

# **Analisis Klasifikasi Laju Erosi Menggunakan Metode *Universal Soil Loss Equation* (Usle) Dengan Sistem Informasi Geografi Kota Samarinda**

<sup>1\*</sup>Wisnu Sadewo, <sup>2</sup>Kadek Subagiada, <sup>3</sup>Djayus

<sup>1</sup>*Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman*

<sup>2</sup>*Laboratorium Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman*

\**Email: wisnusadewo903@gmail.com*

## **ABSTRAK**

Peningkatan jumlah penduduk akan membuat kebutuhan akan sumber daya dan lahan akan semakin meningkat. Pemanfaatan sumber daya alam dan pembukaan lahan yang berlebih akan menimbulkan berbagai permasalahan, salah satu permasalahannya adalah erosi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui klasifikasi lajur erosi di Kota Samarinda serta mengetahui sebaran erosi dengan kategori sangat berat di Kota Samarinda. Perhitungan laju erosi didasarkan pada empat faktor yaitu, faktor erosivitas curah hujan (R) dihitung dari interpretasi data curah hujan, faktor erodibilitas tanah (K) ditentukan dari analisis peta jenis tanah, faktor kelerengan (LS) ditentukan dari analisis data DEM (*Digital Elevation Model*), faktor vegetasi dan tutupan lahan (CP) ditentukan dari peta tutupan lahan. Berdasarkan empat faktor tersebut selanjutnya dihitung klasifikasi laju erosi dengan menggunakan metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Hasil penelitian menunjukkan hasil klasifikasi laju erosi di Kota Samarinda menunjukkan 46,23% dari luas wilayah tergolong sangat ringan (<15 ton/ha/th); 8,37% tergolong kelas ringan (15-60 ton/ha/th); 7,76% tergolong kelas sedang (60-180 ton/ha/th); 18,94% tergolong berat (180-480 ton/ha/th), dan 18,70% wilayah yang tergolong pada kelas erosi sangat berat (>480 ton/ha/th). Luas sebaran erosi di Kota Samarinda dengan kategori sangat berat yaitu 480 ton/ha/th memiliki luas sebesar 12442,37 ha atau setara dengan 18,70% luas wilayah Kota Samarinda, hal ini disebabkan pada wilayah tersebut kondisi lahan sudah terbuka tanpa penutup di atasnya yang menyebabkan tanah akan mudah tererosi karena tidak adanya faktor yang menghambat laju erosi.

**Kata kunci:** Erosi, USLE, SIG, dan Kota Samarinda

## **ABSTRACT**

The increase in population will make the need for resources and land will increase. Utilization of natural resources and excessive land clearing will cause various problems, one of the problems is erosion. This study was conducted to determine the classification of erosion lanes in Samarinda City and to determine the distribution of erosion with very heavy categories in Samarinda City. The calculation of the erosion rate is based on four factors, namely, rainfall erosivity factor (R) calculated from the interpretation of rainfall data, soil erodibility factor (K) determined from soil type map analysis, slope factor (LS) determined from DEM (*Digital Elevation Model*), vegetation and land cover factors (CP) were determined from the land cover map. Based on these four factors, the erosion rate classification was calculated using the *Universal Soil Loss Equation* (USLE)

method. The results showed that the classification of erosion rates in Samarinda City showed 46,23% of the area classified as very light (<15 tons/ha/year); 8,37% classified as light class (15-60 tons/ha/year); 7,76% is classified as medium class (60-180 tons/ha/year); 18,94% is classified as heavy (180-480 tons/ha/year), and 18.70% is classified as very heavy erosion class (>480 tons/ha/year). The area of erosion distribution in Samarinda City with a very heavy category is 480 tons/ha/year has an area of 12.442,37 ha or equivalent to 18,70% of the area of Samarinda City, this is due to the condition of the land is already open without covering on it. This causes the soil to be easily eroded because there are no factors that inhibit the rate of erosion.

**Keywords:** Erosion, USLE, GIS, and Samarinda City

## 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan lahan terus meningkat sejalan seiring dengan waktu dan pertambahan jumlah penduduk. Peningkatan kebutuhan penduduk terhadap lahan menyebabkan pemanfaatan lahan melampaui daya dukung dan kemampuannya sehingga terjadi kelelahan dan kerusakan lahan [5]. Kerusakan tanah dapat terjadi oleh kehilangan unsur tanah dan bahan organik dalam tanah, terkumpulnya garam di suatu lahan, penjenjuran tanah oleh air, dan erosi. Kerusakan tanah tersebut menyebabkan berkurangnya kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman [9].

Erosi merupakan peristiwa pengikisan lapisan tanah yang berikutnya akan menghasilkan sedimen [6]. Erosi menyebabkan hilangnya lapisan tanah yang subur dan baik untuk pertumbuhan tanah untuk menyerap dan menahan air [4].

Mengetahui besarnya erosi yang terjadi di suatu wilayah merupakan hal yang

penting, karena selain dapat mengetahui jumlah tanah yang hilang di wilayah tersebut juga dapat digunakan untuk mencari solusi permasalahan daerah tersebut. Prediksi erosi dapat dilakukan secara langsung dan tidak langsung. Prediksi erosi yang dilakukan secara langsung menemui banyak kendala, salah satunya adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan cukup lama, sehingga digunakan model prediksi erosi yaitu USLE (*Universal Soil Loss Equation*) [4].

Penelitian prediksi erosi di Kota Samarinda didasarkan pada penelitian sebelumnya tentang pemetaan sebaran tingkat bahaya erosi di wilayah sub das Lempake [8]. Menghasilkan bahwa erosi di daerah 36,87 % luas wilayah tersebut masuk dalam kategori erosi berat.

Tujuan penelitian ini dilakukan untuk menginterpretasi serta mengkasifikasi laju erosi di Samarinda dengan menggunakan metode USLE berdasarkan data curah hujan, jenis tanah, kelereng, dan tutupan lahan.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai laju erosi di daerah tersebut,

## 2. TEORI

### 2.1 Erosi

Erosi adalah peristiwa alami terkikisnya tanah. Dampak dari erosi tanah ialah hilangnya lapisan subur permukaan tanah. erosi disebabkan oleh pergerakan air maupun angin [3]. Erosi dibagi menjadi dua tipe berdasarkan faktor penyebabnya yaitu erosi normal atau alamiah (*geological erosion*) dan dipercepat (*accelerated erosion*) [2].

### 2.2 Klasifikasi Laju Erosi

Klasifikasi laju erosi bermanfaat sebagai alat bantu untuk mengambil keputusan dalam perencanaan konservasi lahan. Apabila laju erosi dapat ditetapkan, maka dapat ditentukan kebijakan penggunaan lahan. Berikut klasifikasi laju erosi pada **Tabel 1**.

**Tabel 1** Klasifikasi Laju Erosi [1]

Laju Erosi (ton/ha/tahun)	Kelas
<15	Sangat Ringan
15-60	Ringan
60-180	Sedang
180-480	Berat
>480	Sangat Berat

### 2.3 Pendugaan Erosi

Metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) merupakan metode prediksi erosi

model parametrik berdasarkan hubungan antara faktor penentu erosi dengan besarnya erosi. Metode ini dikembangkan oleh Wischmeir dan smith. Persamaan USLE tersebut adalah sebagai berikut [7]:

$$A = R \times K \times LS \times CP \quad (1)$$

Dimana:

$A$  = Besarnya nilai erosi per satuan luas (Ton/Ha/Th)

$R$  = Faktor erosivitas curah hujan tahunan rata-rata

$K$  = Faktor erodibilitas tanah

$LS$  = Faktor kelerengan

$CP$  = Faktor vegetasi dan tutupan lahan

### 2.4 Faktor yang Mempengaruhi Laju Erosi

#### 2.4.1 Faktor Erosivitas Curah Hujan

Faktor erosivitas curah hujan ( $R$ ) merupakan kemampuan hujan untuk mengerosi tanah. Erosivitas hujan dihitung berdasarkan rumus Bols [7].

$$Ei = 6,119 \cdot (Rain)^{1,21} \cdot (Days)^{-0,47} \cdot (MaxP)^{0,53} \quad (2)$$

$$R = \sum Ei \quad (3)$$

Dimana:

$R$  = Faktor erosivitas curah hujan dalam satu tahun (MJ.cm/tahun)

$Ei$  = Faktor erosivitas curah hujan dalam satu bulan

$Rain$  = jumlah curah hujan bulanan rata-rata (cm)

$Days$  = jumlah hari hujan rata-rata bulanan

$MaxP$  = curah hujan harian maksimal pada bulan tertentu

### 2.4.2 Faktor Erodibilitas Tanah

Faktor erodibilitas tanah (K) adalah kepekaan tanah terhadap erosi, yang bergantung pada sifat fisik dan kimia tanah. Sifat fisik tersebut meliputi struktur dan tekstur tanah serta permeabilitas tanah. Unsur kimia yaitu unsur organik yang terkandung dalam tanah. Unsur organik meningkatkan permeabilitas tanah, kesuburan tanah, struktur tanah, dan kapasitas tampung air tanah.

Peta tanah tinjau merupakan dasar yang digunakan dalam menentukan jenis tanah. Peta tersebut dapat diinterpretasikan kedalam peta jenis tanah. Berdasarkan pendekatan jenis tanah pada peta tanah tinjau semakin besar nilai K maka kepekaan tanah terhadap erosi semakin tinggi, tabel erodibilitas dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2** Nilai Faktor Erodibilitas Tanah [2]

No	Jenis Tanah	Nilai K
1	Alluvial	0,29
2	Andosol	0,28
3	Brown forest	0,28
4	Gleisol	0,29
5	Grumusol	0,16
6	Latosol	0,26
7	Litosol	0,13
8	Mediteran	0,16
9	Organosol	0,29
10	Podsolik	0,2
11	Regosol	0,31

### 2.4.3 Faktor Kelerengan

Faktor Kelerengan (LS) merupakan faktor kompleks yang mempengaruhi hasil

pendugaan erosi, dalam analisis spasial untuk memperoleh kemiringan dan panjang lereng (LS) maka dikembangkan dengan memanfaatkan data *Digital Elevation Model* (DEM). Nilai faktor LS berkisar antara 0,4 sampai 9,5 yang ditetapkan berdasarkan pendekatan kelas kemiringan lereng pada

### Tabel 3.

**Tabel 3** Nilai Indeks Faktor Kelerengan (LS)

Kemiringan Lereng (%)	Nilai LS
0-8	0,4
8-15	1,4
15-25	3,1
25-40	6,8
>40	9,5

### 2.4.4 Faktor Vegetasi dan Tutupan Lahan

Pengaruh faktor vegetasi dan tutupan lahan (CP) terhadap erosi yaitu intersepsi air hujan oleh tanaman, mengurangi kecepatan aliran dan meningkatkan efektivitas mikroorganisme yang berperan dalam proses humifikasi. Perilaku manusia terhadap pengelolaan sumber daya alam akan mempengaruhi bagaimana erosi terjadi.

Besar nilai CP dapat dilihat pada **Tabel 4**

**Tabel 4** Nilai Indeks Faktor Tutupan Lahan (CP) [2]

No	Penggunaan Lahan	Nilai CP
1	Permukiman	1,00
2	Rawa/hutan rawa	0,001
3	Empang	0,001
4	Pabrik bangunan	1,00
5	Bandar udara	1,00
6	Penggraman	1,00
7	Sungai	0,001

8	Pasir	1,00
9	Danau/bendungan	0,001
10	Tanah kosong/padang rumput	0,02
11	Semak belukar	0,1
12	Sawah irigasi	0,02
13	Sawah tadah hujan	0,05
14	Hutan	0,001
15	Kebun	0,3
16	Ladang	0,28

## 2.5 Sistem Informasi Geografi

Informasi geografi adalah informasi yang bersifat geografi atau informasi yang memiliki sifat keruangan. SIG merupakan suatu sistem yang terdiri dari berbagai komponen yang tidak dapat berdiri sendiri. Komponen SIG sendiri antara lain adalah perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), data, sumberdaya manusia, metode dan jaringan (*network*) [2].

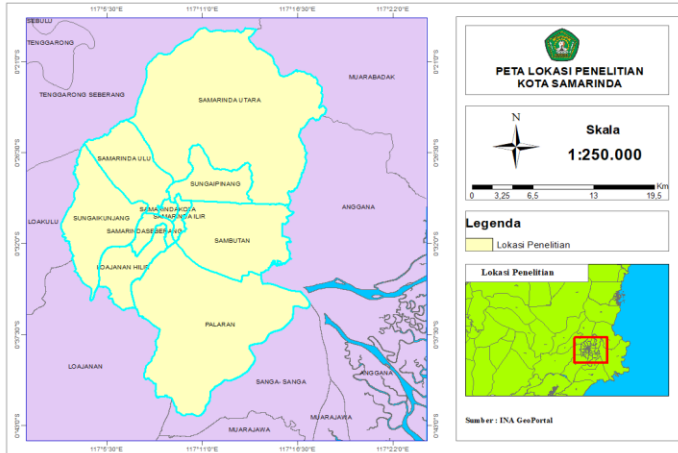
## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai Oktober 2022 pengolahan dan analisis data dilakukan di Laboratorium Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, UNMUL.

Penelitian berfokus pada daerah Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur. Daerah penelitian sesuai dengan daerah administrasi Kota Samarinda yang dapat dilihat pada **Gambar 1**. Perhitungan laju erosi akan menggunakan metode USLE

(*Universal Soil Loss Equation*) yang menggabungkan beberapa faktor yaitu, faktor erosivitas curah hujan, faktor erodibilitas tanah, faktor kelerengan, dan faktor vegetasi dan tutupan lahan.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan rata-rata bulanan Kota Samarinda Tahun 2021 yang didapat dari Balai Wilayah Sungai Kalimantan IV Kota Samarinda, peta jenis tanah Kota Samarinda yang didapat dari Kantor Wilayah Badan Pertanahan Nasional Provinsi Kalimantan Timur, Data *Digital Elevation Model* (DEM) yang didapat dari DEMNAS, dan data tutupan lahan Kota Samarinda tahun 2021 yang didapat dari Kantor Wilayah Badan Pertanahan Nasional Provinsi Kalimantan Timur. Kemudian data diolah dengan menggunakan *software* ArcGIS 10.8 untuk pembuatan peta faktor erosivitas curah hujan, peta faktor erodibilitas tanah, peta faktor kelerengan, dan peta faktor vegetasi dan tutupan lahan, peta tersebut kemudian digabung dengan *overlay* lalu dihitung dengan persamaan 1 hingga didapatkan peta klasifikasi laju erosi Kota Samarinda. Adapaun peta lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**.



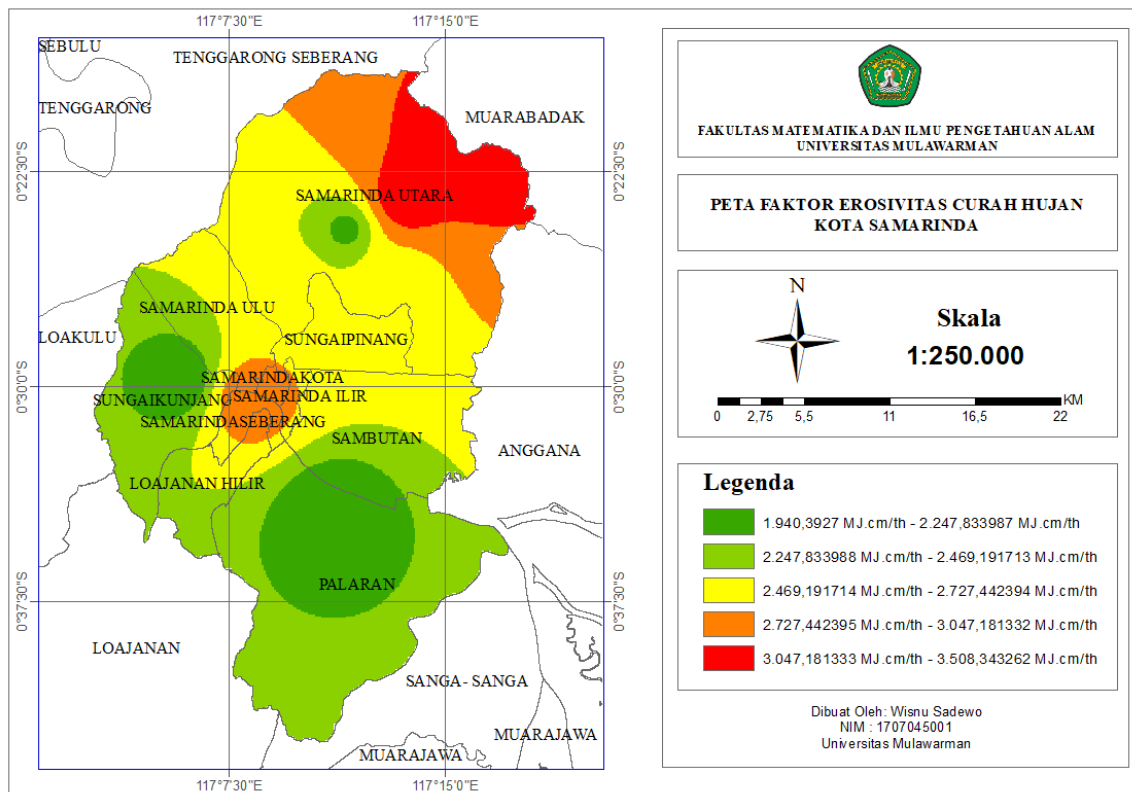
Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

#### 4. HASIL PENELITIAN

Hasil yang didapat dalam penelitian ini adalah peta erosititas, peta erodibilitas, peta kelerengan, peta tutupan lahan dan peta laju erosi.

#### 4.1 Faktor Erosivitas Curah Hujan

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat nilai erosititas curah hujan Kota Samarinda menunjukkan sebaran spasial dari nilai erosititas curah hujan berkisar antara 1.940,39 sampai dengan 3.508,34 MJ.cm/th. Pada wilayah Samarinda erosititas yang tinggi di tandai dengan warna merah yang berada di Kecamatan Samarinda Utara dengan nilai erosititas berkisar antara 3.047,18 MJ.cm/th sampai dengan 3.508,34 MJ.cm/th, hal ini disebabkan karena curah hujan yang berada di daerah tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan daerah lainnya sehingga erosi yang terjadi akibat curah hujan akan semakin tinggi.



Gambar 2 Peta Faktor Erosivitas Curah Hujan Kota Samarinda

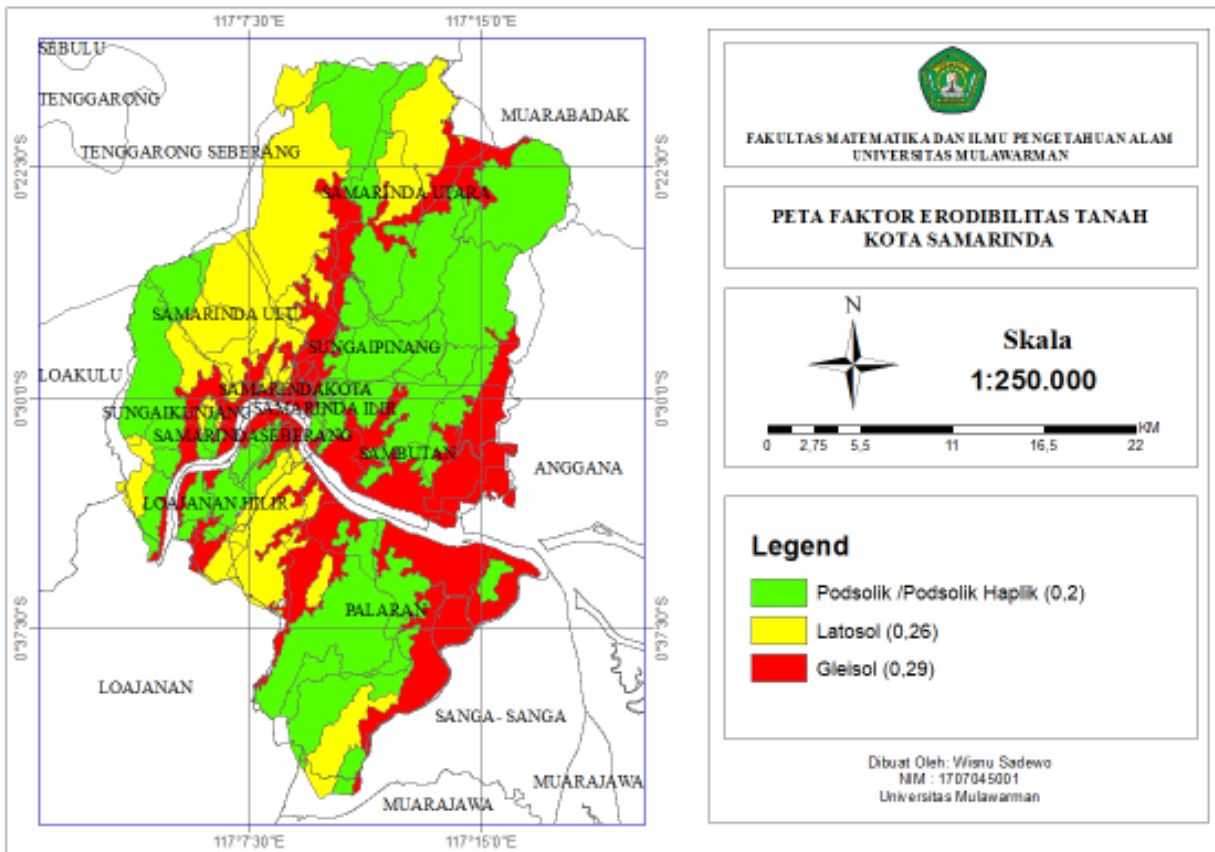
**Tabel 5** Nilai Erosivitas Curah Hujan Kota Samarinda

No	Pos Curah Hujan	R (MJ.cm/th)
1	Karang Paci	1996,79
2	Lempake	2157,23
3	Pampang	3378,99
4	Rapak Dalam	3035,35
5	Rawa Makmur	1940,32
6	Sempaja	2560,47
7	Sungai Siring	3508,37
8	Tanah Merah	2588,04

erodibilitas tanah sebesar 0,29. Jenis tanah kedua adalah latosol dengan nilai faktor erodibilitas tanah sebesar 0,26. Jenis tanah ketiga adalah podsolik dengan nilai faktor erodibilitas tanah sebesar 0,2. Pengaruh erodibilitas tanah terhadap besarnya erosi adalah tingkat kepekaan tanah dalam menghasilkan erosi. Berdasarkan hal tersebut maka diketahui bahwa tanah pada daerah aliran sungai mahakam akan lebih mudah tererosi dikarenakan nilai erodibilitas tanah pada kawasan tersebut lebih besar dibanding dengan tanah lainnya.

#### 4.2 Faktor Erodibilitas Tanah

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa Kota Samarinda Kota Samarinda memiliki tiga jenis tanah, jenis tanah yang pertama adalah gleisol dengan nilai faktor



**Gambar 3** Peta Faktor Erodibilitas Tanah Kota Samarinda

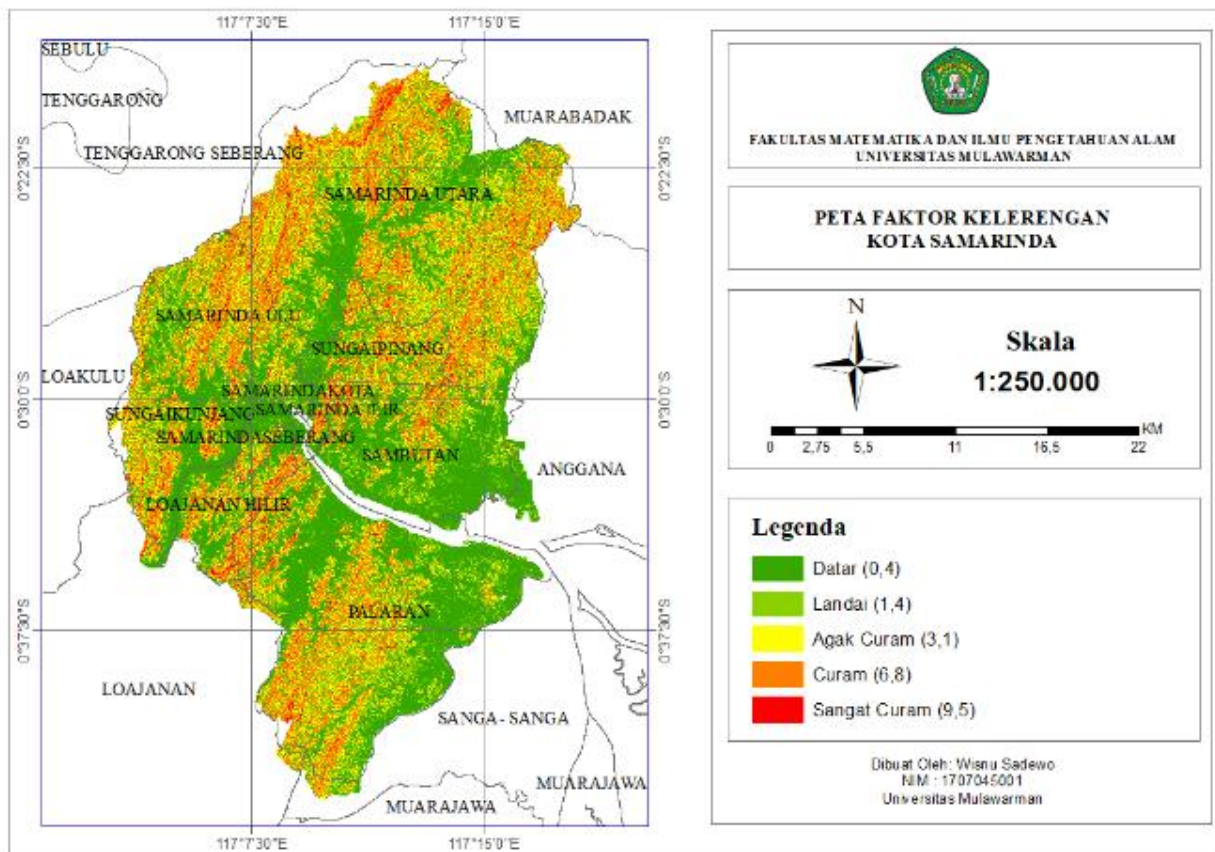
**Tabel 6** Nilai Faktor Erodibilitas Tanah  
 Kota Samarinda

Jenis Tanah	Luas (Ha)	Luas %	K
Gleisol	18.766,093	27,21	0,29
Latosol	17.634,567	25,57	0,26
Podsolik	15.240,79	22,10	0,2
Podsolik Haplik	17.332,566	25,13	0,2
Total	68.974,016	100	

### 4.3 Faktor Kelerengan

Berdasarkan **Gambar 4** diketahui bahwa wilayah Kota Samarinda didominasi dengan kelerengan yang cenderung datar dengan kelerengan sebesar 0-8% dan besar nilai faktor kelerengan 0,4, klasifikasi kelerengan

yang cenderung datar ini memiliki luas sebesar 26.895,974 ha yang setara dengan 38,26% luas wilayah Kota Samarinda. Pengaruh faktor kelerengan ini adalah semakin besar kelerengan suatu wilayah maka tanah akan lebih mudah berpindah. Hal tersebut akan menyebabkan peluang untuk terjadinya erosi semakin besar. Berdasarkan hasil tersebut diketahui kecamatan Samarinda Utara, Samarinda Ulu, Sungai Pinang dan Palaran memiliki potensi erosi yang lebih besar dikarenakan kelerengan yang cukup tinggi membuat perpindahan tanah akibat erosi akan semakin tinggi.



**Gambar 4** Peta Faktor Kelerengan Kota Samarinda



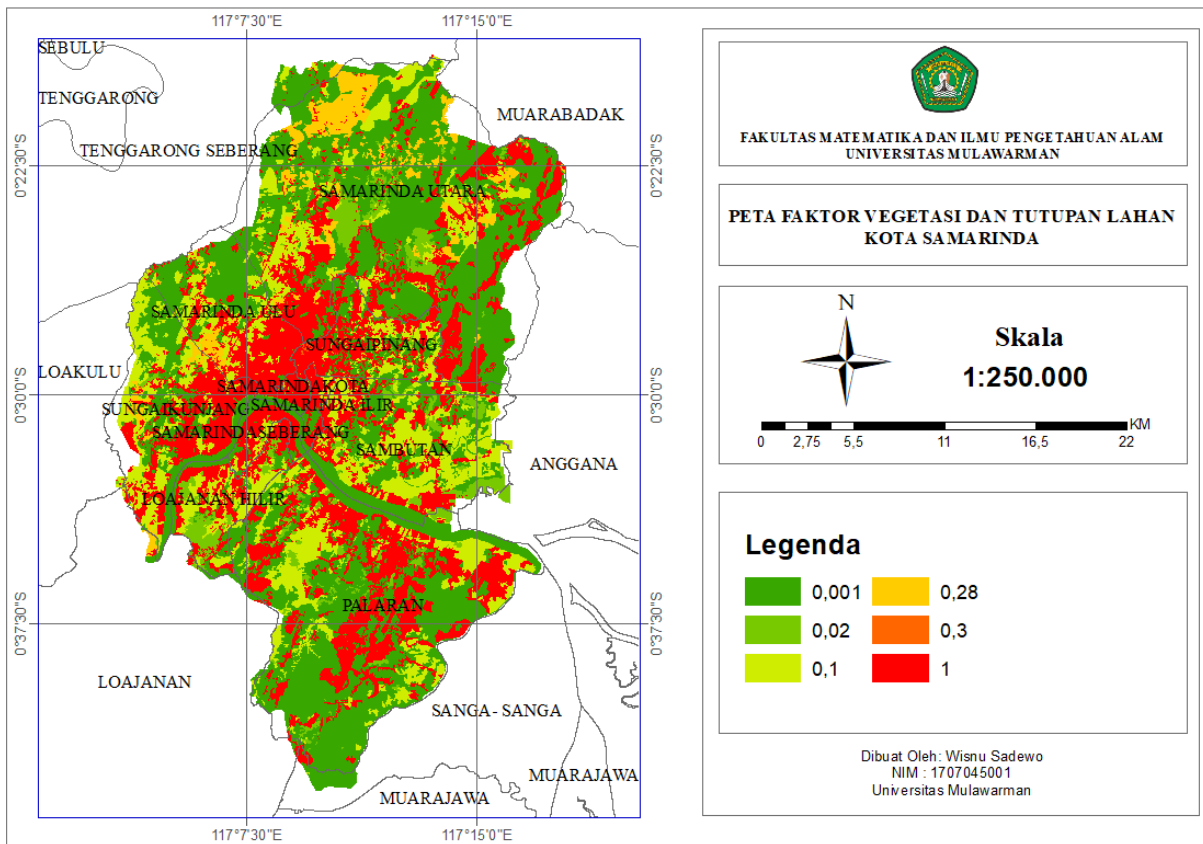
**Tabel 7** Nilai Faktor Kelerengan Kota Samarinda

Kelerengan (%)	Luas	Luas (%)	LS
0-8	26.895,974	38,26	0,4
8-15	12.644,921	17,99	1,4
15-25	13.746,406	19,56	3,1
25-40	14.855,424	21,13	6,8
>40	2.152,605	3,06	9,5
Total	70.295,330	100	

#### 4.4 Faktor Vegetasi dan Tutupan Lahan

Berdasarkan **Gambar 5** diketahui bahwa Kota Samarinda memiliki tutupan lahan yang cukup baik yaitu 44,0% luas wilayah Kota Samarinda masih tertutup hutan, rawa dan

perairan, pada daerah ini erosi akan sulit terjadi dikarenakan penutup lahan memiliki kemampuan untuk menahan laju erosi sehingga perpindahan tanah akan semakin sulit. Kota Samarinda juga memiliki wilayah dengan kondisi lahan terbuka sekitar 28,77% wilayah kota samarinda telah berubah menjadi area permukiman, lahan industri, pertambangan dan penggalian, hal ini membuat lahan akan terbuka sehingga tidak ada faktor yang menghambat laju erosi di wilayah tersebut sehingga erosi yang dihasilkan menjadi lebih besar.



**Gambar 5** Peta Faktor Vegetasi dan Tutupan Lahan Kota Samarinda

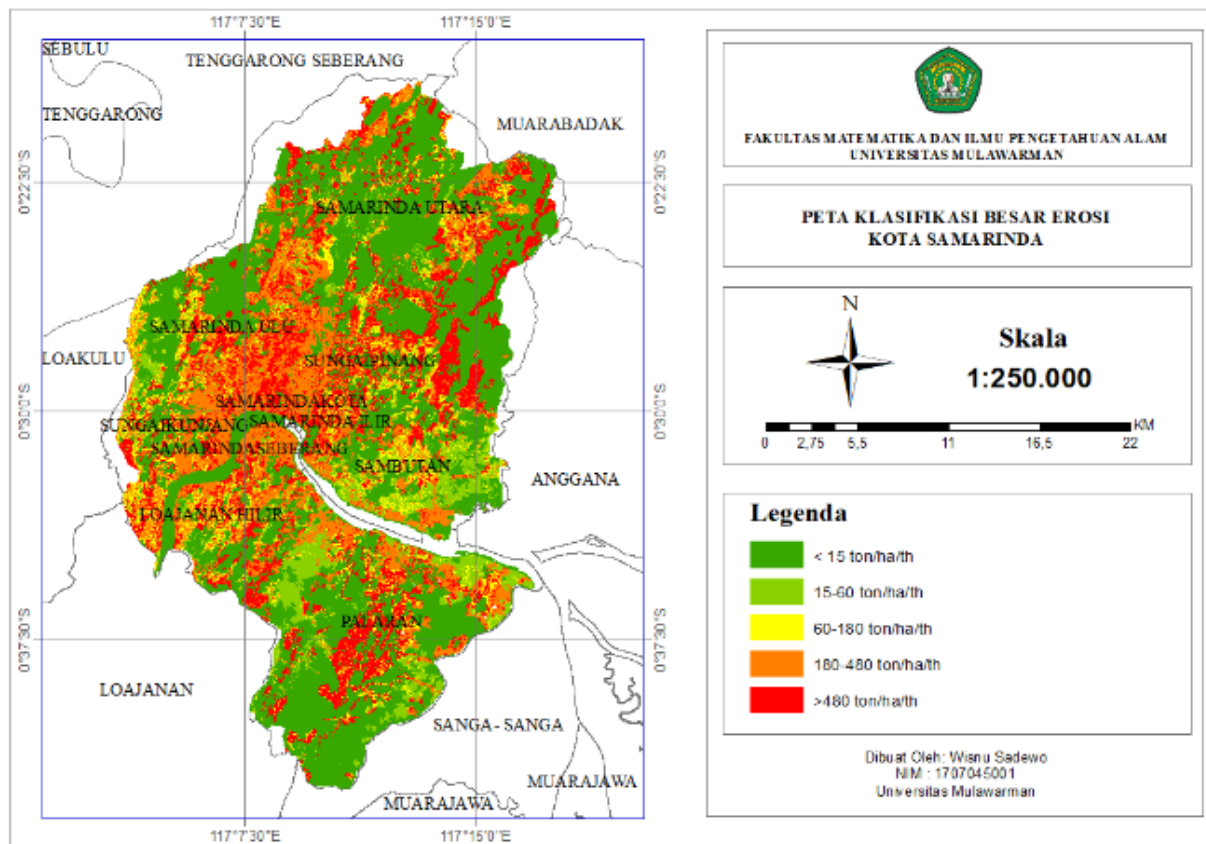
**Tabel 8** Nilai Faktor Vegetasi dan Tutupan Lahan Kota Samarinda [2]

Penutup Lahan	Luas (Ha)	Luas (%)	CP
Hutan	22.282,6	32,08	0,001
Industri	777,23513	1,12	1
Ladang	748,83517	1,08	0,28
Padang Golf	114,65561	0,17	0,02
Pekarangan	25,377703	0,04	0,3
Pelabuhan	9,677175	0,01	1
Penggalian Sirtu	115,37363	0,17	1
Perairan	8,89991	0,01	0,001
Perairan Lainnya	1061,8685	1,53	0,001
Perdagangan dan Jasa	46,154598	0,07	1
Permukiman	11375,873	16,38	1
Pertahanan Keamanan	12,247674	0,02	1
Pertambangan terbuka	7954,0681	11,45	1

Penutup Lahan	Luas (Ha)	Luas (%)	CP
Rawa	5.522,3876	7,95	0,001
Sawah	3.041,426	4,38	0,02
Semak Belukar	13.341,278	19,21	0,1
Stadion dan Sarana Olahraga	133,02123	0,19	1
Sungai	2.638,7146	3,80	0,001
Taman Kota	33,358004	0,05	0,02
Terminal Bandara	157,51649	0,23	1
Terminal Bus	5,795875	0,01	1
TPA	20,466593	0,03	1
Waduk	33,690779	0,05	0,001
Total	69.460,521	100	

#### 4.5 Peta Klasifikasi Laju Erosi

Pengolahan klasifikasi besar erosi diolah berdasarkan keempat faktor sebelumnya yang menghasilkan **Gambar 6**. Berdasarkan



**Gambar 6** Peta Klasifikasi Laju Erosi Kota Samarinda

hasil tersebut klasifikasi erosi dibagi kedalam 5 kategori yaitu, sangat ringan dengan nilai erosi kurang dari 15 ton/ha/th, ringan dengan nilai erosi sebesar 15-60 ton/ha/th, sedang dengan nilai erosi sebesar 60-180 ton/ha/th, berat dengan nilai erosi sebesar 180-480 ton/ha/th, dan sangat berat memiliki nilai erosi lebih dari 480 ton/ha/th. Berdasarkan pengolahan keempat faktor erosi diketahui bahwa erosi di Kota Samarinda sebagian besar masuk kedalam kategori erosi sangat ringan dengan luas sebesar 30.764,11 Ha, hal ini disebabkan karena Kota Samarinda memiliki wilayah tutupan lahan yang berupa hutan masih tergolong cukup luas yang menyebabkan laju erosi akan terhambat akibat adanya vegetasi yang berperan mengurangi besar erosi di wilayah tersebut, faktor kelerengan juga mempengaruhi besarnya erosi dikarenakan Kota Samarinda memiliki kondisi wilayah yang cenderung berupa datar sehingga perpindahan tanah akibat adanya erosi akan semakin kecil. Adapaun sebagian wilayah Kota Samarinda yang memiliki tingkat erosi yang sangat tinggi dikarenakan beberapa wilayah Kota Samarinda telah berubah menjadi lahan terbuka sehingga tidak ada penghambat dalam menahan erosi, curah hujan di kota Samarinda yang cukup tinggi akan memperbesar kemungkinan terjadinya erosi

dikarekan hujan yang mengikis lapisan tanah sehingga tanah tersebut larut dan berpindah ke tempat yang lain akibat kelerengan yang berada pada daerah dengan kondisi erosi yang besar memiliki tingkat kelerengan yang curam.

**Tabel 9** Klasifikasi Besar Erosi Kota

Samarinda			
Laju erosi (ton/ha/th)	Klasifikasi Besar Erosi	Luas (Ha)	Luas %
>15	Sangat Ringan	30764,11	46,23
15-60	Ringan	5571,26	8,37
60-180	Sedang	5166,29	7,76
180-480	Berat	12603,92	18,94
<480	Sangat Berat	12442,37	18,70
Total		65851,44	100

## 5. KESIMPULAN

Klasifikasi laju erosi di Kota Samarinda menunjukkan bahwa 46,23% dari luas wilayah tergolong sangat ringan (<15 ton/ha/th); 8,37% tergolong kelas ringan (15-60 ton/ha/th); 7,76% tergolong kelas sedang (60-180 ton/ha/th); 18,94% tergolong berat (180-480 ton/ha/th), dan 18,70% wilayah yang tergolong pada kelas erosi sangat berat (>480 ton/ha/th).

Luas sebaran erosi di Kota Samarinda dengan kategori sangat berat yaitu 480 ton/ha/th memiliki luas sebesar 12.442,37 ha atau setara dengan 18,70% luas wilayah Kota Samarinda, hal ini disebabkan pada wilayah

tersebut kondisi lahan sudah terbuka tanpa penutup di atasnya yang menyebabkan tanah akan mudah tererosi karena tidak adanya faktor yang menghambat laju erosi.

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis kepada berbagai pihak, diantaranya, Drs. Piter Lepong, M.Si., dan Rahmiati Munir, S.Si., M.Sc., serta seluruh pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Aisyah, Balqis Nur. 2022. *Prediction of Soil Erosion and Land Use Planning in The Upper Jeneberang Watershed, South Sulawesi Province*. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI) Vol 27 (2).
- [2]. Filahmi, Fauqi Bilhaq. 2016. *Analisis Spasial Pemodelan Universal Soil Loss Equation (USLE) di Wilayah UPT PSDA Madiun*. Fakultas Teknologi Universitas Jember
- [3]. Fitriani. 2019. *Prediksi Laju Erosi dengan Menggunakan Metode RUSLE dan Pengindraan Jarak Jauh pada Sub DAS Bangkala*. Jurnal Teknologi Pertanian 12(2).1-2.  
<https://doi.org/10.20956/at.v12il.188>.
- [4]. Hariyanto, Rendika Dwi. 2019. *Prediksi Laju Erosi Menggunakan USLE (Univesal Soil Loss Equation) di Desa Karang Tengah Kecamatan Babakan Madang Kabupaten Bogor*. Jurnal Geografi, Edukasi dan Lingkungan. Vol 3(2).  
<https://doi.org/10.29405/jgel.v3i2.3580>.
- [5]. Husain, J., J.N. Luntungan, Y. Kamagi, dan Nurdin. 2004. Model usahatani Jagung berbasis konservasi di Provinsi Gorontalo. Laporan Hasil Penelitian. Badan Penelitian Pengembangan dan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah. Provinsi Gorontalo.
- [6]. Julien, P.Y. 2010. *Erosion and Sedimentation*. 2nd Edition. Published in the United States of America by Cambridge University Press, New York.
- [7]. Roeska, Ervina. 2017. *Tingkat Bahaya Erosi dan Faktor Keamanan Lereng Pada Jalan Banda Aceh-Calang*. Jurnal Teknik Sipil 6(2).  
<http://jurnal.unsyiah.ac.id/JTS/article/view/9834/7797>
- [8]. Sarminah, Sri. 2019. *Pemetaan Sebaran Tingkat Bahaya Erosi di Wilayah Sub Das Lempake*. Ulin-J Hut Trop Vol 3(2).
- [9]. Suripin. 2004. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta. Andi.