada lokasi penelitian ditemukan penampakan jenis longsoran debris slide (pergerakan masa matrial tanah dan batuan) pada bagian tengah sungai. Penyebab terjadinya debris slide di sungai dipicu adanya kondisi geologi serta lingkungan yang memicu terjadinya longsoran dari lereng curam ke arah dasar sungai. Namun penyebab utama terjadinya longsoran ini yaitu karena tingginya curah hujan serta terjadinya banjir besar pada lokasi penelitian.



Gambar 4.3 Kenampakan *Rill Erosion* di daerah penelitian

Pada lokasi penelitian juga ditemukan penampakan *rill erosion* terbentuknya saluran – saluran kecil dan dangkal pada permukaan tanah) pada bagian hilir sungai. rill erosi pada lokasi penelitian dikarenakan adanya curah hujan yang tinggi dengan intensitas lama, kemiringan lereng serta struktur tanah yang buruk menjadi penyebab terbentuknya saluran-saluran dangkal pada permukaan tanah sehingga terjadinya pelepasan dan pengangkutan material tanah ke sungai.

Hasil analisa melalui 3 (tiga) aspek morfografi, morfoetri dan morfogenesa. Serta berdasarkan klasifikasi geomorfologi akan dapat disimpulkan bahwa satuan geomorfologi daerah penenlitian masuk ke dalam Satuan Bentang Alam Perbukitan Lereng Landai Denudasional (D1).

4.1.1 Stadia Sungai

Stadia sungai di lokasi penelitian berdasarkan analisis terhadap bentuk profil lembah sungai, pola aliran, jenis serta tingkat erosi pada sungai. Sungai yang masuk kedalam tahapan muda ialah sungai yang aktifitas aliran sungainya mengerosi kearah vertikal. Aliran sungai yang menempati seluruh lantai dasar suatu lembah. Umumnya profil lembahnya membentuk huruf U, air terjun dan arus cepat mendominasi. Tahapan awal dari sungai dewasa dicirikan oleh mulai adanya pembentukan dataran banjir secara setempat-setempat dan semakin lama semakin lebar dan akhirnya terisi oleh aliran sungai. Dari parameter serta analisis terkait profil sungai sebelumnya, dapat diambil kesimpulan bahwa stadia sungai di daerah penelitian adalah stadia dewasa menjelang tua.



Gambar 4.4 Kenampakan profil sungai sirenja “U”.

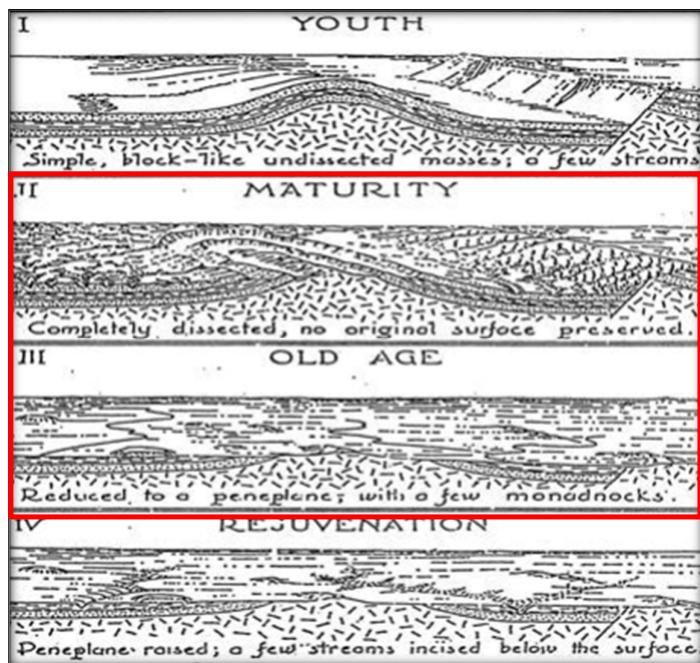
4.1.2 Stadia Daerah

Stadia daerah penelitian berdasarkan (Lobeck 1939 dalam Nugraha, 2018) yang terbagi beberapa tahapan perkembangan stadia daerah menjadi empat, yaitu stadia muda, stadia dewasa, stadia tua dan stadia peremajaan. Secara umum stadia muda (*youth*) dicirikan oleh kenampakan bentuk lahan yang belum mengalami perubahan bentuk lahan, stadia dewasa (*maturity*) proses perkembangan stadia daerah yang mulai terubah akibat proses eksogenik dan diasumsikan sebagai bentuk lahan kosntruktif, stadia tua (*old age*) dicirikan topografi menjadi lebih rendah akibat energi deskruktif mendenudasi lahan, dan stadia peremajaan (*rejuvenation*) dimana siklus baru terbentuk akbiat proses pengangkatan.



Gambar 4.5 Kenampakan stadia daerah pada lokasi penelitian

Dari hasil pengamatan lapangan yang telah diuraikan diatas, kenampakan relief yang hampir sama dan tingkat pelapukan di lokasi pemetaan terbilang cukup tinggi dengan variasi jenis pelapukan tipe erosi juga jenis gerakan tanahnya. Begitu juga dengan kenampakan soil dari jenis, warna ketebalannya, juga profil lembah sungai, jenis sungai, tipe genetik, pola aliran sampai ke stadia sungai, maka dapat disimpulkan bahwa secara umum stadia daerah penelitian termasuk dalam stadia dewasa menjelang tua. Dapat di tunjukkan pada (Gambar 4.6).



Gambar 4.6. Stadia lokasi Penelitian menurut (Lobeck, 1939 dalam Nugraha, 2018).

4.1.3 Litologi

Pada lokasi penelitian masuk kedalam formasi Komplex Batuan Metamorfisme (Km) dalam geologi regional lembar palu hal ini dijumpai batuan schist (Travis. 1955) yang dimana merupakan anggota batuan dari formasi Komplex Batuan Metamorf (Km).

Pada (gambar 4.7) dasar penamaan litologi pada satuan ini didasarkan pada penamaan secara megaskopis. Pengamatan secara megaskopis ditentukan secara langsung terhadap ciri fisik dan komposisi mineral yang bisa teramat secara langsung dilapangan menunjukkan kenampakana batuan dengan warna segar abu-abu, warna lapuk abu kecoklatan, tekstur lepidoblastik, struktur foliasi (*schistose*) dan komposisi mineral umumnya muskovit, biotit, kuarsa, dan hornblende (gambar 4.7). Berdasarkan sifat fisik dan komposisi mineral batuan ini adalah schist (Travis, 1955) (gambar 4.8).



Gambar 4.7 Kenampakan singkapan batuan schist pada daerah penelitian dengan arah singkapan N 85°E

COLOR	CHIEF'S MINERALS	ACCESORY MINERALS	NONDIRECTIONAL STRUCTURE		DIRECTIONAL STRUCTURE (Ligate or Foliate)				
			CONTACT METAMORFISM		REGIONAL METAMORFISM			PLUTONIC METAMORFISM	
			Type grained (Aphanitic)	Medium or coarse grained (Phaneritic)	CAIACLASTIC	SLATE	PHYLLITE	SCHISTOSE	GNEISS
LIGHT	QUARTZ FELDSPAR CALCITE DOLOMITE TALC MUSCOVITE SERCITE	Sericite Sillimanite Kyanite Tremolite Wollastonite Albite Andalusite Phlogopite Elatistic Staurolite Glaucophane Actinophyllite Pyrophyllite Chloritoid Actinolite Tourmaline Epidote Olivine Serpentine Chlorite Biotite Graphite	METAQUARTZITE MARBLE BRUCITE MARBLE SOAPSTONE- Clefyalk HORNFELS- only metamorphic rock with nondirectional structure	METAQUARTZITE MARBLE BRUCITE MARBLE TROMOLITE MARBLE WOLASTONITE MARBLE HORNFELS- only metamorphic rock with nondirectional structure	MILONITE FLASER GRANITE FLASER DIORITE FLASER CONGLOMERATE etc ULTRAMylonite AUGEN Gneiss	SLATE	PHYLLITE	SCHIST	GNEISS GRANULITE
INTERMEDIATE (includes Red or Brown)	ABOUT EQUAL PROPORTIONS LIGHT COLORED DARK COLORED MINERALS		METAQUARTZITE MARBLE SKARN SOAPSTONE-Clefyalk HORNFELS-only metamorphic rock with nondirectional structure SERPENTINE	METAQUARTZITE MARBLE HORNFELS SKARN SERPENTINE	MILONITE FLASER GRANITE FLASER DIORITE FLASER CONGLOMERATE etc ULTRAMylonite AUGEN Gneiss	SLATE	PHYLLITE	SCHIST	GNEISS GRANULITE
DARK (includes Green)	QUARTZ CALCITE DOLOMITE FELDSPAR CHLORITE HORNBLENDER SERPENTINE BIOTITE PYROXENE ACTINOLITE EPIDOTE OLIVINE MAGNETITE		METAQUARTZITE MARBLE SKARN GRAPHITE MARBLE CHLORITE MARBLE (ophicalcite) SOAPSTONE- Clefyalk HORNFELS-only metamorphic rock with nondirectional structure SERPENTINE	METAQUARTZITE MARBLE HORNFELS SERPENTINE ECLOGITE MAGNETITE ROCK AMPHIBOLITE				SCHIST AMPHIBOLITE	GNEISS

Gambar 4.8 Klasifikasi batuan metamorf menurut Travis (1955)

Maka berdasarkan hal tersebut satuan batuan pada daerah penelitian ini adalah satuan schist, dimana satuan ini masuk ke dalam formasi Komplex Batuan Metamorfisme (Km) pada geologi regional lembar Palu (Sukamto, 1973) dan umur satuan batuan ini disebandingkan dengan Formasi Komplex Batuan Metamorf (Km) pada geologi regional Palu sehingga perkiraan umur satuan schist ini yaitu Miosen Akhir – Pliosen Awal (12- 15 juta) tahun yang lalu menurut (Van Leuwen, dkk, 2015).

4.1.4 Struktur Geologi Daerah Penelitian

Berdasarkan hasil pengamatan struktur geologi yang dijumpai pada lokasi penelitian berupa kekar. Kekar pada daerah penelitian merupakan bentuk kekar sistematik yang dimana kekar-kekar ini dijumpai dalam bentuk saling memotong dan berpasangan. Kekar sistematik ini dijumpai pada litologi schist (Travis. 1955). Dari ciri-ciri tersebut maka kekar yang terdapat pada daerah penelitian secara genesa yaitu kekar gerus (gambar 4.9)



Gambar 4.9 Kenampakan kekar gerus pada daerah penelitian

4.2 Erosi

Metode yang digunakan dalam penentuan erosi yaitu dengan menggunakan metode *RUSLE* yang dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith (1978).

4.2.1 Erosivitas Hujan (R)

Erosivitas hujan tahunan melalui (pers 2.2) seperti dilaporkan dalam bunawa (2013). Adapun komponen erosivitas hujan daerah penelitian mencakup intensitas curah hujan 10 tahun terakhir (dari tahun 2015 hingga 2024) yang di dapatkan dari Stasiun Meteorologi Mutiara Sis-Al Jufri. Setelah dilakukannya peneletian maka akan diperoleh nilai erosivitas hujan bulanan. Erosivitas hujan tahunan akan didapatkan dari penjumlahan erosivitas hujan bulanan yaitu dari erosivitas bulan Januari hingga bulan Desember dari 1 titik stasiun yaitu Stasiun Meteorologi Mutiara Sis-Al Jufri. Diperoleh nilai erosivitas tahunan yaitu sebesar 7436.87.

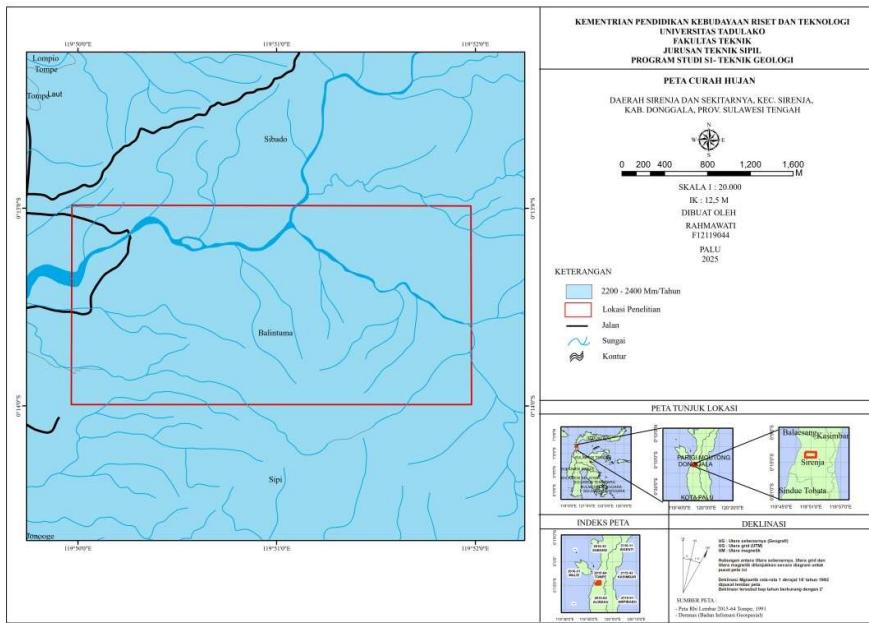
Tabel 4.1 Data curah bulanan Stasiun Meteorologi Mutiara Sis-Al Jufri (2025).

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2015	60.7	58.3	67	65	37.2	75.5	6.3	19.4	20	11.5	42.5	0
2016	27.4	29.5	28.3	85.8	64.3	67.9	58.3	51.2	63.5	150.6	17.4	39.3
2017	51.5	49.5	46	38.1	85.5	151.5	95.2	95.9	87.5	91	35.3	23.2
2018	12	33.3	34.5	20.3	41.3	79.9	60.1	82.3	81.1	36.6	36.4	8.9
2019	37.1	3.4	114.2	80.6	28.5	215.2	10.7	7.4	25.7	86.1	24.2	4.5
2020	14.7	25.6	39.7	63.6	43.8	89	181.6	58.6	305.5	47.5	64.7	19.6
2021	16.2	45.7	131.5	83.5	36.8	76.1	127.3	122.8	95.6	153.9	57.4	55.8
2022	39.8	64	82	19.3	87	92.4	106.7	112.7	124.3	120.3	9.6	21.3
2023	52	63.9	52.4	43.2	65.8	42	120.8	43.6	36.5	9.8	31.7	25.8
2024	113.2	11	38.3	54.6	161	106.2	48.6	129.3	29.3	33.6	57.2	27.7

Tabel 4.2 Perhitungan Erosivitas Hujan.

No	Bulan	Curah hujan bulanan rata-rata (cm)	$R = 2.21 \times CH^{1.36}$
1	Januari	42.46	361.78
2	Februari	38.42	315.78
3	Maret	63.39	623.94
4	April	55.4	519.48
5	Mei	65.12	647.21
6	Juni	99.57	1153.05
7	Juli	81.56	879.03
8	Agustus	72.32	746.42
9	September	86.9	958.21
10	Oktober	74.09	771.37
11	November	37.64	307.10
12	Desember	22.61	153.55
Erosivitas Hujan Tahunan (R)			7436.90

Sumber : Hasil perhitungan data curah hujan.



Gambar 4.10 Peta curah Hujan 10 tahun terakhir.

4.2.2 Erodibilitas Tanah (K)

Erodibilitas tanah (K) merupakan tingkat kepekaan tanah terhadap erosi yaitu mudah atau tidaknya tanah mengalami erosi. Erodibilitas tanah dapat di pengaruhui oleh tekstur tanah. Untuk memperoleh nilai K dilakukan pengambilan sampel tanah pada lokasi penelitian dan disebandingkan dengan data jenis tanah tahun 2020 dari (www.geospasial.com). Pada daerah penelitian didapatkan jenis tanah yaitu mediteran merah kuning (Alfsol) Cicalengka, bahan induk Vulkanik. Untuk lebih jelasnya penyebaran jenis tanah di daerah penelitian dapat dilihat pada gambar 4.14 data yang diperoleh digunakan untuk menentukan nilai erodibilitas tanah (K). Besaran faktor erodibilitas tanah tergantung pada jenis tanah yang berada di lokasi penelitian. Besarnya nilai K dianalisis berdasarkan tabel 4.3.



Gambar 4.11 Kenampakan Jenis tanah sampel 1



Gambar 4.12 Kenampakan jenis tanah pada sampel II.



Gambar 4.13 Kenampakan jenis tanah sampel III.

Pengambilan sampel tanah diambil dari 3 titik yang berbeda, dari ketiga sampel jenis tanah yang didapatkan pada daerah penelitian yaitu mediteran merah kuning (Alfsol) Cicalengka, bahan induk volkanik dapat dilihat pada (tabel 4.4).

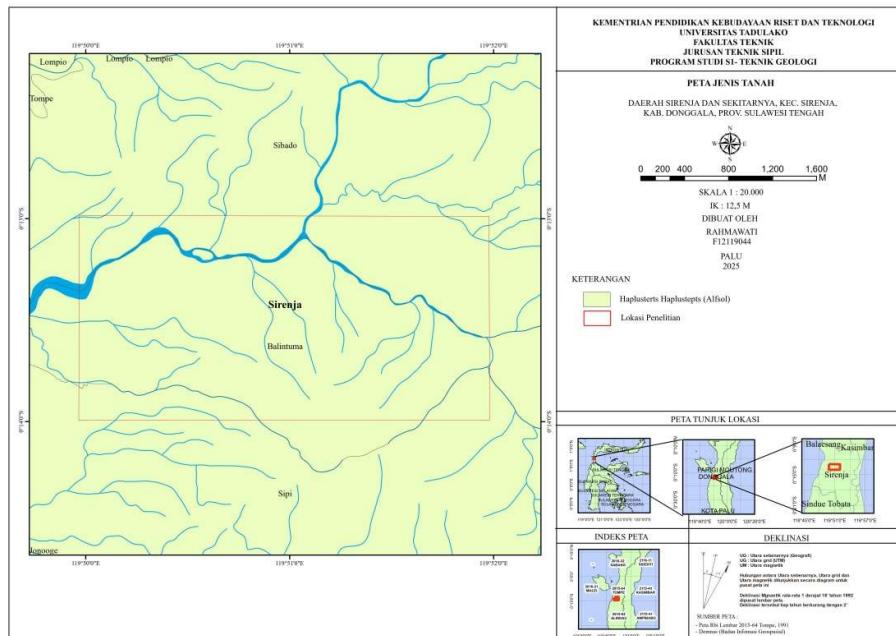
Tabel 4.3 Nilai K untuk beberapa jenis tanah di Indonesia (Arsyad, 2000).

No	Jenis Tanah	Nilai K
1	Latosol (Inceptisol, Oxsics supgrup) Darmaga, bahan induk volkanik.	0.04
2	Mediteran Merah Kuning (Alfsol) Cicalengka, bahan induk volkanik	0.13
3	Mediteran Merah Kuning (Alfsol) Cicalengka, bahan induk batuan liat	0.21
4	Podsolik Merah Kuning (Ultisol) Jonggol, bahan induk batuan liat	0.15
5	Regosol (Inceptisol) Sentolo, bahan induk batuan liat	0.11
6	Grumusol (Vertisol) Biltar, Bahan induk serpih (shale)	0.24
7	Alluvial	0.15

Tabel 4.4 Hasil perhitungan Erodibilitas tanah (K)

No	Sampel	Jenis Tanah	Nilai K
1	Sampel I	Alfsol	0.13
2	Sampel II	Alfsol	0.13
3	Sampel III	Alfsol	0.13
Rata-rata erodibilitas nilai K			0.13

Dari hasil erodibilitas tanah didapatkan 0.13 sebagai nilai K dari jenis tanah yang telah diamati secara visual.



Gambar 4.14 Peta jenis tanah daerah penelitian.

4.2.3 Kemirigan Lereng (LS)

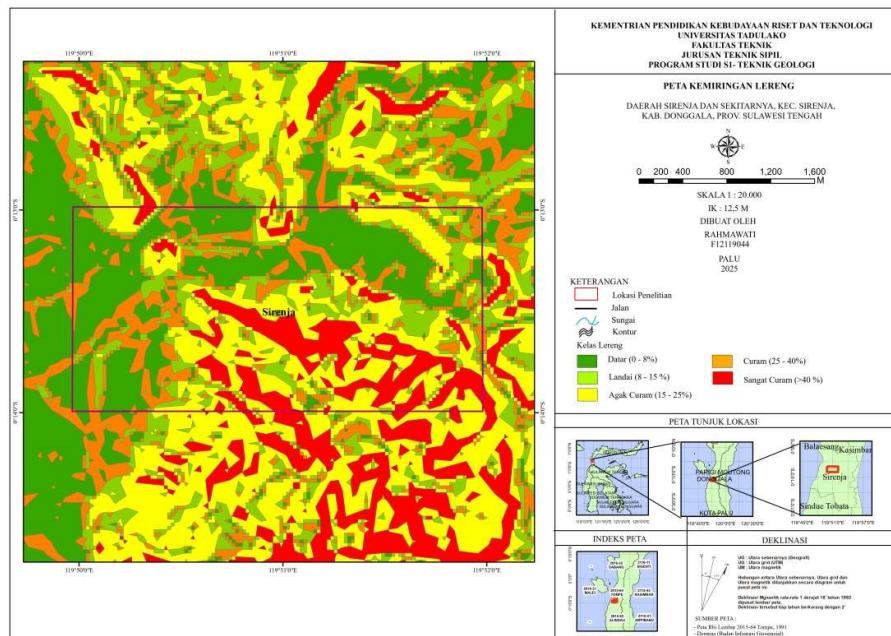
Dalam penelitian ini, peta kemiringan lereng diperoleh dari pengolahan data DEM. Dimana semakin besar nilai kemiringan lereng, maka tingkat erosi yang terjadi akan lebih besar dibandingkan dengan wilayah yang datar. Berdasarkan hasil analisis diperoleh data daerah penelitian dikategorikan memiliki kelas lereng I yaitu dengan kemiringan 0 % - 8 % dengan luasan mencapai 200.81 Ha. Selanjutnya adalah kelas lereng II dengan kemiringan 8 % - 15 % dengan luasan 105 Ha. Diikuti kelas lereng III dengan kemiringan 15 %- 25 % dengan luasan 96.09 Ha.

Area kelas lereng IV dengan kemiringan lereng 25 %- 40 % dengan luasan 185.07 Ha. Pada kelas lereng V dengan kemiringan lereng >40 % adalah seluas 105.92 Ha. Klasifikasi kemiringan lereng kemudian disesuaikan dengan besaran nilai LS menggunakan pendekatan utama yaitu pendekatan input tabel (INT) tanpa menghitung nilai LS tetapi dengan memberikan atribut kelas lereng berdasarkan referensi pendekatan faktor LS menurut Sutapa (2010); Utomo dan Aprilia (2014); Kumendong *et al.*(2015).

Tabel 4.5 Tabel Nilai LS

Kelas Lereng	Kemiringan (%)	Keterangan	LS	Luas (Ha)
I	0-8 %	Datar	0.40	200.81
II	8-15%	Landai	1.40	105.60
III	15-25%	Agak Curam	3.10	96.09
IV	25-40%	Curam	6.80	185.07
V	> 40%	Sangat Curam	9.50	105.92
Jumlah			21.20	693.49
Rata-rata			7.07	231.16

Dari hasil perhitungan rata rata kemiringan lereng nilai LS yang didapatkan sebesar 7.07 sebagai nilai LS dari kemiringan lereng.



Gambar 4.15 Peta kemiringan lereng daerah penelitian.

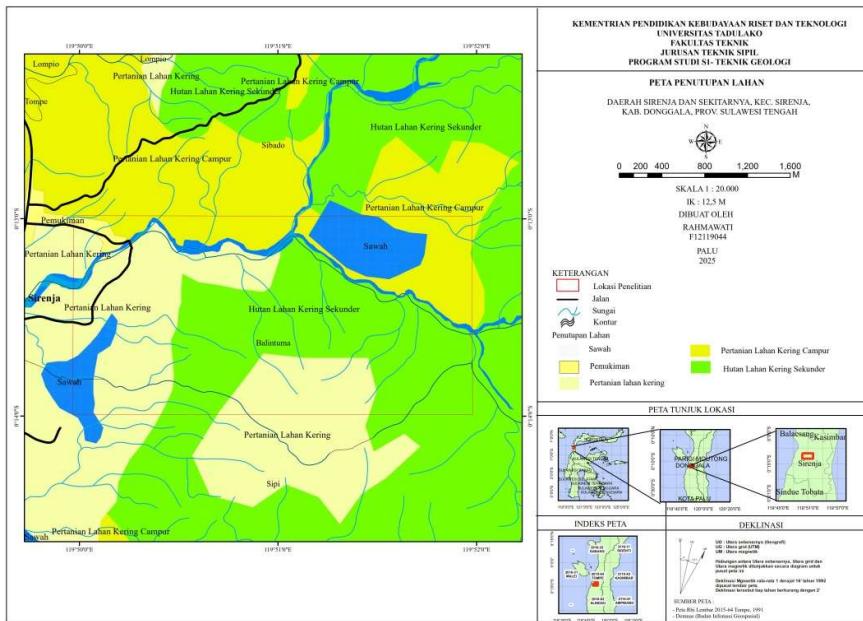
4.2.4 Penutupan Lahan (CP)

Berdasarkan analisis faktor penutupan lahan (CP) diketahui bahwa daerah penelitian didominasi oleh hutan lahan kering sekunder dengan luasan sebesar 271.37 Ha. Selanjutnya pertanian lahan kering dengan total luasan 235.15 Ha.

Tabel 4.6 Nilai faktor CP untuk berbagai aspek pengolahan lahan pada daerah penelitian.

No	Penutupan Lahan	Nilai CP	Luas (Ha)
1	Sawah	0.1	61.89
2	Pemukiman	1	7.22
3	Pertanian Lahan Kering	0.5	235.15
4	Pertanian Lahan Kering Campur	0.1	97.95
5	Hutan Lahan Kering Sekunder	0.01	271.37
	Jumlah	1.71	693.49
	Rata-Rata	0.342	231.16

Sebagian wilayah tersebut mempunyai musim kemarau yang lebih panjang. Oleh karena itu pada daerah penelitian didominasi oleh hutan lahan kering sekunder dan pertanian lahan kering yang ditanami dengan jenis tanaman umur pendek. Adapun pembagian daerah tutupan lahan pada wilayah penelitian dengan melihat gambar 4.16.



Gambar 4.16 Peta penutupan lahan pada daerah penelitian.

4.3 Analisis Metode *RUSLE*

4.3.1 Perhitungan Nilai Laju Erosi

Perhitungan nilai erosi dapat dihitung dengan metode *RUSLE*, menurut Wischmeier dan Smith, (1978) dengan pers. 2.1

$$A = R.K.LS.CP$$

keterangan:

A = laju erosi (ton/ha/tahun)

R = nilai erosivitas hujan

K = erodibilitas tanah

LS = panjang dan kemiringan lahan

CP = tindakan pengelolaan dan kegiatan konservasi

Jadi :

$$A = R.K.LS.CP$$

$$= 7436.87 \times 0.13 \times 7.07 \times 0.342$$

$$= 2.343,799 \text{ Ton/Ha/Tahun}$$

Dari hasil perhitungan telah didapatkan nilai erosi sebesar 2.343,799

Ton/Ha/Tahun.

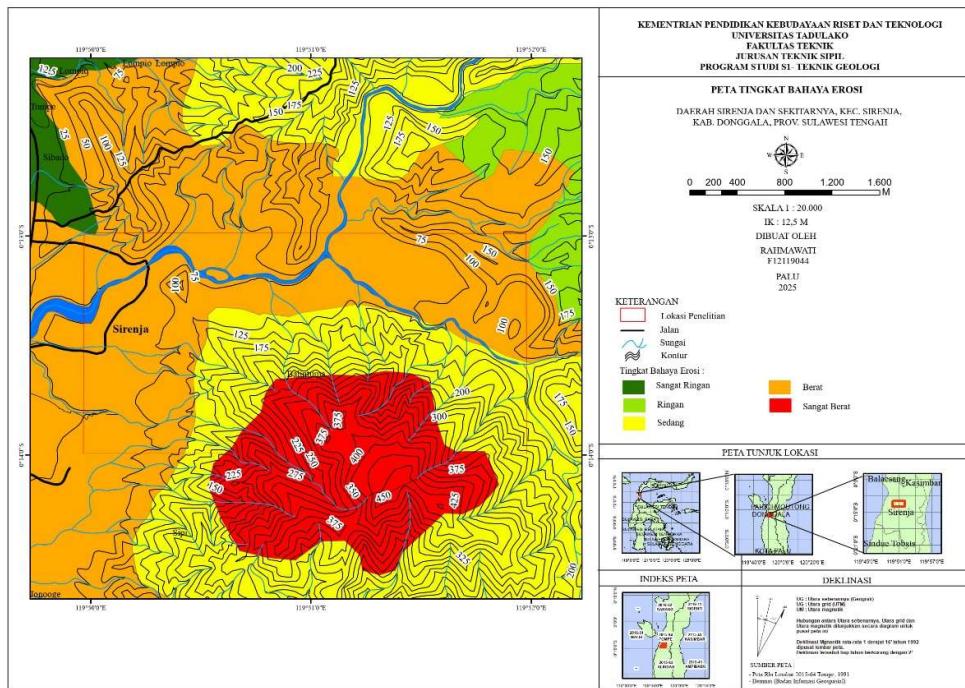
4.3.2 Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

Berdasarkan hasil overlay peta curah hujan, peta jenis tanah, peta kemiringan lereng, dan peta tutupan lahan menggunakan *Arctgis* 10.4 untuk memperoleh tingkat bahaya erosi yang terjadi pada lokasi penelitian. Berikut adalah hasil overlay peta yang dilakukan dengan menggunakan metode RUSLE (tabel 4.7).

Tabel 4.7 Tingkat bahaya erosi daerah penelitian

Tingkat Bahaya Erosi	Kelas Bahaya Erosi	Luas (Ha)	%
I	Sangat Ringan	19.69	2.92
II	Ringan	139.72	20.74
III	Sedang	212.67	31.57
IV	Berat	119.77	17.78
V	Sangat Berat	181.82	26.99
Total		673.67	100

Dari hasil pembagian tingkat bahaya erosi pada (tabel 4.7) dapat dilihat bahwa erosi dengan kelas sedang memiliki persentase yang lebih besar yaitu 31,57 %, dengan luas 212,67 Ha. Selanjutnya erosi dengan kelas sangat berat memiliki persentase sebesar 26,99 % dengan luas 181,82 Ha. Diikuti kelas erosi ringan memiliki persentase 20,74 % dengan luas 139,72 Ha. Area erosi kelas berat memiliki persentase 17,78 dan luasan 119,77 %. Pada erosi sangat ringan memiliki persentasi sangat kecil yaitu 2,92 % dengan luasan 19.69 %. Dapat dilihat dari (gambar 4.17) hasil pembagian kelas bahaya erosi.



Gambar 4.17 Peta tingkat bahaya erosi.

Dari hasil analisis yang telah diperoleh, dapat diketahui tingkat bahaya erosi yang terjadi di daerah penelitian. Didominasi dengan tingkat bahaya erosi sedang. Hal ini dipengaruhi oleh kemiringan lereng yang sangat curam ($> 40\%$) dengan tutupan lahan merupakan hutan lahan kering sekunder yang memiliki nilai CP yang rendah yaitu 0,01.

4.3.3 Karakteristik sedimen di sungai Sirenia

Penentuan karakteristik sedimen pada penelitian ini tidak dilakukan analisis laboratorium, melainkan dianalisis secara deskriptif berdasarkan serta merujuk pada literatur mengenai sifat sedimen pada daerah penelitian.

1. Ukuran Butir (Grain Size)

Hasil kajian pustaka menunjukkan bahwa daerah dengan dominasi tanah pelapukan batuan beku dan sedimen di kawasan pesisir umumnya menghasilkan jenis sedimen berupa lanau hingga pasir halus ($<0,25$ mm). Butiran dengan ukuran halus ini sangat mudah terbawa arus, sehingga sebagian besar akan terdistribusi sebagai suspended load.

2. Berat Jenis (Specific Gravity)

Secara umum, mineral utama penyusun tanah dan sedimen di wilayah tropis pesisir adalah kuarsa dengan berat jenis rata-rata $2,65 \text{ g/cm}^3$. Nilai ini termasuk kategori mineral ringan, sehingga sedimen lebih mudah terbawa melayang dibanding mineral berat seperti magnetit atau ilmenit.

3. Bentuk Butir (Shape/Roundness)

Berdasarkan kondisi transportasi fluvial, butiran sedimen hasil erosi biasanya berbentuk sub-angular hingga rounded. Bentuk yang lebih membulat mengurangi hambatan hidrodinamis sehingga mendukung pergerakan sedimen dalam kolom air.

Tabel 4.1. Karakteristik Sedimen di Daerah Sirenja

No	Ukuran Butir (mm)	Klasifikasi (Wentworth)	Bentuk Butir (Qualitative)
1	$< 0,004$	Lempung (Clay)	Sub-angular
2	$0,004 - 0,062$	Lanau (Silt)	Rounded
3	$0,062 - 0,125$	Pasir sangat halus	Sub-rounded
4	$0,125 - 0,25$	Pasir halus	Rounded
5	$0,25 - 0,5$	Pasir sedang	Sub-angular

4.3.4 Analisis Potensi Sedimen Melayang

Berdasarkan ketiga karakteristik sedimen di atas, maka dapat dianalisis bahwa:

- Ukuran butir dominan halus (lanau dan pasir sangat halus) berpotensi tinggi untuk melayang.
- Berat jenis relatif rendah (sekitar $2,65 \text{ g/cm}^3$) memperbesar kemungkinan partikel terbawa arus dalam jangka waktu lama.
- Bentuk butir cenderung membulat memudahkan sedimen terbawa arus tanpa cepat mengendap.

Dengan demikian, karakteristik sedimen di daerah Sirenja menunjukkan bahwa suspended load merupakan bentuk dominan transportasi sedimen dibandingkan bed load.

Berdasarkan karakteristik sedimen memperlihatkan bahwa laju erosi di daerah Sirenja menghasilkan material dominan halus yang terbawa dalam kolom air sebagai sedimen melayang. Fenomena ini memiliki beberapa implikasi:

- a. Tingginya kekeruhan (turbiditas) air, yang memengaruhi kualitas air dan kehidupan biota akuatik.
- b. Pendangkalan sungai dan pesisir, akibat akumulasi sedimen halus di daerah hilir.
- c. Indikasi tingkat erosi tinggi, karena lapisan tanah atas yang kaya organik mudah terangkut ke badan air.

Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa analisis sedimen berdasarkan karakteristik sedimen di daerah penelitian menunjukkan bahwa sedimen melayang (suspended load) merupakan komponen utama dalam sistem transportasi sedimen.

4.3.4 Perhitungan Analisis Sedimen

Untuk melakukan perhitungan besaran sedimen maka perlu dilakukan perhitungan SDR yang kemudian dilanjutkan dengan menghitung besaran sedimen. Cara perhitungan tersebut dapat dilihat pada Pers 2.4 dan Pers 2.5

Nilai SDR dapat ditentukan pada pers 2.4 :

$$SDR = 0,41 \cdot A^{-0,3}$$

Ket :

A = Luas area DAS (Ha)

$$SDR = 0,41 \times (693,49)^{-0,3}$$

$$SDR = 0,05760 = 5,76\%$$

Selanjutnya menentukan nilai hasil sedimen S_Y berdasarkan pers 2.5 :

$$S_Y = SDR \times T$$

Ket :

T = Hasil analisis laju erosi dengan menggunakan rumus RUSLE sebesar 2.343,799 Ton/Ha/Tahun

$$S_Y = 0,05760 \times 2.343,799 \text{ ton/ha/tahun}$$

= 135,002 ton/ha/tahun

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan nilai sedimen (S_y) dengan total 135,002 ton/ha/tahun.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari analisis yang telah dilakukan, maka kesimpulan dari penelitian ini yaitu :

1. Dari hasil perhitungan analisis laju erosi dengan menggunakan metode RUSLE didapatkan hasil erosi yang terdapat pada daerah penelitian yaitu sebesar 2.343,799 Ton/Ha/Tahun. Laju erosi pada daerah penelitian didominasi dengan kelas sedang memiliki persentase yang lebih besar yaitu 31,57 %, dengan luas 212,67 Ha. Faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap besarnya laju erosi pada daerah penelitian yaitu faktor panjang dan kemiringan lereng juga dari faktor penutupan lahan.
2. Besarnya sebaran sedimentasi pada daerah penelitian dari hasil erosi sebesar 2.343,799 ton/ha/tahun, dikonversi menggunakan analisis sedimentasi SDR (*sedimentasi ration delivery*) dengan nilai SDR sebesar 0,05760 selanjutnya nilai besaran sedimentasi yang terdapat pada daerah penelitian dengan nilai sedimen (S_y) dengan total 135,002 ton/ha/tahun.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini, untuk dapat mengendalikan atau mengurangi laju erosi dan sedimen pada daerah penelitian perlu pemerhatian terhadap pemanfaatan lahan dan penggunaan lahan dan juga perlu lebih memilih tanaman yang sesuai agar dapat mengurangi resiko terjadinya erosi pada daerah penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 2006. **Konservasi Tanah dan Air**. Bogor. IPB Press.
- Asdak, Chay. 2007. **Hidrologi dan Pengelolaan DAS**. Yogyakarta: Gadjah Mada Press.
- Asdak, Chay. 2000. **Hidrologi dan Pengelolaan Aliran Sungai**. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Asdak, C., 2010. **Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai**. Yogyakarta: Gadjah Mada Univercity Press.
- Asdak, Chay. 2014. **Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai**. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Agus Maryono, **Menangani Banjir, Kekeringan dan Lingkungan, Yogyakarta**:Gadjah Mada University Pers 2005.
- Boyce, 1975. *Sediment Routing And Sediment Delivery Ratios. In Present and Projective Technology for Predicting Sediment Yield and Sources*, USDA
- Budiyanto, Eko. 2002. **Sistem Informasi Geografis Menggunakan ArcView GIS**. Yogyakarta: Andi.
- Dewana, A 2022. **Analisis Laju Sedimentasi Di Muara Sungai Panjang, Desa Bejalen,Kecamatan Ambarawa, Kabupaten Semarang Sebagai Kontributor Sedimentasi Rawa Pening/TA/TL/2022/1540/**
- Hamilton, W. 1979. *Tectonic of the Indonesia Regional*. Geol. Surv. Proff. Paper 1078, US Geovermt. Printing Office, Washington, p. 114-156
- Hardiyatmo, Hary Christiady. 2006. **Penanganan Tanah Longsor dan Erosi**. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. Ch. 2012. **Tanah Longsor dan Erosi (Kejadian dan Penanganannya)**. Yogyakarta: Gadjah Mada Universitas Press
- Harjadi, Beny. 2010. **Analisis Sumber Erosi dan Sedimentasi Di DTW Kedung Ombo Dengan Citra Satelit Sistem Informasi Geografis**. Surakarta: Bali Penelitian Kehutanan Solo.
- I Wayan Sudira, T. Mananoma, H. Manalip. 2013. **Analisis Angkutan Sedimen Pada Sungai Mansahan**
- Kartasapoetra. 2010. **Teknologi Konservasi Tanah dan Air**. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Kumendong NR, Walangitan HD, Tasirin JS, Thomas A.2015. **Analisa tingkat bahaya erosi dalam rangka perencanaan rehabilitasi dan konservasi tanah areal Model Mikro Das (MDM) Marawas Swp Das Tondano**. Cocos. 6:13.
- Kusrini. 2007. **Evaluasi Kemampuan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis Di Sub DAS Kreo DAS Garang Provinsi Jawa Tengah [Skripsi]**. Semarang: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

- Lenvain, L. (1989). **Erosivitas Hujan Di Indonesia. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian**
- Loebis, Joesron. 1993. **Hidrologi Sungai**. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Ma,wa, Jannatul. 2014. **Studi Pendugaan Usia Guna Waduk Sengguruuh Dengan Pendekatan Erosi Dan Sedimentasi [Skripsi]**. Semarang: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.
- Maulana,R, N. 2019, **Analisis Laju Sedimentasi Dan Karakteristik Sedimen Pasca Banjir Bandang Di Sub Das Jenelata Kab. Gowa**: Skripsi Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar (Tidak Diterbitkan).
- Nugraha,Mgs, D, S.T [Book]. - Yogyakarta : [s.n.], 2018. **Panduan Dasar Pemetaan Geologi**.
- Nugraheni, Aprillya. (2013). **Perbandingan Hasil Prediksi Laju Erosi Dengan Metode USLE, MUSLE, RUSLE di DAS Kedung. E-Jurnal Matriks Teknik Sipil. 318-325**.
- Pamungkas, D. (2020). **Pemetaan Tingkat Bahaya Erosi Dengan Metode RUSLE di sub DAS Garang Hulu. UNNES**.
- Rahman. 2008. **Prediksi Erosi Dengan Metode USLE Menggunakan Sistem Informasi Geografis Berbasis Piksel Di Daerah Tangkapan Danau Buayan**. Bandung: Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Bandung.
- Rahim, Efendi. 2003. **Pengendalian Erosi Tanah Dalam Rangka Pelestarian Lingkungan Hidup**. Jakarta: Bumi Aksara.
- Rauf,A.,K.S Lubis, dan Jamilah, 2011. **Dasar –Dasar Daerah Aliran Sungai**. Medan: USU Press.
- Renard, K.G. and Ferreira, V.A., 1993. **RUSLE Model Description And Database. Sensitivity**.
- Seilatuw, Romario, 2017. **Analisis Laju Sedimentasi Pada Sungai Way Yori Ambon**, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Simanjuntak, Dkk, (1991), **Geologi Lembar Palu Sulawesi, Depertemen Pertambangan dan Energi, Direktorat Jendral Geologi Dan Sumber Daya Mineral, Pusat Penelitian Dan Pengembangan**.
- Soemarto. 1986. **Hidrologi Teknik**. Surabaya: Usaha Nasional.
- Soewarno 1991. **Hidrologi Pengukuran Dan Pengolahan Lahan Data Aliran Sungai Hidrometri**. Bandung: Nova.
- Sutapa IW. 2010. **Analisis potensi erosi pada daerah aliran sungai (DAS) di Sulawesi Tengah**. Smartek. 8(3):169–181.
- Sudira, I. Wayan, Tiny Mananoma, and Hierico Manalip. "Analisis Angkutan Sedimen pada Sungai Mansahan." *Jurnal Ilmiah Media Engineering* 3.1 (2013).
- Sukamto. (1973). **Peta Geologi Lembar Palu, Sulawesi**.

- Suripin. 2002. **Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air**. Yogyakarta : Andi.
- Surjono, S, S., D Hendra, A., Sarju, W., 2020. **Analisis Data Sedimen. Gajah Mada University Press**. Isbn: 978-623-359-040-2.
- Travis, R.B., 1955, *Classification of Rock* Volume 50, Colorado School of Mines.
- Tucker, M.E., 1991, *Sedimentary petrology-An introduction to the origin of sedimentary rocks*, 2nd ed., Blackwell Scientific pub., London, 260p.
- Utomo KD, Aprilia A. 2014. **Perencanaan konservasi Sub DAS Cimuntur Kabupaten Ciamis**. Jurnal Karya Teknik Sipil. 3(1):105–118.
- Utomo, W.H., 1994. **Erosi dan Konservasi Tanah**. IKIP. Malang.
- Van Leeuwen, T., dkk., 2015, **The Palu Metamorphic Complex, NW Sulawesi, Indonesia**: Origin and evolution of a young metamorphic terrane with links to Gondwana and Sundaland. Journal of Asian Earth Science 115 (2016) 133-152.
- Virlayani, A,Nenny, N, Munafry, Amir, M, 2024. **Analisis Karakteristik Sedimen Dan Laju Sedimentasi Sungai Tino Kabupaten Jeneponto**. E – ISSN : 2715 0763 P – ISSN : 1979 9764: Jurnal Teknik Hidro Volume 17 Nomor 1, Februari 2024.
- Wischmeier, W.H.& Smith DD. 1978. **Predicting Rainfall Erosion Losses : A Guide to Conservation Planning**, USDA Agriculture. Handbook No. 37.

L A M P I R A N

LAMPIRAN 1. Data Curah Hujan

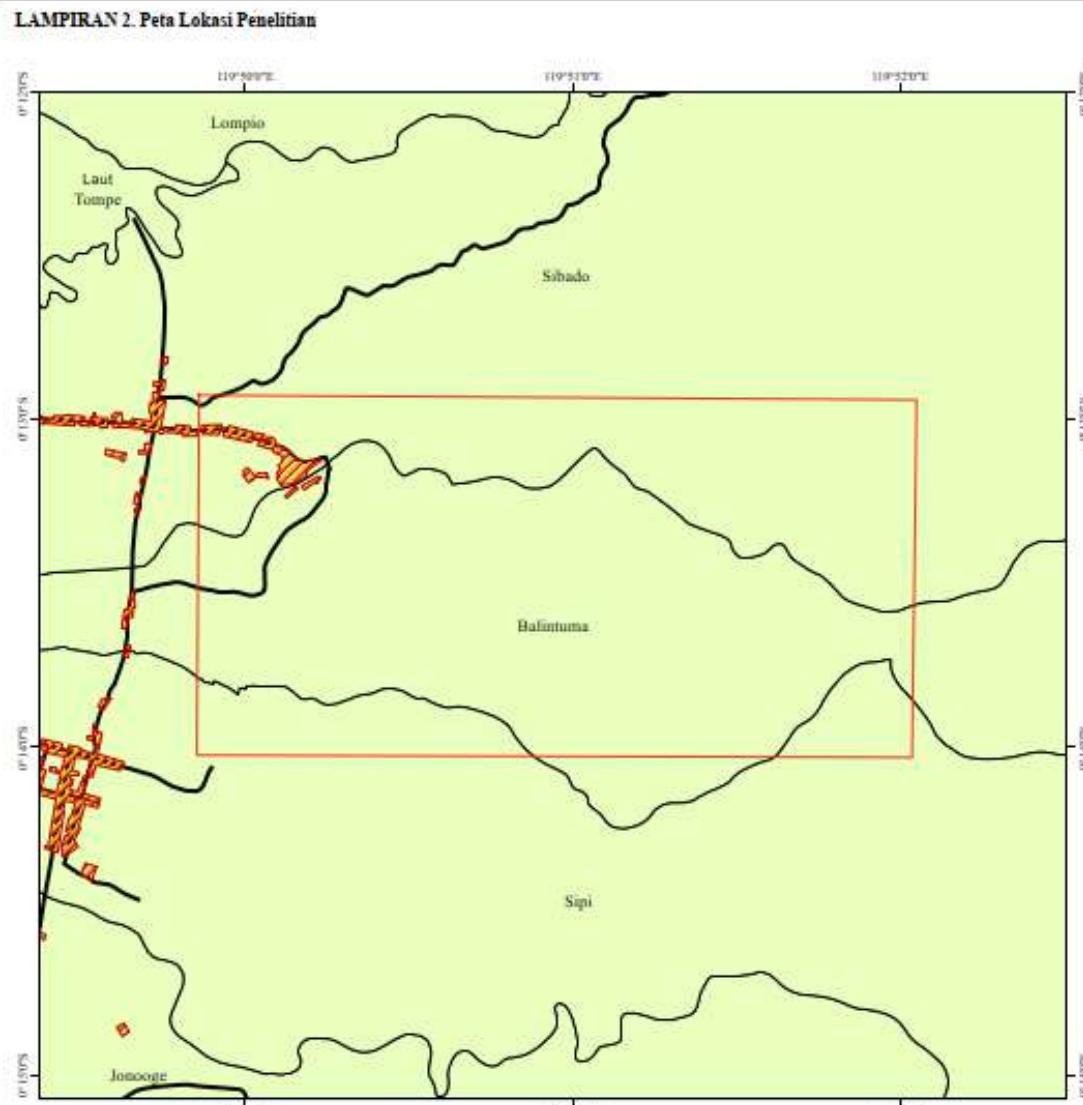
Data Curah Hujan (MM) 10 tahun terakhir

1. Stasiun Meteorologi Mutiara Sis-Al Jufri

Tahun	Besian											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agus	Sep	Okt	Nov	Des
2015	60,7	58,3	67	65	37,2	75,5	6,3	19,4	20	11,3	42,5	0
2016	27,4	29,5	28,3	85,8	64,3	67,9	58,3	51,2	63,5	150,6	17,4	39,3
2017	51,5	49,3	46	38,1	83,5	151,5	95,2	95,9	87,5	91	35,3	23,2
2018	12	33,3	34,5	20,3	41,3	79,9	60,1	82,3	81,1	36,6	36,4	8,9
2019	37,1	3,4	114,2	80,6	28,5	215,2	10,7	7,4	25,7	86,1	24,2	4,5
2020	14,7	25,6	39,7	63,6	43,8	89	181,6	58,6	305,5	47,5	64,7	19,6
2021	16,2	45,7	131,5	83,5	36,8	76,1	127,3	122,8	95,6	153,9	57,4	55,8
2022	39,8	64	82	19,3	87	92,4	106,7	112,7	124,3	120,3	9,6	21,3
2023	52	63,9	52,4	43,2	63,8	42	120,8	43,6	36,5	9,8	31,7	25,8
2024	113,2	11	38,3	54,6	161	166,2	48,6	129,3	29,3	33,6	57,2	27,7

Sumber : Stasiun Meteorologi Mutiara Sis-Al Jufri

LAMPIRAN 2. Peta Lokasi Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TADULAKO
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI SI- TEKNIK GEOLOGI

PETA LOKASI PENELITIAN

DAERAH SIRENJA DAN SEKITARNYA, KEC. SIRENJA,
KAB. DONGGALA, PROV. SULAWESI TENGAH



SKALA 1 : 25,000
IK : 12,5 M
DIBUAT OLEH
RAHMAWATI
F12119044
PALU
2024

KETERANGAN

-

PETA TUNJUK LOKASI



INDEKS I



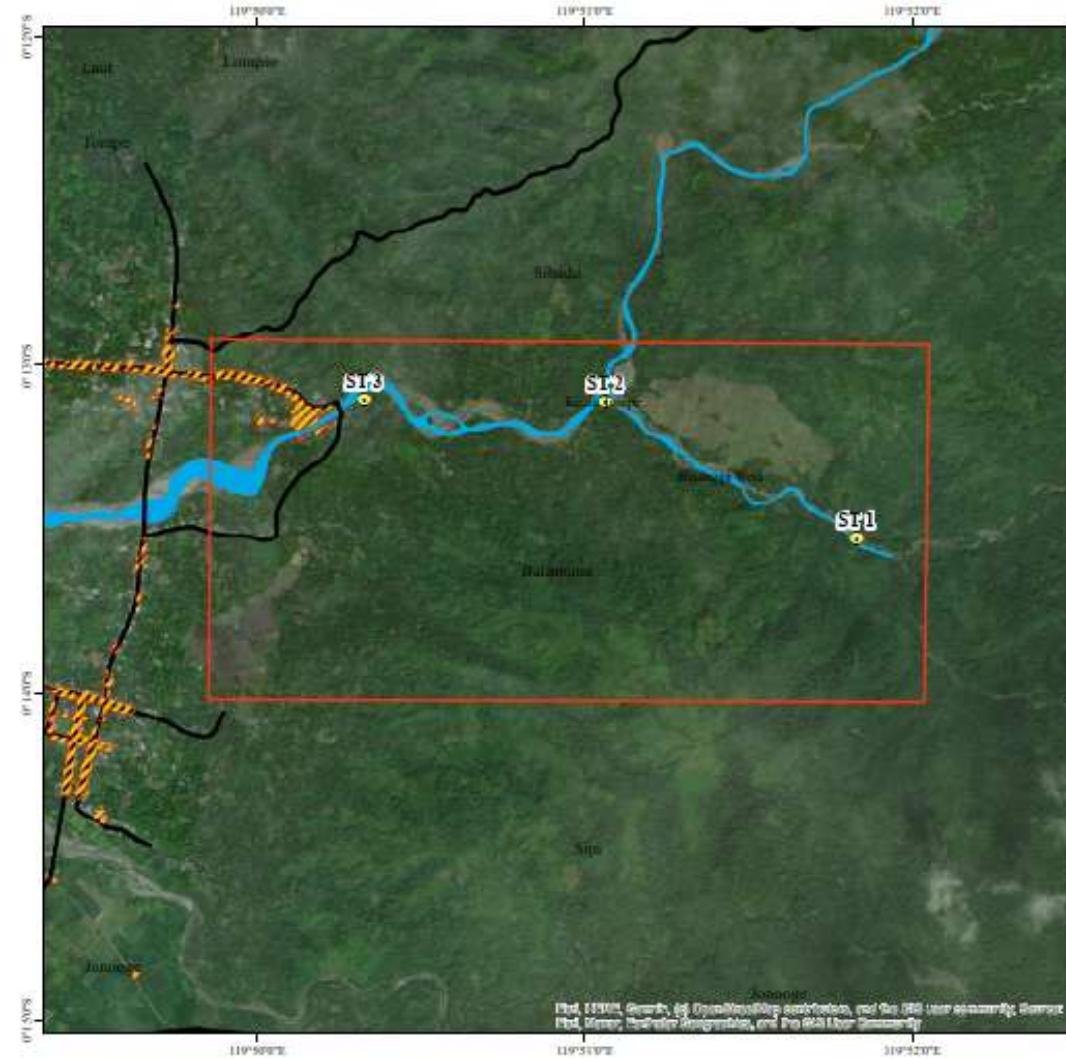
DEKLINASI

U2 : Uluru sebenarnya (Gonggol)
U2 : Uluru gold (UTM)
U2 : Uluru megaphone

Holmes yang sebenarnya. Kita grid dia. Uluru megaphone ini bukan sebenarnya diagnostik untuk apa pun

Detektif : Megaphone cara tahu 1 orang di UU tidak TBM dipasang ke arah peta.
Detektif : tersebut tidaklah berfungsi dengan 2'

LAMPIRAN 3. Stasiun Pengamatan



KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TADULAKO
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI SI- TEKNIK GEOLOGI

PETA STASIUN PENGAMATAN

DAERAH SIRENJA DAN SEKITARNYA, KEC. SIRENJA,
KAB. DONGGALA, PROV. SULAWESI TENGAH



SKALA 1 : 25.000
IK : 12,5 M
DIBUAT OLEH
RAHMAWATI
F12119044
PALU
2025

KETERANGAN

- The legend consists of five entries, each with a small icon followed by text: a brown hatched square for 'Pemukiman' (Settlement), an empty white square for 'Lokasi Penelitian' (Research Location), a green circle with a dot for 'Stasiun Pengamatan' (Observation Station), a black horizontal line for 'Jalan' (Road), and a blue wavy line for 'Sungai' (River).

PETA TUNJUK LOKASI



INDEKS P



DEKLINASI

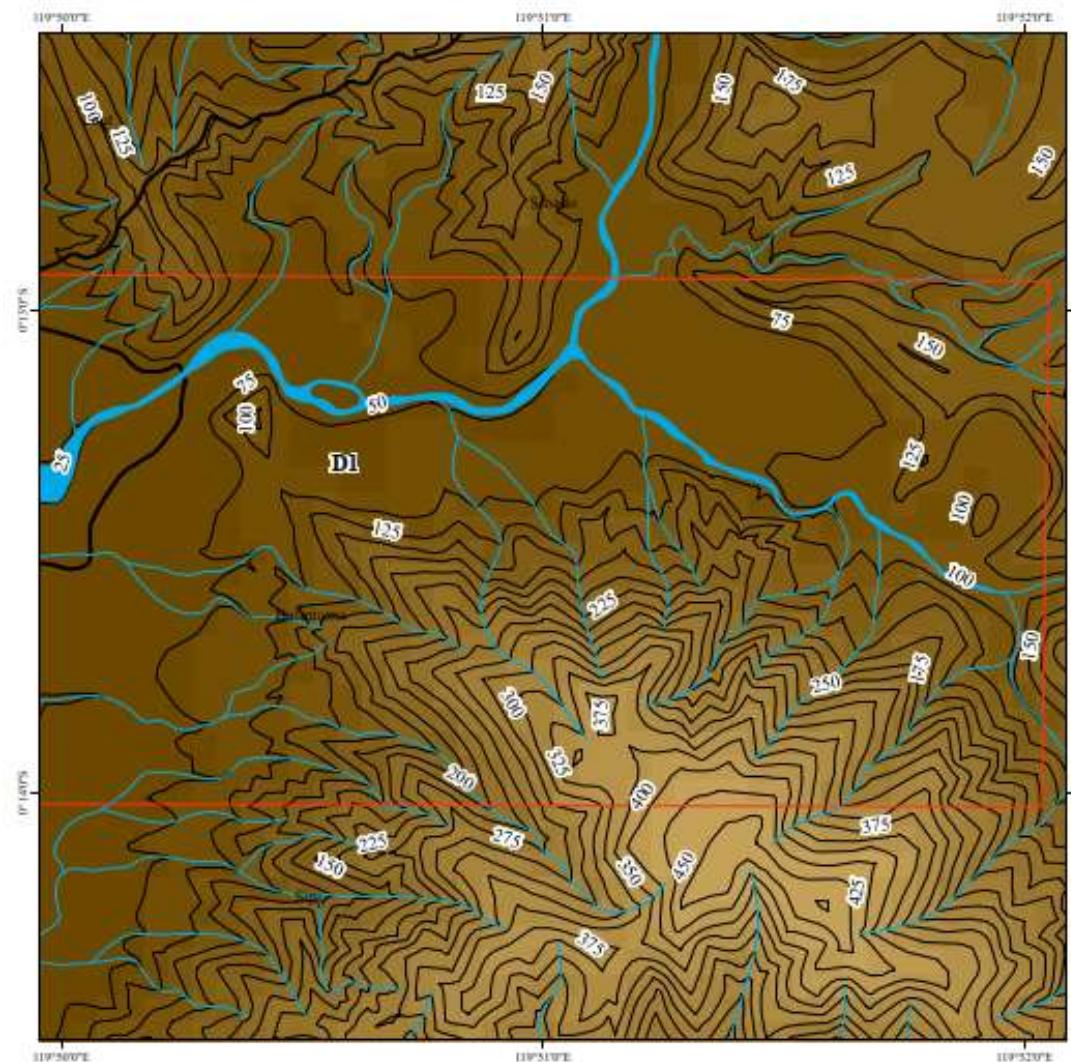
- UU : Undang-Undang Nomor 10 Tahun 2009
- UU : Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012
- UU : Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2013

Penjelasan tentang Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2013
dapat dilihat pada bagian 10.

Diakses pada tanggal 10 Desember 2013

Diakses pada tanggal 10 Desember 2013

LAMPIRAN 4. Peta Geomorfologi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TADULAKO
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI SI- TEKNIK GEologi

PETA GEOMORFOLOGI

DAERAH SIRENJA DAN SEKITARNYA, KEC. SIRENJA,
KAB. DONGGALA, PROV. SULAWESI TENGAH



SKALA 1 : 20.000
IK : 12,5 M
DIBUAT OLEH
RAHMAWATI
F12119044
PALU
2025

KETERANGAN

-

PETA TUNJUK LOKASI



INDEKS P



DEKLINASI

U3 : Uara sebenarnya (Gengrik)
 U2 : Uara grid (TWM)
 U1 : Uara magnetik

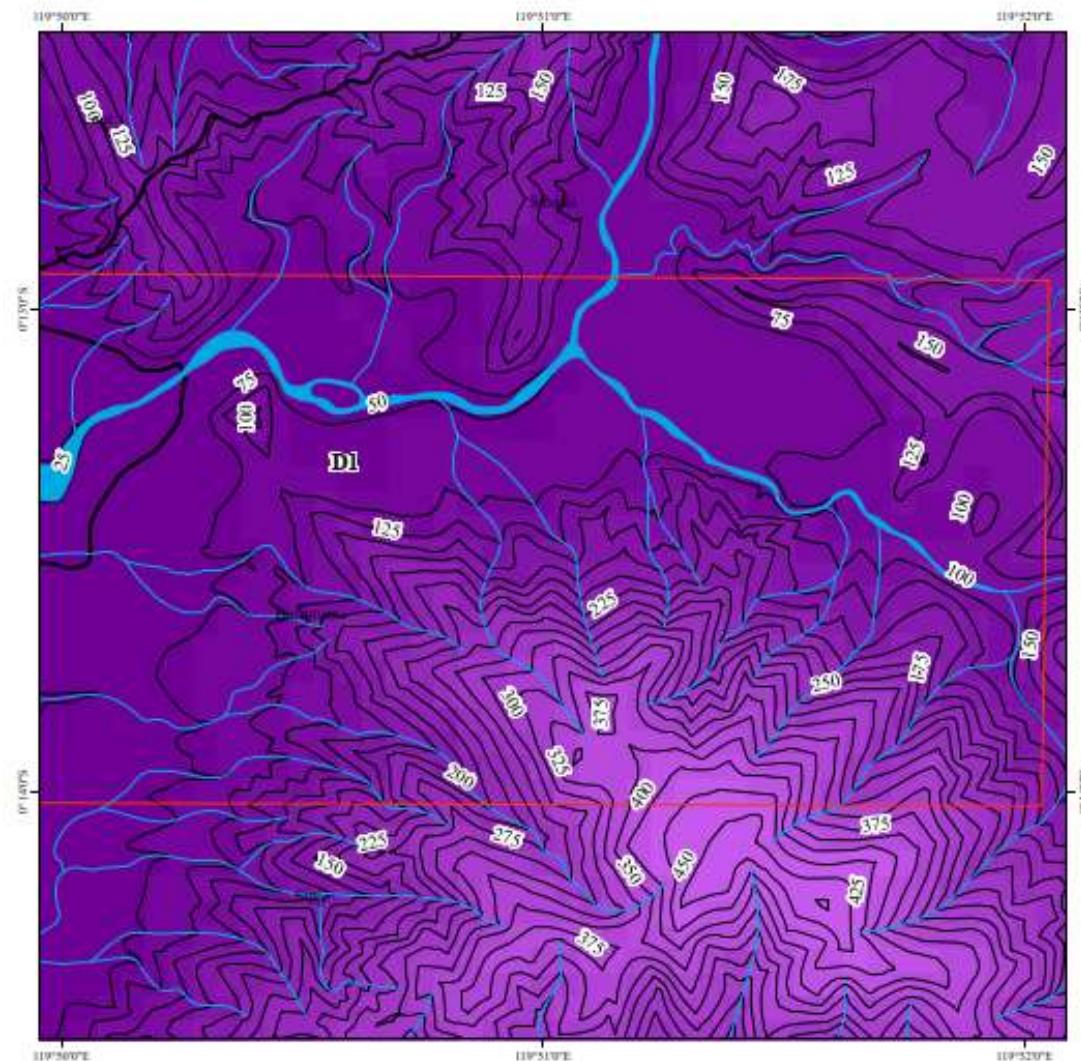
Hukumas antara Uara sebenarnya, Uara grid dan Uara magnetik diketahui berasal dari diagram sederhana pada tiga.

Diketahui: $B_{grid} = 1.000 \text{ G}$, $I = 10 \text{ A}$, $l = 10 \text{ cm}$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Vs/A}$

Ditentukan: $B_{sebenarnya}$ dan $B_{magnetik}$

Penyelesaian:

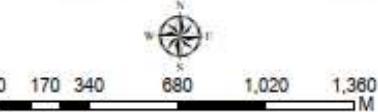
LAMPIRAN 5. Peta Geologi Daerah Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TADULAKO
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI SI-TEKNIK GEOLGI

PETA GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

DAERAH SIRENJA DAN SEKITARNYA, KEC. SIRENJA,
KAB. DONGGALA, PROV. SULAWESI TENGAH



SKALA 1 : 20.000
IK : 12,5 M
DIBUAT OLEH
RAHMAWATI
F12119044
PALU
2025

KETERANGAN

- [Solid purple square] Batuan Schist
- [Red square with black border] Lokasi Penelitian
- [Black line] Jalan
- [Blue wavy line] Sungai
- [Black line with arrowheads] Komar

PETA TUNJUK LOKASI



INDEKS PETA



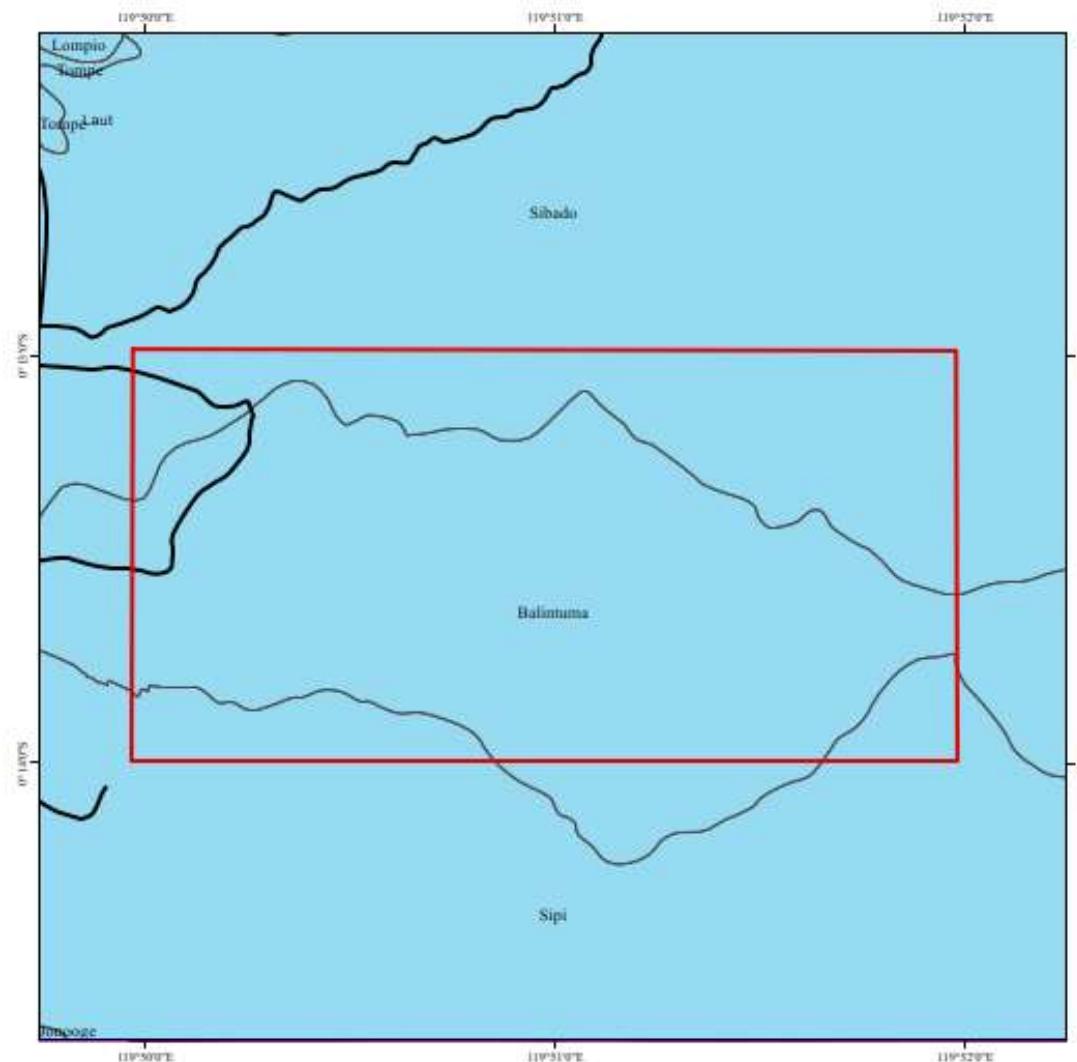
DEKLINASI



SUMBER PETA

- Peta RTRW Lautan 2015-04 Tampi, 1:50.000
- Data Bantul Bantul, Geopeta

LAMPIRAN 6. Peta Curah Hujan



KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TADULAKO
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI SI- TEKNIK GEOLOGI

PETA CURAH HUJAN

DAERAH SIRENJA DAN SEKITARNYA, KEC. SIRENJA,
KAB. DONGGALA, PROV. SULAWESI TENGAH



SKALA 1 : 20,000
IK : 12,5 M
DIBUAT OLEH
RAHMAWATI
F12119044
PALU
2024

KETERANGAN

- Legend for the map:

 - Blue square: 2200 - 2400 Mm/Tahun
 - Red square: Lokasi Penelitian
 - Black line: Jalan
 - Blue wavy line: Sungai
 - Blue contour line: Kontur

PETA TUNJUK LOKASI



INDEKS PET



DEKLINASI

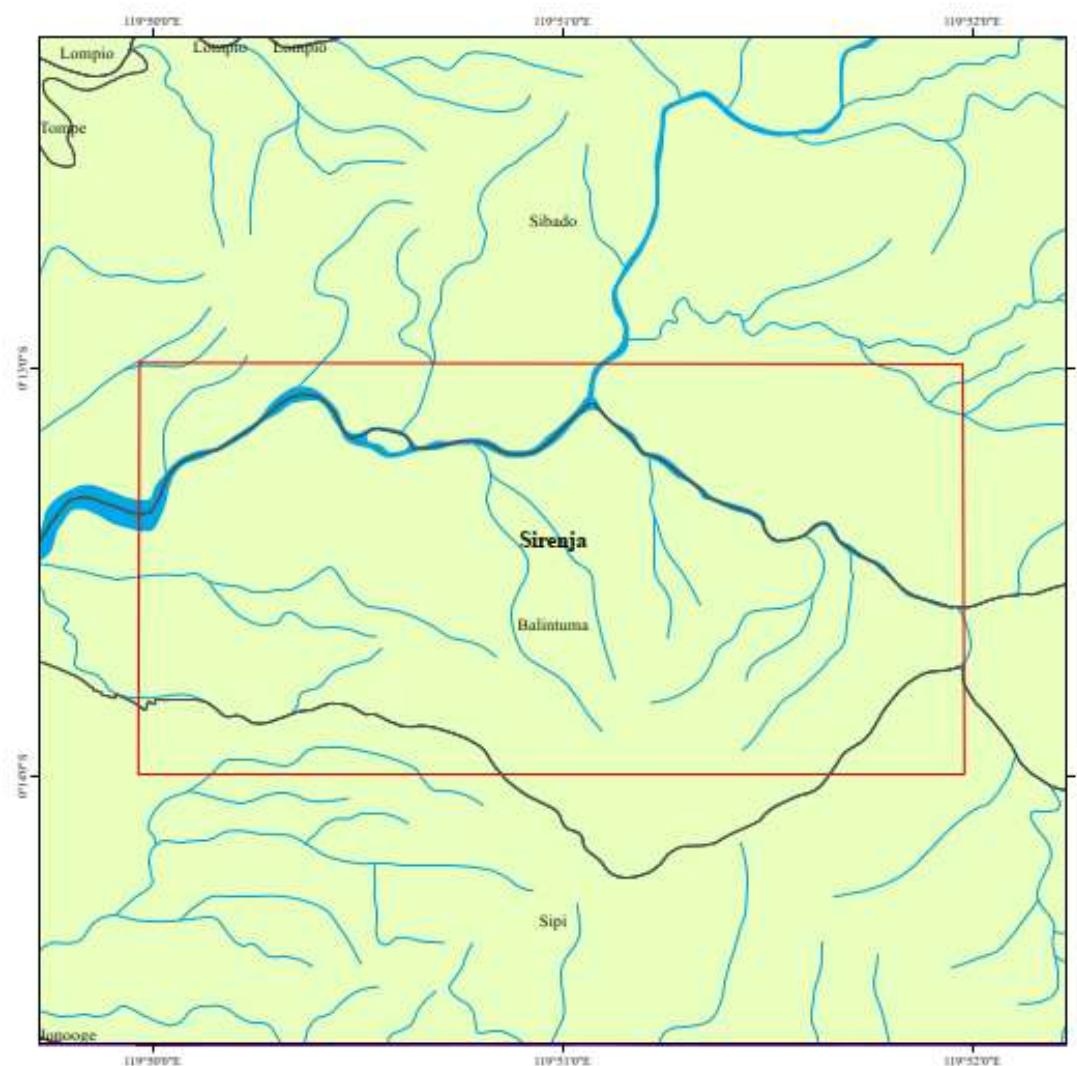
UUS : Uura wakasenya (Gonggol)
UUS : Uura gold (TM)
UUS : Uura magenta

Holingsan antara Uura antaranya a. Uura gold dan Uura magenta dilengkapi dengan sensor diagnostik untuk pasca pita inti

Detektif Migrasi resmi tukar 1 dragat/10' kelen 1042 dipasuk keuntung peta

Deklinasi terestrial bagi latih merumah dengan 2'

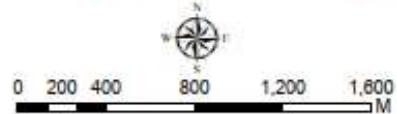
LAMPIRAN 7. Peta Jenis Tanah



KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TADULAKO
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI SI-TEKNIK GEOLGI

PETA JENIS TANAH

DAERAH SIRENEJA DAN SEKITARNYA, KEC. SIRENEJA,
KAB. DONGGALA, PROV. SULAWESI TENGAH



SKALA 1 : 20.000
IK : 12,5 M
DIBUAT OLEH
RAHMAWATI
F12119044
PALU
2025

KETERANGAN

- Haplusters Haplustepts (Alfisol)
- Lokasi Penelitian

PETA TUNJUK LOKASI



INDEKS PETA

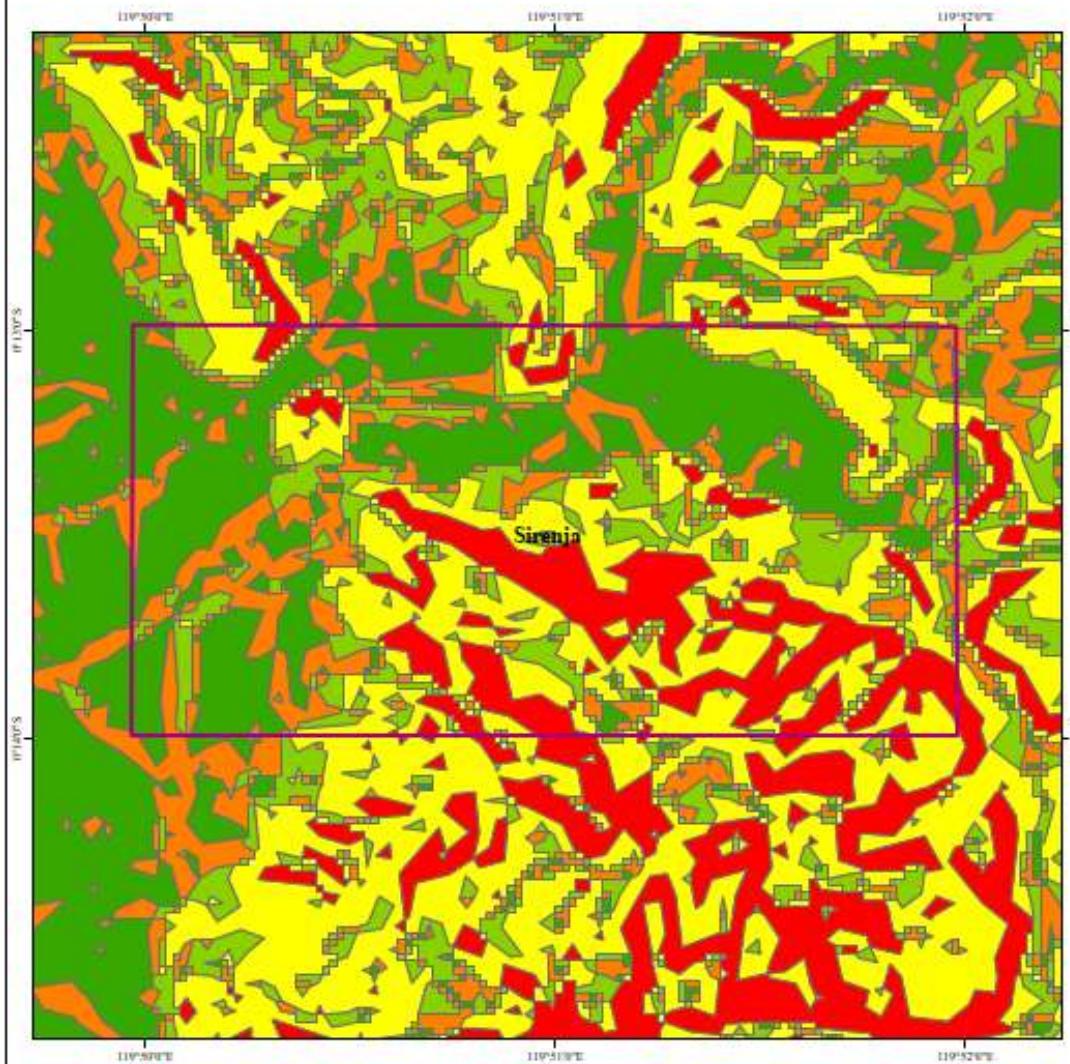


DEKLINASI



INFORMASI PETA
- Peta RRD Lantai 2015-04 Tampu, 1999
- Dibuat Bapak Sugiharto, Geospatialis

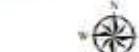
LAMPIRAN 8. Kemiringan lereng



KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TADULAKO
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI SI-TEKNIK GEologi

PETA KEMIRINGAN LERENG

DAERAH SIRENA DAN SEKITARNYA, KEC. SIRENA, KAB. DONGGALA, PROV. SULAWESI TENGAH



0 200 400 800 1,200 1,600 M

SKALA 1 : 20.000

IK : 12,5 M

DIBUAT OLEH

RAHMAWATI

F12119044

PALU

2025

KETERANGAN

- Lokasi Penelitian
- Jalan
- Sungai
- Kontur
- Kelas Lereng
- Datar (0 - 8%)
- Landai (8 - 15 %)
- Agak Curam (15 - 25%)
- Curam (25 - 40%)
- Sangat Curam (>40 %)

PETA TUNJUK LOKASI



INDEKS PETA



DEKLINASI

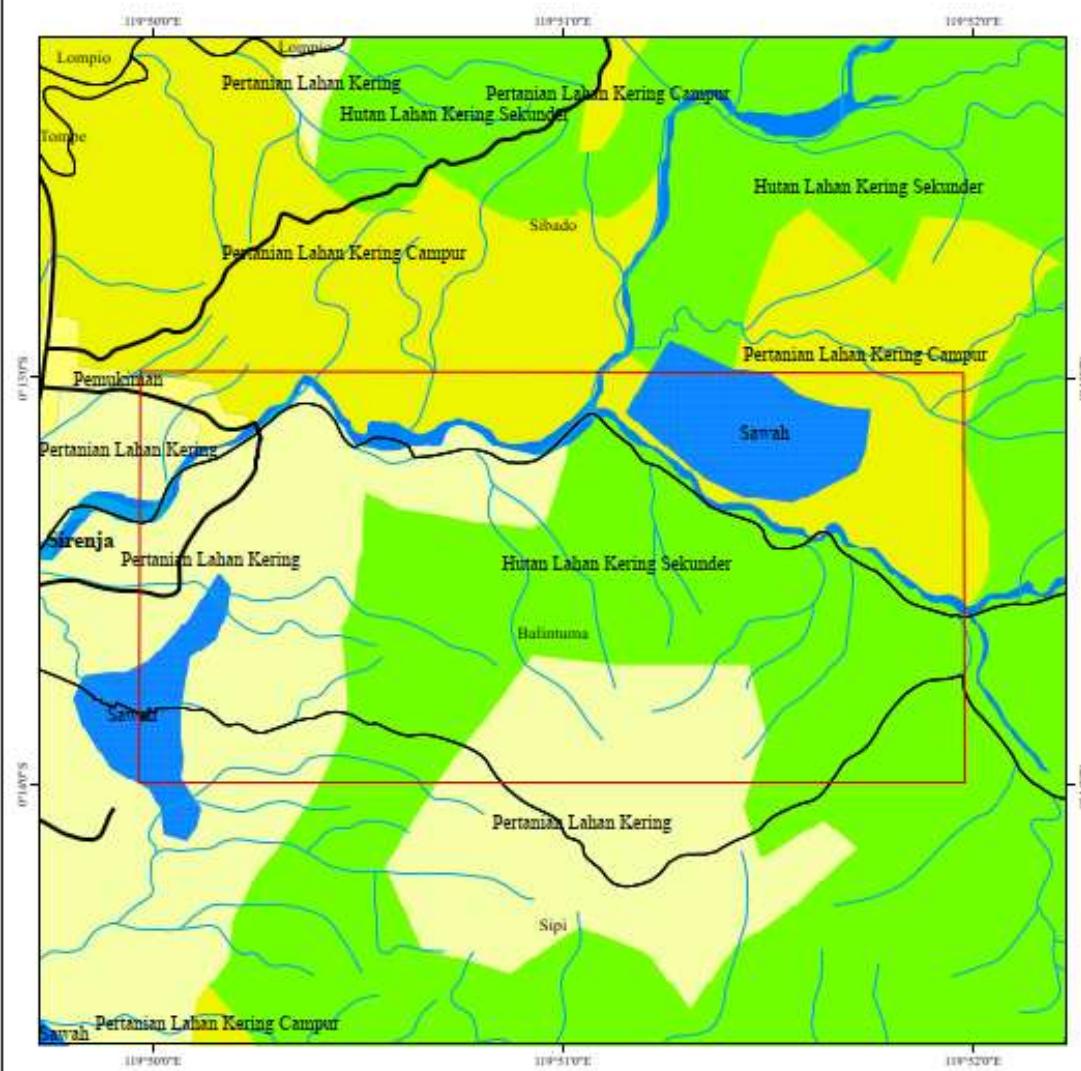


SUMBER PETA

- Peta RRI Lautan 2015-04 Tampi, 1:500

- Dataku (Babak Informasi Geospasial)

LAMPIRAN 9. Peta Tutupan Lahan



KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TADULAKO
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI SI- TEKNIK GEOLOGI

PETA PENUTUPAN LAHAN

DAERAH SIRENJA DAN SEKITARNYA, KEC. SIRENJA,
KAB. DONGGALA, PROV. SULAWESI TENGAH



0 200 400 800 1,200 1,600 M

SKALA 1 : 20.000
IK : 12,5 M
DIBUAT OLEH
RAHMAWATI
F12119044
PALU
2024

KETERANGAN

-  Lokasi Penelitian
 -  Jalan
 -  Sungai
 -  Kontur
 -  Penutupan Lahan
 -  Sawah
 -  Pemukiman
 -  Pertanian lahan kerap

Pertanian Lahan Kering Campur Hutan Lahan Kering Sekunder

PETA TUNJUK LOKASI



INDEKS PET.



DEKLINASI

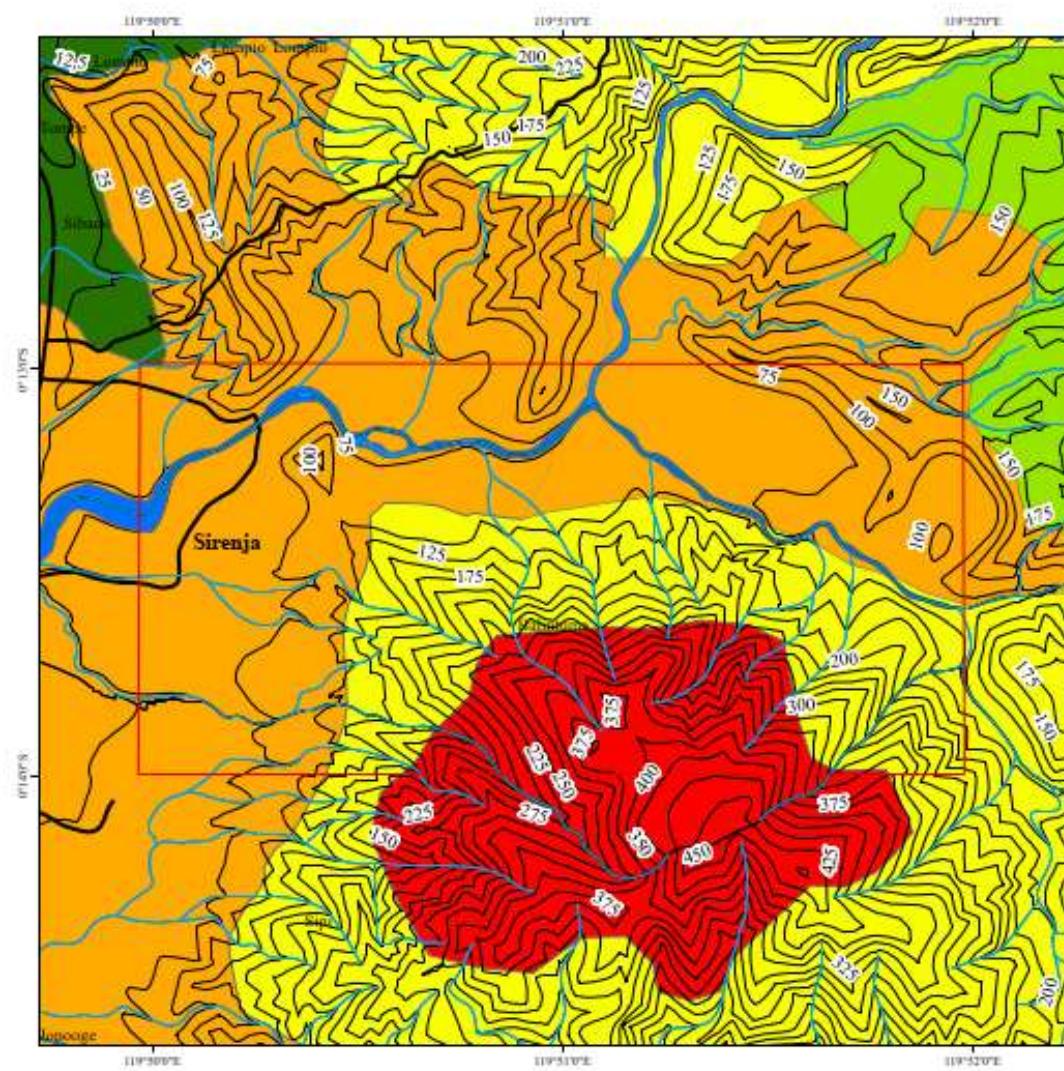
U3 : Uatu sebenarnya (Diagram 4)
U3 : Uatu grid (100)
U3 : Uatu magnetis

Hukum yang selaras Uatu sebenarnya. Uatu grid dan Uatu magnetis diketahui sejajar dengan arah posisi pada bidang.

Definisi: Magnetis rotatable 1 derajat 18' sejauh 1800 dipasang pada bidang.

Definisi: terkenal bay iktus berjalan dengan 2'

LAMPIRAN 10. Peta Tingkat Bahaya Erosi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TADULAKO
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI SI- TEKNIK GEologi

PETA TINGKAT BAHAYA EROSI

DAERAH SIRENJA DAN SEKITARNYA, KEC. SIRENJA,
KAB. DONGGALA, PROV. SULAWESI TENGAH



SKALA 1 : 20.000

IK : 12,5 M

DIBUAT OLEH

RAHMAWATI

F12119044

PALU

2025

KETERANGAN

- Lokasi Penelitian
- Jalan
- Sungai
- Kontur

Tingkat Bahaya Erosi :

- Sangat Ringan
- Ringan
- Sedang

- Berat
- Sangat Berat

PETA TUNJUK LOKASI



INDEKS PETA



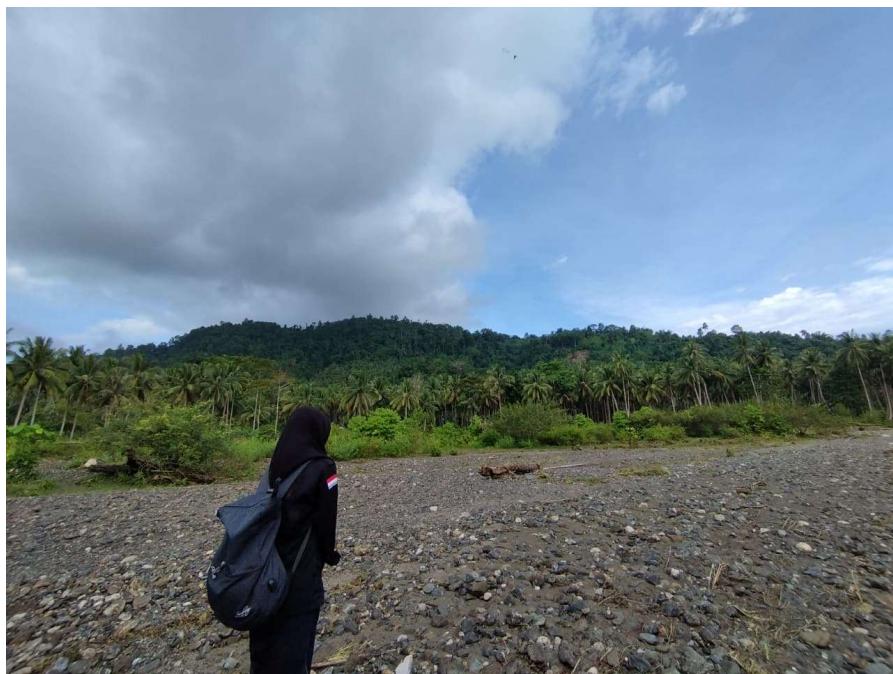
DEKLINASI



SUMBER PETA

- Peta RTRW Lautan 2015-04 Tanga, 1991
- Data Buku Informasi Geografi

LAMPIRAN DOKUMENTASI



Pengamatan satuan bentang alam perbukitan lereng denudasional pada daerah penelitian



Kenampangan Sungai "U" dewasa ke tua dengan lebar \pm 10 m



Pengukuran lebar sungai didaerah penelitian



Kenampakan jenis batuan metamorf dan pengamatan struktur batuan pada daerah penelitian



Kenampakan Tataguna Lahan Pekebunan di lokasi penelitian



Kenampakan Tataguna Lahan Pertanian di lokasi penelitian



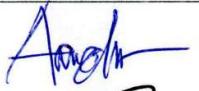
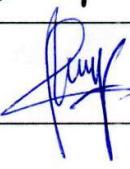
Pengamatan dan Pengambilan sampel jenis tanah di lokasi Penelitian

PERSETUJUAN PERBAIKAN
SKRIPSI

Panitia Seminar Hasil pada Hari Rabu Tanggal 20 Bulan Agustus Tahun 2025, menyetujui Skripsi yang telah disempurnakan oleh:

Nama Mahasiswa : Rahmawati
NIM : F12119044
Judul Penelitian : Laju Erosi dan Sebaran Sedimentasi Di Sungai Sirenja
Kabupaten Donggala

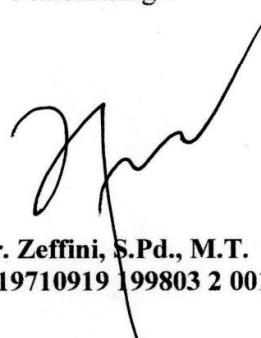
Disetujui oleh:

No	Nama Penguji	Jabatan	Tanda Tangan
1	Apriadi Saputra, ST., MT. NIP. 19940402 202406 1 001	Penguji	
2	Ir. Muslimin U. Botjing, S.T.,M.T. NIP. 19700312 200012 1 002	Penguji	
3	Risqa Permatasyara M, ST., M.Eng NIP. 19970715 202406 2 002	Penguji	

Palu, 24 September 2025

Mengetahui,

Pembimbing 1



Dr. Ir. Zeffini, S.Pd., M.T.
NIP. 19710919 199803 2 001

Pembimbing 2



Abdul Mukaddas, S.Si., M.T.
NIP. 19641231 199503 1 005



BIOGRAFI PENULIS

Rahmawati adalah Nama penulis skripsi ini. Penulis ini lahir dari orang tua Muradi dan Surmin sebagai anak kelima dari lima bersaudara. Penulis dilahirkan di Kota Palu, pada tanggal 03 September 2001. Penulis menempuh pendidikan dimulai dari SD Negeri Karavana (*lulus tahun 2013*), melanjutkan ke SMP Negeri 1 Sigi (*lulus tahun 2016*) dan SMA 1 Sigi (*lulus tahun 2019*), hingga akhirnya bisa menempuh masa kuliah di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Program Studi S1 Teknik Geologi Universitas Tadulako.

Penulis juga aktif di dunia organisasi, Dalam dunia organisasi, Pengalaman organisasi penulis didapatkan juga di Internal kampus “Himpunan Mahasiswa Teknik Geologi Tadulako (HMTG TADULAKO).

Dengan ketekunan, motivasi tinggi untuk terus belajar dan berusaha, penulis telah berhasil menyelesaikan penggerjaan tugas akhir skripsi ini. Semoga dengan penulisan tugas akhir skripsi ini mampu memberikan konstribusi positif bagi dunia pendidikan.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas terselesaikannya skripsi yang berjudul **“Laju Erosi Dan Sebaran Sedimen Di Sungai Sirenya Kabupaten Donggala”**