

**PENDUGAAN EROSI DENGAN METODE USLE
(*UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION*) BERBASIS DATA SPASIAL
PADA AREAL SEBELUM DAN SESUDAH TAMBANG
DI KECAMATAN PALARAN, KOTA SAMARINDA**



Oleh :

ABDHI RIFADIL
NPM. 16.11.1001.5401.013

**PROGRAM STUDI KEHUTANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SAMARINDA
SAMARINDA
2022**

**PENDUGAAN EROSI DENGAN METODE USLE
(*UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION*) BERBASIS DATA SPASIAL
PADA AREAL SEBELUM DAN SESUDAH TAMBANG
DI KECAMATAN PALARAN, KOTA SAMARINDA**

Oleh :

**ABDHI RIFADIL
NPM. 16.11.1001.5401.013**

Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Kehutanan pada Fakultas Pertanian
Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

**PROGRAM STUDI KEHUTANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SAMARINDA
SAMARINDA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Pendugaan Erosi Dengan Metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) Berbasis Data Spasial pada Areal Sebelum dan Sesudah Tambang Di Kecamatan Palaran, Kota Samarinda

Nama Mahasiswa : Abdhi Rifadil

NPM : 16.11.1001.5401.013

Fakultas : Pertanian

Program Studi : Kehutanan

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

Ir. H. Ismail Bakrie, M.P
NIP. 19600226 199203 1 001

Heni Emawati, S.Hut.,M.P
NIK. 62.17.1.0072

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian

Dr. Ir. Hj. Helda Syahfari, M.P
NIP. 19620821 199303 2 001

Tanggal Lulus :

ABSTRACT

Abdhi Rifadil. *Forestry Study Program of the Faculty of Agriculture, University of August 17, 1945 Samarinda. 2022. Erosion Estimation with USLE (Universal Soil Loss Equation) Method Based on Spatial Data in Area Before and After Mining in Palaran Subdistrict, Samarinda City. Under the guidance of Ismail Bakrie and Heni Emawati.*

Land is one of the important factors in realizing human survival to meet the needs of his life. Along with technological advances and the increasing number of human populations, land needs will grow and availability is limited. Land is not only used for settlements and agriculture but is now developing for industry, mining and so on. The use of such land can cause a decrease in soil quality caused by the process of nutrient washing and soil erosion processes.

The opening of mining areas causes soil damage, erosion and sedimentation, flooding and drought. In Samarinda City, East Kalimantan Province, the area of mining concessions (total PKP2B and KP) reached 50.742 ha or 71% of the city area. Palaran district is the second largest subdistrict in Samarinda City with an area of 18.253 ha or equal to 25,4% of samarinda city area. There are at least 24 Mining Business Licenses (IUP) and 1 PKP2B permit, which reaches 12.915,67 Ha or 70.76% of the area of Palaran Subdistrict. With a very large percentage of mining area in the sub-district indicates the occurrence of environmental damage, especially soil damage caused by erosion.

The purpose of this study is to know the level of soil erosion in the area before mining activities and to find out the latest level of soil erosion after mining activities and map the spread of soil erosion rates in Palaran Subdistrict. This study was conducted for approximately 2 months effectively.

Palaran District became the object of research on erosion estimation before and after mining using the USLE (Universal Soil Loss Equation) method developed by Wischmeier and Smith (1978). USLE is an erosion model designed to predict long-term average erosion from sheet or groove erosion under certain circumstances.

The results of erosion estimation analysis with USLE method in Palaran Subdistrict showed that the amount of erosion that occurred before the mining activity amounted to 430,342.11 tons with an average erosion of 99.80 tons / ha while after the area became a mine, the alleged erosion that occurred was 1,901,332.98 tons with an average erosion of 440.91 tons / ha.

ABSTRAK

Abdhi Rifadil. Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda. 2022. Pendugaan Erosi dengan Metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) Berbasis Data Spasial pada Areal Sebelum dan Sesudah Tambang di Kecamatan Palaran, Kota Samarinda. Di bawah bimbingan **Ismail Bakrie** dan **Heni Emawati**.

Lahan merupakan salah satu faktor penting dalam mewujudkan keberlangsungan hidup manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Seiring dengan kemajuan teknologi dan bertambahnya jumlah populasi manusia kebutuhan lahan akan semakin berkembang dan ketersediaannya terbatas. Lahan tidak hanya dimanfaatkan untuk permukiman dan pertanian namun kini berkembang untuk industri, pertambangan dan sebagainya. Penggunaan lahan tersebut dapat menyebabkan penurunan mutu tanah disebabkan oleh proses pencucian hara dan proses erosi tanah.

Pembukaan kawasan pertambangan menyebabkan kerusakan tanah, erosi dan sedimentasi, banjir serta kekeringan. Di Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, luas areal konsesi tambang (total PKP2B dan KP) mencapai 50.742 hektar atau 71 persen dari luas kota tersebut. Kecamatan Palaran merupakan kecamatan kedua terluas di Kota Samarinda dengan luas 18.253 Ha atau sama dengan 25,4% luas kota Samarinda. Setidaknya terdapat 24 Izin Usaha Pertambangan (IUP) dan 1 ijin PKP2B, yang luasnya mencapai 12.915,67 Ha atau 70,76% dari luas wilayah Kecamatan Palaran. Dengan persentase luas pertambangan yang sangat besar di kecamatan tersebut mengindikasikan terjadinya kerusakan lingkungan terutama kerusakan tanah yang disebabkan oleh erosi.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui tingkat erosi tanah pada areal sebelum dilakukan kegiatan pertambangan dan untuk mengetahui tingkat erosi tanah terkini sesudah adanya kegiatan pertambangan serta memetakan sebaran tingkat erosi tanah di Kecamatan Palaran. Penelitian ini dilakukan kurang lebih 2 bulan efektif.

Wilayah Kecamatan Palaran menjadi objek penelitian pendugaan erosi sebelum dan sesudah tambang dengan menggunakan metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) yang dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith (1978). USLE adalah suatu model erosi yang dirancang untuk memprediksi erosi rata-rata jangka panjang dari erosi lembar atau alur di bawah keadaan tertentu.

Hasil analisis pendugaan erosi dengan metode USLE di Kecamatan Palaran menunjukkan bahwa besarnya erosi yang terjadi sebelum adanya kegiatan tambang yaitu sebesar 430.342,11 ton/thn dengan rata-rata besar erosi sebesar 99,80 ton/ha sedangkan setelah areal tersebut menjadi tambang, dugaan erosi yang terjadi yaitu sebesar 1.901.332,98 ton/thn dengan rata-rata besar erosi sebesar 440,91 ton/ha.

RIWAYAT HIDUP



Abdhi Rifadil, lahir di Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur pada tanggal 15 Desember 1994. Anak Kedua dari pasangan Bapak Muhammad Aidil dan Ibu Haryati. Memulai pendidikan di TK Kartika VI-11 Samarinda pada tahun 1999 dan lulus pada tahun 2000. Kemudian

melanjutkan pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 005 Samarinda Ulu, Kota Samarinda pada tahun 2000 hingga selesai pada tahun 2006. Pada tahun yang sama melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama Negeri 24 Samarinda dan lulus pada tahun 2009. Kemudian pada tahun 2009 melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Kejuruan Negeri Kehutanan Samarinda hingga lulus tahun 2013. Pada tahun 2013 magang di PT. *Ecology and Conservation Center for Tropical Studies* (Ecositrop) dan pada tahun 2014 bekerja di Balai Pemantapan Kawasan Hutan (BPKH) Wilayah IV Samarinda sebagai Pegawai Negeri Sipil (PNS) sampai dengan sekarang.

Penulis melanjutkan Pendidikan di Perguruan Tinggi program S1 dimulai pada tahun 2016 di Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda, Fakultas Pertanian mengambil Program Studi Kehutanan. Selama mengikuti pendidikan, Penulis pernah mengikuti Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Kantor BPKH Wilayah IV Samarinda Jl. Rapak Indah No. 184, Karang Asam Ulu, Samarinda yang dilaksanakan pada tanggal 8 Juli 2019 sampai dengan tanggal 10 Agustus 2019.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, karena atas anugerah dan limpahan rahmat-Nya yang sempurna sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun sebagai syarat memperoleh gelar sarjana kehutanan dan merupakan penutup dari seluruh rangkaian program akademis di Fakultas Pertanian Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.

Penulisan skripsi ini tidak dapat diselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik secara moril maupun materil terutama dukungan dari orang tua tercinta ayahanda Muhammad Aidil dan ibunda Haryati, istri tercinta Arindra Dimayu, saudara-saudaraku Arfadilla Wilianti dan Satria Riski Saidillah serta seluruh keluarga besar penulis yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan.

Dalam proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, serta dukungan yang diberikan oleh berbagai pihak sehingga pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. H. Ismail Bakrie, M.P selaku Pembimbing I dan Ibu Heni Emawati, S.Hut., M.P selaku Pembimbing II yang telah banyak membantu dan memberikan arahan-arahan serta saran dalam penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Hj. Maya Preva Biantary, S.Hut, M.P. selaku Penguji I dan Bapak Dr. Ir. H. Mohammad Taufan Tirkaamiana Selaku Penguji II yang telah banyak memberikan masukan dan saran dalam penyusunan skripsi.

3. Ibu Dr. Ir. Hj. Helda Syahfari, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
4. Para Dosen Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda yang telah memberikan ilmu serta materi dalam perkuliahan maupun praktek lapangan serta staf administrasi yang telah membantu penulis selama menempuh pendidikan.
4. Bapak Jumani, S.Hut., M.P. selaku Dosen Wali yang telah banyak memberikan arahan, masukan, saran dan nasehat serta motivasi kepada penulis selama mengikuti perkuliahan di Fakultas Pertanian Universitas Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
6. Rekan – rekan seperjuangan BPKH Wilayah IV Samarinda, Ka Abdul Rahman, Catur Wahyuningsih, Ka Pia, Ka Rahman Purnama dan Nurina Sharfina yang selalu bersemangat untuk bersama-sama dalam menempuh pendidikan demi meraih cita-cita.
7. Saudara A'ang Gunaifi dan Muhammad Azizul Hakim yang telah mendukung dan memberikan saran-saran berupa referensi tulisan dan teknik pengolahan data serta analisisnya sehingga dapat membantu penulis untuk penyelesaian skripsi ini serta saudara Satria Riski Saidillah yang tidak kenal lelah mendampingi penulis dalam pengumpulan data di lapangan.
8. Pimpinan di BPKH Wilayah IV Samarinda, Bapak Hengky Wijaya, Bapak Andi Zafryuddin serta rekan-rekan Mbak Poppy, Ka Andhi Trisnaputra, Bapak Eko Widodo, Ibu Isminarti, Ka Wayan, Ka Agus Sofyan,

Ka Wasito, Ka Syahrul dan nama yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terimakasih atas bantuan dan dukungan yang telah diberikan.

9. Semua teman-teman angkatan 2016 yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih atas kebersamaannya selama menempuh pendidikan di Fakultas Pertanian Universitas 17 Agustus 1945.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik maupun saran yang membangun dari pembaca sehingga menjadi lebih baik dimasa yang akan datang dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya dan bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Samarinda, Januari 2022
Penulis,

Abdhi Rifadil

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRACT	iii
ABSTRAK	iv
RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	4
C. Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Erosi	5
B. Pertambangan	14
C. Sistem Informasi Geografis	17
D. Pengukuran Erosi	19
E. Pendugaan Erosi	22
III. METODOLOGI PENELITIAN	30
A. Tempat dan Waktu Penelitian	30
B. Bahan dan Alat Penelitian	30
C. Metode Penelitian	31
D. Prosedur Penelitian	32
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	45
A. Kondisi Umum Lokasi Penelitian	45

B. Hasil Penelitian.....	48
1. Identifikasi Lahan Periode Sebelum Kegiatan Pertambangan	48
2. Identifikasi Lahan Periode Sesudah Kegiatan Pertambangan.....	49
3. Nilai Erosivitas Hujan	55
4. Nilai Erodibilitas Tanah	57
5. Nilai Panjang dan Kemiringan Lereng.....	59
6. Nilai Tanaman dan Tindakan Pengelolaan Tanah.....	61
C. Analisis Data	64
V. KESIMPULAN DAN SARAN	79
A. Kesimpulan.....	79
B. Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN-LAMPIRAN	86

DAFTAR TABEL

Tubuh Utama

Nomor	Judul	Halaman
1.	Nilai LS Berdasarkan Kelas Lereng.....	27
2.	Nilai Faktor Pengelolaan Tanaman dan Tindakan Pengelolaan Tanah (CP) Menurut Jenis Peruntukannya.	28
3.	Bahan/Data Penelitian Beserta Sumbernya.....	30
4.	Tally Sheet Pengecekan Lapangan	35
5.	Contoh Perhitungan Akurasi Dengan Metode <i>Confusion Matrix</i> ...	36
6.	Interpretasi Nilai Akurasi Kappa (Koefisien Kappa).....	37
7.	Nilai Erodibilitas Berdasarkan Klasifikasi Tanah Nasional.....	38
8.	Rekapitulasi Satuan Lahan Sebelum dan Sesudah Tambang.....	40
9.	Contoh Rekap Data Penghitungan Dugaan Laju Erosi dan Besar Erosi	41
10.	Contoh Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi Sesudah/Sebelum Tambang.....	42
11.	Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi	42
12.	Matriks Perbandingan Tingkat Bahaya Erosi.	43
13.	Penutupan Lahan Kecamatan Palaran Tahun 2003.....	48
14.	Jumlah Titik Sampel Setiap Tutupan Lahan	50
15.	Matriks Uji Akurasi Hasil Interpretasi.....	52
16.	Penutupan Lahan Kecamatan Palaran Tahun 2020.....	54
17.	Curah Hujan Bulanan Dan Penghitungan Indeks Erosivitas Hujan (R) Tahun 2003 Dan Tahun 2020	55
18.	Jenis Tanah Dan Nilai Erodibilitas Tanah (K).....	57
19.	Kemiringan Lereng Dan Nilai Panjang Dan Kemiringan Lereng (LS)	59
20.	Nilai Tanaman Dan Tindakan Pengelolaan Tanah (CP) Tahun 2003.....	61
21.	Nilai Tanaman Dan Tindakan Pengelolaan Tanah (CP) Tahun 2020	63

22. Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi Sebelum Kegiatan Tambang	72
23. Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi Sesudah Kegiatan Tambang.....	74
24. Matriks Perbandingan Tingkat Bahaya Erosi Tahun 2003 dan Tahun 2020	76

DAFTAR GAMBAR

Tubuh Utama

Nomor	Judul	Halaman
1.	Nomograf Erodibilitas Tanah (<i>United States Enviromental Protection Agency</i>).....	26
2.	Diagram Alur Metodologi Penelitian.....	44
3.	Lokasi Penelitian.....	45
4.	Sebaran Penutupan Lahan Kecamatan Palaran Tahun 2003.....	49
5.	Sebaran Titik Pengecekan Lapangan Penutupan Lahan	51
6.	Sebaran Nilai Erodibilitas Tanah	58
7.	Sebaran Nilai Panjang dan Kemiringan Lereng.....	60
8.	Sebaran Nilai Tanaman dan Tindakan Pengelolaan Tanah Kecamatan Palaran Tahun 2003	62
9.	Sebaran Nilai Tanaman dan Tindakan Pengelolaan Tanah Kecamatan Palaran Tahun 2020	64
10.	Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi Sebelum Kegiatan Tambang.....	73
11.	Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi Setelah Kegiatan Tambang	74
12.	Sebaran Kelas TBE Sebelum Dan Sesudah Tambang	78
Lampiran		
13.	Lokasi Penelitian.....	87
14.	Sebaran Penutupan Lahan Kecamatan Palaran Tahun 2003.....	88
15.	Sebaran Titik Pengecekan Lapangan Penutupan Lahan	89
16.	Sebaran Nilai Erodibilitas Tanah	90
17.	Sebaran Nilai Panjang dan Kemiringan Lereng Kecamatan Palaran.....	91
18.	Sebaran Nilai Tanaman dan Tindakan Pengelolaan Tanah Kecamatan Palaran Tahun 2003	92
19.	Sebaran Nilai Tanaman dan Tindakan Pengelolaan Tanah Kecamatan Palaran Tahun 2020	93
20.	Pembagian Wilayah Satuan Lahan	94

21. Pendugaan Nilai Laju Erosi dan Rata – Rata Besarnya Erosi Sebelum Kegiatan Tambang	97
---	----

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam mewujudkan kelangsungan hidup manusia, lahan merupakan salah satu faktor penting karena segala kebutuhan hidup manusia bersumber dari lahan. Seiring dengan kemajuan teknologi dan bertambahnya jumlah populasi manusia maka kebutuhan lahan akan semakin berkembang dan ketersediaannya terbatas. Lahan yang sebelumnya memiliki vegetasi kemudian menjadi permukiman, perkebunan, sawah, ladang, industri, pertambangan dan sebagainya. Penggunaan lahan tersebut menyebabkan terjadinya pengurangan luas lahan bervegetasi yang salah satunya akan berdampak menurunnya mutu tanah. Penurunan mutu tanah tersebut disebabkan oleh proses pencucian hara dan proses erosi tanah.

Erosi adalah suatu peristiwa hilangnya atau terkikisnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat yang diangkut oleh air atau angin ke tempat lain (Sitnala Arsyad, 1989 yang dikutip oleh Sugiyanto 2010). Erosi menyebabkan hilangnya lapisan tanah yang subur dan baik untuk pertumbuhan tanaman serta berkurangnya kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air. Tanah yang terangkut tersebut akan terbawa masuk ke sumber air (sedimen) dan akan diendapkan di tempat yang aliran airnya melambat di dalam sungai, waduk, danau, reservoir, saluran irigasi, di atas pertanian dan sebagainya. Dengan demikian, kerusakan yang ditimbulkan oleh peristiwa erosi terjadi di dua tempat, yaitu pada tanah tempat erosi terjadi, dan pada tempat tujuan akhir tanah yang terangkut tersebut diendapkan (Arsyad, 2012).

Pertambangan, menurut Undang-Undang Nomor 4 tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara (UU No. 4/2009) adalah sebagian atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka penelitian, pengelolaan dan pengusahaan mineral atau batubara yang meliputi penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan pasca tambang. Pembukaan kawasan pertambangan menyebabkan kerusakan tanah, erosi dan sedimentasi, banjir serta kekeringan. Kerusakan akibat kegiatan penambangan adalah berubah atau hilangnya bentuk permukaan bumi (landscape), terutama pertambangan yang dilakukan secara terbuka (opened mining) meninggalkan lubang-lubang besar di permukaan bumi (Novitasari, 2006).

Di Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, luas areal konsesi tambang (total PKP2B dan KP) mencapai 50.742 hektar atau 71 persen dari luas kota tersebut (Anonim, 2010). Lebih dari separuh luas Kota Samarinda, Kalimantan Timur, terdapat 81 (delapan puluh satu) izin kegiatan pertambangan batubara. Data diperoleh Jaringan Advokasi Tambang (Jatam) Kalimantan Timur, 76 Izin Usaha Pertambangan (IUP) yang dikeluarkan Pemerintah Kota Samarinda serta 5 izin PKP2B yang dikeluarkan pemerintah pusat (Anonim, 2012). Kegiatan pertambangan itu dinilai berdampak luar biasa terhadap kerusakan lingkungan.

Kecamatan Palaran adalah kecamatan kedua terluas di Kota Samarinda, setelah Kecamatan Samarinda Utara. Luasnya 18.253 Ha atau sama dengan 25,4% luas kota Samarinda. Terdapat 24 (dua puluh empat) Izin Usaha Pertambangan (IUP) dan satu ijin PKP2B, yang luasnya mencapai 12.915,67 Ha atau 70,76%

dari luas wilayah Kecamatan Palaran (Anonim, 2014). Dengan persentase luas pertambangan yang sangat besar di kecamatan tersebut dapat mengindikasikan terjadinya kerusakan lingkungan yang masif terutama kerusakan tanah yang disebabkan oleh erosi. Untuk itu perlu dilakukan pemantauan dan penghitungan terhadap tingkat erosi tanah yang terjadi saat ini yang kemudian dibandingkan dengan sebelum adanya kegiatan penambangan sehingga dapat memberikan kontribusi sebagai bahan penentu kebijakan.

Salah satu metode perkiraan erosi adalah yang dikenal dengan metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) yang dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith (1978). Metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) merupakan model empiris yang dikembangkan di Pusat Data Aliran Permukaan dan Erosi Nasional, Dinas Penelitian Pertanian, Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA) bekerja sama dengan Universitas Purdue pada tahun 1954 (Kurnia, 1997 dikutip oleh Hariyadi, 2016). Dengan kesederhanaan, kemudahan dalam pemasukan input data, dan hasil yang cukup baik metode ini banyak dipakai diberbagai sektor di luar pertanian termasuk di sektor kehutanan (Ispriyanto, 2001). Metode USLE dapat digunakan untuk menduga tingkat erosi yang terjadi pada suatu wilayah bilamana nilai dugaan tersebut dapat dijadikan bahan untuk merumuskan teknik dalam konservasi lahan sehingga kerusakan lahan akibat erosi dapat dicegah dan dihindari.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka diperlukan penelitian yang dapat merepresentasikan dan menduga tingkat erosi yang terjadi di Kecamatan Palaran.

Selain itu, perlu juga membandingkan antara tingkat erosi yang terjadi saat sebelum kegiatan penambangan pada kecamatan tersebut dengan kondisi saat ini.

B. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui tingkat erosi tanah pada areal yang *sebelum* dilakukan kegiatan pertambangan di Kecamatan Palaran.
2. Mengetahui tingkat erosi tanah pada areal *sesudah* adanya kegiatan pertambangan di Kecamatan Palaran.
3. Memetakan sebaran tingkat erosi tanah wilayah penelitian di Kecamatan Palaran.

C. Manfaat Penelitian

Memberikan informasi mengenai tingkat erosi tanah yang terjadi sebelum adanya kegiatan penambangan dan kondisi setelah ada kegiatan pertambangan (saat ini) di Kecamatan Palaran sehingga memudahkan sebagai bahan dalam menyusun kebijakan lingkungan, menentukan teknik konservasi lahan yang tepat sehingga kerusakan lahan akibat erosi tanah dapat dikendalikan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Erosi

1. Pengertian Erosi

Erosi adalah peristiwa pindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lain oleh media alami. Pada peristiwa erosi, tanah atau bagian-bagian tanah terkikis dan terangkut kemudian diendapkan di tempat lain (Arsyad, 2010).

Erosi disebut pengikisan atau kelongsoran sesungguhnya yang merupakan proses penghanyutan tanah oleh desakan – desakan atau kekuatan air dan angin baik yang berlangsung secara alamiah ataupun sebagai akibat tindakan/perbuatan manusia (Kartasapoetra, 2010).

Menurut Asdak, dua penyebab erosi yang utama terjadi secara alami dan aktivitas manusia. Erosi alami terjadi karena proses pembentukan tanah dan proses erosi yang terjadi untuk mempertahankan keseimbangan tanah secara alami. Erosi karena faktor alami biasanya masih memberikan media sebagai tempat tumbuh tanaman. Sedangkan erosi yang terjadi karena kegiatan manusia, biasanya disebabkan oleh terkelupasnya lapisan tanah bagian atas akibat praktek bercocok tanam yang tidak memperhatikan kaidah konservasi tanah maupun dari kegiatan pembangunan yang bersifat merusak keadaan fisik tanah seperti pembuatan jalan di tempat dengan kemiringan lereng besar.

Erosi bisa terjadi akibat interaksi antara faktor iklim, topografi, tanah, vegetasi dan manusia. Faktor iklim yang sangat berpengaruh terhadap erosi

yaitu intensitas curah hujan (Arsyad, 2012). Curah hujan yang jatuh secara langsung atau tidak langsung dapat mengikis permukaan tanah secara perlahan dengan penambahan waktu dan akumulasi intensitas hujan tersebut akan mendatangkan erosi (Kironoto, 2000). Kecuraman dan panjang lereng merupakan faktor topografi yang berpengaruh terhadap terjadinya erosi tanah. Luas kemiringan lereng, luas lahan kritis, luas tanah berkedalaman rendah sangat berpengaruh terhadap terjadinya erosi dan sedimentasi (Arsyad, 2012).

Proses erosi ini dapat menyebabkan merosotnya produktivitas tanah, daya dukung tanah dan kualitas lingkungan hidup. Permukaan kulit bumi akan selalu mengalami proses erosi, di suatu tempat akan terjadi pengikisan sementara di tempat lainnya akan terjadi penimbunan, sehingga bentuknya akan selalu berubah sepanjang masa. Peristiwa ini terjadi secara alamiah dan berlangsung sangat lambat, sehingga akibat yang ditimbulkan baru muncul setelah berpuluh bahkan beratus tahun kemudian (Suripin, 2002).

Menurut Hardiyatmo (2006), jenis erosi dengan sumber berupa air hujan dapat dikelompokkan menjadi 5 macam yaitu:

a. Erosi percikan (*splash erosion*)

Jenis erosi ini merupakan hasil dari percikan atau benturan air hujan secara langsung pada partikel tanah dalam keadaan basah. Curah hujan yang jatuh ke permukaan tanah memiliki diameter yang berbeda – beda sehingga memiliki energi tumbukan yang berbeda. Energi tumbukan

ini bergantung dari kecepatan jatuhnya tetesan air, diameter butiran tetesan hujan dan intensitas hujan.

b. Erosi lembar (*sheet erosion*)

Terjadi karena terlepasnya tanah dari lereng dengan tebal lapisan yang tipis. Erosi ini tidak dapat terlihat oleh mata karena perubahan permukaan tanah yang terjadi hanya dalam bentuk yang kecil. Jenis erosi dapat terlihat dengan jelas pada saat laju erosi semakin bertambah dengan tidak ditemukannya vegetasi di permukaan tanah tersebut.

c. Erosi alur (*rill erosion*)

Tipe erosi ini terjadi karena adanya pengikisan tanah oleh aliran air yang membentuk parit atau saluran kecil, parit tersebut mengalami konsentrasi aliran air hujan yang akan mengikis tanah. Alur – alur tersebut akan mengalami pendangkalan pada permukaan tanah dengan arah yang memanjang dari atas ke bawah. Suatu erosi dikelompokkan menjadi erosi alur apabila memiliki lebar kurang dari 50 cm dan memiliki kedalaman kurang dari 30 cm.

d. Erosi parit (*gully erosion*)

Jenis erosi ini merupakan keberlanjutan dari erosi alur. Erosi parit ini terjadi apabila alur – alur mengalami pendangkalan yang semakin lebar dan dalam hingga membentuk parit.

e. Erosi sungai/saluran (*stream/channel erosion*)

Erosi sungai dapat terjadi karena adanya permukaan tanggul sungai yang terkikis dan gerusan sedimen di sepanjang dasar saluran.

2. Proses Terjadinya Erosi

Erosi tanah bisa terjadi melalui dua cara, yaitu yang terjadi secara alami, ini lebih dikenal dengan erosi alam atau erosi geologis (*geological erosion*) dan erosi yang terjadi akibat tindakan manusia yang disebut dengan erosi dipercepat (*accelerated erosion*) (Kartasapoetra, 1985 dikutip oleh Terakusuma, 2017) sebagai berikut:

a. Erosi Geologis (*Geological Erosion*)

Erosi yang berlangsung secara alamiah, terjadi secara normal di lapangan melalui tahap-tahap (Kartasapoetra, 1985: 35) :

- Pemecahan agregat-agregat tanah atau bongkah-bongkah tanah ke dalam partikel-partikel tanah yaitu butiran-butiran tanah yang kecil,
- Pemindahan partikel-partikel tanah tersebut baik dengan melalui penghanyutan ataupun karena kekuatan angin,
- Pengendapan partikel-partikel tanah yang terpindahkan atau terangkut tadi ditempat-tempat yang lebih rendah atau di dasar-dasar sungai.

b. Erosi Dipercepat (*Accelerated Erosion*)

Proses-proses terjadinya erosi tersebut yang dipercepat akibat tindakan-tindakan dan atau perubahan-perubahan itu sendiri yang bersifat negatif ataupun telah melakukan kesalahan dalam pengelolaan tanah dalam pelaksanaan pertaniannya (Kartasapoetra, 1985: 36).

Menurut L.D. Meyer dan G.R. Foster (1973) dalam Anonim (2020) erosi tanah bisa terjadi melalui tahapan-tahapan proses seperti :

– *Detachment* (pengelupasan)

Pada saat terjadi tumbukan air maupun angin yang terjadi dengan intensitas yang tinggi, maka hal tersebut dapat menyebabkan pecahnya agregat tanah menjadi partikel-partikel tanah yang akhirnya akan terlepas.

– *Transportation* (pengangkutan)

Partikel-partikel tanah yang terlepas pada akhirnya akan ikut terhanyut oleh aliran air di permukaan menuju tempat yang lebih rendah

– *Sedimentation* (pengendapan)

Pada akhirnya, partikel-partikel tanah yang terlepas tersebut akan mengalami pengendapan di tempat yang baru, yaitu daerah yang lebih rendah seperti di dasar sungai atau waduk.

Menurut Suripin (2002) juga menyatakan bahwa proses erosi tanah yang disebabkan oleh air meliputi tiga tahap yang terjadi dalam keadaan normal di lapangan, yaitu tahap pertama pemecahan bongkah-bongkah atau agregat tanah ke dalam bentuk butir-butir kecil atau partikel tanah, tahap kedua pemindahan atau pengangkutan butir-butir yang kecil sampai sangat halus tersebut dan tahap ketiga pengendapan partikel tersebut di tempat yang lebih rendah di dasar sungai.

3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Erosi

Manik (2003) menyatakan bahwa dari faktor-faktor yang mempengaruhi laju erosi tersebut, faktor yang dapat diubah manusia adalah

jenis dan tipe vegetasi (tumbuhan), sebagian dari sifat tanah (kesuburan tanah, ketahanan agregat, dan kapasitas infiltrasi), serta panjang lereng. Faktor yang tidak dapat atau sulit diubah manusia adalah iklim, tipe tanah, dan kecuraman lereng.

Adapun faktor-faktor yang dapat mempengaruhi laju erosi adalah sebagai berikut :

a. Faktor Iklim

Di daerah beriklim basah, faktor iklim yang mempengaruhi erosi adalah hujan. Besarnya curah hujan, intensitas, dan distribusi hujan menentukan kekuatan dispersi hujan terhadap tanah, jumlah dan kekuatan aliran permukaan serta tingkat kerusakan erosi yang terjadi (Arsyad, 2010).

Faktor iklim yang penting dalam proses terjadinya erosi adalah curah hujan dan suhu. Curah hujan dan suhu tidak jauh berbeda di tempat-tempat yang berdekatan (Kompas,2019). Curah hujan tinggi dalam suatu waktu mungkin tidak menyebabkan erosi jika intensitasnya rendah. Demikian pula bila hujan dengan intensitas yang tinggi tetapi terjadi dalam waktu singkat. Hujan akan menimbulkan erosi jika intensitasnya cukup tinggi dan jatuhnya relatif lama. Ukuran butir hujan juga sangat berperan dalam menentukan erosi. Hal tersebut disebabkan karena dalam proses erosi energy kinetik merupakan penyebab utama dalam penghancuran agregat-agregat tanah. Besarnya energi kinetik hujan tergantung pada jumlah hujan, intensitas dan kecepatan jatuhnya

hujan. Kecepatan jatuhnya butir-butir hujan itu sendiri ditentukan oleh ukuran butir-butir hujan dan angin” (Utomo, 1989 dalam Abidin, 2018).

b. Faktor Topografi

Faktor bentuk kewilayahan (topografi) menentukan tentang kecepatan lajunya air permukaan yang mampu mengangkut atau menghanyutkan partikel-partikel tanah. Kemiringan dan panjang lereng adalah dua unsur topografi yang paling berpengaruh terhadap limpasan permukaan dan erosi (Arsyad, 1989 dalam Sarminah dkk, 2019)

Asdak (2004) menyatakan kecepatan air larian yang besar ditentukan oleh kemiringan lereng yang tidak terputus dan panjang serta terkonsentrasi pada saluran sempit yang berpotensi terjadinya erosi alur dan erosi parit. Lereng bagian bawah lebih mudah tererosi daripada lereng bagian atas karena momentum dan kecepatan air larian lebih besar dan terkonsentrasi ketika mencapai lereng bagian bawah. Arsyad (2010) juga mengatakan kekuatan perusak air yang mengalir di atas permukaan tanah akan semakin besar dengan semakin curam dan panjang lereng permukaan tanah.

c. Faktor Tanah

Asdak (2004) menyatakan ada empat sifat tanah yang penting dalam menentukan erodibilitas tanah, yaitu :

- Tekstur tanah, berkaitan dengan ukuran dan porsi partikel tanah. Terdapat tiga unsur utama tanah, yaitu pasir (*sand*), debu (*silt*), dan liat (*clay*). Tanah dengan unsur utama liat, ikatan antar partikel

tergolong kuat, sehingga tidak mudah tererosi. Tanah dominan unsur pasir (tekstur kasar) kemungkinan terjadi erosi rendah karena laju infiltrasi besar, sehingga menurunkan laju air larian. Tanah dengan unsur utama debu dan pasir lembut serta sedikit unsur organik memberi kemungkinan lebih besar terjadinya erosi.

- Unsur organik, cenderung memperbaiki struktur tanah dan bersifat meningkatkan permeabilitas tanah, kapasitas tampung air tanah, dan kesuburan tanah. Kumpulan unsur organik di atas permukaan tanah dapat menghambat kecepatan air larian sehingga menurunkan potensi erosi.
- Struktur tanah, susunan partikel tanah yang membentuk agregat. Struktur tanah mempengaruhi kemampuan tanah menyerap air tanah. Struktur tanah granuler dan lepas mempunyai kemampuan besar meloloskan air larian sehingga menurunkan laju air larian dan memacu pertumbuhan tanaman.
- Permeabilitas tanah, menunjukkan kemampuan tanah dalam meloloskan air. Struktur, tekstur, dan unsur organik ikut menentukan permeabilitas tanah. Tanah dengan permeabilitas tinggi menentukan laju infiltrasi sehingga menurunkan laju air larian.

d. Faktor Vegetasi

Pengaruh vegetasi terhadap erosi adalah: 1) melindungi permukaan tanah dari tumbukan air hujan (menurunkan kecepatan terminal dan memperkecil diameter air hujan), 2) menurunkan kecepatan dan volume

air larian, 3) menahan partikel – partikel tanah pada tempatnya melalui sistem perakaran dan seresah yang dihasilkan serta 4) mempertahankan kemantapan kapasitas tanah dalam menyerap air. Semakin padat pertanaman maka semakin besar hujan yang terintersepsi sehingga erosi akan menurun.

e. Faktor Manusia

Manusia dapat mencegah dan mempercepat terjadinya erosi, tergantung bagaimana manusia mengelolanya. Manusia yang menentukan apakah tanah yang dihasilkannya akan rusak dan tidak produktif atau menjadi baik dan produktif secara lestari. Banyak faktor yang menentukan apakah manusia akan mempertahankan dan merawat serta mengusahakan tanahnya secara bijaksana sehingga menjadi lebih baik dan dapat memberikan pendapatan yang cukup untuk jangka waktu yang tidak terbatas (Arsyad, 1989 dalam Anonim, 2010)

Aktivitas manusia dalam beberapa bidang dapat mempercepat erosi, sehingga timbul masalah, yang disebut erosi dipercepat (*accelerated erosion*). Akibat dari erosi tersebut adalah : a.) merosotnya produktivitas tanah pada lahan yang tererosi, disertai merosotnya daya dukung serta kualitas lingkungan hidup, b.) sungai, waduk, dan aliran irigasi/drainase di daerah hilir menjadi dangkal, sehingga masa guna dan daya guna berkurang, c.) secara tidak langsung dapat mengakibatkan terjadinya banjir kronis pada setiap musim penghujan dan kekeringan di

musim kemarau (Arsyad, 1981) serta d.) dapat menghilangkan fungsi tanah menurut Suwardjo (1981 dalam Taryono, 1997).

B. Pertambangan

Pertambangan yaitu suatu kegiatan yang dilakukan dengan penggalian ke dalam tanah (bumi) untuk mendapatkan sesuatu yang berupa hasil tambang (Gatot, 2012). Berdasarkan Pasal 1 angka 1 Undang-undang Nomor 4 Tahun 2009, pertambangan adalah sebagian atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka penelitian, pengelolaan dan pengusahaan mineral atau batu bara yang meliputi penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan pascatambang. Pengertian tersebut dalam arti luas karena meliputi berbagai kegiatan pertambangan yang ruang lingkupnya dapat dilakukan sebelum penambangan, proses penambangan, dan sesudah proses penambangan.

Pengertian pertambangan mineral dan pertambangan batubara jelaslah berbeda. Berdasarkan Undang-undang Nomor 4 Tahun 2009, pertambangan mineral adalah pertambangan kumpulan mineral yang berupa bijih atau batuan, diluar panas bumi, minyak dan gas bumi, serta air tanah sedangkan yang dimaksud dengan pertambangan batubara adalah pertambangan endapan karbon yang terdapat di dalam bumi, termasuk bitumen padat, gambut, dan batuan aspal.

Salim (2012) menyatakan bahwa dalam usaha pertambangan ada beberapa tahap yang harus dilalui terlebih dahulu sebelum menuai hasil ekonomis dari kegiatan penambangan yaitu:

1. Penyelidikan umum merupakan usaha untuk menyelidiki secara geologi umum atau fisika, di daratan perairan dan dari udara, segala sesuatu dengan maksud untuk membuat peta geologi umum atau untuk menetapkan tanda-tanda adanya bahan galian pada umumnya.
2. Usaha eksplorasi adalah segala penyelidikan geologi pertambangan untuk menetapkan lebih teliti/seksama adanya sifat letakan bahan galian.
3. Usaha eksploitasi adalah usaha pertambangan dengan maksud untuk menghasilkan bahan galian dan memanfaatkannya.
4. Usaha pengolahan dan pemurnian adalah pengerjaan untuk mempertinggi mutu bahan galian serta untuk memanfaatkan dan memperoleh unsur-unsur yang terdapat pada bahan galian.
5. Usaha pengangkutan adalah segala usaha pemindahan bahan galian dan hasil pengolahan serta pemurnian bahan galian dari daerah eksplorasi atau tempat pengolahan/pemurnian.
6. Usaha penjualan adalah segala sesuatu usaha penjualan bahan galian dan hasil pengolahan/pemurnian bahan galian.

Dalam penggolongan hasil tambang, Ngadiran dalam Sulto (2011) menjelaskan bahwa izin usaha pertambangan meliputi izin untuk memanfaatkan bahan galian tambang yang bersifat ekstraktif seperti bahan galian tambang golongan A, golongan B, maupun golongan C. Ada banyak jenis sumberdaya alam bahan tambang yang terdapat di bumi indonesia. Dari sekian jenis bahan tambang yang ada itu di bagi menjadi tiga golongan, yaitu:

1. Bahan galian strategis golongan A, terdiri atas: minyak bumi, aspal, antrasit, batu bara, batu bara muda, batu bara tua, bitumen, bitumen cair, bitumen padat, gas alam, lilin bumi, radium, thorium, uranium, dan bahan-bahan galian radio aktif lainnya (antara lain kobalt, nikel dan timah);
2. Bahan galian vital golongan B, terdiri atas: air raksa, antimon, aklor, arsen, bauksit, besi, bismut, cerium, emas, intan, khrom, mangan, perak, plastik, rhutenium, seng, tembaga, timbal, titan/titanium, vanadium, wolfram, dan bahan-bahan logam langka lainnya (antara lain barit, belerang, berrilium, fluorspar, brom, koundum, kriolit, kreolin, kristal, kwarsa, yodium, dan zirkom); dan
3. Bahan galian golongan C, terdiri atas; pasir, tanah uruk, dan batu kerikil. Bahan ini merupakan bahan tambang yang tersebar di berbagai daerah yang ada di Indonesia.

Legalitas perusahaan bahan galian menurut Undang Undang Nomor 4 Tahun 2009 Tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, secara substansi hanya dalam satu bentuk, yaitu izin usaha pertambangan (IUP). Hal ini berbeda dengan legalitas perusahaan bahan galian tambang pada saat berlakunya Undang-undang Nomor 11 Tahun 1967 Tentang Ketentuan Ketentuan Pokok Pertambangan yang terdiri dari berbagai macam bentuk, yaitu KP, Kontrak Karya, PKP2B untuk karya batu bara, SIPD untuk bahan galian industri, dan Izin Pertambangan Rakyat untuk pertambangan rakyat (Sudrajat, 2010:72).

C. Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) menurut Gistut (1994) dalam Nugraha (2018) adalah sistem yang dapat mendukung pengambilan keputusan spasial dan mampu mengintegrasikan deskripsi-deskripsi lokasi dengan karakteristik-karakteristik fenomena yang ditemukan di lokasi tersebut. Menurut Rhind mengemukakan bahwa, sistem informasi geografis adalah sistem komputer yang dapat menyimpan dan menggunakan data yang menggambarkan tempat – tempat di permukaan bumi (Rhind dalam Heywood 2011). SIG yang lengkap mencakup metodologi dan teknologi yang diperlukan, yaitu data spasial perangkat keras, perangkat lunak dan struktur organisasi. Sedangkan Prahasta (2005) mengemukakan bahwa sistem informasi geografis merupakan sistem komputer yang digunakan untuk memanipulasi data geografi. Sistem ini diimplementasikan dengan perangkat keras dan perangkat lunak komputer untuk akusisi dan verifikasi data, kompilasi data, penyimpanan data, perubahan dan updating data, manajemen dan pertukaran data, manipulasi data, pemanggilan dan presentasi data serta analisa data.

Tujuan pokok dari pemanfaatan Sistem Informasi Geografis adalah untuk mempermudah mendapatkan informasi yang telah diolah dan tersimpan sebagai atribut suatu lokasi atau objek. Ciri utama data yang bias dimanfaatkan dalam Sistem Informasi Geografis adalah data yang telah terkait dengan lokasi dan merupakan data dasar yang belum dispesifikasi (Dulbahri,1993 dalam Anonim, 2017).

Fungsi SIG adalah meningkatkan kemampuan menganalisis informasi spasial secara terpadu untuk perencanaan dan pengambilan keputusan. SIG dapat memberikan informasi kepada pengambil keputusan untuk analisis dan penerapan *database* keruangan (Prahasta, 2002). SIG mampu memberikan kemudahan-kemudahan yang diinginkan. Dengan SIG kita akan dimudahkan dalam melihat fenomena kebumian dengan perspektif yang lebih baik. SIG mampu mengakomodasi penyimpanan, pemrosesan, dan penayangan data spasial digital bahkan integrasi data yang beragam, mulai dari citra satelit, foto udara, peta bahkan data statistik. SIG juga mengakomodasi dinamika data, pemutakhiran data yang akan menjadi lebih mudah (Swastikayana, 2011).

Menurut Irwansyah (2013:11-12) komponen-komponen yang membangun sebuah sistem informasi geografis adalah:

1. *Computer System and Software*

Sistem komputer dan kumpulan piranti lunak yang digunakan untuk mengolah data.

2. *Spatial Data*

Data spasial (bereferensi keruangan dan kebumian) yang akan diolah.

3. *Data Management and Analysis Procedure*

Manajemen data dan analisa prosedur oleh *Database Management System*.

4. *People*

Entitas sumber data manusia yang akan mengoperasikan sistem informasi geografis.

D. Pengukuran Erosi

Besarnya erosi dapat diketahui secara tepat dengan melakukan pengukuran langsung di lapangan. Arsyad (2006) mengemukakan beberapa metode dalam mengukur erosi, yaitu:

1. Kotak penampung tanah tererosi, digunakan untuk menampung erosi pada setiap kejadian hujan.
2. Petak percobaan di lapangan, berukuran satu meter persegi yang digunakan untuk mendapatkan hubungan antara besarnya erosi dengan sifat-sifat fisik tanah atau penutup tanah untuk suatu tipe tanah dengan tanaman penutup tertentu.
3. Pengukuran kandungan sedimen sungai, yaitu dengan mengukur banyaknya sedimen tersuspensi yang terbawa oleh air sungai pada suatu DAS.
4. Survei sedimentasi reservoir, ditentukan dengan memperkirakan tebalnya endapan di berbagai tempat dalam reservoir. Endapan pada reservoir berasal dari sedimen yang terbawa oleh air sungai.
5. Tongkat pengukur, digunakan untuk mengukur besarnya erosi yang terjadi untuk suatu massa tertentu. Pengukuran ini bersifat kasar (kurang akurat) dalam pembacaan skala.
6. Survei tanah, ditentukan berdasarkan tebalnya horizon tanah A atau lapisan atas tanah yang hilang.

Saifuddin Sarief (1980) dalam bukunya yang berjudul “Beberapa Masalah Pengawetan Tanah dan Air”, penelitian yang telah dilakukan untuk menentukan pengikisan dan penghanyutan tanah menggunakan metode pengukuran besarnya

tanah yang terkikis dan aliran permukaan (run-off) untuk satu kali kejadian hujan. Metode ini disebut “Pengukuran Erosi Petak Kecil”, metode ini ditujukan untuk mendapatkan data-data sebagai berikut :

1. Besarnya erosi
2. Pengaruh faktor tanaman
3. Pemakaian bahan pemantap tanah (soil conditioner)
4. Pemakaian mulsa penutup tanah, dan
5. Pengelolaan tanah

Pengamatan di lapangan dilakukan dengan menggunakan sistem petak (plot) dengan ukuran, kemiringan, panjang lereng, dan jenis tanah tertentu (diketahui). Aliran air dan sedimen yang keluar petak diamati. Jumlah petak yang diperlukan tergantung dari tujuan pengamatan, jumlah minimal untuk satu kasus adalah dua replikasi. Untuk mengamati laju erosi pada dua jenis tanaman yang berbeda diperlukan minimum 4 petak. Jika melibatkan dua jenis tanah yang berbeda, jumlah petak minimum menjadi 8 buah (Arsyad, 1989)

Ukuran petak yang standard mempunyai panjang 22 m dan lebar 1,8 m, namun tetap dimungkinkan untuk membuat petak dengan ukuran yang berbeda. Pembatas petak dapat terbuat dari logam, kayu, atau material lain yang tidak merembes air, dan tidak berkarat. Pembatas tersebut minimal mempunyai ketinggian 15 – 20 cm diatas permukaan tanah. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari adanya percikan air maupun partikel tanah keluar/masuk ke dalam petak. Bagian awal pembatas ditanam kedalam tanah dengan kedalaman yang cukup sehingga cukup stabil dan kemungkinan terjadinya rembesan air dari

dan/atau kelua petak yang diminimalkan. Di ujung bawah petak dipasang talang untuk mengalirkan air dari petak ke bak penampung. Bak penampung harus tertutup untuk menghindari masuknya air hujan maupun percikan tanah langsung (Suripin, 2002).

Meninjau pernyataan Hudson 1976, bahwa petak erosi yang banyak digunakan berukuran 1 m² atau 2 m². Petak ini mudah dibangun dan murah sehingga sangat berguna jika kita ingin data dalam jumlah yang besar dalam waktu yang singkat. Ketepatan data, terutama jika diekstrapolasikan pada daerah yang luas kurang memuaskan. Tetapi data dari petak kecil cukup memuaskan jika, misalnya kita hanya ingin melihat perbedaan erosi dari 2 sistem yang berbeda, atau untuk menyelidiki erodibilitas relatif berbagai tanah.

Pendugaan erosi di lapangan dengan menggunakan petak percobaan, pada dasarnya memang mendekati kondisi alami yang sebenarnya. Namun, cara itu membutuhkan biaya, tenaga, dan waktu yang tidak kecil. Disamping itu untuk mengetahui laju dan jumlah erosi yang terjadi pada berbagai jenis penggunaan lahan dan bermacam jenis penggunaan tanaman pada berbagai jenis tanah dan topografi (kemiringan dan panjang lereng), juga dibutuhkan biaya yang tinggi, tenaga kerja yang banyak, dan waktu yang relatif lama (Rahim, 2003).

Utomo (1994) juga berpendapat demikian dalam pernyataannya, Pelaksanaan percobaan lapangan memerlukan biaya yang mahal, dan tentunya agar dapat memberi manfaat yang optimum memerlukan ketelitian yang tinggi. Biaya yang mahal disamping untuk pembangunan petak erosi, juga diperlukan untuk prasarana penunjang, antara lain stasiun iklim. Untuk mendapatkan data

yang cukup sah perlu memperhatikan 1. ukuran petak percobaan, 2. batas petak, 3. Pengumpul hasil erosi, dan 4. Pengamatan.

E. Pendugaan Erosi

Salah satu metode pendugaan erosi adalah yang dikenal dengan metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) yang dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith (1978). USLE adalah suatu model erosi yang dirancang untuk memprediksi erosi rata-rata jangka panjang dari erosi lembar atau alur di bawah keadaan tertentu. Ia juga bermanfaat untuk tanah tempat bangunan dan penggunaan non pertanian, tetapi tidak dapat memprediksi pengendapan dan tidak memperhitungkan hasil sedimen dari erosi parit, tebing sungai dan dasar sungai (Arsyad, 2010).

USLE adalah model yang paling sederhana untuk prediksi erosi, yang memperkirakan kehilangan tanah tahunan rata-rata dalam jangka panjang. Meskipun persamaan ini memiliki kekurangan dan keterbatasan seperti hasilnya yang seringkali overestimate dibanding data hasil pengukuran, namun banyak digunakan karena kesederhanaan dan akurasinya masih dapat diterima (Tania, 2013; Beskow et al., 2009; Dabral et al., 2008).

Wischmeier dan Smith (1978) juga menyatakan bahwa metode yang umum digunakan untuk menghitung laju erosi adalah metode Universal Soil Loss Equation (USLE). Adapun persamaan ini adalah:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

A : Jumlah tanah yang hilang rata-rata setiap tahun (ton/ha/tahun)

R : Indeks daya erosi curah hujan (erosivitas hujan)

K : Indeks kepekaan tanah terhadap erosi (erodibilitas tanah)

LS : Faktor panjang lereng (L) dan kemiringan lereng (S)

C : Faktor tanaman (vegetasi)

P : Faktor tindakan pengelolaan tanah (konservasi)

1. Erosivitas Hujan (R)

Tenaga pendorong yang menyebabkan terkelupas dan tersangkutnya partikel-partikel tanah ke tempat yang lebih rendah dikenal dengan istilah erosivitas hujan (Asdak, 2002). Erosivitas curah hujan menunjukkan kemampuan atau kapasitas hujan untuk menyebabkan erosi tanah (Blanco & Lal, 2008; Unger, 2006). Menurut Asdak (2002), Donahue et al (1987) dan Morgan (2005) dalam Karyati (2016), faktor erosivitas hujan merupakan hasil perkalian antara energi kinetik (E) dari satu kejadian hujan dengan intensitas hujan maksimum 30 menit. Faktor erosivitas hujan (R) yang merupakan daya rusak hujan didefinisikan sebagai jumlah satuan indeks erosi hujan dalam setahun (Suripin, 2004). Faktor-faktor yang mempengaruhi erosivitas adalah jumlah, intensitas, velositas, ukuran butiran dan penyebaran ukuran butiran air hujan yang jatuh (Blanco & Lal, 2008; Morgan, 2005)

Bols (1978) dalam Karyati (2016) dengan menggunakan data curah hujan bulanan di 47 stasiun penakar hujan di pulau Jawa yang dikumpulkan selama 38 tahun menentukan bahwa besarnya erosivitas hujan tahunan rata-rata adalah sebagai berikut :

$$EI_{30} = 6,119 R^{1,21} \times D^{-0,47} \times M^{0,53} \dots\dots\dots (2)$$

dimana :

EI_{30} : Sifat hujan berupa kombinasi dari energi kinetic dan intensitas hujan selama 30 menit (ton.m/ha. cm/jam)

R : Jumlah curah hujan bulanan (cm)

D : Jumlah hari hujan

M : Maksimum hujan (cm) pada bulan bersangkutan

Cara menentukan besarnya indeks erosivitas hujan yang lain adalah seperti dikemukakan oleh Lenvain (DHV, 1989) dikutip Karyati (2016) dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$R = 2,21 P^{1,36} \dots\dots\dots (3)$$

dimana :

R : Indeks erosivitas

P : Curah hujan bulanan (cm)

Cara menentukan besarnya indeks erosivitas hujan yang terakhir ini lebih sederhana karena hanya memanfaatkan data curah hujan bulanan.

2. Erodibilitas Tanah (K)

Erodibilitas tanah adalah kepekaan tanah terhadap erosi (daya penghancur dan penghanyutan oleh air hujan). Besarnya nilai erodibilitas sangat ditentukan oleh karekteristik tanah seperti tekstur tanah, stabilitas agregat tanah (harkat struktur tanah), harkat permeabilitas dan kandungan bahan organik tanah. Nilai erodibilitas (faktor K) berkisar dari 0-1, dimana semakin besar nilai erodibilitas tanah akan semakin peka atau mudah tererosi, demikian pula sebaliknya (Setiarno dkk, 2019).

Erodibilitas tanah dipengaruhi oleh banyak sifat-sifat tanah, yakni sifat fisik, mekanik, hidrologi, kimia, reologi/litologi, mineralogi dan biologi,

termasuk karakteristik profil tanah seperti kedalaman tanah dan sifat-sifat dari lapisan tanah (Veiche, 2002). Poesen (1983) yang dikutip oleh Mamur (2019) menyatakan bahwa erodibilitas bukan hanya ditentukan oleh sifat-sifat tanah, namun ditentukan pula oleh faktor-faktor erosi lainnya, yakni erosivitas, topografi, vegetasi, fauna dan aktivitas manusia.

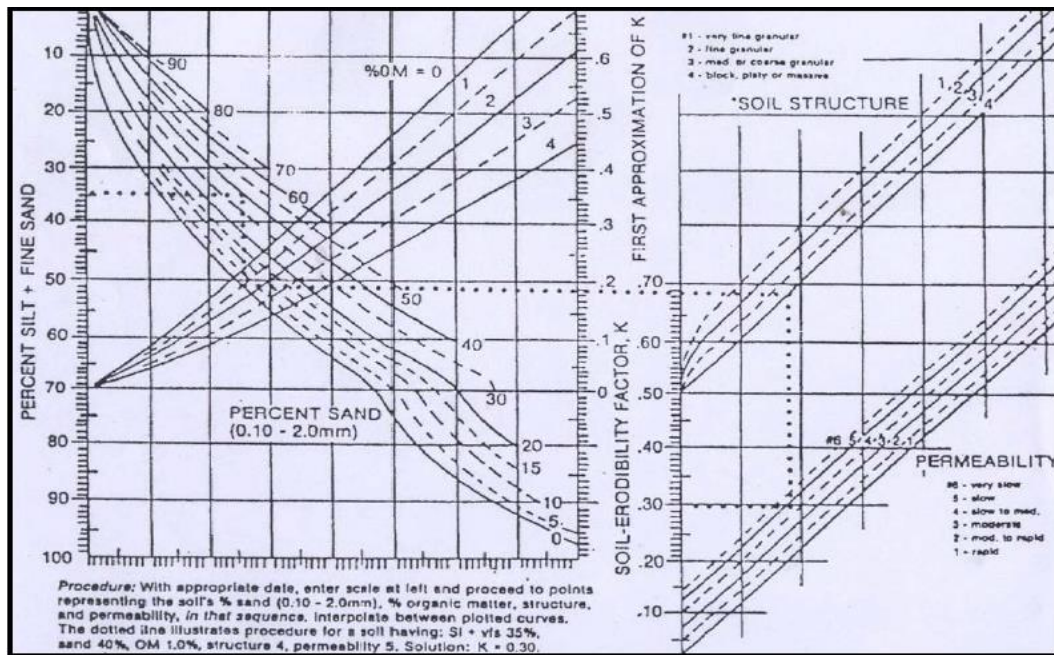
Meskipun erodibilitas tanah tidak hanya ditentukan oleh sifat-sifat tanah, namun untuk membuat konsep erodibilitas tanah menjadi tidak terlalu kompleks, maka beberapa peneliti menggambarkan erodibilitas tanah sebagai pernyataan keseluruhan pengaruh sifat-sifat tanah dan bebas dari faktor-faktor penyebab erosi lainnya (Arsyad, 2000).

Model prediksi erodibilitas tanah yang telah banyak diaplikasikan oleh para praktisi untuk keperluan perencanaan penggunaan lahan dan konservasi tanah adalah model yang dikembangkan oleh Wischmeier et al. (1971) atau dikenal dengan sebutan faktor K-USLE, dalam hal ini nilai erodibilitas tanah ditetapkan dengan menggunakan nomograf (Gambar 1) atau persamaan berikut ini:

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

dimana :

- K : Erodibilitas tanah
- M : (persentase pasir sangat halus dan debu) x (100-persentase liat)
- a : Persentase bahan organik (% C-organik x 1,724)
- b : Kode struktur tanah
- c : Kode kelas permeabilitas penampang tanah.



Gambar 1. Nomograf Erodibilitas Tanah (United States Enviromental Protection Agency, 1980 di dalam Asdak, 1995 dikutip oleh Endra, 2008

3. Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Arsyad (2010) mengungkapkan bahwa panjang dan kemiringan lereng adalah dua unsur topografi yang paling berpengaruh terhadap aliran permukaan dan erosi. Unsur lain yang mungkin berpengaruh adalah konfigurasi, keseragaman dan arah lereng. Semakin curam kemiringan lereng akan semakin meningkatkan jumlah dan kecepatan aliran permukaan, sehingga memperbesar energi kinetik dan meningkatkan kemampuan mengangkut butir-butir tanah.

Faktor panjang dan kemiringan lereng (LS) dihitung dengan menggunakan persamaan Morgan (1979) dalam Abidin (2018) berikut ini.

$$LS = \sqrt{L(0,00138)S^2 + 0,00965S + 0,0138} \dots\dots\dots$$

(5)

dimana:

L : panjang lereng (m)

S : kemiringan lereng (%)

Selain menggunakan persamaan di atas, nilai LS dapat diketahui dengan menyesuaikan kemiringan lereng sebagaimana pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Nilai LS Berdasarkan Kelas Lereng

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 : Kironoto dan Yulistiyanto (2000) dalam Yulan (2016)

4. Faktor Tanaman (C) dan Tindakan Pengelolaan Tanah (P)

Faktor vegetasi penutup tanah dan pengelolaan tanaman, yaitu nisbah antara besarnya erosi dari suatu areal dengan vegetasi penutup dan pengelolaan tanaman tertentu terhadap besarnya erosi dari tanah yang identik tanpa tanaman (Arsyad, 2010). Faktor C merupakan faktor yang menunjukkan keseluruhan pengaruh dari faktor vegetasi, serasah, kondisi permukaan tanah dan pengelolaan lahan terhadap besarnya tanah yang hilang (erosi).

Faktor tanaman dan tindakan pengelolaan tanah (CP) ditentukan berdasarkan keanekaragaman bentuk tata guna lahan di lapangan. Nilainya ditentukan berdasarkan hasil penelitian yang telah ada atau modifikasinya.

Sebagai standar penentuan faktor C dan P berikut disajikan nilai faktor C dan P, maupun CP dari hasil penelitian seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Faktor Pengelolaan Tanaman dan Tindakan Pengelolaan Tanah (CP) Menurut Jenis Peruntukannya

No.	Konservasi dan Pengelolaan Tanaman	Nilai CP
1.	Hutan tak terganggu	0,01
2.	Hutan	0,01
3.	Hutan mangrove	0,01
4.	Hutan lahan kering primer	0,03
5.	Hutan lahan kering sekunder	0,01
6.	Semak belukar	0,3
7.	Sawah	0,01
8.	Pertanian lahan kering	0,28
9.	Pertanian lahan kering bercampur semak	0,19
10.	Lahan terbuka	0,95
11.	Perkebunan	0,5
12.	Permukiman	0,95
13.	Pertambangan	1
14.	Tambak	0,001
15.	Alang-alang	0,02
16.	Ladang	0,28
17.	Danau/Empang/Beting	0,01
18.	Rawa	0,01
19.	Sungai	0,001

Sumber : Asdak (2002), Fahliza et al., (2013), Mamur (2019), Dianmahendra (2021)

5. Kelas Tingkat Bahaya Erosi

Tingkat bahaya erosi merupakan perkiraan jumlah maksimum tanah yang akan hilang pada suatu lahan, bila pengelolaan tanaman dan Tindakan konservasi tanah tidak mengalami perubahan. Jumlah maksimum tanah hilang harus lebih kecil atau sama dengan jumlah tanah yang terbentuk melalui proses pembentukan tanah agar produktivitas lahan tetap tinggi (Hardjowigeno dan Widiatmaka, 2007).

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Palaran dengan waktu yang diperlukan kurang lebih 2 bulan efektif (28 Februari s.d 30 April 2021) meliputi studi pustaka, pengumpulan data, pengolahan data, analisis data serta penyusunan skripsi.

B. Bahan dan Alat Penelitian

Adapun bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini sebagaimana pada Tabel 3. berikut ini.

Tabel 3. Bahan/Data Penelitian Beserta Sumbernya

No.	Bahan/Data	Sumber
1.	Curah Hujan	BMKG Stasiun Temindung Samarinda Tahun 2003 dan Tahun 2020
2.	Peta Jenis Tanah Kecamatan Palaran	Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSDLP) Tahun 2016
3.	Peta Kelerengn Kecamatan Palaran	Pengolahan Data SRTM (<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>) dan DEMNAS
4.	Peta Tutupan Lahan Kecamatan Palaran	Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumber Daya Hutan dan Hasil Penafsiran
5.	Citra Landsat 5 dan Landsat 8	Portal http://earthexplorer.usgs.gov
6.	Peta Jaringan jalan dan Sungai Kecamatan Palaran	Peta Rupa Bumi Indonesia Tahun 2016

Objek penelitian adalah lokasi tambang Kecamatan Palaran berdasarkan dileniasi penafsiran citra Landsat Tahun 2020 sekaligus batas objek penelitian yang digunakan untuk melakukan penghitungan pendugaan erosi sebelum tambang. Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa seperangkat Komputer/Laptop yang dilengkapi dengan program Microsoft Excel, Microsoft Word dan program ArcGIS 10.3.1, Software Global Mapper 19, Printer dan ATK.

C. Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Metode penelitian deskriptif kuantitatif adalah suatu metode yang bertujuan untuk membuat gambar atau deskriptif tentang suatu keadaan secara objektif yang menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut serta penampilan dan hasilnya (Arikunto, 2006). Menurut Jonathan Sarwonno (2006), metode penelitian kuantitatif adalah penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta hubungan-hubungannya. Dengan metode penelitian tersebut diharapkan dapat memberikan gambaran erosi yang terjadi sebelum dan sesudah kegiatan pertambangan dengan menggunakan data curah hujan, jenis tanah, kelerengan tanah dan tutupan lahan yang dikalkulasikan dalam metode USLE.

Adapun tujuan penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif ini adalah untuk menjelaskan suatu situasi yang hendak diteliti dengan dukungan studi kepustakaan sehingga lebih memperkuat analisa peneliti dalam membuat suatu kesimpulan, dimana hasil penelitian diperoleh dari hasil perhitungan indikator-indikator variable penelitian kemudian dipaparkan secara tertulis oleh penulis.

Pengambilan data dilakukan dengan pengecekan lapangan menggunakan metode *strative purposive random sampling* yaitu teknik pengambilan sampel dengan pertimbangan tertentu.

Penelitian ini secara garis besar dibagi menjadi 3 tahapan pelaksanaan antara lain pengumpulan data, pengolahan data dan analisa data.

D. Prosedur Penelitian

1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer yang dikumpulkan antara lain titik sampel pengecekan lapangan terhadap hasil penafsiran tutupan lahan citra satelit Landsat tahun 2020. Untuk data sekunder yang dikumpulkan antara lain curah hujan, jenis tanah, kelerengan serta tutupan lahan sebelum kegiatan pertambangan yang didapat dari instansi masing-masing pengelola data melalui salinan data. Selain itu, data juga diperoleh dari website resmi instansi pengelola data yang memberikan akses untuk dapat dilakukan pengunduhan data. Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Curah Hujan

Data curah hujan diperlukan untuk menghitung nilai erosivitas tanah (R). Data curah hujan Kecamatan Palaran yang digunakan merupakan data yang didapatkan dari Stasiun Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Samarinda.

b. Jenis Tanah

Penentuan jenis tanah di Kecamatan Palaran dilakukan dengan menggunakan Peta Jenis Tanah bersumber dari Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSDLP). Data jenis tanah digunakan untuk mengetahui nilai erodibilitas tanah (K) yang kemudian diberikan nilai berdasarkan penelitian sebelumnya.

c. Kelerengan/Topografi

SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) dan DEMNAS dimanfaatkan untuk melakukan pengolahan data kelas lereng. Peta kelas keleng hasil pengolahan SRTM dan DEMNAS tersebut akan digunakan dalam menentukan nilai panjang dan kemiringan lereng (LS).

d. Peta Penutupan Lahan/Penggunaan Lahan

Nilai faktor tanaman (C) dan tindakan pengelolaan tanah (P) didapatkan dari data penutupan lahan yang dinilai berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Identifikasi periode sebelum adanya kegiatan pertambangan di Kecamatan Palaran diketahui dari data penutupan lahan yang dikeluarkan oleh Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumber Daya Hutan dengan data tutupan lahan yang tersedia mulai tahun 1990.

Data penutupan lahan terkini sesudah ada kegiatan pertambangan, diperoleh melalui interpretasi citra satelit Landsat 8 dengan melakukan dileniasi (*digitizing on screen*) terhadap obyek dengan mempertimbangkan unsur-unsur interpretasi seperti bentuk, ukuran, pola, bayangan, rona/warna, tekstur, situs dan asosiasi. Dari hasil dileniasi tersebut kemudian dikelaskan berdasarkan kunci interpretasi citra yang mengacu kepada SNI 7645 Tahun 2010 tentang klasifikasi penutupan lahan.

Untuk mendapatkan data penutupan lahan yang akurat serta sesuai dengan kondisi sebenarnya di lapangan maka perlu dilakukan kegiatan pengecekan lapangan. Pengecekan lapangan dilakukan dengan menempatkan titik sampel secara *purposive sampling* dengan mempertimbangkan

kemudahan akses untuk mencapai lokasi pengambilan titik cek lapangan. Adapun tahapan dalam melakukan pengecekan lapangan dan uji akurasi terhadap hasil interpretasi citra adalah sebagai berikut.

1) Penentuan Jumlah Titik Sampel

Jumlah titik sampel pengecekan lapangan ditentukan berdasarkan luas hasil interpretasi tutupan lahan dengan menggunakan rumus slovin bilamana titik diletakkan secara proposional tergantung luasan setiap kelas tutupan lahannya. Jumlah titik sampel ditentukan dengan menggunakan dengan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + N(e^2)} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

n = Jumlah Sampel (Buah)

N = Jumlah Populasi (Ha)

e = Batas Toleransi Kesalahan (*Error Tolerance* 10%)

Penentuan jumlah titik sampel secara proporsional pada setiap kelas penutupan lahan dihitung dengan menggunakan rumus :

$$n' = (LC/N) \times n \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :

n' = Jumlah Sampel Per Tutupan Lahan (buah)

LC = Luas Tutupan Lahan n (ha)

N = Luas Tutupan Lahan Total (ha)

n = Jumlah Sampel (buah)

2) Penempatan Titik Sampel

Penempatan titik sampel pengecekan lapangan dilakukan dengan menggunakan metode *strative purposive random sampling* yaitu dengan menempatkan titik sampel sesuai dengan luas kelas penutupan lahan secara proporsional dengan mempertimbangkan faktor aksesibilitas sehingga pengecekan lapangan dapat dilakukan dengan lebih efektif dan efisien.

3) Pengecekan Lapangan

Pengecekan lapangan digunakan sebagai metode untuk menilai keakurasian interpretasi yang telah dilakukan. Jumlah titik sampel pengecekan lapangan merupakan hasil penghitungan jumlah titik sampel secara proporsional sesuai dengan luas masing-masing tutupan lahan. Pengambilan titik sampel dalam rangka pengecekan lapangan dilakukan dengan menggunakan GPS atau foto udara drone yang dilengkapi *geotagging*. Pengambilan titik dengan foto udara drone dilakukan apabila titik sampel yang akan dituju sulit untuk diakses.

Adapun data yang diambil berupa koordinat, kondisi tutupan lahan dan foto keadaan tutupan lahan sekitar pada titik pengecekan lapangan. Data hasil pengambilan titik lapangan kemudian direkapitulasi dalam *tally sheet* sebagai berikut.

Tabel 4. Tally Sheet Pengecekan Lapangan

No Sampel	Tutupan Lahan (Interpretasi)	Tutupan Lahan (Lapangan)	Koordinat UTM		Keterangan
			X	Y	
1.					
2.					

No Sampel	Tutupan Lahan (Interpretasi)	Tutupan Lahan (Lapangan)	Koordinat UTM		Keterangan
			X	Y	
3.					
4.					
dst.					

4) Uji Akurasi

Pengujian ketelitian klasifikasi bertujuan untuk melihat kesalahan-kesalahan klasifikasi sehingga dapat diketahui persentase ketepatannya (akurasi). Penghitungan akurasi hasil interpretasi citra dilakukan dengan menggunakan *confusion matrix*. *Confusion matrix* adalah perhitungan akurasi dengan melakukan perbandingan penutupan lahan hasil interpretasi citra dengan hasil verifikasi di lapangan yang dihitung dalam sebuah tabel seperti Tabel 5. berikut ini.

Tabel 5. Contoh Perhitungan Akurasi Dengan Metode *Confusion Matrix* (Wicaksono, 2010)

Hasil Interpretasi	Hasil Pengecekan Lapangan		Jumlah
	A	B	
A	a	b	a+b
B	c	d	c+d
Jumlah	a+c	b+d	n

Perhitungan akurasinya adalah sebagai berikut:

a) Akurasi keseluruhan (*Overall Accuracy*)

$$= (a+d) / n \dots\dots\dots(x)$$

b) Akurasi produser (*Producer's Accuracy*)

$$= (a / a+c) \times 100 \dots\dots\dots(x)$$

$$\text{Omisi} = 100\% - \text{Akurasi Produser} \dots\dots\dots(x)$$

c) Akurasi Pengguna (*User's Accuracy*)

$$= (a / a+b) \times 100 \dots\dots\dots(x)$$

$$\text{Komisi} = 100\% - \text{Akurasi Pengguna} \dots\dots\dots(x)$$

d) Akurasi Kappa

$$\text{Akurasi Kappa} = (P_0 - P_e) / (1 - P_e) \dots\dots\dots(x)$$

dimana :

P_0 = Akurasi Keseluruhan (*Overall Accuracy*)

$$P_0 = (a+d) / n \dots\dots\dots(x)$$

$$P_e = [(a+b/n) \times (a+c/n)] + [(c+d/n) \times (b+d/n)] \dots\dots\dots(x)$$

Cohen (1968) dalam Tosiani (2) membagi klasifikasi nilai akurasi berdasarkan nilai koefisien Kappa menjadi 6 kelas, seperti pada Tabel 6. berikut ini:

Tabel 6. Interpretasi Nilai Akurasi Kappa (Koefisien Kappa)

Nilai Koefisien Kappa	Interpretasi Nilai Kappa
0 <	Peluang akurasi buruk
0,01 – 0,20	Peluang akurasi kecil
0,21 – 0,40	Peluang akurasi cukup
0,41 – 0,60	Peluang akurasi sedang
0,61 – 0,80	Peluang akurasi baik
0,81 – 0,99	Peluang akurasi sangat baik (<i>almost perfect</i>)

2. Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan sebelumnya selanjutnya dilakukan pengolahan data. Pengolahan data seluruhnya dilakukan dengan menggunakan

data spasial termasuk dalam penghitungan rumus dengan metode USLE. Adapun tahapan pengolahan data yang dimaksud adalah sebagai berikut :

a. Menghitung Nilai Erosivitas Hujan

Nilai erosivitas hujan (R) dihitung dengan menggunakan rumus dari Lenvain (1988) sebagai berikut :

$$R = 2,21 P^{1,36} \dots\dots\dots(6)$$

dimana

R : Indeks erosivitas

P : Curah hujan bulanan (cm)

b. Menghitung Nilai Erodibilitas

Nilai erodibilitas tanah (K) ditentukan dengan mengetahui jenis tanah berdasarkan Peta Jenis Tanah Kecamatan Palaran yang selanjutnya dinilai mengacu kepada nilai K dari Dangler dan El-Swaify (1976) serta dipadankan dengan klasifikasi tanah nasional (Subardja et al., 2014;2016). Nilai K berdasarkan jenis tanahnya adalah sebagai berikut.

Tabel 7. Nilai Erodibilitas Berdasarkan Klasifikasi Tanah Nasional.

Jenis Tanah (USDA 1990)	Jenis Tanah (Klasifikasi Tanah Nasional)	Nilai K
Andisol	Andosol	0,07
Histosol	Organosol	0,28
Inceptisol	Kambisol	0,23
Ultisol	Podsolik	0,16
Oxisol	Oksisol	0,03
Entisol	Aluvial	0,19

Jenis Tanah (USDA 1990)	Jenis Tanah (Klasifikasi Tanah Nasional)	Nilai K
Alfisol	Mediteran	0,20
Vertisol	Grumusol	0,27
Inceptisol (Aquepts)	Gleisol	0,31

Sumber : *El-Swaify dan Dangler (1976) serta Subardja et al (2014;2016)*

c. Menentukan Nilai Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Untuk menentukan nilai LS, sebelumnya harus diketahui kemiringan lereng di Kecamatan Palaran dengan menggunakan data hasil pengolahan data SRTM dan DEMNAS. Setelah kemiringan lereng diketahui, besaran nilai LS ditentukan berdasarkan Tabel 1.

d. Menentukan Nilai Tanaman dan Tindakan Pengelolaan Tanah (CP)

Nilai CP didapatkan dari pemberian skoring terhadap data penutupan lahan Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumber Daya Hutan pada obyek penelitian sebelum ada kegiatan pertambangan sedangkan data penutupan lahan kondisi terkini diperoleh dari hasil interpretasi citra satelit Landsat 8 Liputan Tahun 2020. Nilai CP dapat ditentukan dengan melihat Tabel 2.

3. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menghitung nilai dugaan erosi menggunakan data spasial yang telah diolah sebelumnya kemudian diklasifikasi ke dalam tingkat bahaya erosi. Adapun tahapan analisis data yang dimaksud adalah sebagai berikut.

a. Pendugaan Nilai Erosi (A)

Pendugaan nilai erosi dilakukan dengan melakukan *overlay* data spasial curah hujan, jenis tanah, kelerengan dan penutupan lahan. Data spasial hasil *overlay* tersebut akan membentuk peta satuan lahan. Satuan lahan merupakan bagian dari lahan yang dapat dibatasi pada peta dan memiliki karakteristik atau kualitas tertentu. Satuan lahan digunakan sebagai satuan analisis untuk mendapatkan karakteristik fisik daerah penelitian yang selanjutnya digunakan untuk analisis setiap variabel yang mempengaruhi proses erosi dan digunakan untuk perencanaan konservasi lahan sesuai dengan karakteristik satuan lahan. (FAO, 1976 dalam Noorhadi 2004:15 dan Tim Evaluasi Konservasi lahan UGM, 2005 : 87). Satuan lahan yang terbentuk dari proses *overlay* tersebut, masing-masing akan mewakili karakteristik dari variabel yang disusun antara lain curah hujan, jenis tanah, kemiringan lereng dan penutupan lahan. Hasil *overlay* data-data spasial tersebut kemudian direkap seperti pada Tabel 8.

Tabel 8. Rekapitulasi Satuan Lahan Sebelum dan Sesudah Tambang

No	Satuan Lahan	Luas (Ha)	%
I	Sebelum Tambang		
1			
2			
dst.			
Jumlah I			
II	Sesudah Tambang		
1			
2			
dst			
Jumlah II			

Data *overlay* berupa peta satuan lahan yang berisi informasi mengenai data curah hujan, jenis tanah, kelerengan dan penutupan lahan dilakukan

penginputan nilai ke dalam *attribute table* berdasarkan hasil penghitungan dan penentuan erosivitas hujan (R), erodibilitas tanah (K), panjang dan kemiringan lereng (LS), tanaman dan tindakan pengelolaan tanah (CP).

Untuk mengetahui jumlah tanah yang hilang rata-rata setiap tahun (ton/ha/tahun) atau nilai A dapat dihitung sesuai dengan Rumus USLE sebagai berikut:

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot CP \dots\dots\dots (7)$$

dimana :

A : Jumlah tanah yang hilang rata-rata setiap tahun (ton/ha/tahun)

R : Indeks daya erosi curah hujan (erosivitas hujan)

K : Indeks kepekaan tanah terhadap erosi (erodibilitas tanah)

LS : Faktor panjang lereng (L) dan kemiringan lereng (S)

C : Faktor tanaman (vegetasi)

P : Faktor tindakan pengelolaan tanah (konservasi)

Hasil penghitungan nilai attribut data spasial sesuai dengan rumus USLE tersebut kemudian dilakukan rekapitulasi. Di bawah ini adalah contoh perhitungan dugaan laju erosi (A), besarnya erosi, rata-rata laju erosi serta rata-rata besar erosi yang direkap berdasarkan kelas penutupan lahannya baik sebelum dan sesudah tambang.

Tabel 9. Contoh Rekap Data Penghitungan Dugaan Laju Erosi dan Besar Erosi

No	Penutupan Lahan	No. Urut	Satuan Lahan	R	K	LS	C P	A (ton/ha /thn)	Luas (ha)	Erosi (ton/thn)
A.	Semak Belukar	1								
		2								
		dst.								
rata - rata laju erosi (ton/ha/thn) dan jumlah A										

No	Penutupan Lahan	No. Urut	Satuan Lahan	R	K	LS	C P	A (ton/ha/thn)	Luas (ha)	Erosi (ton/thn)
B.	Permukiman	1								
		2								
		dst.								
rata - rata laju erosi (ton/ha/thn) dan jumlah B										
C.	Pertanian Lahan Kering	1								
		2								
		dst.								
rata - rata laju erosi (ton/ha/thn) dan jumlah C										
Jumlah A s.d										
rata - rata besar erosi (ton/thn)										

b. Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi

Berdasarkan hasil penghitungan pendugaan nilai erosi yang menghasilkan data jumlah tanah yang hilang rata-rata setiap tahun (ton/ha/tahun) secara spasial, kemudian dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kelas tingkat bahaya erosi. Berikut merupakan contoh rekapitulasi tingkat bahaya erosi berdasarkan nilai minimal dan maksimal lajur erosi (ton/ha/thn) beserta informasi mengenai luas areal masing-masing kelas tingkat bahaya erosinya yang disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Contoh Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi Sesudah/Sebelum Tambang

No	Laju Erosi (ton/thn/ha)		Kelas Bahaya Erosi	Tingkat Bahaya Erosi	Luas (ha)	%
	Nilai Minimal	Nilai Maksimal				
1						
2						
3						
4						
Jumlah						

Adapun kelas tingkat bahaya erosi dapat dilihat pada Tabel 11 di bawah ini.

Tabel 11. Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi

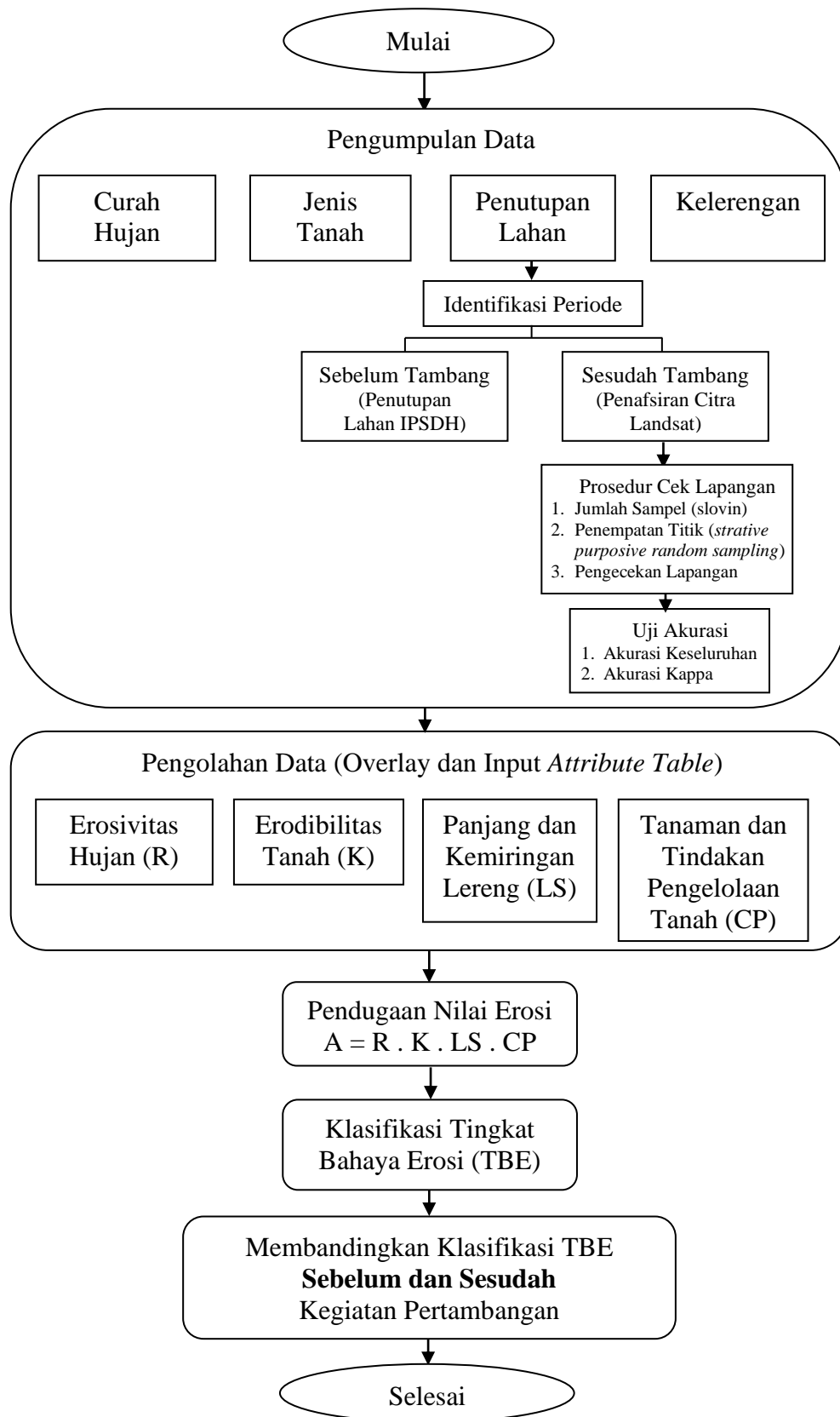
Laju Erosi (ton/ha/thn)	Kelas Bahaya Erosi	Tingkat Bahaya Erosi
<15	I	Sangat Ringan
15 – 60	II	Ringan
60 – 180	III	Sedang
180 – 480	IV	Berat
>480	V	Sangat Berat

Sumber: Arsyad (2009)

Data spasial hasil overlay akan menghasilkan satuan lahan yang masing-masing *polygon*-nya berisi informasi tentang nilai laju erosi (A) yang digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat bahaya erosi. Satuan lahan yang telah dikelompokkan tersebut kemudian dilakukan rekapitulasi baik yang nilai laju erosi sebelum dan sesudah tambang. Rekapitulasi berdasarkan luasan tingkat bahaya erosi dilakukan analisis perbandingan perubahan kelas yang terjadi pada saat areal tersebut belum menjadi tambang dan setelah areal tersebut sudah digunakan untuk kegiatan pertambangan. Matriks perbandingan tingkat erosi tersebut akan menunjukkan perubahan atau distribusi kelas tingkat bahaya erosi dan areal mana saja yang terjadi peningkatan kelas bahaya erosi. Berikut merupakan contoh matriks perbandingan tingkat bahaya erosi sebelum dan sesudah tambang.

Tabel 12. Matriks Perbandingan Tingkat Bahaya Erosi

No.	Tingkat Bahaya Erosi (Tahun Sebelum Tambang)	Tingkat Bahaya Erosi (Tahun Sesudah Tambang)				Jumlah
		II	III	IV	V	
1	I					
2	II					
3	III					
4	IV					
5	V					
Jumlah						



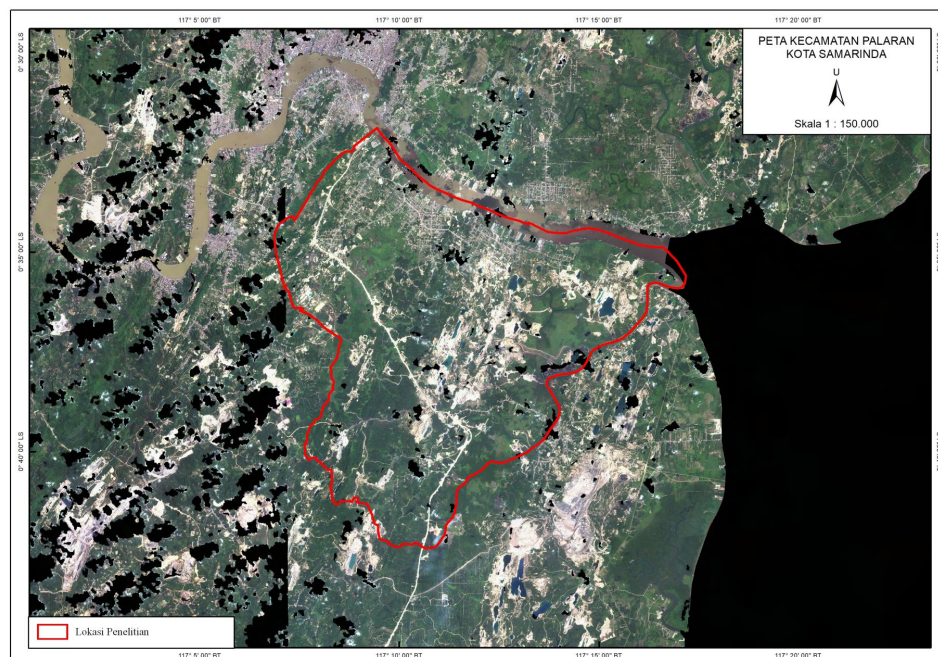
Gambar 2. Diagram Alur Metodologi Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Umum Lokasi Penelitian

1. Letak dan Luas Lokasi Penelitian

Kecamatan Palaran merupakan salah satu dari 10 (sepuluh) kecamatan di Kota Samarinda. Secara astronomis, Kecamatan Palaran terletak di antara $0^{\circ}31'53''$ - $0^{\circ}43'01''$ Lintang Selatan dan $117^{\circ}06'37''$ - $117^{\circ}16'55''$ Bujur Timur. Secara administrasi pemerintahan, Kecamatan Palaran berbatasan dengan Sungai Mahakam di sebelah Utara, Kecamatan Sanga-Sanga, Kabupaten Kutai Kartanegara di sebelah Timur, Kecamatan Loa Janan, Kabupaten Kutai Kartanegara di sebelah Selatan, Kecamatan Loa Janan Iir dan Kecamatan Samarinda Seberang di sebelah Barat. Lokasi Kecamatan Palaran disajikan pada Gambar 3 berikut ini sedangkan untuk tampilan peta yang sebenarnya dapat dilihat pada Lampiran 1.



Gambar 3. Lokasi Penelitian

Berdasarkan Kota Samarinda dalam Angka Tahun 2020 (BPS Kota Samarinda Tahun 2021), Kecamatan Palaran memiliki luas $\pm 221,29 \text{ Km}^2$ yang terbagi menjadi 5 (lima) kelurahan yaitu Kelurahan Bukuan, Kelurahan Bantuas, Kelurahan Simpang Pasir, Kelurahan Rawa Makmur dan Kelurahan Handil Bakti. Kelurahan yang terluas adalah Kelurahan Handil Bakti dengan presentase terhadap luas kecamatan sebesar 32,54 persen. Sedangkan, kelurahan dengan luas wilayah terkecil adalah Kelurahan Rawa Makmur dengan persentase luas sebesar 5,37 persen.

2. Iklim Lokasi Penelitian

Kecamatan Palaran, Kota Samarinda yang beriklim tropis mempunyai musim yang hampir sama dengan wilayah Indonesia pada umumnya, yaitu adanya musim kemarau dan musim penghujan. Selain itu, karena letaknya di daerah khatulistiwa maka iklim juga dipengaruhi oleh angin Muson, yaitu angin Muson Barat November-April dan angin Muson Timur Mei-Oktober.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan di Stasiun Meteorologi Kota Samarinda pada tahun 2020, suhu udara rata-rata $29,44^{\circ}\text{C}$. Suhu udara terendah $22,60^{\circ}\text{C}$ terjadi pada bulan November 2020 dan tertinggi $36,20^{\circ}\text{C}$ pada bulan April 2020. Kelembaban udara pada tahun 2020 berkisar antara 39% sampai dengan 99%. Sedangkan rata-rata curah hujan mencapai 181,71 mm, dengan curah hujan tertinggi 282,50 mm pada bulan September dan terendah 91,80 mm pada bulan Februari. Persentase penyinaran matahari rata-rata 49,30%, dan jumlah hari hujan rata-rata tahun 2020 adalah 20 Hari Hujan.

3. Geologi dan Tanah

Berdasarkan proyeksi dari Peta Geologi Regional Lembar Samarinda (S. Supriatna dkk., 1995) maka lokasi penelitian terdiri dari Formasi Balipapan (Tmbp), Formasi Kampungbaru (Tmpk), Formasi Palaubalang (Tmpb) dan Endapan aluvium (Qa). Jenis tanah pada lokasi penelitian berdasarkan Peta Jenis Tanah Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSDLP) Kementerian Pertanian Republik Indonesia tahun 2016, sebagian besar jenis tanahnya yaitu kambisol dan gleisol serta sebagian kecil dengan jenis tanah podsolik dan aluvial.

4. Hidrologi

Berdasarkan Peta Rupa Bumi Indonesia Tahun 2016, Kecamatan Palaran berada di sebelah Selatan dari Sungai Mahakam. Terdapat beberapa sungai yang mengalir di dalam wilayah Kecamatan Palaran antara lain Sungai Banyuur, Sungai Gilinggang, Sungai Payau, Sungai Putang dan Sungai Sangasanga. Berdasarkan Keputusan Menteri LHK Nomor SK.304/MENLHK/PDASHL/DAS.0/7/2018 tentang Penetapan Peta Daerah Aliran Sungai, wilayah Kecamatan Palaran berada di dalam DAS Mahakam.

5. Topografi

Kecamatan Palaran terletak pada ketinggian rata-rata 50 mdpl. Topografi bervariasi dari datar terutama pada bagian utara dan timur, landai sampai agak curam dari sebagian utara sampai dengan selatan, curam pada sebagian besar pada bagian barat, sedangkan pada sebagian kecil selatan wilayah Kecamatan Palaran mempunyai topografi yang sangat curam.

B. Hasil Penelitian

1. Identifikasi Lahan Periode Sebelum Kegiatan Pertambangan

Pendugaan erosi di Kecamatan Palaran dilakukan pada periode sebelum adanya kegiatan pertambangan dan kondisi terkini setelah adanya kegiatan pertambangan. Penentuan periode sebelum adanya kegiatan pertambangan menggunakan data penutupan lahan dari Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumber Daya Hutan. *Update* data penutupan lahan periode tahun 2000 s.d. tahun 2011 hanya tersedia setiap 3 tahun sekali. Berdasarkan data tutupan lahan pada periode tahun 2000 dan tahun 2003, belum ada hasil interpretasi dan dileniasi penutupan lahan yang menunjukkan adanya aktifitas pertambangan pada kecamatan tersebut sedangkan pada periode tahun 2006 terdapat toponimi tutupan lahan dengan ID 20141 yang artinya terdapat tutupan lahan berupa pertambangan pada tahun tersebut. Oleh karena itu, data tutupan lahan yang digunakan untuk pendugaan erosi sebelum tambang adalah data penutupan lahan tahun 2003 mengingat tidak tersedianya data tutupan lahan tahun 2004 dan tahun 2005. Penutupan lahan Kecamatan Palaran pada tahun 2003 disajikan pada Tabel 13.

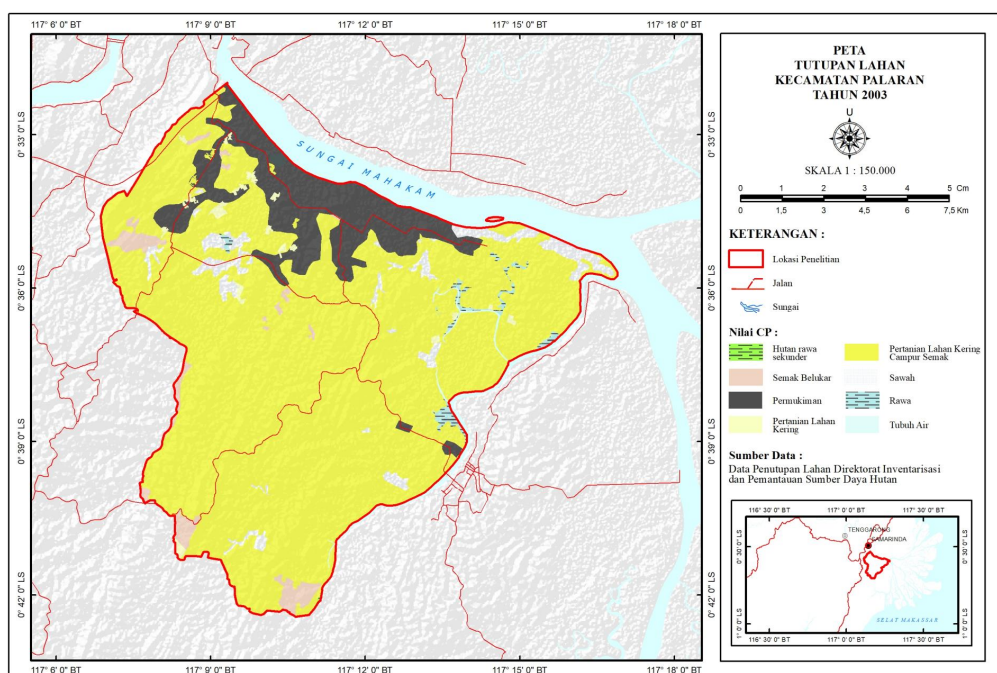
Tabel 13. Penutupan Lahan Kecamatan Palaran Tahun 2003

No	Kelas Penutupan Lahan	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Hutan Rawa Sekunder (Hrs)	6,06	0,03
2	Semak Belukar (B)	426,37	2,37
3	Permukiman (Pm)	2.199,26	12,24
4	Tubuh Air (A)	44,51	0,25
5	Pertanian Lahan Kering (Pt)	142,85	0,79
6	Pertanian Lahan Kering Campur Semak (Pc)	14.339,75	79,80

No	Kelas Penutupan Lahan	Luas (Ha)	Persentase (%)
7	Sawah (Sw)	653,02	3,63
8	Rawa (Rw)	157,22	0,87
Jumlah		17.969,04	100

Sumber : Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumber Daya Hutan

Berdasarkan Tabel 13 menunjukkan bahwa pada tahun 2003 belum terdapat kelas penutupan lahan pertambangan di Kecamatan Palaran. Kelas penutupan lahan yang paling dominan adalah pertanian lahan kering campur semak seluas 14.339,75 ha dengan persentase luas mencapai 79,80% sedangkan penutupan lahan yang masih berhutan yaitu hutan rawa sekunder merupakan penutupan lahan yang memiliki luasan paling kecil dengan luas sebesar 6,06 ha. Oleh karena itu, dalam menentukan pendugaan erosi sebelum adanya kegiatan pertambangan dilakukan pada tahun 2003. Adapun sebaran penutupan lahan sebagaimana Gambar 4 sedangkan untuk tampilan peta yang sebenarnya dapat dilihat pada Lampiran 2.



Gambar 4. Sebaran Penutupan Lahan Kecamatan Palaran Tahun 2003

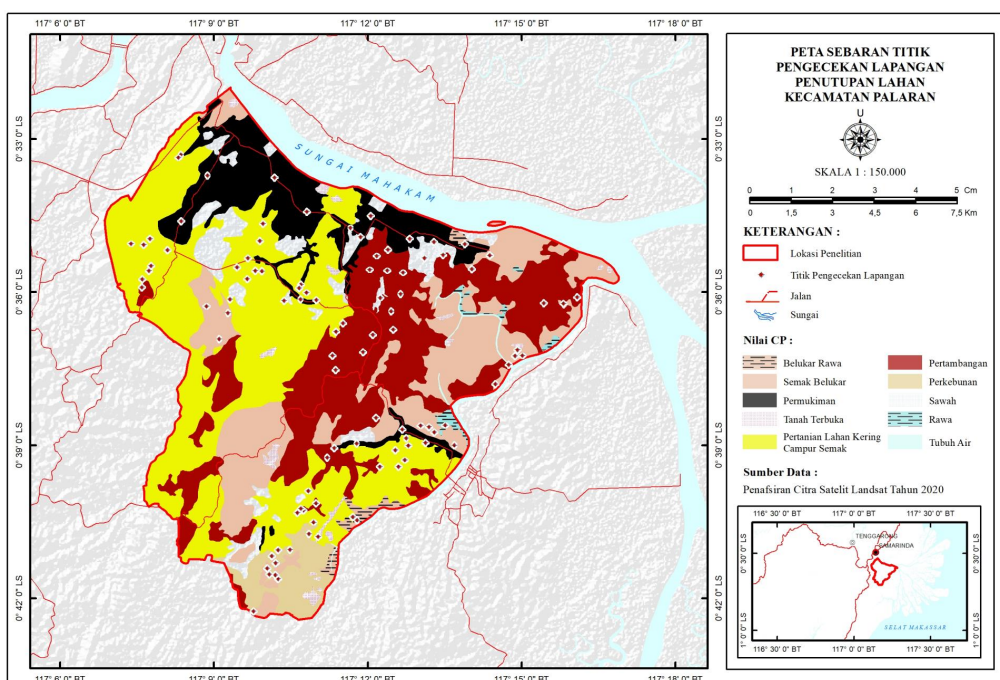
2. Identifikasi Lahan Periode Sesudah Kegiatan Pertambangan

Untuk menentukan areal setelah adanya kegiatan pertambangan di Kecamatan Palaran yaitu dengan menggunakan data penutupan lahan hasil penafsiran citra satelit resolusi sedang (Landsat 8) tahun 2020. Penafsiran citra satelit tersebut dilakukan untuk mendapatkan data penutupan lahan terkini khususnya tutupan lahan berupa kegiatan pertambangan. Untuk mendapatkan nilai akurasi atau tingkat kepercayaan data hasil penafsiran perlu dilakukan pengecekan lapangan. Pengecekan lapangan bertujuan untuk melihat kesesuaian antara hasil penafsiran dengan objek tutupan lahan sesungguhnya yang dilakukan dengan cara pengamatan langsung di lapangan. Jumlah titik sampel pengecekan lapangan dihitung dengan menggunakan metode Slovin dimana didapatkan jumlah titik sampel sebanyak 100 buah yang tersebar berdasarkan proporsi luasan masing-masing tutupan lahan seperti pada Tabel 14 serta ditempatkan dengan mempertimbangkan faktor aksesibilitas sebagaimana disajikan pada Gambar 5 sedangkan untuk tampilan peta yang sebenarnya dapat dilihat pada Lampiran 3.

Tabel 14. Jumlah Titik Sampel Setiap Tutupan Lahan

No	Kelas Penutupan Lahan	Luas (Ha)	Jumlah Titik Sampel (Buah)
1	Belukar Rawa (Br)	156,91	1
2	Semak Belukar (B)	3.301,01	18
3	Permukiman (Pm)	2.181,35	12
4	Tanah Terbuka (T)	168,83	1
5	Tubuh Air (A)	44,51	1
6	Pertambangan (Tb)	4.312,26	24
7	Pertanian Lahan Kering Campur Semak (Pc)	6.114,76	34

No	Kelas Penutupan Lahan	Luas (Ha)	Jumlah Titik Sampel (Buah)
8	Perkebunan	621,70	3
9	Sawah (Sw)	965,36	5
10	Rawa (Rw)	102,35	1
Jumlah		17.969,04	100



Gambar 5. Sebaran Titik Pengecekan Lapangan Penutupan Lahan

Setelah melakukan pengecekan lapangan, dilakukan uji akurasi antara hasil penafsiran dengan hasil pengecekan lapangan. Uji akurasi bertujuan untuk melihat keakuratan atau ketelitian hasil dari klasifikasi objek pada citra. Analisis akurasi pada penelitian ini menggunakan *confusion matrix* atau matrik kontingensi.

Hasil perhitungan uji akurasi dengan jumlah seluruh sampel 100 buah, diperoleh nilai uji keseluruhan / overall accuracy sebesar 90%. Nilai ini menunjukkan bahwa dari keseluruhan sampel yang berjumlah 100 buah

terdapat kesalahan sebesar 10% atau 10 buah. Hasil interpretasi yang ditemukan kurang tepat adalah belukar, pertanian lahan kering campur semak, permukiman dan pertambangan. Adapun matriks uji akurasi hasil interpretasi tutupan lahan pada tahun 2020 sebagaimana Tabel 15 berikut.

Tabel 15. Matriks Uji Akurasi Hasil Interpretasi

Hasil Interpretasi	Uji Lapangan										Jumlah Sampel	Jumlah yang Benar	Omisi	Producer Accuracy
	A	B	Br	Pc	Pk	Pm	Rw	Sw	T	Tb				
A	1										1	1	0	100
B		17								1	18	17	5,56	94,44
Br			1								1	1	0	100
Pc		5		28						1	34	28	17,65	82,35
Pk					3						3	3	0	100
Pm						11		1			12	11	8,33	91,67
Rw							1				1	1	0	100
Sw								5			5	5	0	100
T									1		1	1	0	100
Tb		1				1					24	22	8,33	91,67
Jumlah	1	23	1	28	3	12	1	6	1	24	100	90		
Komisi	0	26,09	0	0	0	8,33	0	16,67	0	8,33				
User Accuracy	100	73,91	100	100	100	91,67	100	83,33	100	91,67				

Keterangan : A= Tubuh Air; B= Semak Belukar; Br= Belukar Rawa; Pc= Pertanian Lahan Kering Campur Semak; Pk= Perkebunan; Pm= Permukiman; Rw= Rawa; Sw= Sawah; T= Tanah Terbuka; Tb=Permukiman.

Akurasi keseluruhan (*Overall Accuracy*) = $((1+17+1+28+3+11+1+5+1+22) / 100) * 100 = 90\%$

Akurasi Kappa = $(0,9 - 0.4385) / (1-0.4385)*100 = 82,19\%$

Berdasarkan hasil uji akurasi interpretasi di atas, secara keseluruhan tingkat kebenaran hasil interpretasi sebesar 90% dengan tingkat kesalahan 10% dan tingkat *kappa accuracy* mencapai 82,19%. Nilai *kappa accuracy* menunjukkan besarnya perbandingan antara hasil klasifikasi acak dengan klasifikasi yang diuji. Sehingga dengan nilai kappa sebesar 0,82 maka memiliki arti bahwa hasil klasifikasi ini dapat menghindari 82,19% kesalahan yang akan muncul pada klasifikasi acak. Nilai *kappa accuracy* sebesar 0,82 termasuk ke dalam kelas interpretasi nilai kappa “*peluang akurasi sangat baik (almost perfect)*”

Dari matriks di atas, terdapat beberapa kesalahan hasil interpretasi citra dengan hasil pengecekan lapangan. Hasil interpretasi dengan tutupan lahan pertanian lahan kering campur semak memiliki kesalahan yang cukup banyak. Hal ini disebabkan karena rona yang tampak pada citra antara kedua penutupan lahan tersebut hampir sama. Selain itu, lahan pertanian dan semak belukar di lapangan umumnya berdampingan.

Sedangkan kesalahan interpretasi lainnya seperti belukar, permukiman dan pertambangan disebabkan kesalahan dalam pengenalan objek dan kurang detailnya dileniasi yang dilakukan mengingat citra yang digunakan merupakan citra yang memiliki resolusi yang rendah.

Dengan nilai akurasi keseluruhan (*overall accuracy*) dan nilai akurasi kappa (*kappa accuracy*) yang tinggi, hasil interpretasi citra tutupan lahan tahun 2020 di Kecamatan Palaran selanjutnya dapat digunakan untuk analisa pendugaan erosi khususnya pada areal dengan tutupan lahan pertambangan.

Terdapat 10 (sepuluh) kelas penutupan lahan, antara lain belukar rawa, semak belukar, permukiman, tanah terbuka, tubuh air, pertambangan, pertanian lahan kering campur semak, perkebunan, sawah dan rawa. Penutupan lahan tahun 2020 di Kecamatan Palaran disajikan dalam Tabel 16 berikut ini.

Tabel 16. Penutupan Lahan Kecamatan Palaran Tahun 2020

No	Kelas Penutupan Lahan	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Belukar Rawa (Br)	156,91	0,87
2	Semak Belukar (B)	3.301,01	18,37
3	Permukiman (Pm)	2.181,35	12,14
4	Tanah Terbuka (T)	168,83	0,94
5	Tubuh Air (A)	44,51	0,25
6	Pertambangan (Tb)	4.312,26	24
7	Pertanian Lahan Kering Campur Semak (Pc)	6.114,76	34,03
8	Perkebunan	621,7	3,46
9	Sawah (Sw)	965,36	5,37
10	Rawa (Rw)	102,35	0,57
Jumlah		17.969,04	100

Sumber : Penafsiran Citra Resolusi Sedang (Landsat 8) Tahun 2020

Berdasarkan Tabel 16 pada tahun 2020 di Kecamatan Palaran, terdapat kelas penutupan lahan pertambangan seluas 4.312,26 ha atau sekitar 24% dari luas keseluruhan kecamatan. Hal ini menunjukkan bahwa hampir seperempat dari luas wilayah Kecamatan Palaran memiliki potensi untuk terjadinya erosi akibat aktifitas pertambangan. Hasil dileniasi interpretasi tutupan lahan pertambangan tersebut digunakan untuk menentukan nilai pendugaan erosi setelah adanya aktifitas tambang sekaligus merupakan batas objek penelitian yang digunakan untuk menentukan nilai dugaan erosi yang terjadi sebelum tutupan lahan tersebut menjadi pertambangan pada tahun 2003.

3. Nilai Erosivitas Hujan

Untuk mendapatkan nilai erosivitas hujan data yang digunakan adalah data curah hujan yang bersumber dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Stasiun Temindung, Samarinda. Penghitungan indeks erosivitas hujan tahunan menggunakan rumus persamaan Lenvain (1989) dengan memanfaatkan data curah hujan bulanan pada tahun 2003 (sebelum kegiatan pertambangan) dan tahun 2020 (setelah kegiatan pertambangan). Adapun data curah hujan bulanan dan hasil penghitungan nilai erosivitas hujan disajikan pada Tabel 17 sebagai berikut.

Tabel 17. Curah Hujan Bulanan dan Penghitungan Indeks Erosivitas Hujan (R) Tahun 2003 dan Tahun 2020

Bulan	Curah Hujan (mm)		Erosivitas Hujan $R = 2,21 P^{1,36}$	
	Tahun 2003	Tahun 2020	Tahun 2003	Tahun 2020
Januari	253,3	247	179,20	173,17
Februari	157,9	91,8	94,23	45,07
Maret	417,3	135,5	353,35	76,53
April	135,7	176,5	76,68	109,64
Mei	244,9	224,7	171,17	152,26
Juni	79,8	172,6	37,25	106,36
Juli	44,5	148	16,83	86,29
Agustus	95,6	228,7	47,62	155,95
September	273,8	282,5	199,21	207,86
Oktober	220,9	170	148,76	104,18
November	203,7	185,3	133,24	117,14
Desember	217,9	117,9	146,02	63,34
Jumlah	2.345,30	2.180,50	1.603,56	1.397,78

Sumber : Data diolah, Stasiun Meteorologi Temindung, Samarinda, 2003 dan 2020

Parameter curah hujan dibagi menjadi lima kelas berdasarkan intensitas curah hujan yaitu sangat kering (curah hujan <1.000 mm/tahun),

kering (curah hujan 1.000-1.500 mm/tahun), lembab (curah hujan 1.500-2.000 mm/tahun), basah (curah hujan 2.000-2.500 mm/tahun) dan sangat basah (curah hujan >2.500 mm/tahun). Berdasarkan penghitungan data curah hujan bulanan diperoleh nilai curah hujan tahun 2003 sebesar 2.345,30 mm/tahun dan tahun 2020 sebesar 2.180,50 mm/tahun dengan kelas curah hujan kedua tahun tersebut yaitu kelas basah. Suripin (2004) menyatakan bahwa di daerah-daerah tropis yang lembab seperti Indonesia dengan rata-rata curah hujan melebihi 1500 mm per tahun maka air merupakan penyebab utama terjadinya erosi.

Berdasarkan Tabel 17 dari hasil penghitungan indeks nilai erosivitas hujan bulanan (R), didapatkan nilai R tahunan pada tahun 2003 sebesar 1.603,56 dan tahun 2020 sebesar 1.397,78. Adapun distribusi nilai R bulanan maksimum pada tahun 2003 terjadi pada bulan Maret yaitu sebesar 353,35 dan nilai R minimum yaitu 16,83 yang terjadi pada bulan Juli sedangkan distribusi nilai R bulanan maksimum pada tahun 2020 terjadi pada bulan September yaitu sebesar 207,86 dan nilai R minimum yaitu 45,07 yang terjadi pada bulan Februari. Curah hujan tahunan yang tinggi berkontribusi terhadap indeks erosivitas hujan tahunan yang tinggi. Blanco dan Lal (2008) menyatakan bahwa distribusi curah hujan tahunan berpengaruh terhadap erosivitas hujan. Mohammad dan Abo-Ghobar (1992) menggambarkan suatu korelasi yang baik antara indeks erosivitas dan jumlah curah hujan tahunan, serta korelasinya terhadap jumlah hari hujan selama periode 1963-1988 di Saudi Arabia.

4. Nilai Erodibilitas Tanah

Erodibilitas tanah menunjukkan nilai kepekaan suatu jenis tanah terhadap daya penghancuran dan penghanyutan air hujan yang mempengaruhi kepekaan tanah yaitu: sifat fisik tanah dan pengelolaan tanah. Erodibilitas tanah merupakan kepekaan tanah untuk tererosi, semakin tinggi nilai erodibilitas suatu tanah semakin mudah tanah tersebut tererosi. Erodibilitas tanah dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti tekstur tanah, struktur tanah, bahan organik, dan permeabilitas tanah (Arsyad, 2000; Purwantara dan Nursa'ban, 2012).

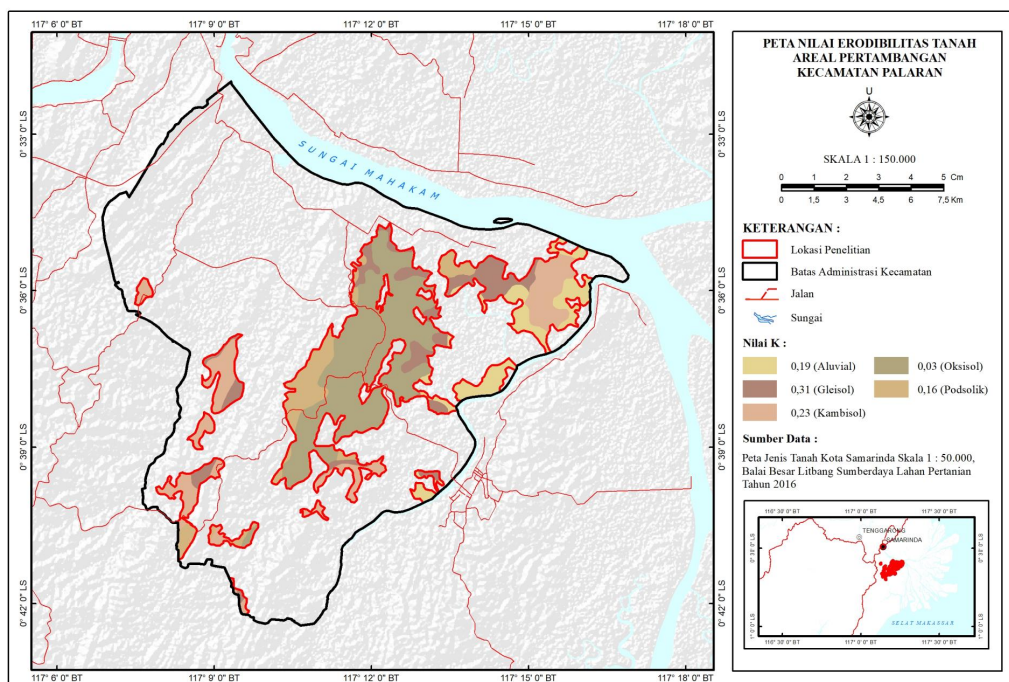
Antara satu jenis tanah dengan jenis tanah lainnya memiliki kepekaan yang berbeda, hal ini dipengaruhi oleh kondisi masing-masing jenis tanah selama perkembangannya.

Untuk menentukan nilai erodibilitas tanah, data yang digunakan adalah data jenis tanah yang bersumber dari Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSDLP) Tahun 2016. Adapun data jenis tanah dan nilai erodibilitas tanah (K) disajikan pada Tabel 18 sebagai berikut.

Tabel 18. Jenis Tanah dan Nilai Erodibilitas Tanah (K)

No	Jenis Tanah	Nilai K	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Aluvial	0,19	526,06	12,20
2	Gleisol	0,31	636,24	14,75
3	Kambisol	0,23	829,81	19,24
4	Oksisol	0,03	1.819,82	42,20
5	Podsolik	0,16	500,33	11,60
Jumlah			4.312,26	100

Berdasarkan Tabel 18 di atas, jenis tanah pada areal pertambangan yang paling luas adalah oksisol seluas 1.819,82 ha (42,20%) dengan Nilai K yaitu 0,03 dan kambisol seluas 829,81 ha (19,24%) dengan Nilai K yaitu 0,23. Selain itu, terdapat 3 jenis tanah lainnya antara lain gleisol seluas 636,24 ha (Nilai K = 0,31), Aluvial seluas 526,06 ha (Nilai K = 0,19) dan Podsolik seluas 500,33 ha (Nilai K = 0,16). Nilai K tanah kambisol dan gleisol berdasarkan klasifikasi erodibilitas tanah menurut USDA 1973 termasuk memiliki kepekaan tanah terhadap erosi yaitu sedang sedangkan jenis tanah podsolik dan aluvial berada di kelas erodibilitas tanah yang rendah serta untuk jenis tanah oksisol memiliki tingkat kepekaan terhadap erosi yang tergolong sangat rendah. Sebaran jenis tanah dan Nilai K disajikan dalam Gambar 6 sedangkan untuk tampilan peta yang sebenarnya dapat dilihat pada Lampiran 4.



Gambar 6. Sebaran Nilai Erodibilitas Tanah

5. Nilai Panjang dan Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng dan panjang lereng merupakan dua sifat utama dari topografi yang mempengaruhi erosi. Kemiringan lereng dan panjang lereng memberikan dampak terhadap laju aliran permukaan yang membawa lapisan tanah atas beserta unsur hara dari tempat satu ke tempat lainnya yang lebih rendah (Haridjaja, Murtilaksono, Soedarmo dan Rachman, 1991).

Berdasarkan Peta Kemiringan Lereng hasil pengolahan data SRTM, kelas kemiringan lereng di Kecamatan Palaran beraneka ragam yaitu datar hingga sangat curam. Kemiringan lereng beserta Nilai LS disajikan dalam Tabel 19 berikut ini.

Tabel 19. Kemiringan Lereng dan Nilai Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Kelas Lereng	Kemiringan Lereng (%)	Nilai LS	Luas (Ha)	Persentase (%)
I	0 – 8 (Datar)	0,40	1.489,34	34,54
II	8 – 15 (Landai)	1,40	802,95	18,62
III	15 – 25 (Agak Curam)	3,10	1.047,94	24,30
IV	25 – 40 (Curam)	6,80	880,61	20,42
V	> 40 (Sangat Curam)	9,50	91,42	2,12
Jumlah			4.312,26	100

Terdapat 5 (lima) kelas kemiringan lereng terdiri dari kelas lereng I (nilai LS = 0,40), kelas lereng II (nilai LS = 1,40), kelas lereng III (nilai LS = 3,10), kelas lereng IV (nilai LS = 6,80) dan kelas lereng V (nilai LS = 9,50). Kemiringan lereng yang mendominasi adalah kelas lereng I seluas 1.489,34 ha (34,54%) sedangkan kelas lereng yang memiliki luasan

6. Nilai Tanaman dan Tindakan Pengelolaan Tanah

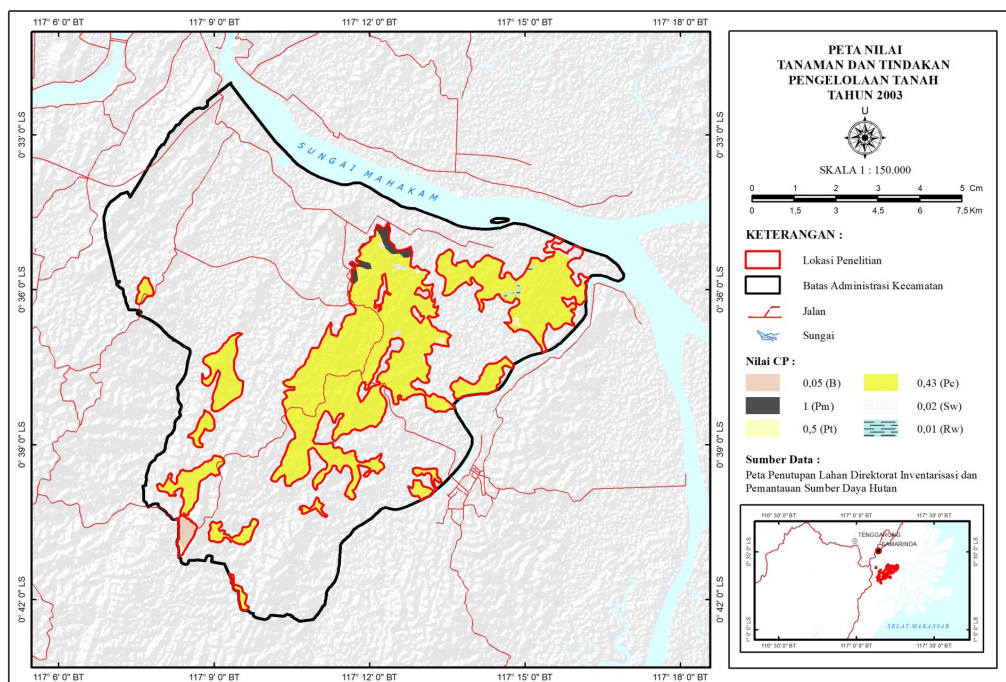
a. Sebelum Ada Kegiatan Pertambangan

Terjadinya erosi pada suatu wilayah erat kaitannya dengan penutupan lahan. Besarnya erosi pada areal yang terbuka seperti tanah terbuka, permukiman, pertambangan dan lain sebagainya tentu akan lebih besar dibandingkan pada areal dengan penutupan lahan bervegetasi. Untuk menentukan Nilai Tanaman dan Tindakan Pengelolaan Tanah (CP) sebelum adanya kegiatan pertambangan digunakan data Penutupan Lahan tahun 2003 dari Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumber Daya Hutan yang cakupan wilayahnya berdasarkan hasil dileniasi dimana areal tersebut pada tahun 2020 sudah menjadi pertambangan. Terdapat 6 (enam) kelas penutupan lahan antara lain semak belukar, pertanian lahan kering, pertanian lahan kering campur semak, sawah, permukiman dan rawa. Penutupan lahan tahun 2003 beserta Nilai CP disajikan dalam Tabel 20 berikut ini.

Tabel 20. Nilai Tanaman dan Tindakan Pengelolaan Tanah (CP) Tahun 2003

No	Kelas Penutupan Lahan	Nilai CP	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Semak Belukar (B)	0,3	53,35	1,24
2	Permukiman (Pm)	0,95	76,19	1,77
3	Pertanian Lahan Kering (Pt)	0,28	22,23	0,52
4	Pertanian Lahan Kering Campur Semak (Pc)	0,19	4.074,37	94,48
5	Sawah (Sw)	0,01	67,30	1,56
6	Rawa (Rw)	0,01	18,81	0,44
Jumlah			4.312,26	100

Berdasarkan Tabel 20 menunjukkan bahwa pada tahun 2003 tutupan lahan sebelum adanya kegiatan pertambangan masih berupa aktifitas pemanfaatan dan penggunaan lahan oleh masyarakat untuk permukiman dan lahan pertanian seperti pertanian lahan kering, pertanian lahan kering campur semak, sawah. Adapun kelas penutupan lahan yang paling dominan adalah pertanian lahan kering campur semak (Nilai CP = 0,19) seluas 4.074,37 ha dengan persentase luas mencapai 94,48% sedangkan penutupan lahan yang terkecil yaitu rawa (Nilai CP = 0,01) dengan luas sebesar 18,81 ha (0,44%). Sebaran penutupan lahan dan Nilai CP disajikan dalam Gambar 8 sedangkan untuk tampilan peta yang sebenarnya dapat dilihat pada Lampiran 6.



Gambar 8. Sebaran Nilai Tanaman dan Tindakan Pengelolaan Tanah Kecamatan Palaran Tahun 2003

b. Sesudah Ada Kegiatan Pertambangan

Penentuan nilai tanaman dan tindakan pengelolaan tanah (CP) setelah adanya kegiatan pertambangan dilakukan berdasarkan hasil dileniasi penafsiran tutupan lahan pada tahun 2020 dengan tutupan lahan yang diinterpretasi sebagai areal yang merupakan kegiatan pertambangan. Adapun penutupan lahan pertambangan tahun 2020 beserta Nilai CP disajikan dalam Tabel 21 berikut ini.

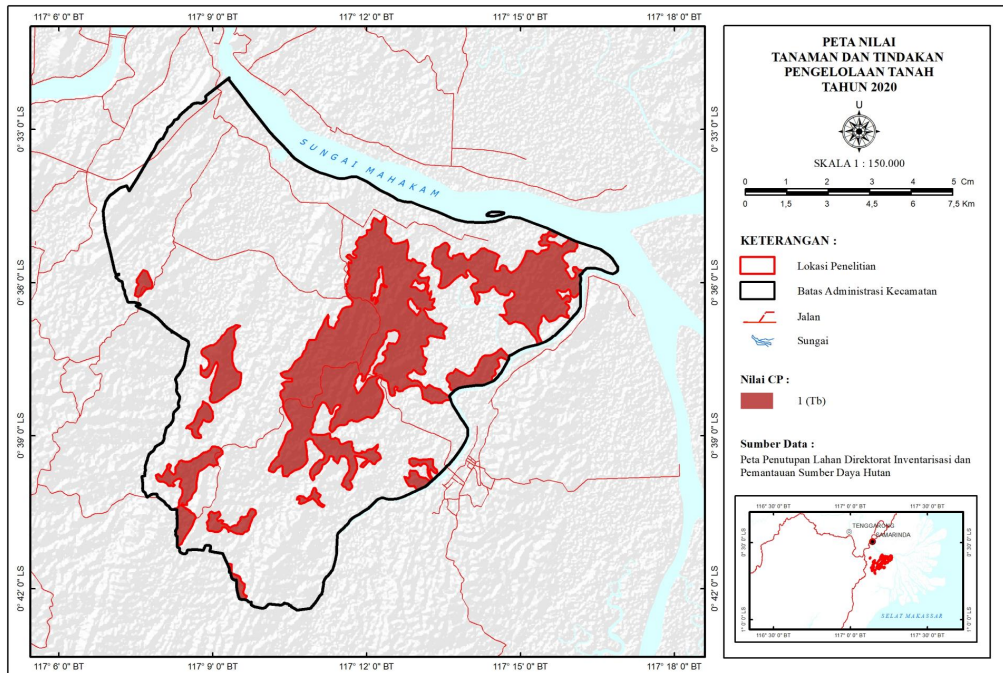
Tabel 21. Nilai Tanaman dan Tindakan Pengelolaan Tanah (CP) Tahun 2020

No	Kelas Penutupan Lahan	Nilai CP	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Pertambangan (Tb)	1	4.312,26	100
Jumlah			4.312,26	100

Berdasarkan Tabel 21 kelas penutupan lahan pertambangan pada tahun 2020 adalah seluas 4.312,26 ha dengan nilai CP yang tinggi. Penggunaan lahan dengan nilai CP yang tinggi menunjukkan bahwa vegetasi yang ada belum cukup untuk mengendalikan erosi. Selain itu nilai CP tinggi juga menunjukkan bahwa tidak ada penerapan tindakan konservasi tanah yang dilakukan (Rhoshandhayani, 2019).

Vegetasi sangat penting dalam mengurangi laju erosi. Kanopi dari vegetasi sangat baik dalam mengurangi besarnya daya hancur hujan, sedangkan akar dan batang vegetasi dapat membantu mengikat tanah dan air, sehingga akan mengurangi laju erosi (Munandar et al, 2016). Berikut ini

merupakan sebaran penutupan lahan pertambangan dan Nilai CP disajikan dalam Gambar 9 sedangkan untuk tampilan peta yang sebenarnya dapat dilihat pada Lampiran 7.



Gambar 9. Sebaran Nilai Tanaman dan Tindakan Pengelolaan Tanah Kecamatan Palaran Tahun 2020

C. Analisis Data

1. Pendugaan Nilai Erosi

Untuk mendapatkan nilai erosi dilakukan *overlay* data spasial curah hujan, jenis tanah, kelerengan dan penutupan lahan melalui menu *identity* pada software ArcGIS. Terdapat 2 (dua) proses overlay data yaitu overlay dengan menggunakan data curah hujan dan penutupan lahan sebelum kegiatan tambang (Tahun 2003) dan sesudah kegiatan tambang (Tahun 2020). Untuk data kelerengan dan jenis tanah dalam kedua proses overlay tersebut menggunakan data yang sama mengingat data tersebut bersifat statis (tidak

berubah). Hasil overlay menghasilkan 67 satuan lahan untuk analisis dugaan erosi sebelum kegiatan tambang dan 23 satuan lahan untuk analisis dugaan erosi sesudah kegiatan tambang. Adapun pembagian wilayah satuan lahan dapat dilihat pada Lampiran 8.

Selanjutnya data hasil overlay tersebut diinput nilainya berdasarkan hasil penghitungan dan penentuan erosivitas hujan (R), erodibilitas tanah (K), panjang dan kemiringan lereng (LS), tanaman dan tindakan pengelolaan tanah (CP). Satuan lahan per kelas penutupan lahan pada periode sebelum adanya kegiatan pertambangan disajikan pada tabel Lampiran 9. Laju erosi sebelum tambang yang paling tinggi adalah pada satuan lahan R-G-IV-Pm sebesar 3.211,29 ton/ha/thn diikuti dengan R-G-III-Pm sebesar 1.463,97ton/ha/thn, R-B-V-B sebesar 1.051,13 ton/ha/thn dan R-G-V-Pc sebesar 897,27 ton/ha/thn. Rata-rata laju erosi tertinggi terjadi pada kelas penutupan lahan permukiman yaitu sebesar 659,49 ton/ha/thn sedangkan rata-rata laju erosi terendah pada kelas penutupan lahan semak belukar yaitu sebesar 397,75 ton/ha/thn. Dugaan besarnya erosi yang terjadi pada tahun 2003 yaitu sebesar 430.342,11 ton/thn dengan rata-rata besar erosi sebesar 99,80 ton/ha/thn.

Laju erosi sebelum adanya kegiatan pertambangan terjadi akibat aktifitas masyarakat dalam kegiatan penggunaan dan pemanfaatan lahan untuk kehidupan sehari-hari berupa kegiatan pengembangan permukiman penduduk dan pertanian.

Areal yang sebelumnya terdiri dari kelas penutupan lahan semak belukar, pertanian lahan kering, sawah kemudian berdasarkan hasil

interpretasi/penafsiran citra satelit tahun 2020 seluruhnya merupakan tutupan lahan pertambangan. Satuan lahan periode sesudah adanya kegiatan pertambangan dapat dilihat pada tabel Lampiran 10. Laju erosi tambang yang paling tinggi adalah pada satuan lahan R-G-V-Tb sebesar 4.116,46 ton/ha/thn diikuti dengan R-B-V-Tb sebesar 3.054,15 ton/ha/thn, R-G-IV-Tb sebesar 2.946,52 ton/ha/thn dan R-B-IV-Tb sebesar 2.186,13 ton/ha/thn. Rata-rata laju erosi penutupan lahan pertambangan yaitu sebesar 997,10 ton/ha/thn. Dugaan besarnya erosi yang terjadi pada tahun 2020 yaitu sebesar 1.901.332,98 ton/thn dengan rata-rata besar erosi sebesar 440,91 ton/ha/thn.

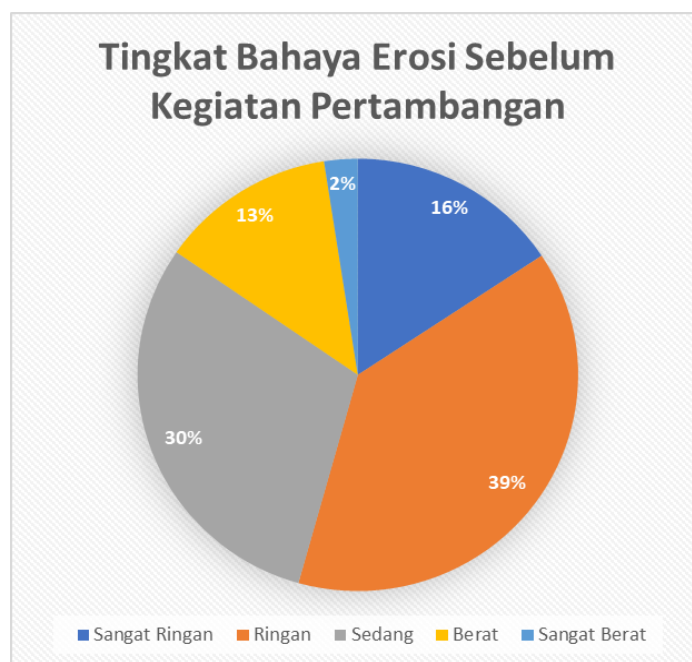
Erosi yang terjadi pada areal sebelum dan sesudah pertambangan memiliki perbedaan nilai yang signifikan dimana besar erosi sebelum adanya kegiatan tambang sebesar 430.342,11 ton/thn sedangkan setelah areal tersebut dikonversi menjadi pertambangan besarnya nilai erosi sebesar 1.901.332,98 ton/thn dengan peningkatan besarnya erosi mencapai 1.470.990.87 ton/thn.

2. Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi

Hasil penghitungan laju erosi dengan metode USLE dengan mengkalkulasikan nilai R (erosivitas hujan), nilai K (erodibilitas tanah), nilai LS (panjang dan kemiringan lereng) serta nilai CP (tanaman dan tindakan pengelolaan tanah) sebelum dan sesudah kegiatan pertambangan tersebut kemudian diklasifikasikan berdasarkan kelas tingkat bahaya erosi (TBE) sebagaimana Tabel 8. Adapun klasifikasi tingkat bahaya erosi sebelum kegiatan tambang disajikan pada Tabel 22 dan Gambar 10 berikut ini.

Tabel 22. Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi Sebelum Kegiatan Tambang

No	Laju Erosi (ton/thn/ha)		Kelas Bahaya Erosi	Tingkat Bahaya Erosi	Luas (Ha)	%
	Nilai Minimal	Nilai Maksimal				
1	0,19	12,80	I	Sangat Ringan	677,43	15,71
2	15,41	55,68	II	Ringan	1.666,37	38,64
3	62,15	179,45	III	Sedang	1.304,64	30,25
4	188,90	476,51	IV	Berat	557,80	12,94
5	488,51	3.211,29	V	Sangat Berat	106,03	2,46
Jumlah					4.312,26	100



Gambar 10. Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi Sebelum Kegiatan Tambang

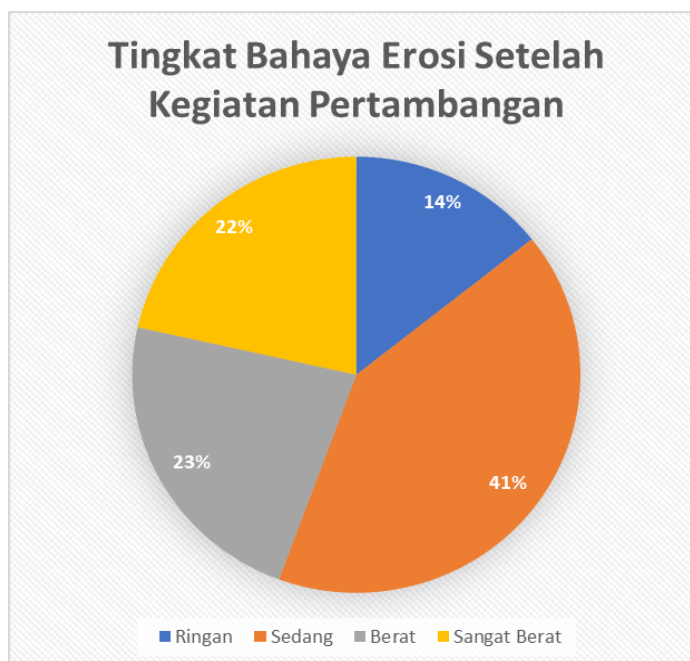
Dari klasifikasi tingkat bahaya erosi sebelum kegiatan tambang di atas diketahui bahwa tingkat bahaya erosi yang dominan berada pada kelas I (sangat ringan) sampai dengan III (sedang) dengan persentase luasan mencapai 84,6%. Kelas bahaya erosi paling luas adalah kelas II (ringan) yaitu seluas 1.666,37 ha (38,64%). Kelas erosi I (sangat ringan) memiliki luas

677,43 ha (15,71%), kelas III seluas 1.304,64 ha (30,25%). Kelas tingkat bahaya erosi IV (berat) dan V (sangat berat) masing-masing seluas 557,80 ha (12,94%) dan 106,03 ha (2,46%) dengan persentase luasan total keduanya sebesar 15,40%. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa vegetasi penutup lahan sebelum adanya kegiatan tambang berupa semak belukar, lahan pertanian dll masih mampu untuk mengurangi dan menekan lajunya erosi pada areal tersebut sehingga sebaran areal yang memiliki kelas erosi berat dan sangat berat tidak begitu dominan.

Setelah diketahui tingkat bahaya erosi sebelum adanya kegiatan pertambangan kemudian selanjutnya adalah melakukan klasifikasi tingkat bahaya erosi terhadap areal yang sekarang merupakan areal pertambangan. Kelas tingkat bahaya erosi sesudah kegiatan tambang disajikan pada Tabel 23 dan Gambar 11 berikut ini.

Tabel 23. Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi Sesudah Kegiatan Tambang

No	Laju Erosi (ton/thn/ha)		Kelas Bahaya Erosi	Tingkat Bahaya Erosi	Luas (ha)	%
	Nilai Minimal	Nilai Maksimal				
1	16,77	58,71	II	Ringan	618,10	14,33
2	89,46	173,32	III	Sedang	1.780,22	41,28
3	285,15	450,09	IV	Berat	986,64	22,88
4	606,64	4.116,46	V	Sangat Berat	927,31	21,50
Jumlah					4.312,26	100



Gambar 11. Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi Setelah Kegiatan Tambang

Terdapat 4 kelas tingkat bahaya erosi berdasarkan Tabel 23 dan Gambar 11 di atas yang terdiri dari ringan, sedang, berat dan sangat berat. Dapat dilihat bahwa tidak terdapat kelas tingkat bahaya erosi sangat ringan pada klasifikasi TBE setelah adanya kegiatan pertambangan. Hal tersebut mengindikasikan bahwa terdapat peningkatan status TBE yang semula pada kelas ringan (I) menjadi kelas yang lebih tinggi dan peluang tersebut dapat terjadi juga pada kelas TBE lainnya.

Berdasarkan klasifikasi tingkat bahaya erosi sesudah kegiatan tambang di atas diketahui bahwa tingkat bahaya erosi yang dominan berada pada kelas III (sedang) dengan persentase luas mencapai 41,28% dengan luas 1.780,22 ha. Adapun kelas TBE IV (berat) dan V (sangat berat) masing-masing seluas 986,64 ha (22,88%) dan 927,31 ha (21,50%) dengan persentase luasan total keduanya sebesar 44.38%. Terjadi peningkatan sebesar 28.98%

pada kelas TBE IV dan V dengan kelas erosi sebelum adanya kegiatan penambangan. Hal itu disebabkan hilangnya vegetasi penutupan lahan pada areal pertambangan sehingga laju erosi menjadi meningkat. Menurut Kartasapoetra, (2010), lahan yang bervegetasi umumnya lebih menyerap air, karena serasah permukaan mengurangi pengaruh pukulan tetesan hujan. Disamping itu, bahan organik dan mikroorganisme serta akar – akar tanaman cenderung meningkatkan porositas tanah dan memantapkan struktur tanah. Vegetasi juga berperan dalam menjaga keberadaan air tanah, meningkatkan peluang menyimpan air tanah dan menyebabkan laju infiltrasi yang lebih tinggi.

Hasil dari klasifikasi tingkat bahaya erosi sebelum dan sesudah kegiatan tambang di Kecamatan Palaran kemudian dilakukan analisis perbandingan perubahannya melalui matriks. Matriks tersebut dapat menunjukkan terjadinya perubahan atau distribusi kelas tingkat bahaya erosi meningkat menjadi kelas yang lebih tinggi atau sebaliknya. Adapun matriks perbandingan tingkat bahaya erosi tahun 2003 dan tahun 2020 disajikan dalam Tabel 24 sebagai berikut

Tabel 24. Matriks Perbandingan Tingkat Bahaya Erosi Tahun 2003 dan Tahun 2020

No.	Tingkat Bahaya Erosi Tahun 2003	Tingkat Bahaya Erosi Tahun 2020				Jumlah
		II	III	IV	V	
1	I	601,64	73,45	1,62	0,71	677,43
2	II	11,91	1.654,44		0,01	1.666,37
3	III	4,55	14,96	980,95	304,18	1.304,64
4	IV		37,37	4,06	516,37	557,80

No.	Tingkat Bahaya Erosi Tahun 2003	Tingkat Bahaya Erosi Tahun 2020				Jumlah
		II	III	IV	V	
5	V				106,03	106,03
Jumlah		618,10	1.780,22	986,64	927,31	4.312,26

Pada tingkat bahaya erosi kelas I tahun 2003 seluas 677,43 ha, setelah adanya pertambangan terdistribusi ke dalam 3 kelas tingkat bahaya erosi yang lebih tinggi antara lain kelas II seluas 601,64 ha, kelas III seluas 73,45 ha, kelas IV seluas 1,62 ha dan kelas V seluas 0,71 ha.

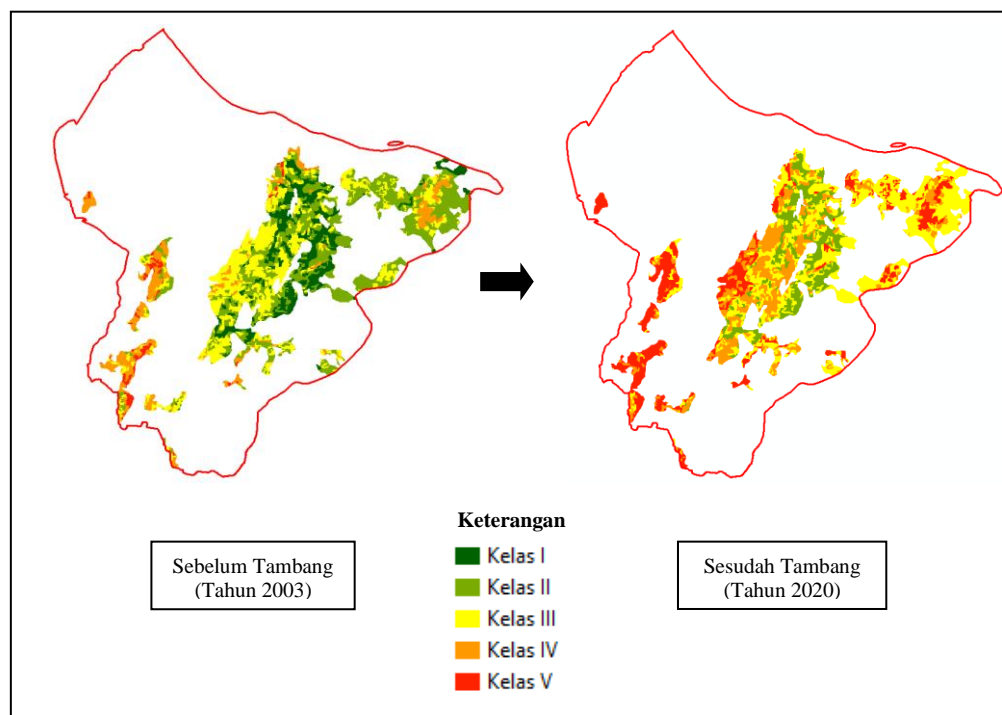
Pada tingkat bahaya erosi kelas II seluas 1.666,37 ha masih terdapat kelas TBE seluas 11,91 ha yang tidak berubah namun terdapat areal yang meningkat statusnya menjadi kelas III seluas 1.654,44 ha dan kelas V seluas 0,01 ha.

Pada tingkat bahaya erosi kelas III seluas 1.304,64 ha, sebagian areal kelas TBE III mengalami peningkatan menjadi kelas TBE IV seluas 980,95 ha dan kelas TBE V seluas 304,18 ha namun terdapat areal yang tidak mengalami perubahan yaitu seluas 14,96 ha. Terdapat areal yang mengalami penurunan menjadi kelas TBE II seluas 4,55 ha. Hal ini disebabkan perbedaan nilai faktor erosivitas hujan yang digunakan dalam penghitungan laju erosi. Nilai erosivitas tahun 2003 (sebelum pertambangan) lebih tinggi daripada nilai erosivitas tahun 2020 (sesudah pertambangan). Selain itu, hal tersebut disebabkan karena faktor nilai tanaman dan tindakan pengelolaan yang perbedaannya tidak signifikan. Oleh karena itu, nilai erosivitas yang menjadi penentu besarnya laju erosi pada areal tersebut.

Pada tingkat bahaya erosi kelas IV seluas 557,80 ha, terdapat perubahan kelas TBE menjadi kelas TBE V seluas 516,37 ha. Adapun areal seluas 4,06 ha masih terklasifikasi sebagai kelas TBE IV serta terdapat areal yang mengalami penurunan menjadi kelas TBE III seluas 37,37 ha dengan faktor yang sama dengan kelas TBE III.

Pada tingkat bahaya erosi kelas V seluas 106,03 ha tidak mengalami perubahan kelas TBE karena pada kelas tersebut didominasi oleh faktor nilai timbang yang tinggi terutama pada nilai panjang dan kemiringan lereng (LS) yang didominasi oleh kelas kelereng 25-40% (Nilai LS = 6,8) serta kelas lereng > 40% (Nilai LS = 9,5).

Adapun perbandingan sebaran kelas tingkat bahaya erosi (TBE) sebelum tambang (tahun 2003) dan sesudah tambang (tahun 2020) disajikan dalam Gambar 12. di bawah ini.



Gambar 12. Sebaran Kelas TBE Sebelum dan Sesudah Tambang

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pendugaan erosi sebelum dan sesudah tambang yang dilakukan di Kecamatan Palaran, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai erodibilitas tanah pada areal sebelum dan sesudah kegiatan tambang antara lain oksisol (nilai $K = 0,03$) seluas 1.819,82 ha, kambisol (Nilai $K = 0,23$) seluas 829,81 ha, gleisol (Nilai $K = 0,31$) seluas 636,24 ha, aluvial (nilai $K = 0,19$) seluas 526,06 ha dan podsolik (Nilai $K = 0,16$) seluas 500,33 ha.
2. Dugaan besarnya erosi yang terjadi pada tahun 2003 (sebelum ada tambang) yaitu sebesar 430.342,11 ton/thn dengan rata-rata besar erosi sebesar 99,80 ton/ha/thn sedangkan dugaan besarnya erosi yang terjadi pada tahun 2020 (setelah ada tambang) yaitu sebesar 1.901.332,98 ton/thn dengan rata-rata besar erosi sebesar 440,91 ton/ha/thn.
3. Rata-rata laju erosi tertinggi tahun 2003 (sebelum tambang) terjadi pada kelas penutupan lahan permukiman yaitu sebesar 659,49 ton/ha/thn sedangkan rata-rata laju erosi terendah pada kelas penutupan lahan semak belukar yaitu sebesar 397,75 ton/ha/thn sedangkan rata-rata laju erosi penutupan lahan pertambangan yaitu sebesar 997,10 ton/ha/thn.

B. Saran

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang erosi terkait dengan kegiatan pertambangan di Kecamatan Palaran dengan metode yang berbeda seperti pengukuran erosi dengan tongkat erosi, bak erosi dan metode lainnya sehingga dapat menentukan tindakan konservasi yang tepat.
2. Diperlukan adanya Kebijakan Pemerintah Daerah yang dapat mengendalikan terjadinya kerusakan lingkungan seperti moratorium pemberian izin, pengawasan yang ketat terhadap kegiatan pra maupun pasca tambang, pemberian sanksi terhadap izin usaha pertambangan yang menyebabkan kerusakan lingkungan dan kebijakan-kebijakan lainnya dalam rangka upaya mendukung kelestarian alam dan lingkungan.
3. Perlu dilakukan pengamatan lebih lanjut pada areal satuan lahan yang memiliki faktor nilai erodibilitas dengan jenis tanah kambisol dan gleisol (kepekaan tanah sedang) dan kelas lereng curam dan sangat curam, mengingat nilai faktor tersebut sangat berpengaruh terhadap besarnya hasil penghitungan nilai dugaan erosi. Areal dengan satuan lahan yang memiliki faktor tersebut agar dapat segera direvegetasi setelah kegiatan tambang pada areal tersebut telah selesai sehingga dapat mengurangi lajunya erosi akibat terbukanya areal akibat aktifitas pertambangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Zainal. 2018. Pendugaan Erosi Lahan Hutan Produksi Pada Penggunaan Sistem Agroforestri di Desa Pujon Kidul Kecamatan Pujon Kabupaten Malang. Malang: University of Muhammadiyah Malang.
- Anonim. 2009. Undang-Undang Tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009, Lembaran Negara RI Tahun 2009 No. 4 tambahan Lembaran Negara RI Nomor 4959.
- Anonim. 2010. Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 7645 Tahun 2010 Tentang Klasifikasi Penutupan Lahan. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim. 2010. Faktor Manusia Terhadap Erosi. <https://jansenbernard.wordpress.com/2010/06/16/faktor-manusia-terhadap-erosi> (diakses tanggal 12 Juni 2020).
- Anonim. 2010. Mahakam Pun Sudah Dikapling (Otda Kaltim 2). <https://www.kppod.org/berita/view?id=109> (diakses tanggal 12 Juni 2020).
- Anonim. 2012. Samarinda Dikepung Tambang Batu Bara, Wali Kota akan Digugat. <https://news.detik.com/berita/d-1846208/samarinda-dikepung-tambang-batu-bara-wali-kota-akan-digugat> (diakses tanggal 12 Juni 2020).
- Anonim. 2014. Nadia, Bocah Ke-8 yang Tewas Di Lubang Tambang Batubara Kota Samarinda. <https://www.arahjuang.com/2014/04/15/nadia-bocah-ke-8-yang-tewas-di-lubang-tambang-batubara-kota-samarinda-2/> (diakses tanggal 12 Juni 2020).
- Anonim. 2017. Sistem Informasi Geografis. <http://fairuzelsaid.upy.ac.id/sistem-informasi/sig-sistem-informasi-geografis/> (diakses tanggal 12 Juni 2020).
- Anonim. 2020. Erosi Tanah Proses Jenis dan Dampak. <https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/tanah/erosi-tanah> (diakses tanggal 12 Juni 2020)
- Arikunto. 2006. Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek. Jakarta : PT.Rineka Cipta.
- Arsyad, S. 2012. Konservasi Tanah dan Air. Bogor: IPB Press. Edisi Kedua.
- Asdak, C. 2010. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

- Beskow, S., Mello, C. R., Norton, L. D., Curi, N., Viola, M. R., & Avanzi, J. C. 2009. Soil erosion prediction in the Grande River Basin, Brazil using distributed modeling. *Catena*, 79(1), 49–59. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2009.05.010>.
- Blanco, H. & Lal, R. 2008. *Principles Of Soil Conservation and Management*. Springer. USA.
- Dabral, P. P., Baithuri, N., & Pandey, A. (2008). Soil erosion assessment in a hilly catchment of North Eastern India using USLE, GIS and Remote Sensing. *Water Resources Management*, 22, 1783–1798. <https://doi.org/10.1007/s11269-008-9253-9>
- Dianmahendra, Devina. 2021. *Perencanaan Penyaliran Tambang di Wilayah Kerja PT. Kideco Jaya Agung, Kecamatan Batu Sopang, Kabupaten Paser, Kalimantan Timur*. Skripsi. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Endra, Nurina. 2008. *Pendugaan Erosi Dengan Metode USLE (Universal Soil Loss Equation) di Situ Bojongsari, Depok*. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Fahliza, U., Anugerah, P., dan Dwi, D. 2013. Analisis Erosi pada SubDAS Lematang Hulu. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*.
- Gatot Supramono, 2012. *Hukum Pertambangan Mineral dan Batu Bara di Indonesia*. Jakarta: Rineka Cipta,
- Gistut. 1994. *Sistem Informasi Geografis*. Gramedia Pustaka Utama.
- Hardiyatmo, dkk. 2006. *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardjowigeno, Sarwono dan Widiatmaka. 2007 *Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tataguna Lahan*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- Hariyadi. 2016. *Perkiraan Tingkat Bahaya Erosi Menggunakan Universal Soil Loss Equation (Usle) Dan GIS Di Wilayah UPT PSDA Lumajang*. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Heywood, D. I., Cornelius, S. C., & Carver, S. J. 2011. *An Introduction to Geographical Information Systems*. (Fourth ed.) Pearson Prentice Hall. http://wps.pearsoned.co.uk/ema_uk_he_heywood_intro_GIS_4/
- Hudson N.W. 1976 *.Soil Conversation*. Cornell University Press, New York
- Irwansyah, Edy. 2013. *Sistem Informasi Geografis: Prinsip Dasar dan Pengembangan Aplikasi*. Yogyakarta : Digibooks.

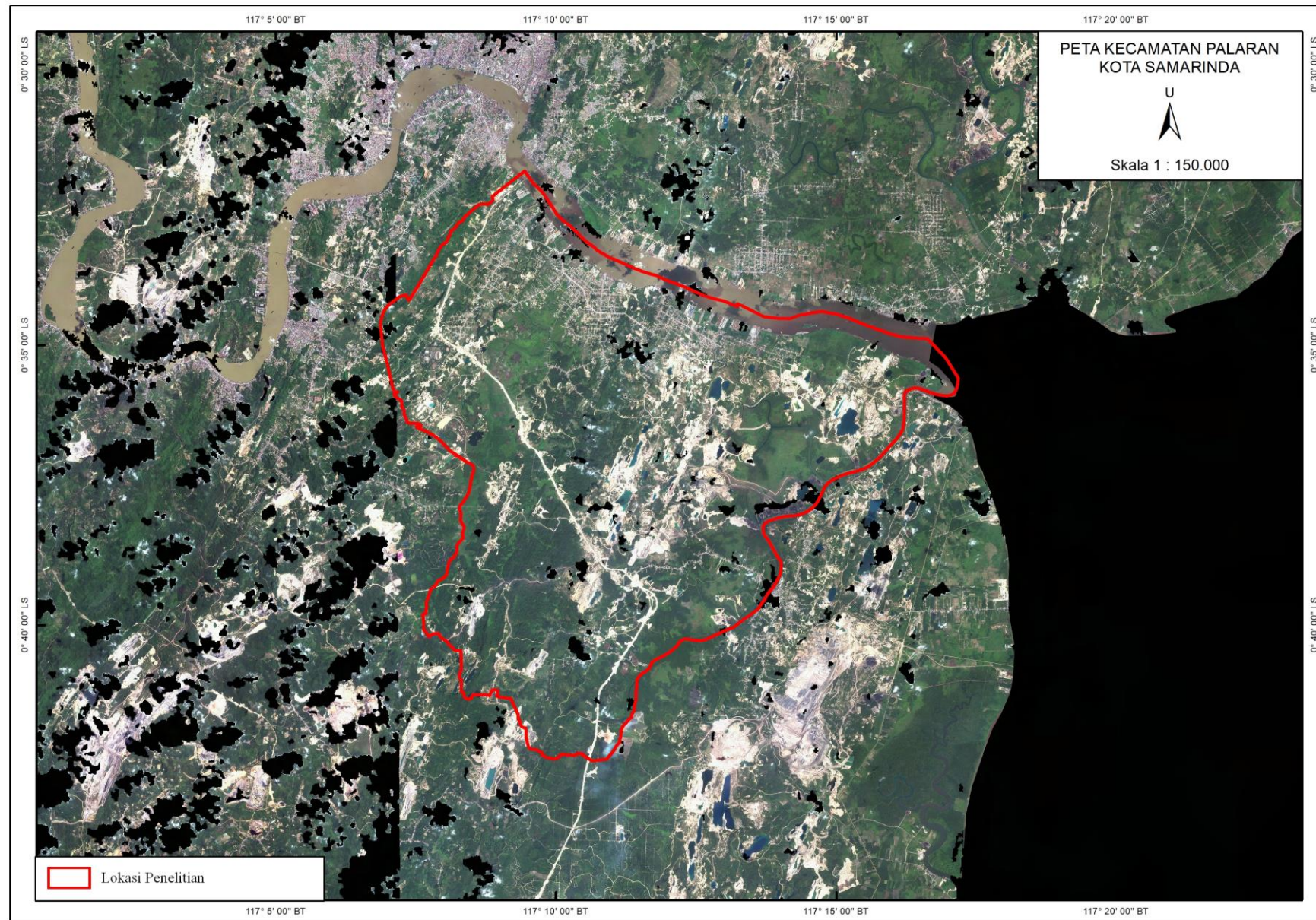
- Ispriyanto, R., Arifjaya, Nm., Hendrayanto. 2001. Aliran Permukaan dan Erosi di Areal Tumpang Sari Tanaman Pinus Merkusii Jungh.Et De Vriese. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Kartasapoetra, dkk. 2010. Teknologi Konservasi Tanah dan Air. Jakarta: Rineka Cipta.
- Karyati. 2016. Parameter-Parameter Curah Hujan Yang Mempengaruhi Penaksiran Indeks Erosivitas Hujan Di Sri Aman, Sarawak. Agrifor, 14(1), 79 – 86.
- Kironoto, BA dan Yulistiyanto, B., 2000. Konservasi Lahan. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
- Kironoto, B.A. dan Yulistiyanto B., 2000. Diktat Kuliah Hidraulika Transfor Sedimen. Yogyakarta: PPS-Teknik Sipil.
- Kurnia,U. 1997. Pendugaan Erosi dengan Metode USLE: Kelemahan dan Keunggulan. Lokakarya Penetapan Model Pendugaan Erosi Tanah Bogor.
- Kompas. 2019. Erosi: Jenis, Faktor Penyebab dan Prosesnya <https://www.kompas.com/skola/read/2019/12/22/160000369/erosi-jenis-faktor-penyebab-dan-prosesnya?page=all>. (diakses tanggal 12 Juni 2020)
- Mamur, Syafira. 2019. Analisis Potensi Erosi pada Penggunaan Lahan di DAS Wampu Bagian Tengah. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Manik, K.E.S, 2003. Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta: Djambatan..
- Munandar, R., Jayanti, D. S., dan Mustafiril. 2016. Pemodelan Intersepsi Untuk Pendugaan Aliran Permukaan. Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno. 1(1):62-69.
- Morgan, R.P.C. 2005. Soil Erosion and Conservation. Blackwell Publishing, Ltd. UK.
- Nugraha, Wildan. 2018. Sistem Informasi Geografis Berbasis WEB Dengan Studi Kasus Area Rawan Bencana Alam di Kota Tasikmalaya. Tasikmalaya: STMIK DCI Tasikmalaya.
- Novitasari, 2006. Analisis Erosi lahan Pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang. Banjarmasin: Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
- Poesen, J. 1981. Rainwash Experiment On The Erodibility Of Loose Sediments. Earth Surf. Proc. Landforms 6: 285-307.
- Prahasta, E. 2005. Sistem Informasi Geografis. Bandung: Informatika.

- Rahim, S.E. 2003. Pengendalian Erosi Tanah dalam Rangka Pelestarian Lingkungan Hidup. Jakarta: Bumi Aksara.
- Rhoshandhayani. 2019. Prediski Erosi di Wilayah Jawa Timur. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Sarief, Saifuddin. 1980. Beberapa Masalah Pengawetan Tanah dan Air. Bandung: Universitas Padjadjaran.
- Salim H.S. 2012. Hukum Pertambangan di Indonesia. Jakarta: Erlangga.
- Sarminah dkk. 2019. Panduan Praktikum Konservasi Tanah dan Air. Samarinda: Universitas Mulawarman.
- Setiarno dkk. 2019. Penuntun Praktikum Konservasi Tanah dan Air. Palangkaraya: Universitas Palangka Raya.
- Soemarto, C.D, 1995, Hidrologi Teknik. Jakarta: Erlangga.
- Subardja, D., S. Ritung, M. Anda, Sukarman, E. Suryani, dan R.E. Subandiono. 2014. Petunjuk Teknis Klasifikasi Tanah Nasional. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.
- Sudrajat, Nandang. 2010. Teori dan Praktik Pertambangan Indonesia Menurut Hukum. Yogyakarta: Pustaka Yustisia.
- Sulto, Ali. 2011. Dampak Aktivitas Pertambangan Bahan Galian Golongan C Terhadap Kondisi Kehidupan Masyarakat Desa. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Suripin. 2002. Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Sugiyanto.2010. Tingkat Erosi Tanah di Kecamatan Ampel Kabupaten Boyolali Propinsi Jawa Tengah. Skripsi. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Suwardjo. 1981. Peranan Sisa – Sisa dalam Konservasi Tanah dan Air pada Lahan Usahatani Tanaman Semusim. Disertasi.
- Swastikayana, I.W.E., 2011. Sistem Informasi Geografis Berbasis Web untuk Pemetaan Pariwisata Kabupaten Gianyar (Studi Kasus pada Dinas Pariwisata Kabupaten Gianyar). Skripsi. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta.

- Tania, M. 2013. Assessment of Soil Erosion Risk in Fizes River Catchment Using USLE Model and GIS. *ProEnvironment*, 6, 595– 599.
- Taryono dan Abdulrachman. 1997. *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Jakarta: Penerbit Rineka Cipta.
- Terakusuma, Angga. 2017. *Evaluasi Tingkat Erosi Pada Kawasan Budidaya Pertanian Pangan Di Kecamatan Pasirjambu Kabupaten Bandung*. Skripsi. Bandung: Universitas Pasundan.
- Unger, P. W. 2006. *Soil and Water Conservation Handbook: Policies, Practices, Conditions, and Terms*. New York: Haworth Food & Agricultural Products Press.
- Utomo, W. H.. 1989. *Konservasi Tanah di Indonesia. Suatu Rekaman dan Analisa*. Rajawali Press. Jakarta
- Utomo, W. H. 1994. *Erosi dan Konservasi Tanah*. Malang. Jakarta: Penerbit IKIP Malang.
- Veiche, A. 2002. *The Spatial Variability of Erodibility and Its Relation to Soil Types : A Study From Northern Ghana*. Geoderma.
- Wischmeier, W. H. and D. D Smith. 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planning*. U.S Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 537.
- Yulan, Silta. 2016. *Kajian Erosi Dengan Metode Musle Daerah Tangkapan Hujan Waduk Sermo Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta*. Padang : Institut Teknologi Padang.

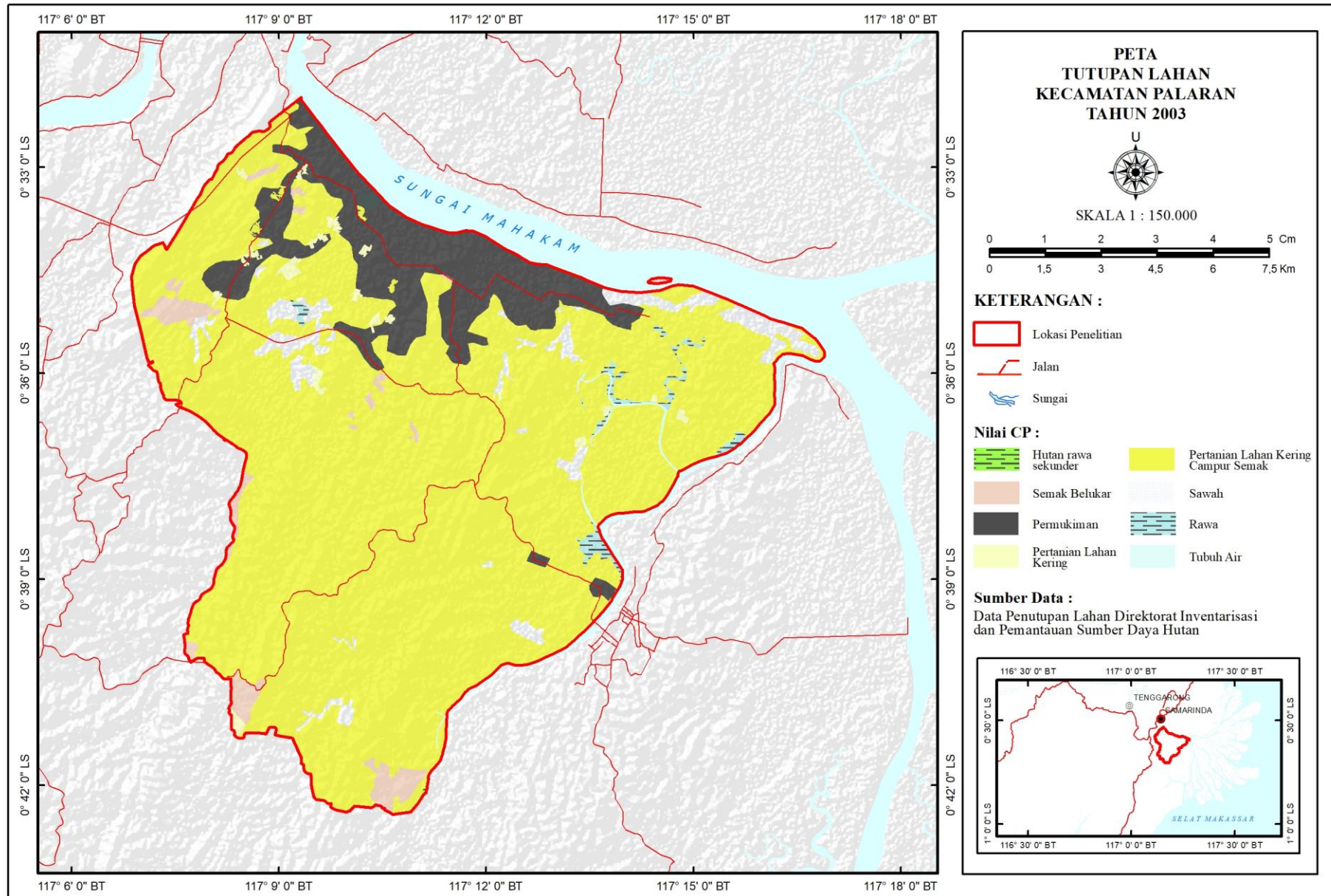
LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Lokasi Penelitian



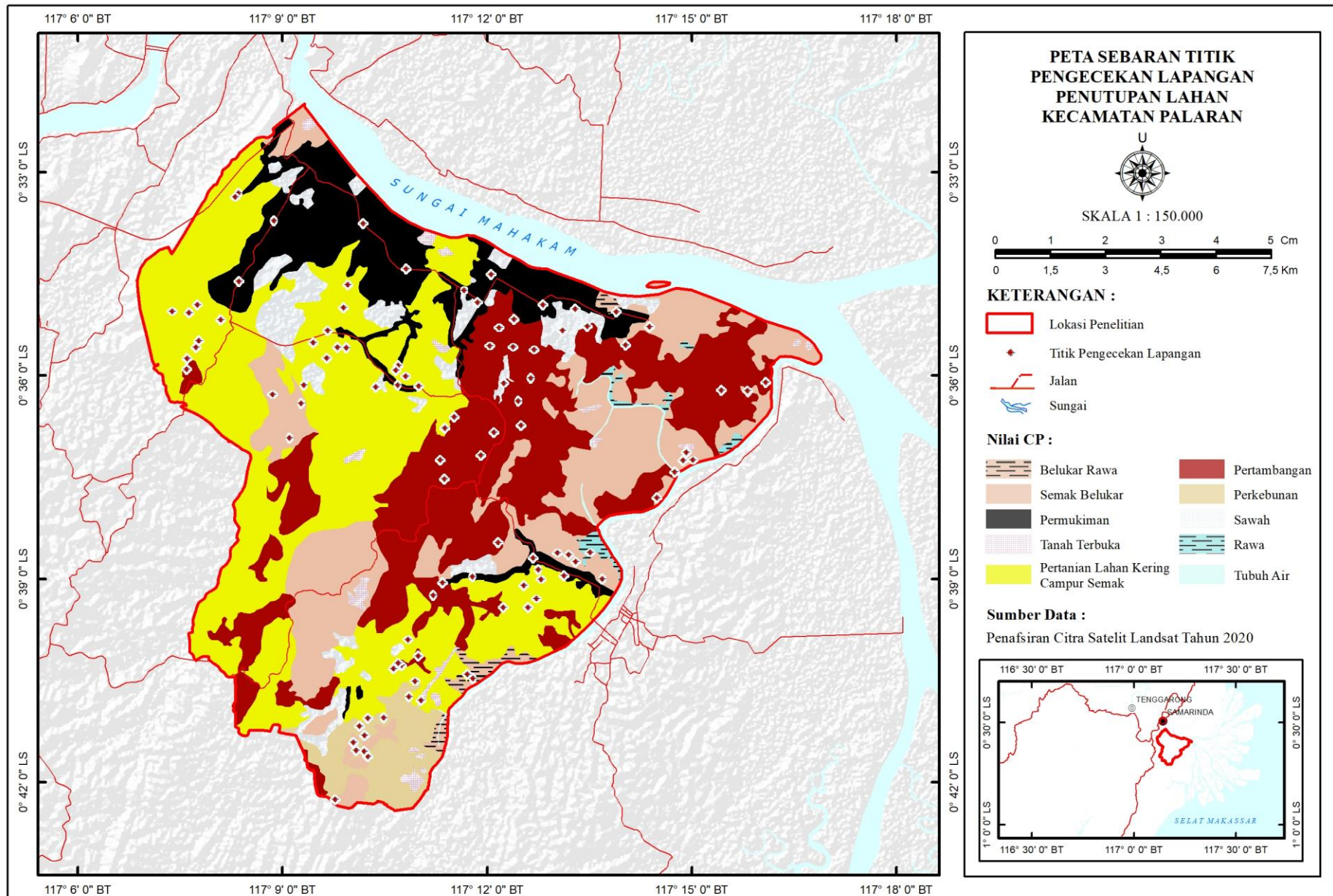
Gambar 3. Lokasi Penelitian

Lampiran 2. Sebaran Penutupan Lahan Kecamatan Palaran Tahun 2003



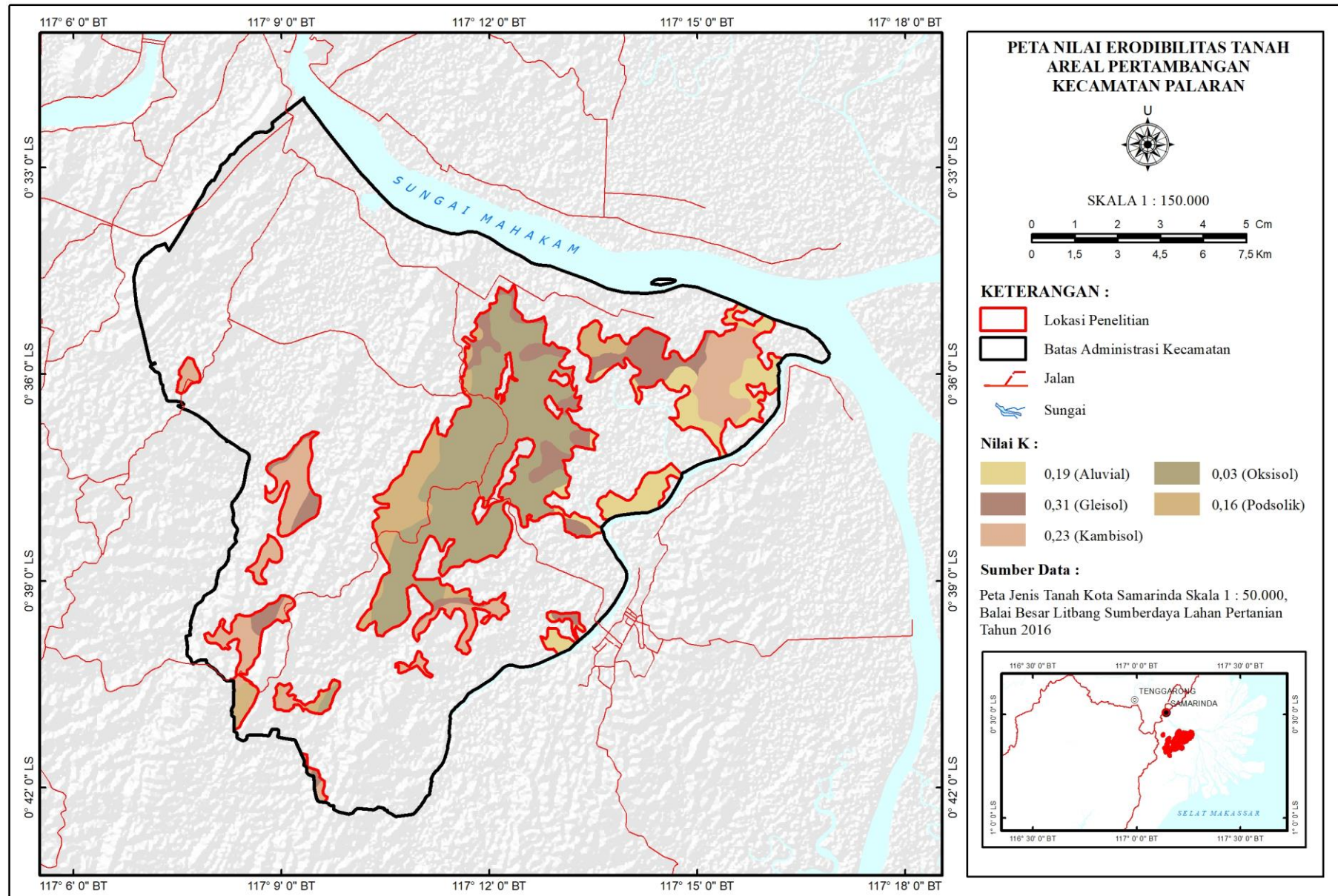
Gambar 4. Sebaran Penutupan Lahan Kecamatan Palaran Tahun 2003

Lampiran 3. Sebaran Titik Pengecekan Lapangan Penutupan Lahan



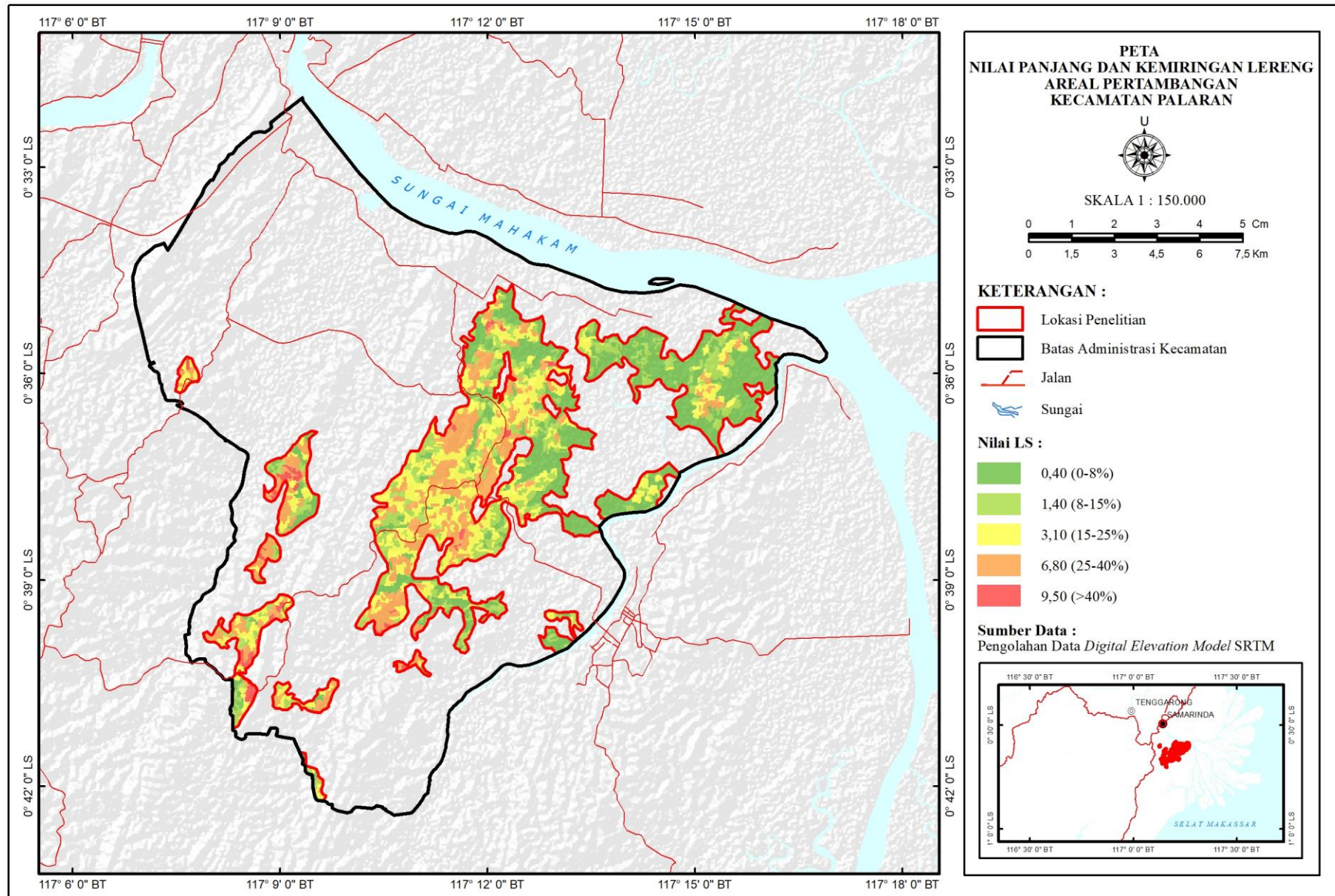
Gambar 5. Sebaran Titik Pengecekan Lapangan Penutupan Lahan

Lampiran 4. Sebaran Nilai Erodibilitas Tanah



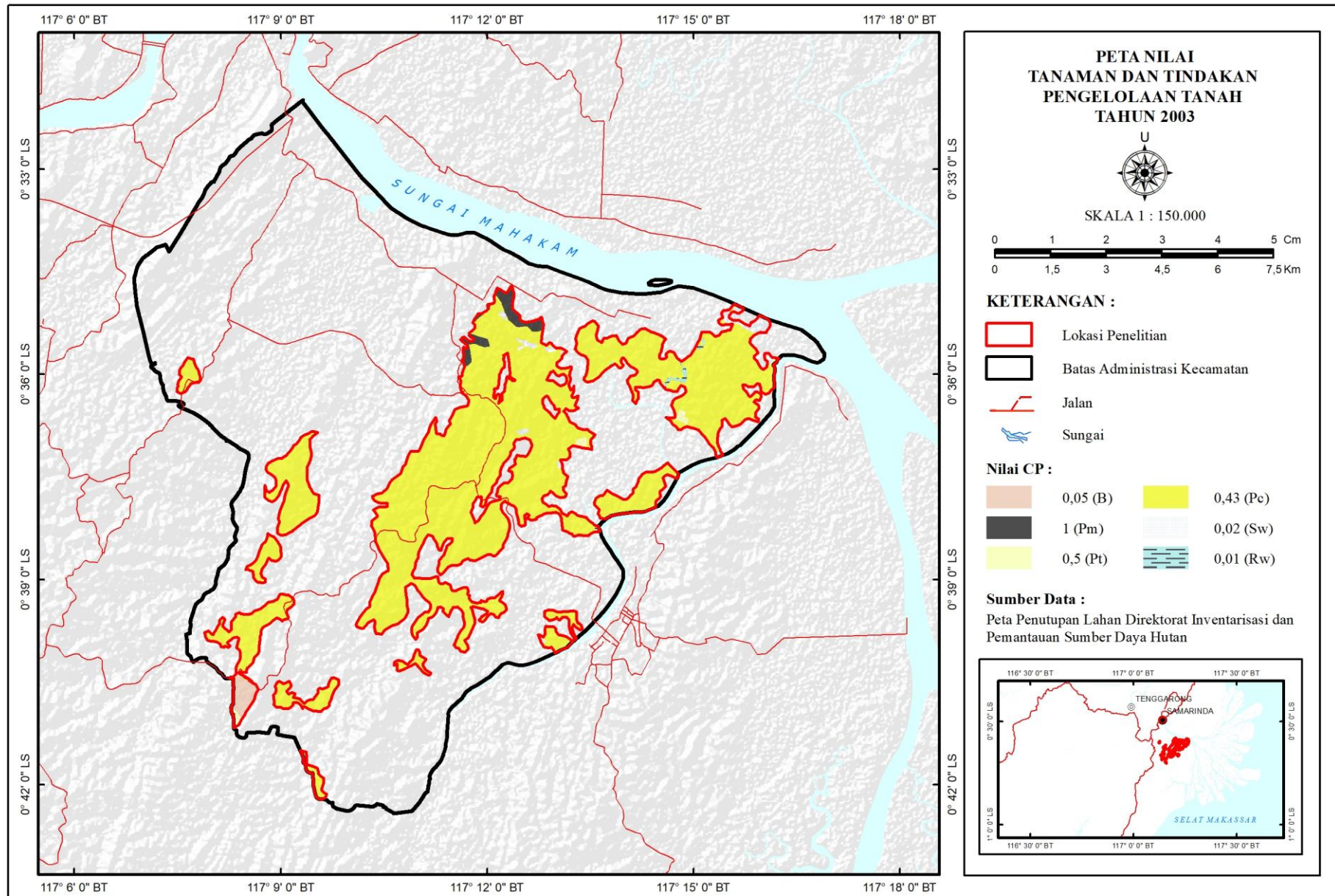
Gambar 6. Sebaran Nilai Erodibilitas Tanah

Lampiran 5. Sebaran Nilai Panjang dan Kemiringan Lereng Kecamatan Palaran



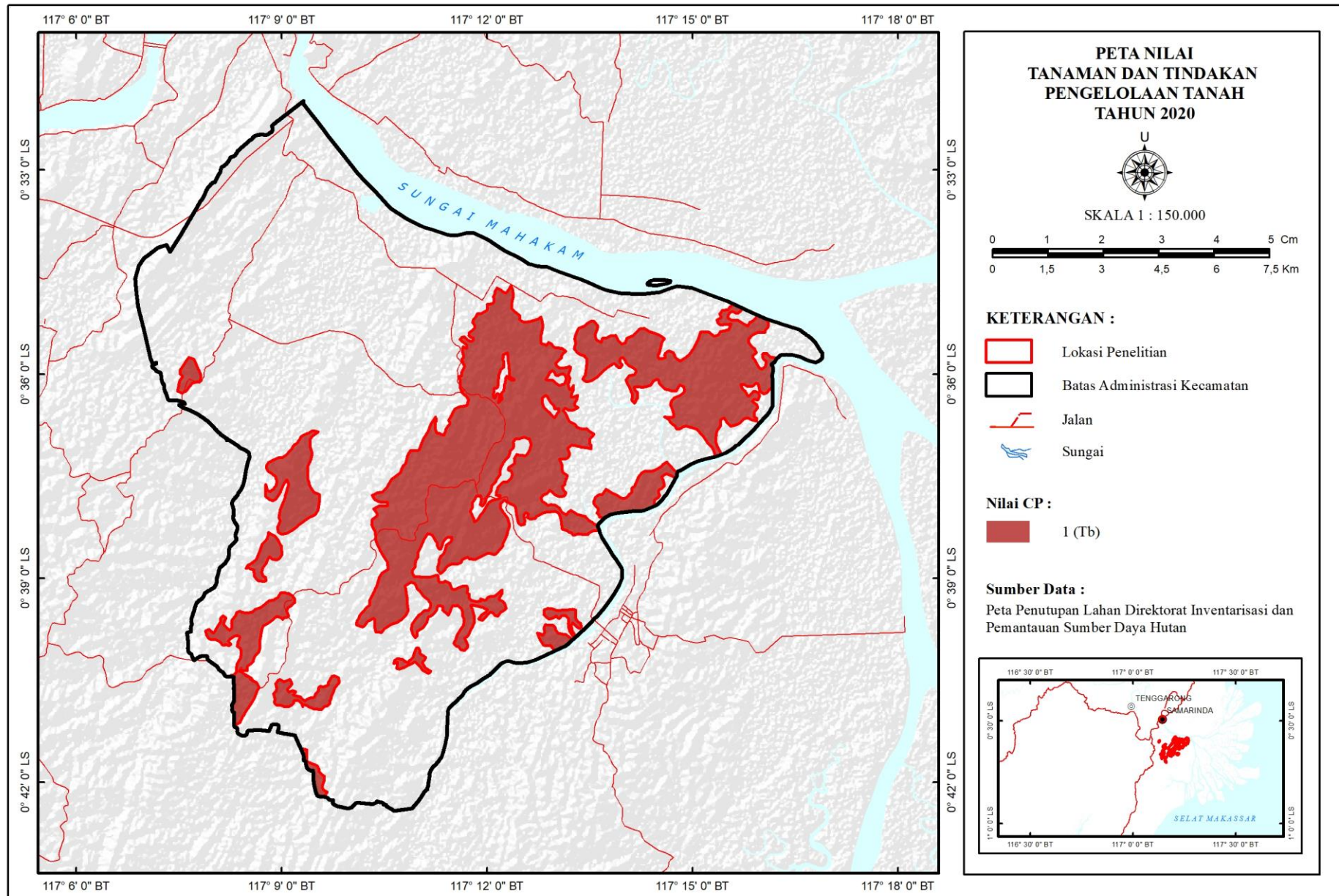
Gambar 7. Sebaran Nilai Panjang dan Kemiringan Lereng

Lampiran 6. Sebaran Nilai Tanaman dan Tindakan Pengelolaan Tanah Kecamatan Palaran Tahun 2003



Gambar 8. Sebaran Nilai Panjang dan Kemiringan Lereng

Lampiran 7. Nilai Tanaman dan Tindakan Pengelolaan Tanah Kecamatan Palaran Tahun 2020



Gambar 9. Sebaran Nilai Tanaman dan Tindakan Pengelolaan Tanah Kecamatan Palaran Tahun 2020

Lampiran 8. Pembagian Wilayah Satuan Lahan

No	Satuan Lahan	Luas (Ha)	%
I	Sebelum Tambang		
1	R-A-III-Pc	32,38	0,75
2	R-A-II-Pc	40,54	0,94
3	R-A-II-Rw	0,40	0,01
4	R-A-II-Sw	0,00	0,00
5	R-A-I-Pc	389,61	9,03
6	R-A-I-Pt	7,68	0,18
7	R-A-I-Rw	13,33	0,31
8	R-A-I-Sw	42,11	0,98
9	R-B-I-B	4,51	0,10
10	R-B-II-B	0,01	0,00
11	R-B-III-B	4,62	0,11
12	R-B-III-Pc	183,58	4,26
13	R-B-II-Pc	173,54	4,02
14	R-B-I-Pc	193,46	4,49
15	R-B-I-Rw	0,66	0,02
16	R-B-I-Sw	1,04	0,02
17	R-B-IV-B	0,86	0,02
18	R-B-IV-Pc	214,37	4,97
19	R-B-V-B	0,33	0,01
20	R-B-V-Pc	52,83	1,23
21	R-G-III-Pc	52,22	1,21
22	R-G-III-Pm	0,98	0,02
23	R-G-III-Rw	0,00	0,00
24	R-G-II-Pc	106,31	2,47
25	R-G-II-Pm	2,04	0,05
26	R-G-II-Rw	0,18	0,004
27	R-G-II-Sw	0,53	0,01
28	R-G-I-Pc	380,78	8,83
29	R-G-I-Pm	37,37	0,87
30	R-G-I-Pt	6,50	0,15
31	R-G-I-Rw	4,24	0,10
32	R-G-I-Sw	11,34	0,26
33	R-G-IV-Pc	27,89	0,65
34	R-G-IV-Pm	0,33	0,01
35	R-G-V-Pc	5,53	0,13
36	R-O-III-Pc	595,58	13,81

No	Satuan Lahan	Luas (Ha)	%
37	R-O-III-Pm	2,95	0,07
38	R-O-III-Sw	0,58	0,01
39	R-O-II-Pc	304,47	7,06
40	R-O-II-Pm	4,55	0,11
41	R-O-II-Sw	0,86	0,02
42	R-O-I-Pc	286,86	6,65
43	R-O-I-Pm	11,91	0,28
44	R-O-I-Sw	9,45	0,22
45	R-O-IV-Pc	578,59	13,42
46	R-O-IV-Pm	1,97	0,05
47	R-O-IV-Sw	1,22	0,03
48	R-O-V-Pc	20,84	0,48
49	R-P-I-B	9,03	0,21
50	R-P-II-B	11,17	0,26
51	R-P-III-B	8,33	0,19
52	R-P-III-Pc	165,49	3,84
53	R-P-III-Pm	0,00	0,00
54	R-P-III-Pt	1,23	0,03
55	R-P-II-Pc	150,33	3,49
56	R-P-II-Pm	2,09	0,05
57	R-P-II-Pt	5,95	0,14
58	R-P-I-Pc	67,16	1,56
59	R-P-I-Pm	12,01	0,28
60	R-P-I-Pt	0,14	0,003
61	R-P-I-Sw	0,15	0,003
62	R-P-IV-B	3,36	0,08
63	R-P-IV-Pc	51,27	1,19
64	R-P-IV-Pt	0,73	0,02
65	R-P-IV-Sw	0,01	0,0003
66	R-P-V-B	11,14	0,26
67	R-P-V-Pc	0,76	0,02
Jumlah I		4.312,26	100,00
II	Sesudah Tambang		
1	R-A-III-Tb	32,38	0,75
2	R-A-II-Tb	40,94	0,95
3	R-A-I-Tb	452,74	10,50
4	R-B-III-Tb	188,20	4,36
5	R-B-II-Tb	173,54	4,02
6	R-B-I-Tb	199,67	4,63

No	Satuan Lahan	Luas (Ha)	%
7	R-B-IV-Tb	215,23	4,99
8	R-B-V-Tb	53,16	1,23
9	R-G-III-Tb	53,21	1,23
10	R-G-II-Tb	109,06	2,53
11	R-G-I-Tb	440,22	10,21
12	R-G-IV-Tb	28,22	0,65
13	R-G-V-Tb	5,53	0,13
14	R-O-III-Tb	599,11	13,89
15	R-O-II-Tb	309,87	7,19
16	R-O-I-Tb	308,22	7,15
17	R-O-IV-Tb	581,79	13,49
18	R-O-V-Tb	20,84	0,48
19	R-P-III-Tb	175,05	4,06
20	R-P-II-Tb	169,53	3,93
21	R-P-I-Tb	88,48	2,05
22	R-P-IV-Tb	55,37	1,28
23	R-P-V-Tb	11,90	0,28
Jumlah II		4.312,26	100

Sumber : Data diolah, 2020

Keterangan Kode :

- R = Erosivitas Hujan ($R_1= 1.603,56$; $R_2=1.397,78$)
- Jenis Tanah : A= Aluvial; G= Gleisol; B= Kambisol; O= Oksisol; P= Podsolik
- Kelerengan : I= 0-8%; II= 8-15%; III= 15-25%; IV= 25-40%; V= > 40%
- Tutupan Lahan : A= Tubuh Air; B= Semak Belukar; Br= Belukar Rawa; Pt= Pertanian Lahan Kering; Pc= Pertanian Lahan Kering Campur Semak; Pk= Perkebunan; Pm= Permukiman; Rw= Rawa; Sw= Sawah; T= Tanah Terbuka; Tb=Pertambangan; Hrs= Hutan Rawa Sekunder.

Lampiran 9. Pendugaan Nilai Laju Erosi dan Rata – Rata Besarnya Erosi Sebelum Kegiatan Tambang

No.	Penutupan Lahan	No. Urut	Satuan Lahan	R	K	LS	CP	A (ton/ha /thn)	Luas (ha)	Erosi (ton/thn)
A.	Semak Belukar	1	R-B-I-B	1.603,56	0,23	0,4	0,3	44,26	4,51	199,82
		2	R-B-II-B	1.603,56	0,23	1,4	0,3	154,90	0,01	1,13
		3	R-B-III-B	1.603,56	0,23	3,1	0,3	343,00	4,62	1.585,77
		4	R-B-IV-B	1.603,56	0,23	6,8	0,3	752,39	0,86	649,93
		5	R-B-V-B	1.603,56	0,23	9,5	0,3	1.051,13	0,33	346,40
		6	R-P-I-B	1.603,56	0,16	0,4	0,3	30,79	9,03	277,87
		7	R-P-II-B	1.603,56	0,16	1,4	0,3	107,76	11,17	1.203,20
		8	R-P-III-B	1.603,56	0,16	3,1	0,3	238,61	8,33	1.986,47
		9	R-P-IV-B	1.603,56	0,16	6,8	0,3	523,40	3,36	1.759,18
		10	R-P-V-B	1.603,56	0,16	9,5	0,3	731,22	11,14	8.143,88
rata - rata laju erosi (ton/ha/thn) dan jumlah A								397,75	53,35	16.153,64
B.	Permukiman	1	R-G-III-Pm	1.603,56	0,31	3,1	0,95	1.463,97	0,98	1.439,86
		2	R-G-II-Pm	1.603,56	0,31	1,4	0,95	661,15	2,04	1.349,21
		3	R-G-I-Pm	1.603,56	0,31	0,4	0,95	188,90	37,37	7.058,56
		4	R-G-IV-Pm	1.603,56	0,31	6,8	0,95	3.211,29	0,33	1.056,38
		5	R-O-III-Pm	1.603,56	0,03	3,1	0,95	141,67	2,95	417,88
		6	R-O-II-Pm	1.603,56	0,03	1,4	0,95	63,98	4,55	290,86
		7	R-O-I-Pm	1.603,56	0,03	0,4	0,95	18,28	11,91	217,71
		8	R-O-IV-Pm	1.603,56	0,03	6,8	0,95	310,77	1,97	613,36
		9	R-P-III-Pm	1.603,56	0,16	3,1	0,95	755,60	0,00	1,66
		10	R-P-II-Pm	1.603,56	0,16	1,4	0,95	341,24	2,09	711,72
		11	R-P-I-Pm	1.603,56	0,16	0,4	0,95	97,50	12,01	1.170,51
rata - rata laju erosi (ton/ha/thn) dan jumlah B								659,49	76,19	14.327,71
C.	Pertanian Lahan Kering	1	R-A-I-Pt	1.603,56	0,19	0,4	0,28	34,12	7,68	262,20
		2	R-G-I-Pt	1.603,56	0,31	0,4	0,28	55,68	6,50	361,76
		3	R-P-III-Pt	1.603,56	0,16	3,1	0,28	222,70	1,23	273,70
		4	R-P-II-Pt	1.603,56	0,16	1,4	0,28	100,58	5,95	598,42
		5	R-P-I-Pt	1.603,56	0,16	0,4	0,28	28,74	0,14	4,06
		6	R-P-IV-Pt	1.603,56	0,16	6,8	0,28	488,51	0,73	355,64
rata - rata laju erosi (ton/ha/thn) dan jumlah C								155,05	22,23	1.855,78
D.	Pertanian Lahan Kering Campur Semak	1	R-A-III-Pc	1.603,56	0,19	3,1	0,19	179,45	32,38	5.811,10
		2	R-A-II-Pc	1.603,56	0,19	1,4	0,19	81,04	40,54	3.285,60
		3	R-A-I-Pc	1.603,56	0,19	0,4	0,19	23,16	389,61	9.021,48
		4	R-B-III-Pc	1.603,56	0,23	3,1	0,19	217,23	183,58	39.878,82
		5	R-B-II-Pc	1.603,56	0,23	1,4	0,19	98,11	173,54	17.024,94
		6	R-B-I-Pc	1.603,56	0,23	0,4	0,19	28,03	193,46	5.422,72
		7	R-B-IV-Pc	1.603,56	0,23	6,8	0,19	476,51	214,37	102.149,83
		8	R-B-V-Pc	1.603,56	0,23	9,5	0,19	665,72	52,83	35.171,52

No.	Penutupan Lahan	No. Urut	Satuan Lahan	R	K	LS	CP	A (ton/ha/thn)	Luas (ha)	Erosi (ton/thn)
		9	R-G-III-Pc	1.603,56	0,31	3,1	0,19	292,79	52,22	15.290,42
		10	R-G-II-Pc	1.603,56	0,31	1,4	0,19	132,23	106,31	14.057,12
		11	R-G-I-Pc	1.603,56	0,31	0,4	0,19	37,78	380,78	14.385,84
		12	R-G-IV-Pc	1.603,56	0,31	6,8	0,19	642,26	27,89	17.914,94
		13	R-G-V-Pc	1.603,56	0,31	9,5	0,19	897,27	5,53	4.958,18
		14	R-O-III-Pc	1.603,56	0,03	3,1	0,19	28,33	595,58	16.875,57
		15	R-O-II-Pc	1.603,56	0,03	1,4	0,19	12,80	304,47	3.896,12
		16	R-O-I-Pc	1.603,56	0,03	0,4	0,19	3,66	286,86	1.048,79
		17	R-O-IV-Pc	1.603,56	0,03	6,8	0,19	62,15	578,59	35.961,56
		18	R-O-V-Pc	1.603,56	0,03	9,5	0,19	86,83	20,84	1.809,21
		19	R-P-III-Pc	1.603,56	0,16	3,1	0,19	151,12	165,49	25.009,29
		20	R-P-II-Pc	1.603,56	0,16	1,4	0,19	68,25	150,33	10.259,69
		21	R-P-I-Pc	1.603,56	0,16	0,4	0,19	19,50	67,16	1.309,55
		22	R-P-IV-Pc	1.603,56	0,16	6,8	0,19	331,49	51,27	16.994,01
		23	R-P-V-Pc	1.603,56	0,16	9,5	0,19	463,11	0,76	353,32
rata - rata laju erosi (ton/ha/thn) dan jumlah D								217,34	4.074,37	397.889,63
E.	Sawah	1	R-A-II-Sw	1.603,56	0,19	1,4	0,01	4,27	0,000024	0,00010
		2	R-A-I-Sw	1.603,56	0,19	0,4	0,01	1,22	42,11	51,32
		3	R-B-I-Sw	1.603,56	0,23	0,4	0,01	1,48	1,04	1,54
		4	R-G-II-Sw	1.603,56	0,31	1,4	0,01	6,96	0,53	3,69
		5	R-G-I-Sw	1.603,56	0,31	0,4	0,01	1,99	11,34	22,54
		6	R-O-III-Sw	1.603,56	0,03	3,1	0,01	1,49	0,58	0,87
		7	R-O-II-Sw	1.603,56	0,03	1,4	0,01	0,67	0,86	0,58
		8	R-O-I-Sw	1.603,56	0,03	0,4	0,01	0,19	9,45	1,82
		9	R-O-IV-Sw	1.603,56	0,03	6,8	0,01	3,27	1,22	4,01
		10	R-P-I-Sw	1.603,56	0,16	0,4	0,01	1,03	0,15	0,15
		11	R-P-IV-Sw	1.603,56	0,16	6,8	0,01	17,45	0,01	0,21
rata - rata laju erosi (ton/ha/thn) dan jumlah E								3,64	67,30	86,74
F.	Rawa	1	R-A-II-Rw	1.603,56	0,19	1,4	0,01	4,27	0,40	1,70
		2	R-A-I-Rw	1603,56	0,19	0,4	0,01	1,22	13,33	16,25
		3	R-B-I-Rw	1603,56	0,23	0,4	0,01	1,48	0,66	0,97
		4	R-G-III-Rw	1603,56	0,31	3,1	0,01	15,41	0,0006	0,01
		5	R-G-II-Rw	1603,56	0,31	1,4	0,01	6,96	0,18	1,25
		6	R-G-I-Rw	1603,56	0,31	0,4	0,01	1,99	4,24	8,43
rata - rata laju erosi (ton/ha/thn) dan jumlah F								5,22	18,81	28,61
Jumlah A s.d F									4.312,26	430.342,11
rata - rata besar erosi (ton/ha/thn)										99,80

Lampiran 10. Pendugaan Nilai Laju Erosi dan Rata – Rata Besarnya Erosi Setelah Kegiatan Tambang

No.	Penutupan Lahan	No. Urut	Satuan Lahan	R	K	LS	CP	A (ton/ha /thn)	Luas (ha)	Erosi (ton/thn)
A.	Pertambangan	1	R-A-III-Tb	1.397,78	0,19	3,10	1	823,29	32,38	26.659,90
		2	R-A-II-Tb	1.397,78	0,19	1,40	1	371,81	40,94	15.221,44
		3	R-A-I-Tb	1.397,78	0,19	0,40	1	106,23	452,74	48.094,78
		4	R-B-III-Tb	1.397,78	0,23	3,10	1	996,62	188,20	187.561,75
		5	R-B-II-Tb	1.397,78	0,23	1,40	1	450,09	173,54	78.109,52
		6	R-B-I-Tb	1.397,78	0,23	0,40	1	128,60	199,67	25.677,31
		7	R-B-IV-Tb	1.397,78	0,23	6,80	1	2.186,13	215,23	470.526,56
		8	R-B-V-Tb	1.397,78	0,23	9,50	1	3.054,15	53,16	162.364,74
		9	R-G-III-Tb	1.397,78	0,31	3,10	1	1.343,27	53,21	71.470,62
		10	R-G-II-Tb	1.397,78	0,31	1,40	1	606,64	109,06	66.159,86
		11	R-G-I-Tb	1.397,78	0,31	0,40	1	173,32	440,22	76.301,18
		12	R-G-IV-Tb	1.397,78	0,31	6,80	1	2.946,52	28,22	83.158,58
		13	R-G-V-Tb	1.397,78	0,31	9,50	1	4.116,46	5,53	22.746,89
		14	R-O-III-Tb	1.397,78	0,03	3,10	1	129,99	599,11	77.880,07
		15	R-O-II-Tb	1.397,78	0,03	1,40	1	58,71	309,87	18.191,60
		16	R-O-I-Tb	1.397,78	0,03	0,40	1	16,77	308,22	5.169,93
		17	R-O-IV-Tb	1.397,78	0,03	6,80	1	285,15	581,79	165.894,77
		18	R-O-V-Tb	1.397,78	0,03	9,50	1	398,37	20,84	8.300,20
		19	R-P-III-Tb	1.397,78	0,16	3,10	1	693,30	175,05	121.361,88
		20	R-P-II-Tb	1.397,78	0,16	1,40	1	313,10	169,53	53.080,91
		21	R-P-I-Tb	1.397,78	0,16	0,40	1	89,46	88,48	7.915,24
		22	R-P-IV-Tb	1.397,78	0,16	6,80	1	1.520,78	55,37	84.201,61
		23	R-P-V-Tb	1.397,78	0,16	9,50	1	2.124,63	11,90	25.283,63
rata - rata ton/ha/thn dan jumlah A								997,10	4.312,26	1.901.332,98
rata-rata besarnya erosi ton/ha/thn									440,91	