

**ANALISIS PENGARUH LAJU EROSI DI DAS CILIWUNG TERHADAP
KONSENTRASI TSS DI PERAIRAN MUARA ANGKE**

(Skripsi)

Oleh

**Fitri Permata Aisyah
1915013009**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**ANALISIS PENGARUH LAJU EROSI DI DAS CILIWUNG TERHADAP
KONSENTRASI TSS DI PERAIRAN MUARA ANGKE**

Oleh

**Fitri Permata Aisyah
1915013009**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

ANALISIS PENGARUH LAJU EROSI DI DAS CILIWUNG TERHADAP KONSENTRASI TSS DI PERAIRAN MUARA ANGKE

Oleh

FITRI PERMATA AISYAH

DAS Ciliwung yang mencakup wilayah hulu di Kabupaten dan Kota Bogor hingga hilir di daerah Jakarta, menghadapi permasalahan yang kompleks akibat adanya alih fungsi lahan dan urbanisasi yang tinggi setiap tahunnya. Di bagian hulu DAS, tutupan vegetasi terus mengalami penurunan sehingga tanah menjadi rentan terhadap erosi yang menghasilkan sedimentasi tinggi di aliran sungai, selain itu juga karena faktor kemiringan lerengnya yang curam pada bagian hulu. Erosi berdampak pada berkurangnya kesuburan tanah dan daya serap, hal ini menjadi penyebab utama terjadi banjir di Jakarta tiap tahunnya. Proses erosi tanah ini juga berhubungan dengan meningkatnya kadar TSS di perairan, yang terbawa oleh aliran air sungai. Muara Angke merupakan tempat bermuaranya sungai pada DAS Ciliwung yang membawa berbagai partikel bahan pencemar salah satunya yaitu TSS, hal ini dapat berdampak buruk untuk ekosistem perikanan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bagaimana tingkat laju erosi di DAS Ciliwung dan nilai konsentrasi TSS di perairan Muara Angke serta mengkaji hubungan laju erosi dengan konsentrasi TSS.

Penelitian ini menggunakan citra Sentinel-2A dan citra Landsat 8 pada tahun 2018, 2021 dan 2024. Analisis laju erosi pada penelitian ini menggunakan metode USLE pada citra Landsat 8 dengan menggunakan parameter seperti data curah hujan, jenis tanah, kemiringan lereng, dan penggunaan lahan yang nantinya akan dilakukan proses *overlay*. Sedangkan, untuk analisis konsentrasi TSS menggunakan citra sentinel-2A dengan perhitungan algoritma.

Hasil penelitian laju erosi di DAS Ciliwung ini menunjukkan bahwa laju erosi mengalami kenaikan pada tahun 2021 dengan total erosi sebesar 149.691,50 ton/ha/tahun, sedangkan pada tahun 2018 dan 2024 mengalami penurunan laju erosi. Konsentrasi TSS tiap tahunnya juga memiliki nilai yang berbeda, pada tahun 2021 nilai konsentrasi TSS memiliki nilai tertinggi dibanding dengan tahun lainnya yaitu sebesar 32,22 mg/L. Berdasarkan analisis tersebut didapat hasil korelasi sebesar 0,60983 serta nilai koefisien determinasi sebesar 0,3716 yang memiliki pengertian kemampuan variabel independen dalam menjelaskan variasi dependen termasuk dalam kategori yang lemah.

Kata Kunci: laju erosi, TSS, analisis, algoritma, banjir, Muara Angke

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE EFFECT OF EROSION RATE IN THE CILIWUNG BASIN ON TSS CONCENTRATION IN THE ANGKE ESTUARY WATERS

By

FITRI PERMATA AISYAH

The Ciliwung watershed, which covers the upstream area in Bogor Regency and City to the downstream area in Jakarta, faces complex problems due to land conversion and high urbanization every year. In the upper part of the watershed, vegetation cover continues to decline so that the soil becomes vulnerable to erosion which results in high sedimentation in the river, in addition to the steep slope factor in the upper part. Erosion has an impact on reducing soil fertility and absorption capacity, which is the main cause of flooding in Jakarta every year. The process of soil erosion is also related to the increasing levels of TSS in the waters, which are carried by river water flow. The Angke estuary is the estuary of the river in the Ciliwung watershed which carries various particles of pollutants, one of which is TSS, this can have a negative impact on the fisheries ecosystem. This study aims to analyze how the level of erosion rate in the Ciliwung watershed and the value of TSS concentration in the waters of Muara Angke and examine the relationship between erosion rate and TSS concentration. This research uses Sentinel-2A and Landsat 8 images in 2018, 2021 and 2024. The erosion rate analysis in this study uses the USLE method on Landsat 8 images using parameters such as rainfall data, soil type, slope, and land use which will later be overlaid. Meanwhile, for the analysis of TSS concentration using sentinel-2A image with algorithm calculation. The results of this erosion rate research in the Ciliwung watershed show that the erosion rate increased in 2021 with a total erosion of 149,691.50 tons/ha/year, while in 2018 and 2024 the erosion rate decreased. The TSS concentration each year also has a different value, in 2021 the TSS concentration value has the highest value compared to other years, which is 32.22 mg/L. Based on this analysis, the correlation result is 0.60983 and the coefficient of determination is 0.3716, which means that the ability of the independent variable to explain the dependent variation is in the weak category.

Keywords: Erosion Rate, TSS, Analysis, Algorithm, Flood, Muara Angke

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Laju Erosi Di DAS Ciliwung
Terhadap Konsentrasi TSS Di Perairan Muara

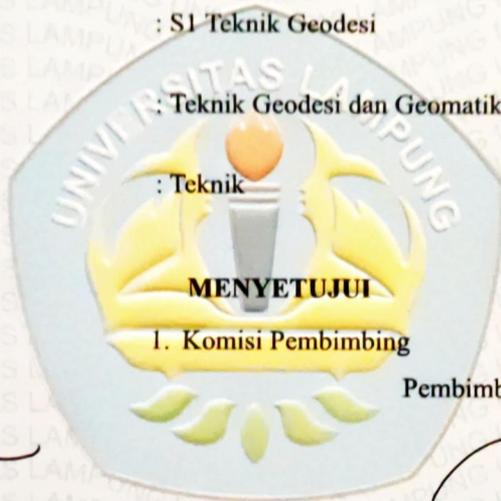
Nama Mahasiswa : Fitri Permata Aisyah

Nomor Pokok Mahasiswa : 1915013009

Program Studi : S1 Teknik Geodesi

Jurusan : Teknik Geodesi dan Geomatika

Fakultas : Teknik



Pembimbing 1

Citra Dewi, S.T., M.Eng.
NIP. 19820112 200812 2 001

Pembimbing 2

Rahma Anisa, S.T., M.Eng.
NIP. 19930716 202012 2 032

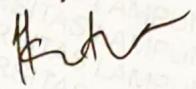
2. Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika

Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM.
NIP. 19641012 199203 1 002

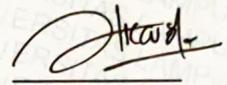
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

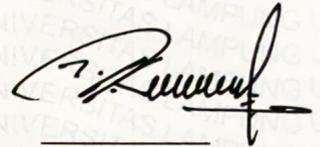
Ketua : Citra Dewi, S.T., M.Eng.



Sekretaris : Rahma Anisa, S.T, M.Eng.

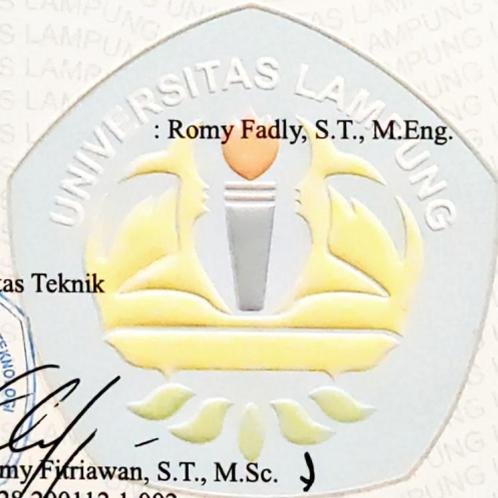


Anggota : Romy Fadly, S.T., M.Eng.



2. Dekan Fakultas Teknik

Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.
NIP. 19750928 200112 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 20 Januari 2025

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Fitri Permata Aisyah
NPM : 1915013009
Program Studi : Teknik Geodesi
Jurusan : Teknik Geodesi dan Geomatika
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "Analisis Pengaruh Laju Erosi Di DAS Ciliwung Terhadap Konsentrasi TSS Di Perairan Muara Angke" ini merupakan hasil tulisan saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak berisi tentang karya yang telah dipublikasikan atau ditulis, kecuali sebagai kutipan atau acuan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah pada umumnya.

Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan saya bersedia menanggung segala akibat yang ada, apabila pernyataan ini tidak benar.

Bandar Lampung, 20 Januari 2025



Fitri Permata Aisyah
NPM. 1915013009

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Fitri Permata Aisyah yang lahir pada tanggal 28 Oktober 2001 di Desa Darma, Kecamatan Darma, Kabupaten Kuningan, Provinsi Jawa Barat. Penulis adalah anak kedua dari dua bersaudara dari Bapak Agus dan Ibu Yuli.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Mustikajaya 2 yang diselesaikan pada tahun 2013. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMPN 26 Kota Bekasi yang diselesaikan pada tahun 2016. Selanjutnya, penulis menempuh pendidikan menengah atas di SMAN 9 Kota Bekasi dan lulus pada tahun 2019. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan studi di Universitas Lampung pada Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi (SNMPTN).

Selama di Universitas Lampung, penulis aktif dalam organisasi mahasiswa dan pelatihan. Penulis menjadi anggota dan staff pada Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Universitas Lampung dan 2020. Penulis menjadi anggota Badan Esekutif Mahasiswa (BEM) Fakultas Teknik 2020. Penulis juga aktif dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Geodesi Universitas lampung (HIMAGES) pada tahun 2021.

Pada bulan Januari hingga Febuari tahun 2022 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kecamatan Mustikajaya, Kota Bekasi. Kemudian penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Badan Pertanahan Provinsi Lampung pada bidang pemetaan dengan judul “Pemetaan Lahan Kritis Untuk Analisis Kesesuaian Pemanfaatan Lahan Di Desa Kedung Ringin”

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.), penulis menyusun skripsi yang berjudul "Analisis Pengaruh Laju Erosi Di DAS Ciliwung

Terhadap Konsentrasi TSS Di Perairan Muara Angke" dengan bimbingan Ibu Citra Dewi, S.T., M.Eng. dan Ibu Rahma Anisa, S.T., M.Eng.

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah rabbil'alamin, puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Dengan rasa syukur dan bahagia, saya persembahkan karya ini dengan tulus kepada :

“Kedua orang tua tercinta yang selalu ada di setiap perjalanan hidup saya, yang selalu memberikan semangat juang dan harapannya, Bapak Agus dan Ibu Yuli. Kedua sosok yang dengan tulus memberikan kasih sayang, dukungan yang tiada henti dan selalu menjadi sumber kekuatan dan doa kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang dibuat dengan penuh perjuangan. Teruntuk kakak tersayang, Tete Ayu yang selalu memberikan support dan dukungan secara materil dan moril kepada penulis. Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua, kakak atas segala asa, nasihat dan do'a yang selalu dilatunkan untuk kesuksesan penulis”

“Bapak Ibu Dosen Pembimbing, Penguji, Pengajar, dan Staff yang telah meluangkan waktunya, memberikan arahan, bimbingan, motivasi, serta dukungan kepada penulis dengan ikhlas.”

“Teman-teman saya satu almamater terutama Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Angkatan 2019 Universitas Lampung yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis untuk bisa menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih atas dukungannya sehingga penelitian skripsi saya dapat terselesaikan.”

MOTTO

“Dan orang-orang yang bersungguh-sungguh di jalan Kami, pasti akan Kami tunjukkan kepada mereka jalan-jalan Kami.”

(Al-Qur'an, Al-‘Ankabut Ayat 69)

“Spread love everywhere you go. Let no one ever come to you without leaving happier.”

(Mother Teresa)

SANWACANA

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, yang memberikan nikmat, anugrah, dan bimbingan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul “*Analisis Pengaruh Laju Erosi Di DAS Ciliwung Terhadap Konsentrasi TSS Di Perairan Muara Angke*”. Skripsi ini disusun guna melengkapi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Tugas Akhir Skripsi bagi mahasiswa Program Studi S1 Teknik Geodesi Universitas Lampung.

Skripsi ini berhasil disusun dengan baik berkat peran serta dukungan yang diberikan oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang ditunjukkan kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung;
2. Bapak Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM. Selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi Geomatika Universitas Lampung;
3. Ibu Citra Dewi, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing utama atas ketersediannya untuk memberikan bimbingan, kritik maupun saran dalam proses penyelesaian skripsi ini;
4. Ibu Rahma Anisa, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing kedua atas ketersediannya untuk memberikan bimbingan, kritik maupun saran dalam proses penyelesaian skripsi ini;
5. Bapak Romi Fadly, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji utama pada ujian skripsi sekaligus dosen pembimbing akademik. Terima kasih atas kritik, masukan dan saran pada seminar proposal terdahulu;
6. Bapak dan Ibu Tenaga Pendidik Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung;
7. Bapak dan Ibu Staf administrasi Fakultas Teknik Universitas Lampung;

8. Kedua orang tua, Ibu Yuli dan Bapak Agus yang selalu mendoakan dan selalu mendukung penulis dalam situasi apapun;
9. Kakak kandung, Tete Ayu yang selalu memberikan dukungan materil dan moril penulis sepanjang masa kuliah;
10. Teman-teman Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung Angkatan 2019;
11. Kerabat penulis yang telah memberikan motivasi dalam penyelesaian penelitian skripsi ini;
12. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian skripsi ini.

Bandar Lampung, 20 Januari 2025

Fitri Permata Aisyah

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Sistem Informasi Geografis (SIG).....	9
2.3 Penginderaan Jauh	9
2.4 Muara.....	10
2.5 Daerah Aliran Sungai (DAS).....	10
2.6 Erosi.....	11
2.7 Erosivitas Curah Hujan.....	11
2.8 Erodibilitas Tanah.....	12
2.9 Kemiringan Lereng.....	13
2.10 Penggunaan Lahan.....	13
2.11 Metode Poligon Thiessen	14
2.12 Metode <i>Interactive Supervised Classification</i>	15
2.13 Metode <i>Universal Soil Loss Equation (USLE)</i>	16
2.14 <i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	17
2.15 Algoritma TSS	18
2.16 NDWI (<i>Normalized Difference Water Index</i>)	18
2.17 <i>Normalized Mean Absolute Error (NMAE)</i>	19
2.18 Koefisien Determinasi (R^2)	19
2.19 Uji Korelasi dan Uji Regresi	20
III. METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Lokasi Penelitian	22
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	22
3.3 Alat Yang Digunakan	23
3.3.1 Perangkat Keras	24
3.3.2 Perangkat Lunak.....	24
3.4 Bahan Yang Digunakan.....	24
3.5 Tahapan Persiapan Penelitian	25

3.6	Tahapan Pengumpulan Data Penelitian	26
3.7	Tahapan Pengolahan Data Penelitian	27
3.7.1	Tahapan Pengolahan Laju Erosi.....	27
3.7.2	Tahapan Pengolahan <i>Total Suspended Solids</i> (TSS)	36
3.8	Analisis Data.....	42
3.9	Tahapan Akhir Penelitian	42
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	44
4.1	Erosivitas Curah Hujan.....	44
4.2	Erodibilitas Tanah.....	47
4.3	Kemiringan Lereng.....	50
4.4	Penggunaan Lahan.....	52
4.5	Uji Akurasi Penggunaan Lahan	55
4.6	Laju Erosi DAS Ciliwung Tahun 2018, 2021 dan 2024.....	57
4.7	Total Laju Erosi DAS Ciliwung Tahun 2018, 2021 dan 2024	61
4.8	Nilai konsentrasi TSS Pada Citra Sentinel-2A	63
4.9	Uji Akurasi Data Citra dan Data Lapangan.....	67
4.10	Hubungan Laju Erosi Terhadap Nilai Konsentrasi TSS.....	69
V.	PENUTUP	71
5.1	Kesimpulan.....	71
5.2	Saran	72
	DAFTAR PUSTAKA	73
	LAMPIRAN A.....	76
	LAMPIRAN B	90
	LAMPIRAN C.....	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Peta Lokasi Penelitian.	22
2. Diagram Alir Penelitian.	23
3. Hasil Koreksi Citra Tahun 2018 (a) Hasil Koreksi Citra Tahun 2021 (b) Hasil Koreksi Citra Tahun 2024 (c).	28
4. Hasil Pengolahan Penggunaan Lahan.	29
5. Atribut Tabel Peta Penggunaan Lahan.	29
6. Hasil Pengolahan Curah Hujan.	31
7. Hasil Pengolahan Jenis Tanah.	32
8. Atribut Tabel Peta Erodibilitas Tanah.	33
9. Hasil Pengolahan Kemiringan Lereng.	33
10. Atribut Tabel Peta Kemiringan Lereng.	34
11. Proses Perhitungan Laju Erosi.	35
12. Hasil Pengolahan Laju Erosi.	35
13. Proses Pemotongan Citra Sentinel 2A.	36
14. Sebelum dan sesudah proses resampling.	37
15. Proses Perhitungan NDWI.	38
16. Hasil Pengolahan NDWI.	38
17. Proses Perhitungan Algoritma TSS.	39
18. Hasil Pengolahan TSS.	39
19. Nilai TSS Pada Pixel Info.	40
20. Perhitungan Luas Nilai Konsentrasi TSS.	40
21. Titik Sampel Lapangan.	41
22. Peta Erosivitas Hujan Tahun 2018.	45
23. Peta Erosivitas Hujan Tahun 2021.	45
24. Peta Erosivitas Hujan Tahun 2024.	46
25. Grafik Curah Hujan DAS Ciliwung.	47
26. Peta Erodibilitas Tanah.	48

27. Persentase Jenis Tanah Provinsi Jakarta.	49
28. Peta Kemiringan Lereng.	50
29. Persentase Kelas Kemiringan Lereng.	51
30. Peta Penggunaan Lahan Tahun 2018.	52
31. Peta Penggunaan Lahan Tahun 2021.	53
32. Peta Penggunaan Lahan Tahun 2024.	53
33. Peta Laju Erosi Tahun 2018.	58
34. Peta Laju Erosi Tahun 2021.	58
35. Peta Laju Erosi Tahun 2024.	59
36. Perbandingan Luas Laju Erosi.	60
37. Grafik Perbandingan Total Laju Erosi.	62
38. Peta Nilai konsentrasi TSS Tahun 2018.	63
39. Peta Konsentrasi TSS Tahun 2021.	64
40. Peta Konsentrasi TSS Tahun 2024.	64
41. Grafik Perbandingan Luas Konsentrasi TSS.	66
42. Grafik Hubungan Laju Erosi Dengan Konsentrasi TSS.	70
43. Hasil Perhitungan Regresi.	86
44. Hasil Uji Laboratorium Titik 1.	87
45. Hasil Uji Laboratorium Titik 2.	88
46. Hasil Uji Laboratorium Titik 3.	89
47. Dokumentasi Lapangan.	91

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian Terdahulu	6
2. Jenis Tanah dan Nilai K	12
3. Kemiringan Lereng dan Nilai Faktor LS	13
4. Penggunaan Lahan dan Nilai CP.....	14
5. Klasifikasi Tingkat Laju Erosi	17
6. Kelas Koefisien Determinasi	19
7. Hubungan Korelasi.....	20
8. Data Penelitian	25
9. Curah Hujan DAS Ciliwung	46
10. Luas perkelas jenis tanah	48
11. Luasan perkelas kemiringan lereng.....	51
12. Luasan kelas penggunaan lahan	54
13. Matriks konfusi matriks penggunaan lahan tahun 2018	55
14. Matriks konfusi matriks penggunaan lahan tahun 2021	56
15. Matriks konfusi matriks penggunaan lahan tahun 2024	56
16. Luas Tingkat Laju Erosi Tahun 2018, 2021 dan 2024.....	59
17. Total Laju Erosi Tahun 2018, 2021 dan 2024.....	62
18. Perbandingan Luas Konsentrasi TSS	65
19. Nilai TSS pertahun.....	67
20. Nilai Konsentrasi TSS Data Citra dan Data Lapangan	68
21. Hasil Uji Akurasi Data Citra dan Data Lapangan	69
22. Hasil Perhitungan Laju Erosi Tahun 2018	77
23. Hasil Perhitungan Laju Erosi Tahun 2021	80
24. Hasil Perhitungan Laju Erosi Tahun 2024	83
25. Hasil Pengambilan Data Lapangan	86
26. Hasil Perhitungan NMAE	86

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penurunan kualitas lahan dan hutan di berbagai Daerah Aliran Sungai (DAS) di Indonesia merupakan suatu permasalahan yang kompleks dan berdampak besar terhadap lingkungan sekitar. Penyebab utamanya adalah deforestasi akibat alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian, perkebunan, pemukiman, serta kegiatan tambang. DAS Ciliwung merupakan salah satu daerah yang memiliki permasalahan lingkungan akibat dari tekanan aktivitas manusia dan perubahan tata guna lahan.

DAS Ciliwung merupakan DAS besar yang melalui beberapa wilayah yaitu Kota Bogor, Kabupaten Bogor, Kota Depok, Kota Jakarta Selatan, Kota Jakarta Pusat dan Kota Jakarta Utara dan mengalir menuju perairan Muara Angke. Permasalahan utama terjadi pada wilayah hulu DAS Ciliwung, dimana terjadinya degradasi lahan dengan mengalihfungsikan hutan menjadi lahan pertanian, pemukiman, dan kawasan wisata. Selain itu juga, pada wilayah hulu yang memiliki kemiringan lereng curam, sehingga sangat berpengaruh terhadap besarnya erosi karena air mengalir lebih cepat pada lereng curam energi kinetik air menjadi lebih tinggi, sehingga mampu mengangkut partikel tanah dengan volume yang lebih besar. Hal ini menyebabkan kemampuan hutan untuk menahan air hujan mengalami penurunan, yang akan berdampak pada peningkatan erosi tanah, sedimentasi, dan aliran permukaan. Selain itu juga, pada bagian tengah dan hilir DAS, urbanisasi yang meningkat tiap tahunnya dapat memperparah penurunan kualitas lahan. Perubahan lahan alami dengan permukaan kedap air, seperti jalan raya, pembangunan industri dan pemukiman yang semakin meluas dapat mengurangi infiltrasi air ke dalam tanah, sehingga meningkatkan risiko banjir dan menurunkan cadangan air tanah.

Permasalahan-permasalahan yang terjadi pada DAS Ciliwung ini tentunya mengakibatkan peningkatan laju erosi pada DAS tersebut. Menurut Yudhistira (2011), erosi merupakan salah satu pertanda bahwa suatu lahan tersebut mengalami kerusakan. Erosi yang terjadi ini berdampak pada kehilangannya lapisan tanah, sehingga mengurangi kesuburan tanah dan berkurangnya lahan produktivitas untuk pertanian. Hal ini menjadi penyebab utama terjadinya banjir yang sering terjadi di Jakarta. Selain itu, tanah yang tererosi akan terbawa ke badan air, menyebabkan sedimentasi yang berpotensi terhadap penurunan kualitas air sehingga air menjadi tercemar dan tidak teruji kebersihannya, persoalan ini menjadi penyebab utama berkurangnya ketersediaan air bersih pada daerah Jakarta.

Proses erosi tanah ini menghasilkan suatu zat padat terlarut total atau *Total Suspended Solids* (TSS) yang merupakan komponen utama yang terbentuk dari proses erosi tanah, dimana material permukaan tanah terangkat dan terbawa oleh air hujan atau aliran permukaan melalui sungai-sungai. Muara sebagai penghubung antara sungai dan laut, tidak luput dari terjadinya sedimentasi, karena sedimen dari hilir dengan sedimen dari laut akan bertemu di daerah tersebut (Setiawan et al., 2012). Bermuaranya sungai dari DAS Ciliwung menuju ke perairan Muara Angke Jakarta telah membawa berbagai partikel bahan pencemar, salah satunya yaitu TSS. Konsentrasi TSS ini mengandung bahan organik dan anorganik berbahaya, yang dapat mencemari habitat biota air. Hal tersebut mengakibatkan pencemaran lingkungan pada perairan sekitar Muara Angke yang dapat mempengaruhi populasi ikan dan organisme air lainnya, sehingga berdampak negatif pada sektor perikanan dan ekonomi masyarakat sekitar. Oleh karena itu, untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan sebuah hubungan antara TSS dan erosi agar dapat dipahami dalam upaya pengelolaan sumber daya alam dan perlindungan kualitas lingkungan.

Prediksi erosi dapat dilakukan melalui model prediksi erosi, salah satunya yaitu persamaan USLE (*Universal Soil Loss Equation*). Metode USLE ini

dinilai cukup efektif dalam proses pengolahan datanya, sehingga mudah dihitung dengan analisis spasial (Indrawati, 2000). Nilai erosi yang diperoleh dari perhitungan USLE selanjutnya dapat digunakan untuk mengetahui total laju erosi yang terjadi pada suatu wilayah dan menentukan klasifikasi tingkat bahaya erosi di wilayah tersebut. Jika besarnya erosi sudah diketahui, maka dapat diketahui pula keterkaitannya dengan nilai konsentrasi TSS. Besarnya nilai TSS dapat ditentukan dengan menggunakan metode penginderaan jauh, yakni dengan menganalisis hasil perekaman karakteristik spektral air dengan parameter kualitas air. Pada penelitian ini menggunakan citra Sentinel-2A untuk pengamatan TSS, karena dinilai memiliki resolusi spasial yang cukup baik untuk wilayah yang luas. Adapun untuk mengetahui nilai konsentrasi TSS di perairan Muara Angke Jakarta dapat menggunakan kombinasi metode yaitu, observasi lapangan dan perhitungan algoritma pada citra Sentinel-2A.

1.2 Rumusan Masalah

DAS Ciliwung yang mencakup wilayah hulu di Kabupaten dan Kota Bogor hingga hilir di daerah Jakarta, menghadapi tekanan besar akibat adanya alih fungsi lahan, dan urbanisasi yang pesat. Di bagian hulu DAS, tutupan vegetasi terus mengalami penurunan sehingga tanah menjadi rentan terhadap erosi, yang menghasilkan sedimentasi tinggi di aliran sungai. Pendangkalan akibat sedimentasi ini mengurangi kapasitas sungai untuk menampung air, sehingga memperbesar risiko banjir di bagian tengah dan hilir, terutama di wilayah Jakarta. Sementara itu, proses erosi tanah ini menghasilkan suatu zat padat terlarut total atau TSS. Tingginya kadar TSS dalam air dapat mencemari sungai-sungai di DAS Ciliwung yang mengalir dan bermuara pada Muara Angke. Pencemaran ini berdampak pada perkembangan organisme biota air di perairan Muara Angke. Berdasarkan permasalahan tersebut, terdapat beberapa pertanyaan yang diajukan, sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat laju erosi di DAS Ciliwung pada tahun 2018, 2021 dan 2024?
2. Bagaimana nilai konsentrasi TSS di perairan Muara Angke pada tahun

2018, 2021 dan 2024?

3. Bagaimana hubungan tingkat laju erosi terhadap nilai konsentrasi TSS pada tahun 2018, 2021 dan 2024?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pelaksanaan penelitian ini antara lain:

1. Menganalisis tingkat laju erosi di DAS Ciliwung pada tahun 2018, 2021 dan 2024.
2. Menganalisis nilai konsentrasi TSS di perairan Muara Angke pada tahun 2018, 2021 dan 2024.
3. Mengkaji hubungan tingkat laju erosi terhadap nilai konsentrasi TSS pada tahun 2018, 2021 dan 2024.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian ini adalah:

1. Mengetahui tingkat laju erosi di DAS Ciliwung pada tahun 2018, 2021 dan 2024.
2. Memperoleh nilai konsentrasi TSS di perairan Muara Angke pada tahun 2018, 2021 dan 2024.
3. Mengetahui hubungan tingkat laju erosi di DAS Ciliwung terhadap konsentrasi TSS di perairan Muara Angke.
4. Dapat dijadikan salah satu referensi oleh pemerintah untuk kajian terhadap permasalahan lingkungan dan permasalahan pencemaran air di wilayah DAS Ciliwung.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan di perairan Muara Angke, Kota Jakarta Utara, Provinsi Jakarta.

2. Data primer yang digunakan yaitu data pengambilan sampel lapangan di perairan Muara Angke. Sedangkan, untuk data spasial yang digunakan yaitu data kemiringan lereng, jenis tanah, curah hujan dan penggunaan lahan.
3. Citra yang digunakan pada penelitian ini berupa citra Landsat 8 tahun 2018, 2021 dan 2024.
4. Informasi nilai konsentrasi TSS didapat dari pengolahan citra Sentinel 2A tahun 2018, 2021 dan 2024.
5. Proses pengolahan laju erosi dilakukan menggunakan metode USLE dan korelasi serta regresi.
6. Hasil analisis menghasilkan nilai laju erosi dan nilai TSS serta pengaruh tingkat laju erosi terhadap nilai TSS pada tahun 2018, 2021 dan 2024.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada proses penelitian ini, penulis dapat menjadikan penelitian terdahulu sebagai referensi dalam segi tulisan, ide, dan hal teknis lainnya. Penelitian terdahulu juga digunakan untuk mencari perbandingan dari penelitian yang akan dilakukan. Selain itu, penelitian terdahulu juga berfungsi sebagai referensi untuk mendukung kajian dalam penelitian ini. Berikut merupakan table penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No	Penulis (Tahun)	Judul	Metode	Hasil Penelitian
1.	I Gede Tunas Tahun (2008)	Pengaruh Prosedur Perkiraan Laju Erosi Terhadap Konsistensi Nisbah Pengangkutan Sedimen	Metode USLE dengan menganalisis laju erosi rata-rata bulanan untuk seluruh tahun data sekaligus dan dengan melakukan perhitungan laju erosi rata-rata bulanan untuk setiap tahun data.	Hasil penelitian yang diterapkan pada sub-DAS Miu dan Wuno di Palu-Sulawesi Tengah menunjukkan bahwa angka nisbah pengangkutan sedimen (SDR) kedua prosedur tidak menunjukkan perbedaan yang cukup besar, masing-masing sebesar 1.13 % dan 2.55 %.
2.	Rd. Indah Nirtha Tahun (2014)	Studi Tingkat Bahaya Erosi Dan Pengaruhnya Terhadap Kualitas Air (TSS Dan TDS) DAS Sejorong, Kecamatan Sekongkang Kabupaten Sumbawa Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat	Penelitian ini menggunakan metode USLE untuk tingkat bahaya erosi dan dilakukan pengukuran parameter kualitas air berhubungan dengan erosi, yaitu kandungan TSS, TDS, suhu, EC (DHL), DO dan Ph.	Hasil penelitian yaitu semakin beratnya tingkat bahaya erosi yang terjadi di lokasi Jalit I dan Jalit II, maka kualitas air yang ada dibawahnya, yaitu Jalit WI menjadi menurun. Hal ini terlihat dengan besarnya kandungan TDS di lokasi tersebut, yaitu 2.500

No	Penulis (Tahun)	Judul	Metode	Hasil Penelitian
				mg/l dan kandungan TSS sebesar 10,6 mg/l.
3.	Abdi Sukmono , Trevy Austin Rajagukguk Tahun (2019)	Pengaruh Tingkat Bahaya Erosi Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Serang Terhadap Dinamika <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) Di Waduk Kedung Ombo	Penelitian ini menggunakan citra Landsat 8 untuk pengamatan dinamika TSS dengan perhitungan algoritma dan untuk pengaruh tingkat bahaya erosi menggunakan metode USLE.	Hasil penelitian ini menunjukkan kelas tingkat bahaya erosi di DAS Kali Serang pada Waduk Kedung Ombo. Penurunan terhadap sebaran TSS pada konsentrasi 100 mg/l dan kenaikan terhadap konsentrasi 0-20 mg/l sebanding dengan perubahan luasan tingkat bahaya erosi pada DAS Kali Serang.
4.	Aziz Anjar Santoso, Bambang Sudarsono, Abdi Sukmono Tahun(2020)	Analisis Pengaruh Tingkat Bahaya Erosi Daerah Aliran Sungai (DAS) Bengawan Solo Terhadap <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) Di Perairan Waduk Gajah Mungkur	Pengamatan nilai konsentrasi TSS dengan menggunakan perhitungan algoritma TSS pada citra Satelit Landsat 8 dan untuk analisis tingkat bahaya erosi menggunakan metode USLE.	Hasil penelitian ini yaitu kajian kelas tingkat bahaya erosi pada DAS Bengawan Solo mempengaruhi pola persebaran dan perubahan nilai TSS.
5.	Fitri Permata Aisyah (2025)	Analisis Pengaruh Laju Erosi Di DAS Ciliwung Terhadap Konsentrasi TSS Di Perairan Muara Angke	Analisis tingkat laju erosi dengan menggunakan metode USLE dan pengamatan nilai konsentrasi TSS dengan menggunakan perhitungan algoritma Liu pada citra Sentinel-2A serta data lapangan.	Berdasarkan hasil penelitian diketahui total laju erosi DAS Ciliwung terbesar pada tahun 2021 sebesar 103.252,50 ton/ha/tahun. Adapun untuk konsentrasi TSS juga mengalami peningkatan pada tahun 2021 dibanding dengan Tahun lainnya. Dengan hal ini, diperoleh hasil kajian mengenai hubungan laju erosi dengan konsentrasi TSS yaitu memiliki tingkat hubungan yang kuat.

Penelitian ini akan mengisi celah yang belum diteliti dalam studi-studi sebelumnya dengan fokus pada penggunaan data parameter laju erosi yaitu curah hujan, jenis tanah, kemiringan lereng dan penggunaan lahan dan metode yang akan digunakan yaitu metode USLE. Selain itu juga mengkaji nilai konsentrasi TSS dengan menggunakan perhitungan algoritma Liu. Berikut merupakan ringkasan penelitian sebelumnya:

1. Tunas (2008) menggunakan metode perhitungan analisa laju erosi rata-rata bulanan untuk seluruh tahun data sekaligus dan dengan melakukan perhitungan laju erosi rata-rata bulanan untuk setiap tahun. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perkiraan laju erosi terhadap angka nisbah pengangkutan sedimen (SDR).
2. Nirtha (2014) menggunakan variabel erosivitas, erodibilitas, kemiringan lereng serta konservasi dan tanaman untuk mengetahui tingkat bahaya erosi. Selanjutnya yaitu dilakukan pengamatan kualitas air DAS Sejoron yang berupa kandungan TSS, TDS suhu, EC (DHL), DO dan pH. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar hubungan tingkat bahaya erosi dengan kualitas air pada DAS Sejoron.
3. Sukmono dkk., (2019) menggunakan variabel erosivitas, erodibilitas, kemiringan lereng dan penggunaan lahan untuk mengetahui potensi erosi. Sedangkan, untuk nilai TSS didapat dari hasil pengolahan menggunakan algoritma TSS pada citra Landsat 8 tahun 2014, 2016, dan 2018 yang dibandingkan dengan nilai hasil validasi sampel air yang telah di uji secara gravimetri. Penelitian ini hasilnya berupa hubungan potensi erosi pada Daerah Aliran Sungai Kali Serang di Waduk Kedung Ombo dengan nilai TSS yang diperoleh.
4. Sudarsono dkk., (2020) menggunakan metode USLE untuk perhitungan tingkat bahaya erosi dan Pengamatan nilai konsentrasi TSS dengan menggunakan perhitungan algoritma TSS pada citra Satelit Landsat 8. Hasil penelitian ini yaitu kajian kelas tingkat bahaya erosi yang terjadi pada DAS Bengawan Solo mempengaruhi pola persebaran dan perubahan nilai TSS.

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu, terdapat beberapa faktor yang berpengaruh terhadap laju erosi, seperti curah hujan, jenis tanah, kemiringan lereng dan penggunaan lahan. Pada penelitian ini, penulis melakukan penelitian untuk mengetahui hubungan laju erosi dengan nilai konsentrasi TSS pada tahun 2018, 2021 dan 2024 dengan menggunakan metode USLE dan perhitungan algoritma TSS dengan menggunakan algoritma Liu.

2.2 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis merupakan suatu proses kegiatan yang dilakukan untuk menyimpan informasi geografis dengan tujuan untuk mengumpulkan, mengolah, memeriksa, menganalisa serta menyajikan data dan informasi yang mempunyai hubungan dengan permukaan bumi. Data-data yang diolah dalam SIG umumnya terdiri dari data spasial dan data atribut dalam bentuk digital. Sistem ini merealisasikan data spasial dengan data non spasial, sehingga dapat melakukan pembuatan peta dan menganalisis informasinya dengan menggunakan berbagai cara. Sistem informasi geografis terdiri dari dua jenis yaitu manual (analog) dan otomatis (berbasis komputer). Sistem manual dilakukan dengan alat komputer untuk menggabungkan data seperti peta, lembar transparansi untuk tumpang susun (*overlay*), foto udara, laporan statistik dan laporan survey lapangan dianalisis, sedangkan sistem otomatis menggunakan komputer sebagai pengolahan data melalui proses digitasi (Dede, 2009).

2.3 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah teknik pengolahan yang dikembangkan untuk perolehan dan analisis informasi tentang bumi, informasi tersebut berbentuk radiasi elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan dari permukaan bumi (Lindgren, 1986). Berdasarkan penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa, penginderaan jauh merupakan suatu teknik yang digunakan untuk memperoleh data tentang permukaan bumi yang menggunakan media citra

satelit atau pesawat terbang. Jenis data penginderaan jauh yaitu berupa citra. Citra adalah gambaran rekaman suatu wilayah atau objek yang biasanya berupa gambaran objek pada foto. Interpretasi citra adalah proses pengkajian foto udara atau citra yang bertujuan untuk mengidentifikasi objek dan menilai arti pentingnya objek tersebut. Pada penginderaan jauh ini menggunakan alat yaitu berupa sensor seperti kamera, penyiam (*scanner*), dan radiometer yang masing-masing dilengkapi dengan detektor di dalamnya. Pada umumnya sensor dipasang pada wahana (*platform*) yang berupa pesawat terbang, satelit, pesawat ulang-alik.

2.4 Muara

Muara merupakan bagian hilir dari aliran sungai yang berhubungan langsung dengan laut, yang menjadi tempat berakhirnya aliran sungai di laut. Muara menjadi wilayah pertemuan antara sungai dan laut yang memiliki karakteristik seperti perubahan kadar salinitas secara bertahap dari hulu ke hilir dan sering kali menjadi habitat yang sangat produktif secara ekologis. Pada muara ini, berbagai proses kegiatan fisik, kimia, dan biologis terjadi akibat interaksi antara air sungai, air laut, dan sedimen yang terbawa. Muara memiliki peranan yang sangat penting dalam ekosistem perairan, yang menjadi tempat berkembang biak bagi berbagai jenis ikan dan organisme air lainnya.

2.5 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu daerah tertentu yang memiliki satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya yang berfungsi sebagai tempat menyimpan, menampung air yang berasal dari air hujan dan sumber air lainnya dan kemudian mengalirkannya melalui sungai utama menuju danau atau laut secara alami. Setiap DAS terbagi habis ke dalam sub DAS. Sub DAS merupakan bagian dari DAS yang menerima air hujan, sedimen serta unsur hara dan dialirkan dari anak sungai menuju sungai utama. Daerah

tangkapan air (*Catchment Area*) pada DAS ini merupakan suatu ekosistem dengan unsur utamanya berupa sumber daya alam (tanah, air dan vegetasi) dan sumber daya manusia sebagai pengguna sumber daya alam. DAS dibagi menjadi tiga yaitu daerah hulu, tengah dan hilir. Ekosistem DAS pada bagian hulu merupakan bagian yang terpenting karena mempunyai fungsi perlindungan terhadap seluruh bagian DAS (Asdak, 2010).

2.6 Erosi

Erosi merupakan suatu peristiwa berpindahnya atau terangkutnya material tanah oleh media alami yaitu air, yang kemudian diendapkan pada daerah yang lebih rendah sebagai bahan sedimen (Osok, 2018). Penyebab utama erosi ada dua yaitu erosi karena pengaruh alamiah dan erosi karena aktivitas manusia. Erosi alamiah terjadi karena proses pembentukan tanah dan proses erosi yang terjadi untuk mempertahankan keseimbangan tanah secara alami. Sedangkan, erosi karena kegiatan manusia umumnya disebabkan oleh terkikisnya lapisan tanah bagian atas akibat dari aktivitas manusia yang tidak mengindahkan kaidah-kaidah konservasi tanah atau kegiatan pembangunan yang bersifat merusak keadaan fisik tanah.

2.7 Erosivitas Curah Hujan

Erosivitas hujan adalah faktor pendorong yang menyebabkan terkikis dan terangkutnya partikel-partikel tanah dari daerah curam menuju tempat yang lebih rendah (Asdak, 1995). Erosivitas hujan ini terjadi karena pengaruh jatuhnya butiran air hujan langsung di atas tanah, selain itu juga karena aliran air di atas permukaan tanah. Faktor iklim yang paling berpengaruh dalam laju erosi adalah hujan yang dinyatakan dalam nilai indeks erosivitas hujan (Suripin, 2001). Curah hujan yang jatuh diatas tanah yang terjadi secara langsung maupun tidak langsung dapat mengikis permukaan tanah secara perlahan dengan penambahan waktu dan akumulasi intensitas hujan tersebut, yang dapat menimbulkan terjadinya erosi (Kironoto, 2000). Erosivitas curah

hujan ini dihitung dalam bentuk run-off air, dengan menggunakan rumus yang dikembangkan oleh Lenvain [DHV, 1989] yaitu:

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

Keterangan:

R = Indeks erosivitas (Kj/Ha)

CH = Curah hujan rata-rata tahunan (mm/tahun)

2.8 Erodibilitas Tanah

Faktor erodibilitas tanah merupakan kemampuan/ketahanan partikel-partikel tanah terhadap pengelupasan dan pemindahan tanah akibat dari energi kinetik hujan. Nilai erodibilitas tanah ini dipengaruhi oleh tekstur tanah, stabilitas agregat dan kapasitas infiltrasi. Suatu tanah yang memiliki erodibilitas rendah mungkin akan mengalami erosi yang berat, jika tanah tersebut terdapat pada lereng yang curam dan panjang, serta intensitas curah hujan yang tinggi. Sebaliknya, tanah yang memiliki erodibilitas tinggi, kemungkinan akan mengalami erosi ringan bila terdapat pada lereng yang landai, curah hujan dengan intensitas rendah dan memiliki penutupan vegetasi baik. Untuk beberapa jenis tanah di Indonesia yang dikeluarkan oleh Dinas RLKT, Departemen Kehutanan, nilai K untuk nilai erodibilitas tanah yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis Tanah dan Nilai K

No.	Jenis Tanah	Nilai K
1.	Aluvial	0,47
2.	Latosol	0,31
3.	Podsolik	0,16
4.	Podsolik Merah Kuning	0,32
5.	Grumusol	0,20
6.	Regosol	0,40

No.	Jenis Tanah	Nilai K
7.	Komplek mediteran dan litosol	0,46
8.	Organosol	0,15
9.	Humus	0,10

Sumber: (Dinas RLKT, Departemen Kehutanan)

2.9 Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng adalah unsur topografi yang memiliki pengaruh terhadap aliran permukaan dan proses terjadinya erosi. Unsur lain yang dinilai berpengaruh adalah konfigurasi, keseragaman dan arah lereng. Semakin miring suatu lahan dan semakin panjang lereng maka erosi pada daerah akan semakin besar. Nilai L ini sering dihitung sekaligus dengan faktor kecuraman (S) sebagai faktor kemiringan lereng (LS). Departemen Kehutanan memberikan nilai faktor kemiringan lereng, yang ditetapkan berdasarkan kelas lereng, seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Kemiringan Lereng dan Nilai Faktor LS

Kelas Lereng	Kemiringan Lereng (%)	Nilai LS
I	0 – 8	0,40
II	8 – 15	1,40
III	15 – 25	3,10
IV	25 – 40	6,80
V	> 40	9,50

Sumber: (Dinas RLKT, Departemen Kehutanan)

2.10 Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan yang tidak memiliki vegetasi yang cukup baik dapat menimbulkan potensi erosi yang besar. Faktor C ditunjukkan sebagai angka perbandingan yang berhubungan dengan tanah hilang tahunan pada areal

yang bervegetasi dengan areal yang sama. Penentuan indeks tutupan lahan ini ditentukan dari peta tutupan lahan (*landcover*) dan keterangan tutupan lahan pada peta sebagai satuan lahan. Faktor konservasi tanah (P) merupakan suatu tindakan pengawetan yang berupa usaha-usaha untuk mengurangi erosi tanah yaitu secara mekanis maupun biologis atau vegetasi. Nilai CP ditentukan berdasarkan tabel indeks konservasi tanah yang dilakukan. Penentuan faktor penggunaan lahan menggunakan nilai CP yang berpedoman pada Tabel 4.

Tabel 4. Penggunaan Lahan dan Nilai CP

No.	Penggunaan Lahan	Nilai CP
1.	Pemukiman	0,950
2.	Rawa/Belukar Rawa	0,010
3.	Semak/Belukar	0,300
4.	Pertanian Lahan Kering Campur	0,190
5.	Pertanian Lahan Kering	0,280
6.	Perkebunan	0,500
7.	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,010
8.	Hutan Mangrove Sekunder	0,010
9.	Hutan Tanaman	0,050
10.	Sawah	0,01
11.	Tambak	0,001
12.	Tanah Terbuka	0,950
13.	Badan Air	0,001

Sumber: (Dinas RLKT, Departemen Kehutanan)

2.11 Metode Poligon Thiessen

Poligon Thiessen merupakan suatu metode analisis spasial yang digunakan untuk membagi suatu area geografis menjadi beberapa bagian wilayah sesuai dengan jarak terdekat ke titik-titik tertentu. Pada metode ini setiap poligon mewakili wilayah pengaruh atau area terdekat dari sebuah titik

pusat tertentu. Metode ini sering digunakan dalam proses pengolahan peta curah hujan untuk menginterpolasi data dari beberapa stasiun pengamatan curah hujan ke dalam peta wilayah, dengan membagi area studi menjadi beberapa wilayah pengaruh dengan berdasar pada kedekatan spasial terhadap stasiun pengamatan. Setiap poligon yang diperoleh mewakili satu area dimana curah hujan dianggap sama dengan data dari stasiun pengamatan di pusat poligon tersebut. Dengan menggunakan metode ini dapat diperoleh estimasi distribusi curah hujan yang lebih akurat karena mempertimbangkan pengaruh spasial dari masing-masing stasiun curah hujan. Proses ini berupa pembuatan garis tengah tegak lurus antara stasiun-stasiun terdekat untuk membentuk batas poligon. Hasil akhirnya yaitu berupa peta yang menunjukkan wilayah dengan estimasi curah hujan yang spesifik, membantu dalam menganalisis hidrologi, pengelolaan sumber daya air, dan perencanaan mitigasi bencana banjir. Adapun perhitungan rata-rata curah hujan dengan menggunakan metode Thiessen adalah sebagai berikut :

$$P_{avg} = \frac{\sum(P_i A_i)}{\sum A_i} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

P_{avg} = Curah hujan rata-rata wilayah

P_i = Curah hujan di stasiun ke- i

A_i = Luas poligon Thiessen yang terkait dengan stasiun ke- i

2.12 Metode *Interactive Supervised Classification*

Interactive Supervised Classification adalah metode klasifikasi citra dengan pemrosesan citra yang digunakan untuk mengklasifikasikan data spasial berdasarkan kategori tertentu. Proses ini dimulai dengan memberikan data pelatihan berupa sampel piksel atau area yang menampilkan masing-masing kelasnya, seperti penggunaan lahan atau tipe vegetasi. Sampel ini menjadi dasar bagi algoritma untuk membangun model klasifikasi. Metode ini dinilai

mampu menghasilkan klasifikasi yang lebih akurat, karena memungkinkan pengguna untuk secara aktif mengontrol proses klasifikasi sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik data yang ada.

2.13 Metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE)

Model pendugaan potensi erosi dapat dilihat dari besaran erosi yang dinyatakan dalam jumlah tanah yang hilang dalam ton per hektar per tahun (ton/ha/tahun) yang dapat dihitung dengan metode USLE. Pendugaan erosi adalah suatu prediksi besarnya erosi yang dipengaruhi oleh faktor iklim, tanah, topografi dan penggunaan lahan. Metode USLE dirancang untuk dapat memprediksi erosi dalam jangka panjang. Penghitungan bahaya erosi ini, sangat dipengaruhi oleh faktor curah hujan, kemiringan lereng, faktor tanah, serta penutupan lahan. Dengan faktor-faktor tersebut, maka besar erosi dapat ditentukan dengan rumus perhitungan *Universal Soil Loss Equation* (USLE) yang dikembangkan Wischmeier dan Smith (1978).

$$A = R \times K \times LS \times CP \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- A = Laju erosi
- R = faktor erosivitas erosi
- K = faktor erodibilitas erosi
- LS = faktor panjang kemiringan lereng
- C = faktor tanaman penutup lahan
- P = faktor tindakan-tindakan khusus konservasi tanah

Untuk memberikan gambaran mengenai potensi erosi yang dihasilkan di suatu daerah, *United States Department of Agriculture* (USDA) telah menetapkan klasifikasi bahaya erosi berdasarkan tingkatan laju erosi yang dihasilkan dalam ton/ha/tahun seperti dapat dilihat pada Tabel 5. Klasifikasi bahaya erosi ini dapat memberikan gambaran mengenai tingkat erosi yang terjadi

pada suatu lahan sehingga dapat diketahui daerah tersebut sudah termasuk dalam tingkatan yang membahayakan atau tidak.

Tabel 5. Klasifikasi Tingkat Laju Erosi

Tingkat Bahaya Erosi	Kelas Bahaya Erosi	Laju Erosi (ton/ha/tahun)
I	Sangat Ringan	<15
II	Ringan	15-60
III	Sedang	60-180
IV	Berat	180-480
V	Sangat Berat	>480

Sumber: *United States Department of Agriculture (USDA)*

2.14 *Total Suspended Solid (TSS)*

Total Suspended Solid (TSS) merupakan tipe senyawa yang melayang-layang di dalam air. Padatan tersuspensi merupakan kandungan sedimen seperti pasir, lumpur tanah maupun logam berat, sel-sel mikroorganisme dan bahan organik tertentu, yang tersuspensi di daerah perairan. yang terbawa oleh aliran air, sungai, atau danau menuju ke bagian hilir sungai seperti muara atau laut. Penyebab utamanya berasal dari proses erosi lahan atas, hasil erosi dasar sungai, hasil degradasi makhluk hidup, serta juga berasal dari buangan aktivitas manusia. Padatan tersuspensi ini terdiri dari partikel-partikel halus atau lebih besar dari ukuran partikel koloid (Waters, 2008). Setiap sungai memiliki kondisi alami yang mengalirkan padatan tersuspensi (Ryan, 2008). Nilai TSS yang tinggi dapat menyebabkan air menjadi keruh, sehingga memengaruhi penetrasi cahaya ke dalam kolom air. Hal ini dapat berdampak pada terbatasnya penetrasi cahaya matahari ke badan air, sehingga dapat mengurangi kemampuan penglihatan organisme, menurunkan asupan suplai makanan dan jumlah tumbuhan air tingkat rendah, serta mengganggu proses penyerapan dan penguraian material organik dan anorganik (Dahuri, 2008).

2.15 Algoritma TSS

Algoritma digunakan untuk mengetahui perolehan nilai TSS berdasarkan nilai spektral yang terekam oleh citra melalui proses perhitungan algoritma, dengan menggunakan perhitungan algoritma Liu. Algoritma TSS Liu adalah salah satu algoritma untuk memperkirakan konsentrasi TSS dalam perairan dengan menggunakan data reflektansi spektral dari citra satelit. Algoritma ini didasarkan pada hubungan matematis antara nilai reflektansi dari band tertentu pada citra satelit, seperti Band 7 dari Sentinel-2, yang mencakup wilayah spektral *near-infrared* dengan konsentrasi TSS di badan air. Kelebihan algoritma Liu terletak pada kemampuannya dalam mengestimasi TSS di wilayah yang luas secara efisien menggunakan citra satelit. Berikut perhitungan algoritma Liu.

$$TSS = 2950 (\text{band } 7^{(1,357)}) \dots\dots\dots (4)$$

2.16 NDWI (*Normalized Difference Water Index*)

NDWI merupakan indeks yang digunakan dalam proses penginderaan jauh yang digunakan untuk mendeteksi badan air permukaan dan memantau kelembaban vegetasi. Indeks ini dihitung menggunakan rasio antara nilai reflektansi pita hijau (*green*) dan pita dekat-inframerah (NIR) dari citra satelit. Reflektansi pada pita hijau memiliki sensitivitas tinggi terhadap air, sementara reflektansi pita NIR mempunyai sensitivitas yang rendah untuk air tetapi tinggi untuk tanah kering dan vegetasi. Rumus perhitungan NDWI yaitu sebagai berikut:

$$NDWI = \frac{Green - NIR}{Green + NIR} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

Green = Nilai reflektan pada Band 3

NIR = Nilai reflektan pada Band 8

2.17 Normalized Mean Absolute Error (NMAE)

Untuk menguji akurasi antara data lapangan dan data konsentrasi TSS pada citra, dilakukan dengan menggunakan metode perhitungan NMAE dengan syarat minimum <30% (Jaelani dkk., 2015). NMAE adalah metode evaluasi akurasi model prediksi dengan proses perbandingan hasil estimasi model terhadap nilai aktual. NMAE umumnya digunakan untuk mengukur rata-rata kesalahan absolut yang dinormalisasi terhadap rata-rata nilai aktual. Dibawah ini merupakan persamaan untuk melakukan perhitungan NMAE:

$$\text{NMAE (\%)} : \frac{1}{N} \sum_i^N = 1 \left| \frac{\text{nilai est}-\text{nilai pengukuran1}}{\text{nilai pengukuran}} \right| \times 100 \dots\dots\dots (6)$$

Dimana:

N = Banyaknya data yang digunakan

2.18 Koefisien Determinasi (R^2)

Uji koefisien determinasi digunakan untuk mengukur seberapa jauh kemampuan model dalam menerangkan variasi-variabel dependen. Nilai koefisien determinasi adalah diantara nol sampai satu (0-1). Nilai R^2 yang kecil berarti kemampuan variabel-variabel independen dalam menjelaskan variasi variabel dependen amat terbatas. Nilai yang mendekati satu berarti variabel- variabel independen memberikan hampir semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variabel dependen. Berikut merupakan kelas koefisien determinasi dapat dilihat pada Table 6.

Table 6. Kelas Koefisien Determinasi

R^2	Kelas
0	Tidak ada hubungan
(0 - 0,24)	Sangat lemah
(0,25 – 0,49)	Lemah
(0,50 - 0,74)	Cukup kuat
(0,75 – 0,99)	Sangat kuat
100	Sempurna

Sumber: (Ghozali, 2016)

2.19 Uji Korelasi dan Uji Regresi

Uji korelasi adalah metode statistik untuk mengukur tingkatan hubungan dari dua variabel. Kuat tidaknya hubungan antara X dan Y, apabila hubungan X dan Y dapat dinyatakan dengan fungsi linier (paling tidak mendekati) diukur dengan suatu nilai yang disebut koefisien korelasi. 1 adalah nilai koefisien korelasi paling sedikit -1 dan paling besar 1 . Jadi $r =$ koefisien korelasi, nilai r dapat dinyatakan sebagai berikut : $-1 \leq r \leq 1$. Artinya jika : $r = 1$, hubungan X dan Y sempurna dan positif (mendekati 1, hubungan sangat kuat dan positif). $r = -1$, hubungan X dan Y sempurna dan negatif (mendekati 1, hubungan sangat kuat dan negatif). $r = 0$, hubungan X dan Y lemah sekali atau tidak ada hubungan (Chandra dkk., 2022).

Persamaan korelasi dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n - \sum X^2 - (\sum X)^2)(n - \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

X = Variabel independen

Y = Variabel dependen

n = Banyaknya sampel

r = Koefisien korelasi

Tabel 7. Hubungan Korelasi

Interval Kelas	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Cukup Kuat
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

Sumber: (Miftahuddin dkk., 2021)

Pada Tabel 7 dijelaskan bahwa tingkatan hubungan korelasi yang dimulai dari sangat rendah hingga sangat kuat. Pada interval (0,00-0,199) menunjukkan tingkat hubungan sangat rendah, (0,20-0,399) menunjukkan rendah, (0,40-0,599) menunjukkan cukup kuat, (0,60-0,799) menunjukkan kuat dan (0,80-1,00) menunjukkan sangat kuat. Analisis regresi linear sederhana merupakan hubungan secara linear atau garis lurus yang memiliki satu polinomial pada model tersebut. Regresi linear sederhana digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel X dan variabel Y apakah positif atau negatif serta mengetahui seberapa besarnya pengaruh dari variabel independen X dan variabel dependen Y. Model yang dihasilkan digunakan dalam memprediksi nilai dari variabel dependen Y lainnya jika variabel independen X diubah. Adapun persamaan regresi linear sederhana dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}} \dots\dots\dots (8)$$

$$a = \frac{\sum Y - b(\sum X)}{n} \dots\dots\dots (9)$$

$$c = a + bX + \varepsilon \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan:

X = Variabel bebas

Y = Nilai yang diramalkan

a = Konstanta

b = Koefisien regresi

ε = Nilai residu

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

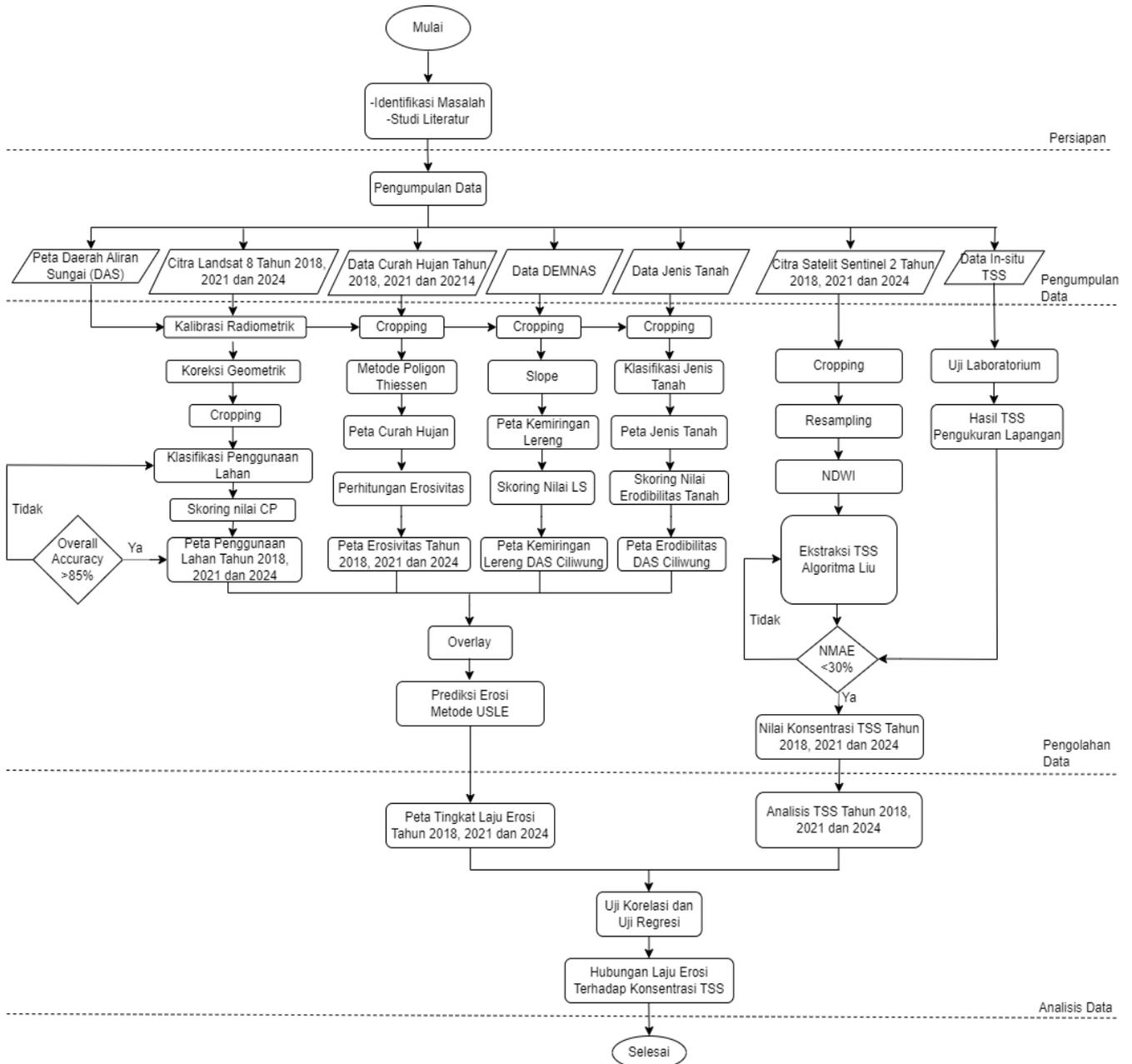
Lokasi pada penelitian ini berada di perairan Muara Angke, Kota Jakarta Utara, Provinsi Jakarta.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.

3.2 Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini terdapat serangkaian tahapan kegiatan penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian.

3.3 Alat Yang Digunakan

Alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak dengan rincian sebagai berikut:

3.3.1 Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan berupa Laptop HP dan sebuah handphone.

Sebuah laptop dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Tipe : HP 245 14 G9
2. Sistem Operasi : Windows 10 64-bit *Operating System*
3. Memori sistem : 8 GB
4. *Processor* : AMD® Ryzen™ 5 4500U

Sebuah handphone dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Tipe smartphone : Xiaomi Redmi A3
2. Sistem Operasi : Android 14 Go Edition
3. GPU : PowerVR GE8320

3.3.2 Perangkat Lunak

Perangkat Lunak yang digunakan dalam pengolahan data penelitian ini terdiri dari beberapa *software* yang mempunyai kegunaannya masing-masing, diantaranya sebagai berikut:

1. *GPS Coordinates* : Pengambilan koordinat sampel
2. ArcGIS : Pengolahan Citra Landsat 8 dan *layout*
3. QGIS : Kalibrasi radiometrik dan koreksi geometrik
4. SNAP : Pengolahan Citra Sentinel-2A
5. Microsoft Excel : Analisis data atribut dan regresi
6. Microsoft Word : Penyusunan laporan hasil penelitian

3.4 Bahan Yang Digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Botol air ukuran 600 mL
2. Alat Tulis

3.5 Tahapan Persiapan Penelitian

Tahapan persiapan pada penelitian ini diawali dengan mengidentifikasi masalah yang akan dibahas dalam penelitian. Permasalahan dalam penelitian ini berupa bagaimana tingkat laju erosi di DAS Ciliwung pada tahun 2018, 2021 dan 2024 dan nilai konsentrasi TSS pada tahun 2018, 2021 dan 2024, apakah terjadi penurunan nilai konsentrasi TSS dan tingkat laju erosi, atau sebaliknya serta bagaimana hubungan antara keduanya. Setelah dilakukan identifikasi masalah, selanjutnya dilakukan tahapan untuk mencari studi literatur dari berbagai sumber seperti jurnal, buku, dan report resmi instansi atau organisasi. Berdasarkan studi literatur, dapat dilakukan pencarian laman sumber data seperti BMKG, Ina-Geoportal dan laman USGS serta Copernicus. Selain pencarian laman sumber data, tahap persiapan juga meliputi penentuan *software* atau alat bantu yang digunakan untuk mengolah data penelitian. Berikut merupakan data yang akan digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 8. Data Penelitian

No.	Data	Jenis Data	Sumber Data
1.	Data In-situ TSS	Data Primer	Pengambilan Sampel Lapangan
2.	Data Citra Sentinel-2A	Data Sekunder	https://www.copernicus.eu/en .
3.	Data Citra Landsat 8	Data Sekunder	https://earthexplorer.usgs.gov .
4.	Data Curah Hujan	Data Sekunder	https://dataonline.bmkg.go.id/home
5.	Data Jenis Tanah	Data Sekunder	Ina-Geoportal
6.	Data DEMNAS	Data Sekunder	Ina-Geoportal
7.	Data Batas Administrasi DAS	Data Sekunder	Ina-Geoportal

3.6 Tahapan Pengumpulan Data Penelitian

Data yang dibutuhkan pada penelitian ini terdiri dari beberapa data diantara yaitu data batas administrasi DAS, curah hujan, jenis tanah, data kemiringan lereng, data citra Landsat 8 dan citra Sentinel-2A perekaman tahun 2018, 2021 dan 2024 serta data lapangan yang dilakukan di perairan Muara Angke. Data tersebut didapat dari berbagai sumber yang berbeda dan memiliki format yang berbeda dengan rincian sebagai berikut:

- a. Batas administrasi Daerah Aliran Sungai (DAS) didapat dari peta rupa bumi indonesia (RBI) yang berasal dari Ina-Geoportal (<https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/unduh/rbi-wilayah>) dengan format data *shapefile*.
- b. Data curah hujan didapat dari *website* BMKG (<https://dataonline.bmkg.go.id/home>) dengan format CSV.
- c. Data jenis tanah Provinsi Jakarta didapat dari Ina-Geoportal (<https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/unduh/rbi-wilayah>) dengan format data *shapefile*.
- d. Data kemiringan lereng didapatkan dari hasil pengolahan data DEM (*Digital Elevation Model*) yang diperoleh pada laman DEMNAS (<https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/unduh/demnas>) data yang diperoleh dalam format *raster*.
- e. Data citra Landsat 8 tahun 2018, 2021 dan 2024 yang diperoleh pada *website* USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) data yang diperoleh dalam format *raster*.
- f. Data citra Sentinel-2A tahun 2018, 2021 dan 2024 yang diperoleh pada *website* copernicus (<https://code.earthengine.google.com>) data yang diperoleh dalam format *raster*.
- g. Data In-situ TSS yang diperoleh dari hasil pengambilan sampel lapangan di perairan Muara Angke.

3.7 Tahapan Pengolahan Data Penelitian

Tahap pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan sesuai dengan rencana penelitian menggunakan alat dan bahan yang telah dipersiapkan untuk memperoleh hasil akhir penelitian. Adapun tahapan pengolahan dibagi menjadi dua bagian yaitu pengolahan laju erosi dan pengolahan konsentrasi TSS pada tahun 2018, 2021 dan 2024.

3.7.1 Tahapan Pengolahan Laju Erosi

Pada pengolahan laju erosi ini menggunakan data citra Landsat 8 yang diolah pada *software* ArcGIS dan QGIS, serta data sekunder lainnya yang dijadikan parameter untuk pengolahan laju erosi di DAS Ciliwung. Berikut pengolahan data untuk laju erosi dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Pemotongan Citra

Pada tahap ini dilakukan pemotongan citra Landsat 8 hasil perekaman pada tahun 2018, 2021 dan 2024 dengan batas DAS Ciliwung. Proses pemotongan citra ini dilakukan dengan tujuan untuk mempermudah dalam menganalisa citra yang telah diklasifikasi dengan menyesuaikan dengan area yang akan diteliti. *Software* yang digunakan dalam pemotongan citra Landsat 8 ini adalah *software* ArcGIS.

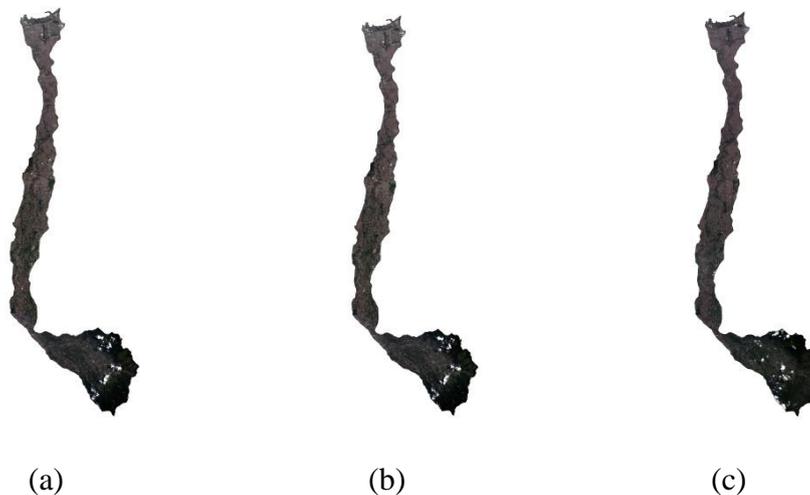
b. Kalibrasi Radiometrik

Kalibrasi radiometrik merupakan tahapan dalam mengoreksi citra Landsat 8 yang bertujuan untuk mendapatkan nilai-nilai reflektan yang didapat dari perubahan *digital number* (DN) dengan menggunakan parameter yang tersedia di meta data. Adapun *software* yang digunakan dalam kalibrasi geometrik adalah *software* QGIS.

c. Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik merupakan proses penyesuaian citra penginderaan jauh untuk menghilangkan atau memperbaiki distorsi geometrik, sehingga posisi setiap piksel pada citra sesuai dengan lokasi geografis

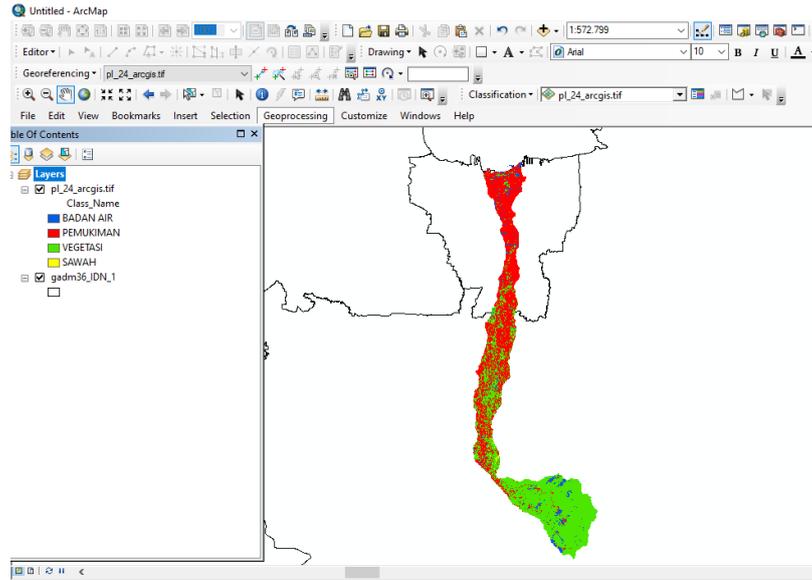
sebenarnya di permukaan bumi. Koreksi Geometrik pada citra Landsat 8 ini dilakukan pada *software* QGIS.



Gambar 3. Hasil Koreksi Citra Tahun 2018 (a) Hasil Koreksi Citra Tahun 2021 (b) Hasil Koreksi Citra Tahun 2024 (c).

d. Klasifikasi Penggunaan Lahan

Pengolahan peta penggunaan lahan ini dilakukan pada *software* ArcGIS pada citra Landsat 8. Langkah awal dilakukan *training sampel* untuk mengklasifikasi sesuai dengan karakteristik masing-masing kelas penggunaan lahannya. Selanjutnya, melakukan klasifikasi menggunakan *Interactive Supervised Classification*, pemrosesan citra ini berdasarkan *training sample* yang telah diambil. *Interactive Supervised Classification* ini umumnya digunakan untuk memetakan penggunaan lahan di wilayah yang luas dan kompleks, seperti DAS (Daerah Aliran Sungai). Setelah dilakukan pengolahan tersebut, kemudian didapat peta klasifikasi penggunaan lahan dimana setiap piksel dikategorikan ke dalam kelas yang sesuai. Hasil klasifikasi ini biasanya berupa *layer raster*, dengan setiap piksel diberi label sesuai dengan kelas penggunaan lahannya, seperti vegetasi, badan air, pemukiman dan sawah. Dibawah ini hasil pengolahan penggunaan lahan pada DAS Ciliwung, dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Pengolahan Penggunaan Lahan.

e. Skoring nilai Pengelolaan Tanaman dan Konservasi Lahan (CP)

Setelah didapat hasil peta penggunaan lahan, kemudian dilakukan skoring nilai CP pada *software* ArcGis. Diawali dengan membuat *field* nilai (CP) pada atribut table peta penggunaan dengan membuka *Attribut tabel* > *Add field* > kolom baru (nilai CP) > select nama penggunaan lahan > *Field calculator* > isi dengan indeks nilai CP pada masing-masing kelas penggunaan lahan sesuai dengan ketentuan yang terdapat pada Tabel 4. Berikut hasil atribut tabel yang didapat, dapat dilihat pada Gambar 5.

OBJECTID	Shape	Id	gridcode	Shape Length	Shape Area	Class name	Nilai CP
1	Polygon	1	4	3289386,69588	564176385,2689	Pemukiman	0,95
2	Polygon	2	3	1082420,318622	19408740,17923	Badan Air	0,001
4	Polygon	4	2	2158766,526154	30712121,39257	Sawah	0,01
16	Polygon	16	1	1169107,406079	25798032,07032	Kebun	0,5

Gambar 5. Atribut Tabel Peta Penggunaan Lahan.

f. Uji Akurasi Penggunaan Lahan

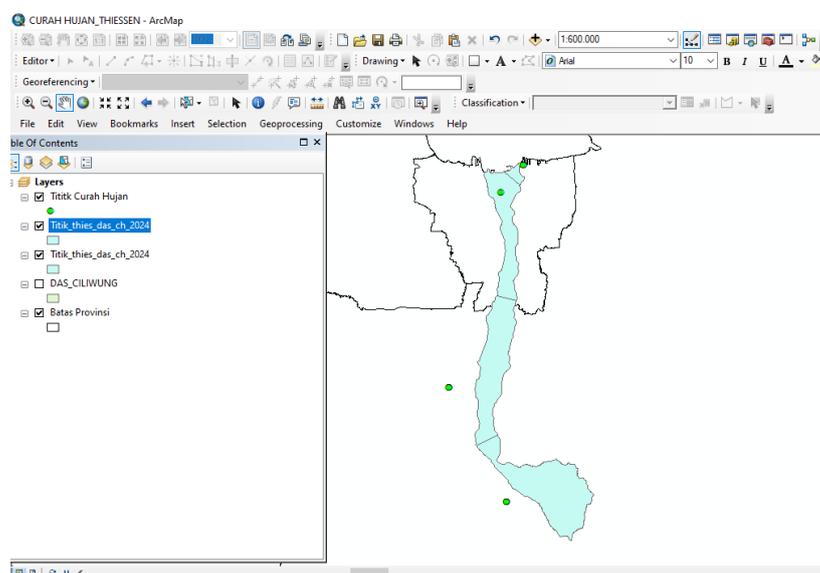
Setelah melalui proses klasifikasi citra Landsat 8 tahun 2018, 2021 dan 2024, selanjutnya adalah melakukan uji akurasi hasil klasifikasi tutupan lahan. Data yang digunakan sebagai validasi adalah citra dari Google Earth. Citra tersebut digunakan sebagai citra validasi yang kemudian dilakukan *georeferencing*. Citra tersebut diproyeksikan ke dalam koordinat UTM Zone 48S (*South*).

Langkah pertama diawali dengan menentukan titik-titik sampel di lapangan yang mewakili masing-masing kelas penggunaan lahan yang telah diklasifikasikan pada citra satelit. Sampel ini digunakan sebagai data referensi untuk membandingkan hasil klasifikasi. Penentuan sampel ini dilakukan secara otomatis oleh *plugin AcAtama* pada *software* QGIS, penentuan titik sampel ini diperhitungkan dengan standar deviasi. Pengujian sampel menggunakan 495 titik yang dilakukan pada *plugin AcAtama*. Matriks konfusi ini akan menunjukkan jumlah piksel yang diklasifikasikan benar dan salah untuk masing-masing kelas tutupan lahan. Kemudian menghitung parameter akurasi seperti *Overall Accuracy*, *Producer's Accuracy*, *User's Accuracy* dari matriks konfusi. Setelah itu, mengevaluasi hasil akurasi dengan membandingkan *Overall Accuracy* dengan syarat tutupan lahan yang valid ($\geq 85\%$).

g. Pengolahan Curah Hujan

Langkah awal untuk mengklasifikasi curah hujan yaitu dengan memperoleh data curah hujan yang berupa data titik-titik stasiun curah hujan yang mencakup koordinat (lintang dan bujur) serta nilai curah hujan pada tiap bulannya di stasiun tersebut. Data curah hujan ini disajikan dalam format CSV. Pada penelitian ini terdapat 4 stasiun pengamatan yaitu, Stasiun Meteorologi Kemayoran, Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Priuk, Stasiun Klimatologi Jawa Barat dan Stasiun Meteorologi Citeko. Langkah selanjutnya yaitu memasukkan data titik-titik stasiun dan batas DAS ciliwung ke dalam *software* ArcGis, lalu sesuaikan dengan koordinat UTM. Setelah itu, dilakukan proses

pengolahan poligon thiessen dengan cara pilih *Analysis Tools* > *Proximity* > *Create Thiessen Polygons* > kemudian masukkan titik-titik stasiun curah hujan pada *input features*. Selanjutnya yaitu memotong hasil thiessen dengan lokasi penelitian yaitu batas DAS Ciliwung. Sehingga didapat peta curah hujan dengan batasan poligon sebagai pembagian luasan terhadap masing-masing titik stasiun curah hujan. Berikut hasil pengolahan peta curah hujan pada DAS Ciliwung, dapat dilihat pada Gambar 6.



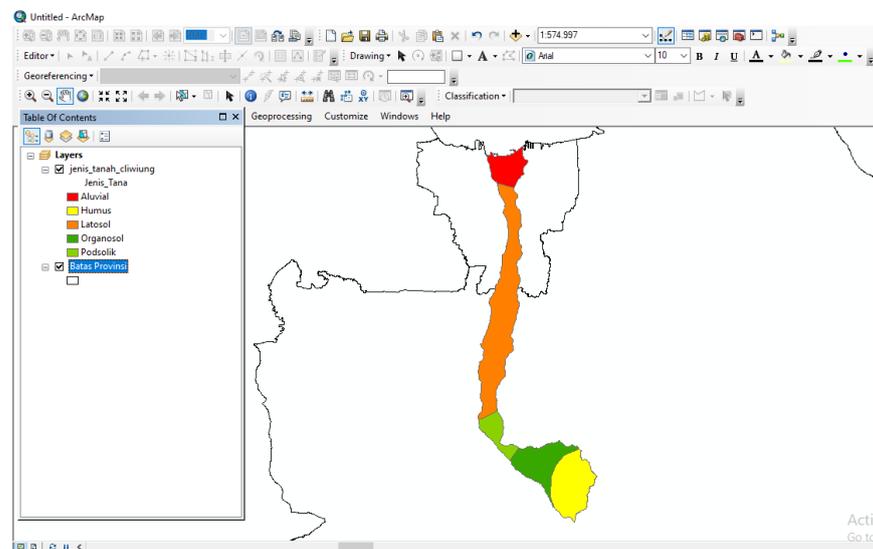
Gambar 6. Hasil Pengolahan Curah Hujan.

h. Perhitungan Erosivitas Curah Hujan

Setelah didapat hasil pengolahan peta curah hujan, kemudian dilakukan perhitungan rata-rata curah hujan tahunan menggunakan data curah hujan pada masing-masing stasiun dengan metode Thiessen sesuai dengan persamaan (2). Data rata-rata curah hujan tahunan tersebut, digunakan untuk mengetahui faktor erosivitas hujan (R) tiap tahunnya pada DAS Ciliwung. Adapun rumus perhitungan erosivitas curah hujan sesuai dengan persamaan (1). Selanjutnya, nilai R tersebut dimasukkan kedalam atribut tabel untuk dilakukan proses pengolahan peta erosivitas.

i. Klasifikasi Jenis Tanah

Pengolahan peta jenis tanah ini dilakukan pada *software* ArcGis, diawali dengan memasukkan data tersebut ke dalam ArcGis. Kemudian akan muncul peta yang menunjukkan distribusi jenis tanah di area yang relevan. Masing-masing poligon yang terdapat di peta ini mewakili jenis tanah yang berbeda, dan dapat dilihat pada atribut data untuk mengetahui lebih lanjut kategori jenis tanah yang terdapat di setiap daerah. Langkah selanjutnya yaitu melakukan pemotongan dengan batas DAS Ciliwung, sehingga didapat jenis tanah sesuai dengan daerah yang akan dilakukan pengolahan tersebut. Peta jenis tanah umumnya memiliki banyak kategori, sehingga simbolisasi yang jelas akan membantu memudahkan interpretasi peta. Untuk simbolisasi dapat dilakukan dengan membuka *Properties > Symbolology > Categories* dan memilih kolom atribut yang berisi informasi tentang jenis tanah. Hasil pengolahan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Pengolahan Jenis Tanah.

j. Skoring Nilai Erodibilitas Tanah

Setelah diperoleh hasil klasifikasi peta jenis tanah pada DAS Ciliwung, kemudian dilakukan skoring nilai erodibilitas tanah pada *software* Arcgis. Langkah awal yaitu dengan membuat *field* Indeks Erodibilitas

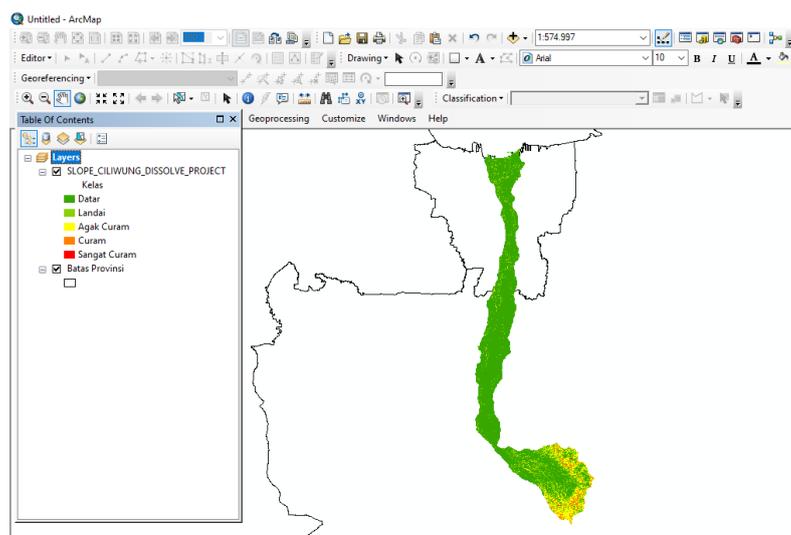
dengan membuka *Atribut tabel* > *Add field* > kolom baru (nilai K) > *select* nama tanah > *Field calculator* > isi dengan nilai erodibilitas pada tanah sesuai dengan ketentuan pada Tabel 2. Berikut hasil attribute tabel yang diperoleh.

FID	Shape *	FAOSOIL	DOMSOIL	Shape Leng	Shape Le 1	Shape Area	Jenis Tana	Nilai K
0	Polygon	Jd10-2/3a	Jd	6,626734	0,284374	0,003133	Aluvial	0,47
1	Polygon	Nd64-3a	Nd	1,853194	0,953913	0,014264	Latosol	0,31
2	Polygon	Ao83-2/3c	Ao	8,185846	0,261643	0,002289	Podsolik	0,16
3	Polygon	To24-2c	To	1,613382	0,405929	0,005122	Organosol	0,15
4	Polygon	Th17-2c	Th	0,52287	0,350074	0,006748	Humus	0,1

Gambar 8. Atribut Tabel Peta Erodibilitas Tanah.

k. Klasifikasi Kemiringan Lereng

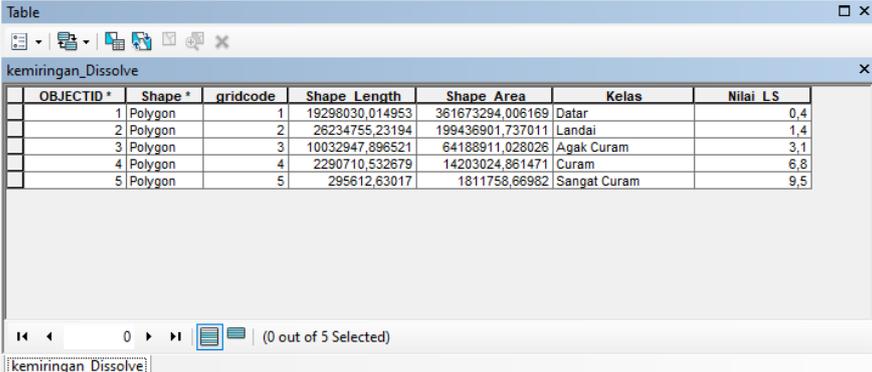
Proses pengolahan ini dimulai dengan memasukkan data DEM kedalam *software* ArcGis, yang menunjukkan elevasi permukaan tanah dalam format grid. Kemudian melakukan pemotongan DEM dengan batas DAS Ciliwung, sehingga sesuai dengan daerah yang akan diteliti. Selanjutnya sesuaikan sistem proyeksi koordinat geografis berdasarkan lokasi penelitian tersebut. Langkah selanjutnya, membuat *slope* dengan membuka *Arc Toolbox* > *Spatial Analyst Tools* > *Surface* > *Slope*. Selanjutnya, melakukan *reclassify* untuk memberi kelas pada masing-masing nilai kemiringan lereng, dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil Pengolahan Kemiringan Lereng.

1. Skoring Nilai LS

Setelah diperoleh hasil klasifikasi peta kemiringan lereng, kemudian dilakukan skoring nilai LS pada *software* Arcgis. Langkah pertama yaitu dengan membuat *field* Nilai LS dengan membuka *Attribut tabel* > *Add field* > kolom baru (nilai LS) > *select* kemiringan lereng > *Field calculator* > isi dengan nilai LS sesuai dengan ketentuan pada lampiran Tabel 3. Berikut hasil atribut tabel yang diperoleh pada Gambar 10.



OBJECTID*	Shape*	gridcode	Shape Length	Shape Area	Kelas	Nilai LS
1	Polygon	1	19298030,014953	361673294,006169	Datar	0,4
2	Polygon	2	26234755,23194	199436901,737011	Landai	1,4
3	Polygon	3	10032947,896521	64188911,028026	Agak Curam	3,1
4	Polygon	4	2290710,532679	14203024,861471	Curam	6,8
5	Polygon	5	295612,63017	1811758,66982	Sangat Curam	9,5

Gambar 10. Atribut Tabel Peta Kemiringan Lereng.

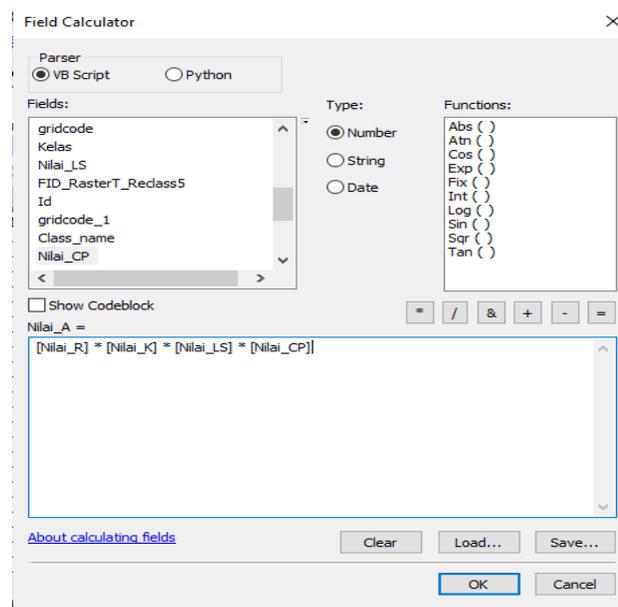
m. *Overlay*

Dalam proses pembuatan laju erosi, ke empat parameter tersebut digabungkan sehingga menjadi satu untuk analisis spasial yang lebih mendalam. Adapun proses *overlay* ini dilakukan pada *software* Arcgis dengan memilih *insert* > *intersect* kemudian masukkan empat parameter yang telah dilakukan pengolahan sebelumnya, sehingga didapat hasil peta laju erosi.

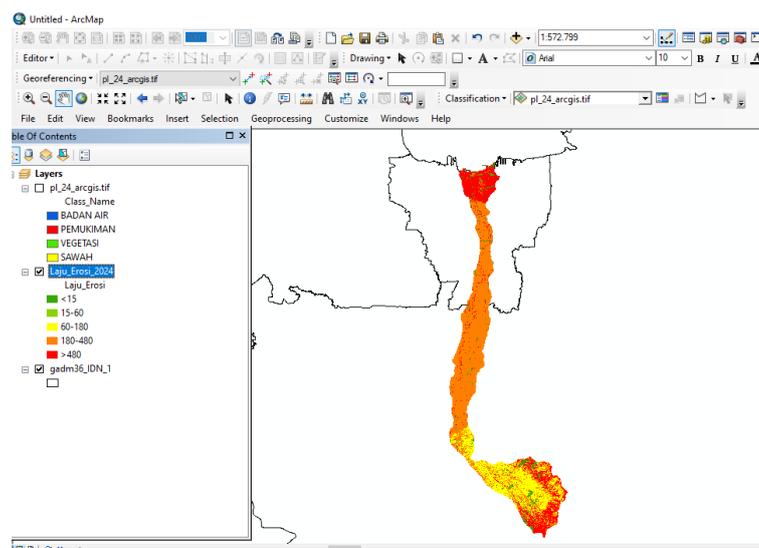
n. Perhitungan Metode USLE

Perhitungan nilai tingkat bahaya erosi dilakukan dengan mengalikan keempat faktor parameter utama penyebab erosi yakni nilai erosivitas, nilai erodibilitas tanah, nilai LS dan nilai CP pada *software* Arcgis. Data tersebut merupakan data yang sudah diberikan bobot dengan masing-masing nilai faktor parameter pada USLE. Adapun langkah awal yaitu dengan melakukan *overlay* pada data curah hujan, data jenis tanah, data kemiringan lereng, dan data penggunaan lahan. Hasil *overlay* tersebut

berupa *polygon* dengan penggabungan nilai atribut dari masing-masing parameternya. Langkah selanjutnya yaitu membuat *field* Nilai A dengan membuka *Attribut tabel* > *Add field* > kolom baru (Nilai A) > *Field calculator* > perkalian keempat parameter tersebut dengan menggunakan rumus USLE sesuai dengan ketentuan pada persamaan (2). Berikut hasil pengolahan laju erosi yang diperoleh, dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 11. Proses Perhitungan Laju Erosi.



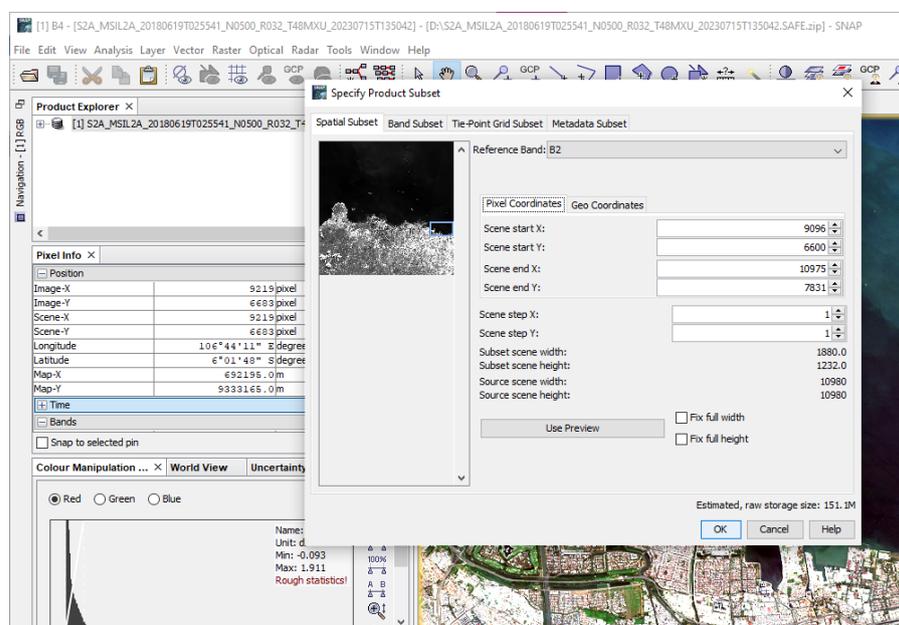
Gambar 12. Hasil Pengolahan Laju Erosi.

3.7.2 Tahapan Pengolahan *Total Suspended Solids* (TSS)

Pada tahapan pengolahan TSS ini menggunakan data citra Sentinel-2A pada perekaman tahun 2018, 2021 dan 2024. Untuk memperoleh nilai konsentrasi TSS dilakukan dengan menggunakan perhitungan algoritma Liu pada *software* SNAP. Berikut merupakan penjelasan mengenai tahapan proses pengolahan TSS:

a. Pemotongan Citra

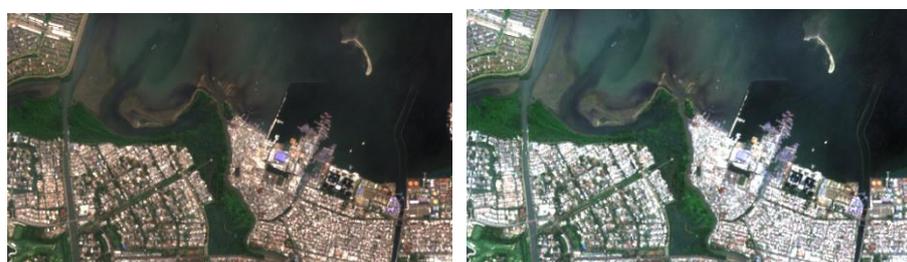
Pada tahap ini dilakukan pemotongan citra Sentinel-2A hasil perekaman tahun 2018, 2021 dan 2024. Pemotongan citra dilakukan dengan tujuan untuk memudahkan dalam proses analisa citra yang telah diklasifikasi dengan membatasi luasan sesuai dengan area yang akan dilakukan penelitian. *Software* yang digunakan dalam pemotongan citra Sentinel-2A adalah SNAP. Pemotongan citra dilakukan dengan memilih *Raster* > *Subset*. Kemudian sesuaikan dengan lokasi penelitian yaitu wilayah perairan Muara Angke. Proses pemotongan citra dapat dilihat seperti pada Gambar 13.



Gambar 13. Proses Pemotongan Citra Sentinel 2A.

b. *Resampling* Citra

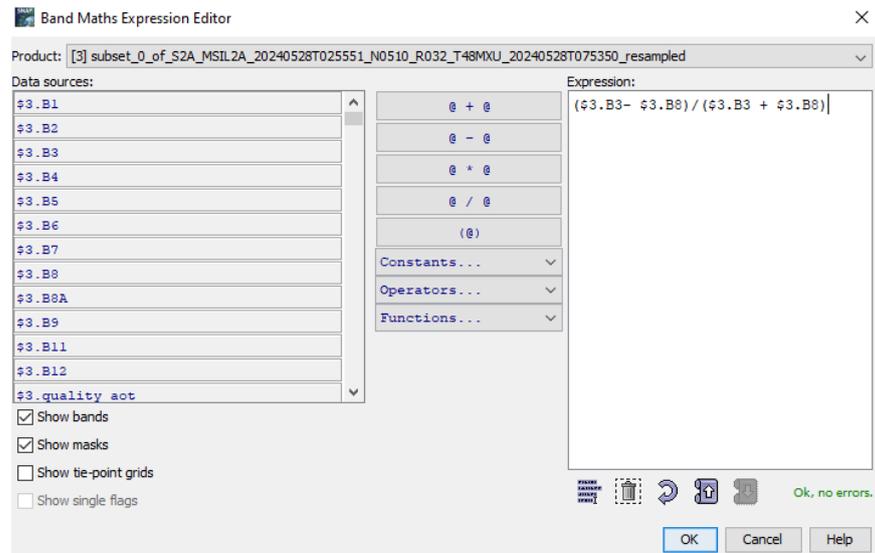
Proses *resampling* ini dilakukan dengan menyamakan resolusi spasial pada citra Sentinel-2A yang memiliki ukuran piksel spektral band yang berbeda. *Resampling* ini menghasilkan resolusi spasial 10 m untuk setiap kanal. Proses *resampling* ini dilakukan menggunakan *software* SNAP, dengan memilih pada bagian *Raster > Geometric > Resampling* pada citra yang sudah dilakukan pemotongan sebelumnya. Berikut hasil citra sebelum dan sesudah proses *resampling*.



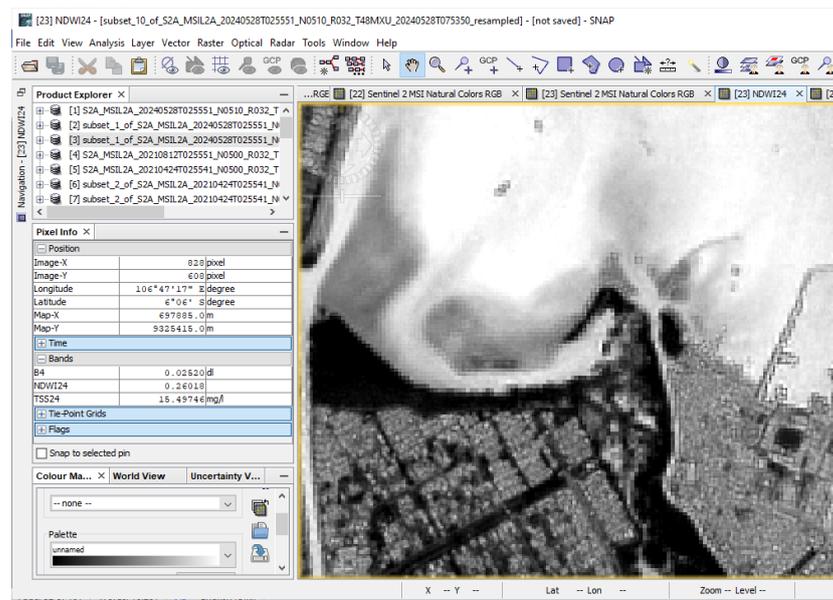
Gambar 14. Sebelum dan sesudah proses *resampling*.

c. Pengolahan NDWI

Proses pemisahan bagian darat dan perairan pada citra menggunakan algoritma NDWI. Proses ini juga digunakan untuk mendeteksi distribusi air permukaan. Pada umumnya, daerah dengan nilai NDWI tinggi menunjukkan keberadaan badan air yang lebih besar. Data citra akan terpisah menjadi dua *pixel value*, dimana jika nilai $NDWI > 0$, maka daerah tersebut berupa perairan sedangkan apabila nilai $NDWI \leq 0$ menunjukkan bahwa daerah tersebut merupakan daratan. Setelah pemrosesan *resampling* pada citra, langkah selanjutnya yaitu melakukan proses NDWI dengan memilih bagian *band maths* untuk memberikan penamaan NDWI, kemudian memasukkan persamaan algoritma NDWI pada bagian *edit expression* sesuai dengan persamaan (4). Proses perhitungan dan hasil pengolahan NDWI dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 15. Proses Perhitungan NDWI.

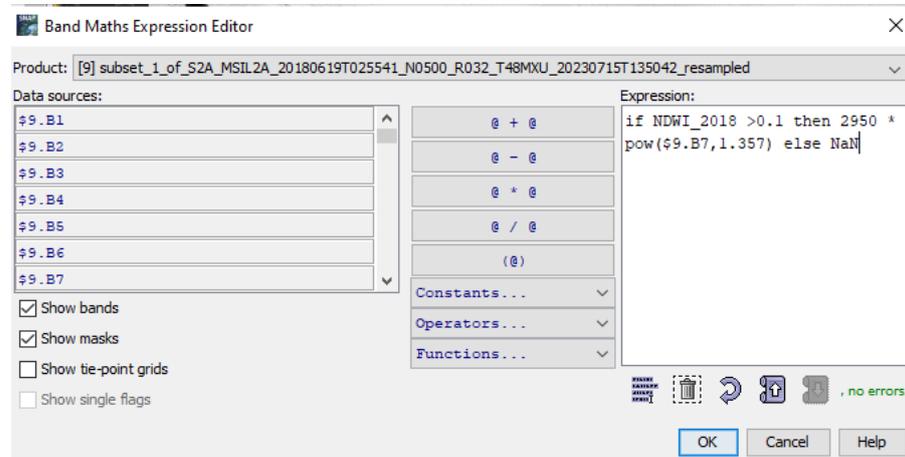


Gambar 16. Hasil Pengolahan NDWI.

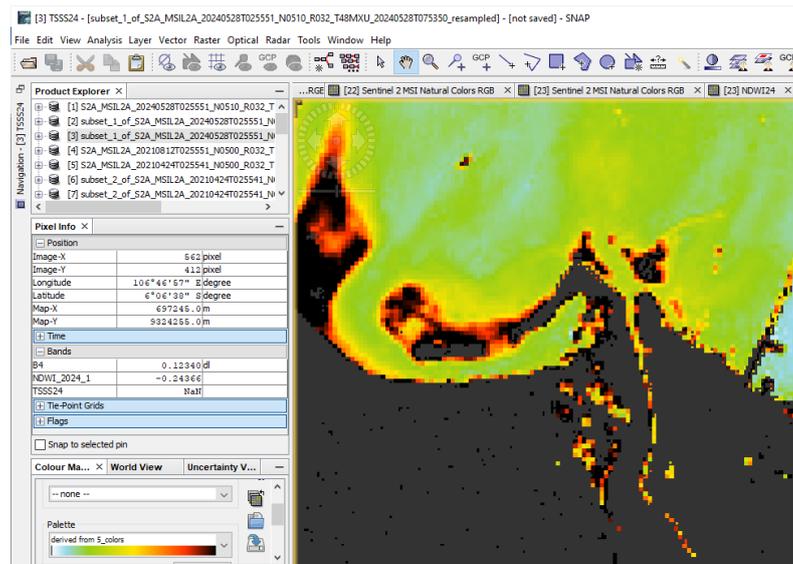
d. Perhitungan Algoritma TSS

Pada proses ini dilakukan untuk mengetahui nilai konsentrasi TSS dengan menggunakan algoritma Liu. Pada pengolahan ini dilakukan menggunakan data citra Sentinel-2A yang sebelumnya sudah di *resampling* dengan menggunakan *software* SNAP. Diawali dengan memberikan penamaan dan satuan TSS pada bagian *band maths*, kemudian memasukkan persamaan algoritma pada bagian *edit expression*

sesuai dengan persamaan (3). Proses pengolahan TSS dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



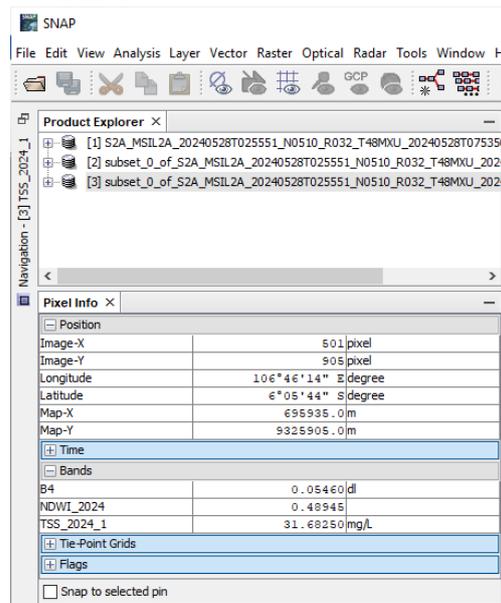
Gambar 17. Proses Perhitungan Algoritma TSS.



Gambar 18. Hasil Pengolahan TSS.

e. Hasil Perolehan Nilai TSS

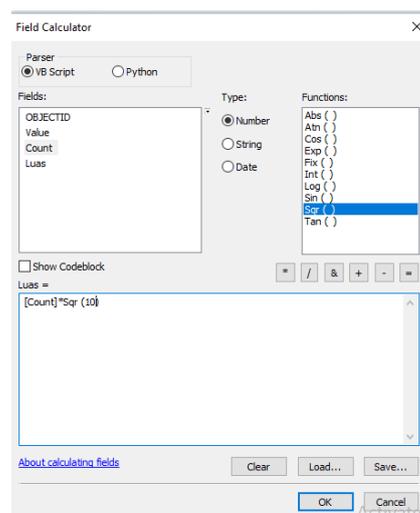
Setelah dilakukan proses perhitungan algoritma pada *software* SNAP, kemudian didapatkan nilai-nilai TSS pada daerah yang telah diteliti. Untuk dapat mengetahui nilai TSS beserta satuannya tersebut dapat dilihat pada bagian *pixel* info, seperti pada Gambar 19.



Gambar 19. Nilai TSS Pada Pixel Info.

f. Perhitungan Luas Nilai Konsentrasi TSS

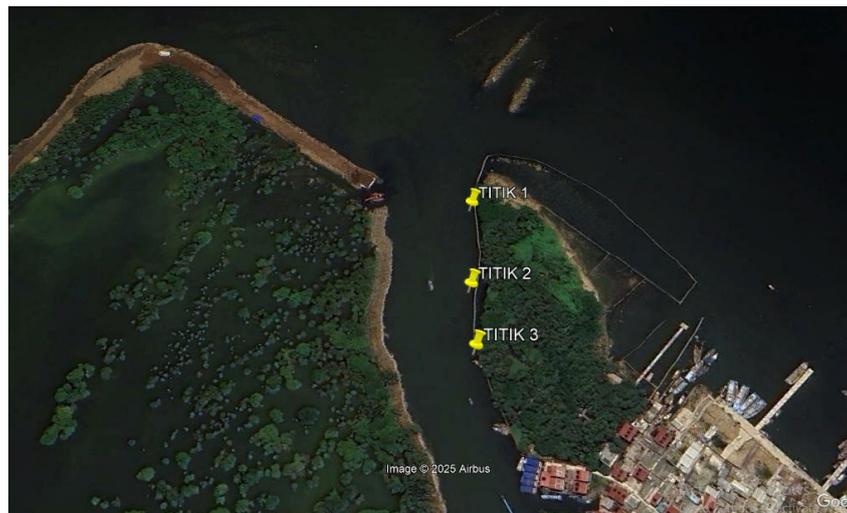
Untuk menghitung luas pada tiap kelas nilai TSS dilakukan pada *software* Arcgis, dengan cara menghitung total piksel pada citra dengan *count pixel* dengan melakukan *classify* data raster yang akan dihitung luasnya. Dalam hal ini, diketahui luas 1 piksel yaitu 10 m x 10 m. Kemudian, buat *field* baru “Luasan” dengan membuka *Attribut tabel* > *Add field* > kolom baru (Luas) > *Field calculator* > (“count” x (10 x 10)). Tahapan ini dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Perhitungan Luas Nilai Sebaran TSS.

g. Data In-situ

Data ini diperoleh dengan melakukan pengambilan sampel air di perairan Muara Angke dengan menggunakan *GPS Coordinates* untuk pengambilan data koordinat titik sampel. Pengujian sampel air yang telah didapat untuk mengetahui kandungan nilai konsentrasi TSS dilakukan di laboratorium. Berikut merupakan titik-titik pengambilan sampel air pada perairan Muara Angke.



Gambar 21. Titik Sampel Lapangan.

h. Uji Akurasi

Uji ketelitian ini merupakan validasi data hasil TSS dari citra sentinel-2A yang diperoleh menggunakan perhitungan algoritma terhadap data In-situ. Perhitungan uji validasi ini dilakukan dengan menggunakan NMAE sesuai dengan perhitungan pada persamaan (5). NMAE ini digunakan untuk mengetahui tingkat kualitas atau kelayakan suatu data. Selain itu juga, menentukan nilai koefisien determinasi (R^2) yang digunakan untuk mengukur seberapa jauh model mampu memberikan informasi terkait nilai TSS dengan membandingkan data hasil pengolahan citra dengan data hasil TSS yang ada di lapangan. Uji akurasi ini dilakukan dengan tujuan untuk melihat sejauh mana kedekatan atau kebaikan data citra yang digunakan dan untuk mengetahui seberapa baik korelasi antara data citra dengan data lapangan.

3.8 Analisis Data

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap nilai konsentrasi TSS menggunakan citra Sentinel-2A tahun 2018, 2021 dan 2024 pada perairan Muara Angke. Kemudian, dilakukan analisis laju erosi di DAS Ciliwung pada tahun 2018, 2021 dan 2024 dengan menggunakan parameter erositivitas, erodibilitas, kemiringan lereng dan penggunaan lahan. Selanjutnya untuk mengetahui hubungan laju erosi dengan konsentrasi TSS menggunakan analisis korelasi dan regres. Sebelum dilakukan proses pengujian korelasi dan regresi, dilakukan persiapan data penelitian. Nilai dari korelasi akan memberikan informasi tentang seberapa besar dan kuat hubungan antara kedua variabel yang digunakan. Selanjutnya, dilakukan analisis regresi linear sederhana untuk menguji pengaruh laju erosi terhadap nilai sebaran TSS. Dalam analisis regresi ini, laju erosi akan menjadi variabel independent (X), sedangkan nilai konsentrasi TSS akan menjadi variable dependen (Y). Setelah dilakukan analisis regresi dan regresi linear sederhana, kemudian dilakukan interpretasi dari hasil pengolahan tersebut. Jika nilai korelasi positif dan signifikan, dapat diartikan bahwa laju erosi memiliki pengaruh yang positif terhadap konsentrasi TSS. Dalam analisis regresi ini juga dapat melihat besarnya koefisien regresi untuk laju erosi, yang menunjukkan seberapa besar pengaruh variabel tersebut terhadap nilai konsentrasi TSS. Sehingga dengan melakukan pengujian korelasi dan regresi linear ini, didapatkan informasi yang lebih rinci dan akurat mengenai hubungan antara laju erosi dengan nilai konsentrasi TSS.

3.9 Tahapan Akhir Penelitian

Tahapan akhir dalam penelitian ini adalah dengan pembuatan laporan mengenai kajian hubungan tingkat laju erosi dengan metode USLE terhadap nilai konsentrasi TSS di perairan Muara Angke pada tahun 2018, 2021 dan 2024. Terdapat beberapa bagian penting dalam skripsi ini, antara lain sebagai berikut: Pendahuluan, berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan

penelitian dan sebagainya. Tinjauan Pustaka, berisikan teori-teori dan penelitian terkait dengan topik penelitian. Metodologi Penelitian, berisi tentang metode atau teknik yang digunakan dalam penelitian. Hasil dan Pembahasan, berisi hasil penelitian dan pembahasan mengenai hasil dari penelitian. Simpulan dan Saran, berisikan simpulan dari hasil penelitian serta saran untuk peneliti selanjutnya. Daftar Pustaka, berisi daftar referensi yang digunakan dalam pembuatan laporan skripsi ini.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan hasil penelitian diketahui terjadi perubahan tingkat laju erosi DAS Ciliwung pada tahun 2018, 2021 dan 2024. Pada tahun 2018 memiliki total laju erosi terkecil yaitu sebesar 103.252,50 ton/ha/tahun. Pada tahun 2021 total laju erosi mengalami peningkatan yaitu sebesar 149.691,50 ton/ha/tahun dari tahun 2018 dan pada tahun 2024 jumlah total laju erosi berkurang sebesar 128.963,00 ton/ha/tahun dari tahun 2021.
2. Konsentrasi TSS tiap tahunnya memiliki nilai yang berbeda, pada tahun 2021 nilai konsentrasi TSS memiliki nilai tertinggi yaitu sebesar 32,22 mg/L. Sedangkan, pada tahun 2024 diperoleh nilai konsentrasi terkecil yaitu sebesar 22,61 mg/L dan pada tahun 2018 diperoleh nilai konsentrasi TSS sebesar 25,78 mg/L. Sehingga dapat diketahui bahwa konsentrasi TSS di perairan Muara Angke pada tahun 2021 memiliki konsentrasi TSS yang lebih besar dibanding dengan tahun lainnya.
3. Hasil uji regresi linear sederhana yang dilakukan pada tingkat laju erosi dan nilai konsentrasi TSS untuk mengetahui hubungan atau korelasi, didapat hasil korelasi sebesar 0,60983 dengan tingkat hubungan kuat dan persamaan $y = 49449,72 + 2897,01X$ serta nilai koefisien determinasi sebesar 0,3716 yang memiliki pengertian bahwa pengaruh laju erosi terhadap nilai konsentrasi TSS adalah sebesar 37,16%. Sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak disebutkan pada model. Dengan demikian, diketahui kemampuan variabel independen dalam menjelaskan variasi dependen termasuk dalam kategori yang lemah.

5.2 Saran

Terdapat beberapa saran yang dapat penulis berdasarkan hasil penelitian yang telah didapatkan, yaitu:

1. Menggunakan metode perhitungan algoritma yang berbeda dalam pengolahan data TSS untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.
2. Menggunakan citra satelit yang memiliki resolusi lebih tinggi seperti citra satelit MODIS, citra SPOT atau Quick bird.
3. Menambahkan faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi tingkat laju erosi di suatu wilayah.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfianto, A., & Cecilia, S. (2020). Pemodelan Potensi Erosi Dan Sedimentasi Hulu Danau Limboto Dengan Watem/Sedem. *Jurnal Teknik Hidraulik*, 11(2), 67–82. <https://doi.org/10.32679/jth.v11i2.613>
- Amalina, N. C. (2015). *Analisis Perubahan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) Menggunakan Citra Landsat Multitemporal (Studi Kasus: Teluk Lamong)*. 20–25.
- Aulia Galuh, G. N., Baharuddin, B., & Dewi, I. P. (2024). Analisis Sebaran Total Suspended Solid (TSS) Menggunakan Citra Sentinel 2 Di Perairan Teluk Tamiang Kabupaten Kotabaru. *Marine Coastal and Small Islands Journal - Jurnal Ilmu Kelautan*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.20527/m.v3i1.11760>
- Fitri, R. (2018). Prediksi Erosi Pada Lahan Petani Agroforestri Di DAS Ciliwung Hulu Provinsi Jawa Barat. *Jurnal AGROSAINS Dan TEKNOLOGI*, 3(1), 13. <https://doi.org/10.24853/jat.3.1.13-18>
- Hudi, S.M., Yuwono, S.B. and Darmawan, A. (2022). Pendugaan erosi DAS Sekampung Hulu Guna Perencanaan Rehabilitasi Hutan Dan Lahan. *In Prosiding Seminar Nasional Silvikultur Ke-Viii (Vol. 8, No. 1, Pp. 213-219)*., 213–219. https://hutan.fp.unila.ac.id/wp-content/uploads/2022/09/213-219_PROSIDING-SEMNAS-SVK-8-berISSN.pdf
- Jaelani, L. M. (2016). *Analisis Padatan Tersuspensi Dan Kecerahan Perairan Untuk Pendugaan Pencemaran Air Laut Menggunakan Landsat 8*.
- Jiyah, B.Sudarsono, A. S. (2017). Jurnal Geodesi Undip Januari2017. *Jurnal Geodesi Undip*, 6, 41–47.
- Lesmana, S. B. (2020). Kajian Erosi Pada Sub DAS Serayu Sebagai Daerah Tangkapan Air Waduk Mrica. *Semesta Teknika*, 23(2), 182–186. <https://journal.umy.ac.id/index.php/st/article/view/12082%0Ahttps://journal.umy.ac.id/index.php/st/article/download/12082/6652>
- Lestari, R. E., Putri, A. R., & Nugraheni, I. R. (2017). Analisis Korelasi Suhu Muka Laut dan Curah Hujan di Stasiun Meteorologi Maritim Kelas II Kendari Tahun 2005 – 2014. *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika Dan Aplikasinya)*, 2, 192. <https://doi.org/10.20961/prosidingsnfa.v2i0.16394>
- Machfud, M., & Cahyono, A. B. (2013). Analisa Perubahan Pola Hidrologi Di Daerah Muara Kali Porong Pasca Peristiwa Lapindo Dengan Citra Satelit Spot 4 Dan Alos. *Geoid*, 8(2), 137. <https://doi.org/10.12962/j24423998.v8i2.723>

- Milenia, A. P., Wirasatriya, A., Maslukah, L., Yusuf, M., & Helmi, M. (2021). Distribusi Material Padatan Tersuspensi di Perairan Semarang dengan Penginderaan Jauh. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(3), 280–285. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v3i3.11704>
- Octaviana, A., Prasetyo, Y., & Amarrohman, F. J. (2020). Analisis Perubahan Nilai Total Suspended Solid Tahun 2016 Dan 2019 Menggunakan Citra Sentinel 2A (Studi Kasus : Banjir Kanal Timur, Semarang). *Jurnal Geodesi Undip*, 9(2), 167–176.
- Pasaribu, P. H. P., Rauf, A., & Slamet, B. (2018). Kajian Tingkat Bahaya Erosi Pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Kecamatan Merdeka Kabupaten Karo. *Jurnal Serambi Engineering*, 3(1), 279–284. <https://doi.org/10.32672/jse.v3i1.357>
- Permata, F. D., Putra, Y. S., & Adriat, R. (2023). Distribusi Spasial Tingkat Kebasahan Lahan di Kota Pfdontianak Menggunakan Normalized Difference Water Index (NDWI). *Prisma Fisika*, 10(3), 425. <https://doi.org/10.26418/pf.v10i3.60549>
- Restele, L. O., Jaya, L. O. M. G., Muliddin, M., Sabaruddin, L., & Utami, L. N. D. T. (2022). Evaluasi Algoritma Total Suspended Solid (TSS) Pada Citra Sentinel-2 Di Teluk Kendari. *Sebatik*, 26(2), 495–501. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v26i2.2015>
- Santoso, aziz anjar, Sudarsono, B., & Sukmono, A. (2017). Analisis Pengaruh Tingkat Bahaya Erosi Daerah Aliran Sungai (DAS) Bengawan Solo Terhadap Total Suspended Solid (TSS) Di Perairan Waduk Gajah Mungkur. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(4), 463–473.
- Sholihah, I., Jaelani, L. M., & Tarigan, S. (2016). Analisis Sebaran Padatan Tersuspensi dan Transparansi Perairan Menggunakan Landsat 8 (Studi Kasus : Perairan Bintan, Kepulauan Riau). *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), 2–6. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.17175>
- Sinaga, J. (2014). Analisis Potensi Erosi Pada Penggunaan Lahan Daerah Aliran Sungai Sedau Di Kecamatan Singkawang Selatan. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 2(1), 1–10. <https://doi.org/10.26418/jtlb.v2i1.7306>
- Sri Santi L M F Seran. (2022). Analisis Erosi Pada DAS Noelmina Menggunakan Metode Usle. *Eternitas: Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), 33–39. <https://doi.org/10.30822/eternitas.v2i1.1716>
- Sukmono, A. (2018). Pemantauan Total Suspended Solid (TSS) Waduk Gajah Mungkur Periode 2013-2017 Dengan Citra Satelit Landsat-8. *Elipsoida : Jurnal Geodesi Dan Geomatika*, 1(01), 33–38. <https://doi.org/10.14710/elipsoida.2018.2812>
- Sukmono, A., & Rajagukguk, T. A. (2019). Pengaruh Tingkat Bahaya Erosi Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Serang Terhadap Dinamika Total

Suspended Solid (TSS) Di Waduk Kedung Ombo. *Geoid*, 14(2), 141.
<https://doi.org/10.12962/j24423998.v14i2.5967>

Tunas, I. G. (2018). Pengaruh Prosedur Perkiraan Laju Erosi Terhadap Konsistensi Nisbah Pengangkutan Sedimen. *Jurnal SMARTek*, 6(3), 135–143.