

**ANALISA LAJU EROSI DAN ARAHAN KONSERVASI LAHAN
BERBASIS ARCGIS PADA DAS PARANGJOHO KABUPATEN
WONOGIRI JAWA TENGAH**

SKRIPSI

**TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI SISTEM INFORMASI
HIDRO-INFORMATIKA**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik



FIRMAN SYARIF TUHEPALY

NIM. 175060400111026

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2021

**LEMBAR PENGESAHAN
ANALISA LAJU EROSI DAN ARAHAN KONSERVASI LAHAN
BERBASIS ARCGIS PADA DAS PARANGJOHO KABUPATEN
WONOGIRI JAWA TENGAH**

SKRIPSI

**TEKNIK PENGAIRAN
KONSENTRASI HIDRO-INFORMATIKA**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik



**FIRMAN SYARIF T.
NIM. 175060400111026**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 28 Juli 2021

Dosen Pembimbing I


Dr. Ir. Ussy Andawavanti, MS. IPM
NIP. 196101311986092001

Dosen Pembimbing II


Dr. Ir. Runi Asmaranto, ST., MT.
NIP. 197108302000121001

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Pengairan**


Dr. Ir. Ussy Andawavanti, MS. IPM.
NIP. 196101311986092001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK PENGAIRAN

Jl. Mayjend. Haryono no. 167, Malang, 65145, Indonesia

Telp & Fax : +62-341-562454

<http://pengairan.ub.ac.id> E-mail : pengairan@ub.ac.id

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang sepengetahuan saya, di dalam Naskah SKRIPSI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam Naskah SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (SARJANA TEKNIK/Strata-1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. (Peraturan Menteri Pendidikan Nasional RI No. 17 Tahun 2010, Pasal 12 dan Pasal 13)

Malang, 20 Agustus 2020

Mahasiswa,



Nama : Firman Syarif Tuhepaly

NIM : 175060400111026

Jurusan : TEKNIK PENGAIRAN



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA**



SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 93/UN10.F07.14.11/TTU/2021

Sertifikat ini diberikan kepada :

FIRMAN SYARIF TUHEPALY

Dengan Judul Skripsi :

**ANALISA LAJU EROSI DAN ARAHAN KONSERVASI LAHAN BERBASIS ARCGIS PADA DAS PARANGJOHO
KABUPATEN WONOGIRI JAWA TENGAH**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal **20 AGUSTUS 2021**

Ketua Program Studi S1 Teknik Pengairan

Dr. Ir. Hari Siswoyo, ST., MT.
NIP. 19751212 200012 1 001



Ketua Program Studi S1 Teknik Pengairan

Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS., JPM.
NIP. 19610131 198609 2 001

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Tujuan	3
1.6 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Daerah Aliran Sungai	5
2.1.1 Pengelolaan Daerah Aliran Sungai	5
2.1.2 Peraturan dalam Pengelolaan DAS	6
2.1.3 Ekosistem Daerah Aliran Sungai	6
2.2 Hidrologi	7
2.2.1 Daur Hidrologi	7
2.2.2 Analisa Curah Hujan Rerata Daerah	8
2.2.3 Uji Konsistensi Hujan Lengkung Massa Ganda	9
2.2.4 Uji Ketiadaan Trend	11
2.2.5 Uji Stasioner	11
2.3 Erosi	12
2.3.1 Aliran Permukaan	13
2.3.2 Faktor-faktor Penyebab Erosi	13
2.3.2.1 Iklim	13
2.3.2.2 Topografi	14

2.3.2.3 Vegetasi.....	14
2.3.2.4 Tanah.....	14
2.3.2.5 Manusia.....	14
2.3.3 Proses Terjadinya Erosi.....	15
2.3.4 Hasil Sedimen (<i>Sedimen Yield</i>).....	15
2.3.5 Tingkat Bahaya Erosi.....	16
2.4 Metode Perhitungan dalam Sistem Informasi Geografis (GIS)	16
2.4.1 Pendugaan Laju Erosi Metode USLE.....	17
2.4.2 Indeks Erosivitas Hujan (R).....	17
2.4.3 Indeks Erodibilitas Tanah (K).....	18
2.4.4 Faktor Panjang Kemiringan (LS).....	20
2.4.5 Faktor Penutup Lahan (C).....	21
2.4.6 Faktor Konservasi Praktis (P)	23
2.4.7 Faktor Pecahan Batu Kasar (<i>Coarse Fragment Factor</i>).....	24
2.5 Pola Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah	24
2.6 Sistem Informasi Geografis (SIG).....	24
2.6.1 Subsistem Sistem Informasi Geografis.....	25
2.6.2 Sumber Data Sistem Informasi Geografis	25
2.6.3 Cara Kerja Sistem Informasi Geografis.....	26
2.7 Pengenalan arcGIS	27
2.8 Permodelan Erosi Berbasis GIS	28
2.9 Penelitian Terdahulu.....	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Lokasi Studi.....	31
3.1.1 Keadaan Topografi.....	31
3.1.2 Hidrologi dan Klimatologi.....	32
3.1.3 Tanah dan Geologi.....	32
3.1.4 Keadaan Tata Guna Lahan.....	33
3.2 Data-data yang diperlakukan.....	33
3.3 Tahapan Studi.....	33
3.4 Diagram Alir.....	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1 Lokasi Studi.....	43
4.2 Data Input arcGIS.....	43

4.2.1	Penentuan Batas Daerah Aliran Sungai (DAS).....	43
4.3	Pengolahan Data Hujan	48
4.3.1	Uji Konsistensi Data Hujan Metode Uji Inlier-outlier.....	48
4.3.2	Uji Konsistensi Data Hujan Metode RAPS.....	51
4.4.3	Uji Konsistensi Data Hujan Metode Uji F(Stasioner) dan T.....	53
4.4	Analisis Estimasi Erosi DAS Waduk Parangjoho	55
4.4.1	Faktor Erosivitas Hujan (EI30).....	55
4.4.2	Erodibilitas Tanah (K).....	62
4.4.3	Faktor Panjang dan Kemiringan (LS).....	66
4.4.4	Faktor Pengelolaan Tanaman dan Usaha Konservasi Lahan (CP)....	79
4.5	Perhitungan Total Erosi	72
4.6	Perhitungan Laju Erosi Rata-rata DAS Waduk Parangjoho.....	73
4.7	SDR (Sediment Delivery Ratio) DAS Waduk Parangjoho	73
4.8	Tingkat Bahaya Erosi (TBE) DAS Waduk Parangjoho	74
4.9	Analisa Lahan Kritis	75
4.10	Analisis Sedimen	79
4.11	Estimasi <i>Trap Efisiensi</i> Waduk Parangjoho	79
4.11.1	Metode Brune	79
4.12	Arahan Konservasi Lahan.....	83
4.12.1	Metode Vegetatif.....	83
4.12.2	Metode Mekanis	86
4.12.3	Perhitungan Volume Tampungn Sedimen	86
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		93
5.1	Kesimpulan.....	93
5.2	Saran	93
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Klasifikasi Laju Erosi	13
Tabel 2.2	Klasifikasi Nilai K Tanah (USDA 1973).....	14
Tabel 2.3	Sedimen Berdasarkan Ukurannya.....	15
Tabel 2.4	Klasifikasi Tndeks Bahaya Erosi.....	16
Tabel 2.5	Nilai K Hasil Penelitian Beberapa Jenis Tanah.....	19
Tabel 2.6	Klasifikasi Struktur Tanah.....	20
Tabel 2.7	Nilai Koefisien C Berdasarkan Tata Guna Lahan	22
Tabel 2.8	Nilai Koefisien C Berdasarkan Jenis Tanaman	22
Tabel 2.9	Nilai Faktor P pada Berbagai Aktivitas Konservasi Tanah di Jawa.....	23
Tabel 2.10	Penelitian Terdahulu.....	29
Tabel 3.1	Data Kemiringan DAS Waduk Parangjoho	32
Tabel 3.2	Jenis Tanah DAS Waduk Parangjoho.....	32
Tabel 3.3	Tata Guna Lahan DAS Waduk Parangjoho.....	33
Tabel 4.1	Tabel Hasil Perhitungan Uji Inlier-Outlier	48
Tabel 4.2	Tabel Nilai Kn Uji Inlier-Outlier.....	49
Tabel 4.3	Tabel Setelah Uji Outlier.....	49
Tabel 4.4	Tabel Hasil Perhitungan Uji Homogenitas Metode RAPS.....	51
Tabel 4.5	Tabel Nilai $Q/n^{0.5}$ dan $R/n^{0.5}$	53
Tabel 4.6	Tabel Hasil Perhitungan Uji F dan T.....	53
Tabel 4.7	Tabel Rekap Analisa Hidrologi	55
Tabel 4.8	Tabel Curah Hujan Bulanan Stasiun Parangjoho	55
Tabel 4.9	Tabel Hujan Harian Stasiun Parangjoho.....	56
Tabel 4.10	Tabel Curah Hujan Harian Maksimum dalam Bulan yang bersangkutan Stasiun Parangjoho	57
Tabel 4.11	Tabel Hasil Perhitungan Indeks Erosivitas Stasiun Parangjoho Metode Bols	58
Tabel 4.12	Hasil Indeks Erosivitas Waduk Parangjoho	62
Tabel 4.13	Koefisien Nilai K Erodibilitas Tanah	63

Tabel 4.14 Nilai Erodibilitas Tanah Berdasarkan Nilai K^5	63
Tabel 4.15 Koefisien Nilai Faktor Kemiringan LS	66
Tabel 4.16 Nilai Faktor Kemiringan Berdasarkan Nilai LS	66
Tabel 4.17 Nilai Faktor C untuk Berbagai Penggunaan Lahan.....	69
Tabel 4.18 Nilai Faktor C untuk Berbagai Jenis Tanaman.....	70
Tabel 4.19 Nilai Faktor P Berdasarkan Konservasi Tanah	70
Tabel 4.20 Rekapitulasi Tata Guna Lahan di Waduk Parangjoho	70
Tabel 4.21 Rekapitulasi Nilai Total Erosi	72
Tabel 4.22 Rekapitulasi Perhitungan SDR dan Laju Erosi Waduk Parangjoho.....	74
Tabel 4.23 Rekapitulasi Tingkat Bahaya Erosi (TBE) Waduk Parangjoho	75
Tabel 4.24 Tingkat Bahaya Erosi (TBE) Waduk Parangjoho 2020.....	75
Tabel 4.25 Rekapitulasi Lahan Kritis Waduk Parangjoho 2020	76
Tabel 4.26 Hasil Analisa <i>Trap Efisiensi</i> Meotde Brune Waduk Parangjoho 2020.....	80
Tabel 4.27 Perencanaan Tanaman	84
Tabel 4.28 Rekapitulasi Metode Vegetatif Waduk Parangjoho	85
Tabel 4.29 Checkdam Eksisting pada Sub DAS 30	86
Tabel 4.30 Rekapitulasi Perhitungan Checkdam Eksisting Sub DAS 30.....	90

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Fungsi Ekosistem DAS	7
Gambar 2.2	Siklus Hidrologi	7
Gambar 2.3	Poligon Thiessen.....	9
Gambar 2.4	Lengkung Massa Ganda.....	10
Gambar 2.5	Diagram untuk memperoleh Nilai Kombinasi LS	20
Gambar 2.6	Proses Sistem Informasi Geografis.....	25
Gambar 2.7	Komponen SIG	27
Gambar 2.8	Tampilan shortcut ArcGIS 10.4.....	28
Gambar 2.9	Contoh tampilan Peta DAS pada SIG.....	28
Gambar 3.1	Lokasi Waduk Parangjoho.....	31
Gambar 3.2	Peta Tata Guna Lahan Waduk Parangjoho	36
Gambar 3.3	Peta Jenis Tanah Parangjoho.....	34
Gambar 3.4	Kemiringan Lereng Parangjoho.....	37
Gambar 3.5	Das Parangjoho	38
Gambar 3.6	Diagram Alir Penyelesaian Skripsi.....	39
Gambar 3.7	Diagram Alir Pengerjaan Tingkat Bahaya Erosi	40
Gambar 3.8	Diagram Alir Perhitungan Hasil Sedimen	41
Gambar 4.1	Tampilan Data DEM.....	43
Gambar 4.2	Tampilan Data DEM setelah diberikan batas DAS Sesuai Lokasi	44
Gambar 4.3	Tampilan dalam Mengatur Koordinat Data DEM menggunakan WGS 1984 UTM Zona 49	44
Gambar 4.4	Tampilan Saat Mendownload Alur Sungai di Wonogiri	45
Gambar 4.5	Tampilan tahapan <i>Hydrology process</i>	45
Gambar 4.6	Tampilan <i>Chatchment Area</i> dan DAS sebelum di Potong.....	46
Gambar 4.7	Tampilan Hasil Pembuatan Batas DAS	46
Gambar 4.8	Hasil penentuan batas DAS Parangjoho	47
Gambar 4.9	Grafik Uji Inlier-Outlier.....	50
Gambar 4.10	Hasil Nilai Faktor Nilai K pada DAS Waduk Parangjoho.....	65
Gambar 4.11	Hasil Nilai Faktor nilai LS pada DAS Waduk Parangjoho.....	67
Gambar 4.12	Hasil Nilai Faktor Pengelolaan Tanaman dan Usaha Konservasi (CP) pada DAS Waduk Parangjoho.....	71

Gambar 4.13 Peta Hasil Nilai Faktor Tingkat Bahaya Erosi pada DAS
Waduk Parangjoho..... 77

Gambar 4.14 Peta Lahan Kritis Waduk Parangjoho..... 78

Gambar 4.15 Metode Brune 80

Gambar 4.16 Acuan Umum Proporsi Tanaman pada Kemiringan Lahan yang
Berbeda (P3HTA, 1987)..... 84

Gambar 4.17 Basic Design Volume Sedimen..... 87

Gambar 4.18 Dokumentasi Sub DAS 30..... 87

Gambar 4.19 Penggambaran Google earth Lebar Sungai Perencanaan Checkdam 1... 88

Gambar 4.20 Peta Lahan Kritis Untuk Penggambaran Checkdam Eksisting
pada Sub DAS 30 Waduk Parangjoho..... 80



RINGKASAN

Firman Syarif Tuhepaly, Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juli 2021, Studi Analisa Laju Erosi dan Arahan Konservasi Lahan berbasis arcGIS pada DAS Parangjoho Kabupater Wonogiri Jawa Tengah, Dosen Pembimbing: Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS., IPM. dan Dr. Ir. Runi Asmaranto, ST., MT.

Waduk Parangjoho yang berlokasi di Desa demesan Kecamatan eromoko Wonogiri Jawa Tengah ini merupakan waduk multiguna yang berfungsi sebagai irigasi. Studi ini bertujuan untuk mencari nilai laju erosi dan sedimen beserta tingkat bahaya erosi pada DAS Waduk Parangjoho. Dari penelitian ini juga akan menghasilkan konservasi lahan untuk dapat diterapkan pada lokasi studi.

Dalam penelitian ini, untuk menentukan nilai laju erosi menggunakan metode USLE. Penulis menggunakan data jumlah hujan bulanan, data jumlah hari hujan, data hujan harian maksimum untuk menentukan nilai R, kemudian data jenis tanah untuk menentukan nilai K, data kemiringan lereng untuk menentukan nilai LS, data koefisien CP untuk menentukan tata guna lahan, Perhitungan menggunakan metode USLE diperoleh nilai laju erosi rata-rata sebesar 62,322 ton/ha/tahun.

Hasil analisis tingkat bahaya erosi diperoleh dengan melihat persebaran nilai Tingkat Bahaya Erosi berdasarkan data solum tanah yang kemudian ditentukan dengan tabel klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi dengan hasil nilai TBE di sangat ringan sejumlah 30,63%, ringan 42%, sedang 19,74%, berat 6,27%, dan sangat berat 1,5%. Kemudian setelah melakukan perhitungan nilai TBE didapatkan nilai kekritisan lahan dengan kondisi dimana nilai TBE dengan kondisi berat termasuk dalam kondisi kritis. Kondisi kekritisan lahan sangat berfungsi untuk menentukan langkah skenario konservasi lahan untuk mengetahui langkah apa yang akan digunakan untuk mengatasi masalah erosi.

Berdasarkan perhitungan Sediment delivery ratio (SDR), didapatkan hasil perkiraan sedimen sebesar 42.832 ton/tahun. Studi ini tidak hanya menjelaskan erosi di lahan saja tetapi juga estimasi endapan sedimen di Waduk. Karena sedimen yang di lahan belum tentu masuk ke waduk, maka harus dilakukan analisa untuk estimasi pengendapan sedimen yang terjadi di waduk. Dengan menggunakan metode brune bisa dilakukan estimasi pengendapan di waduk. Hasil estimasi sedimen di Waduk 39.254 m³/tahun maka waktu pengendapan dari berbagai elevasi dikumulatifkan didapatkan usia guna waduk 32 tahun.

Setelah itu dilakukan penanganan Konservasi lahan. Dalam penelitian ini untuk mengatasi masalah erosi dilakukan dengan 2 metode skenario konservasi lahan yaitu metode vegetatif dan metode mekanis. Dimana metode vegetatif dilakukan dengan penanaman tanaman musiman dan tanaman tahunan, Sedangkan untuk metode mekanis dilakukan dengan cara pengendalian sedimen dengan perhitungan checkdam eksisting. Hasil konservasi lahan tersebut dapat dilakukan secara optimal karena dapat mengurangi laju erosi dan tingkat bahaya erosi.

Kata kunci: erosi, USLE, tingkat bahaya erosi, sedimen, konservasi lahan

SUMMARY

Firman Syarif Tuhepaly, *Water Resources Engineering, Engineering Faculty, Brawijaya University, July 2021, Study of Analysis of Erosion Loss and Conservation on circumstances area related to watersheds and reservoirs in Parangoho Wonogiri East Java Province, Lecturer: Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS., IPM. and Dr. Ir. Rumi Asmaranto, ST., MT.*

Parangjoho Reservoir, located in Demesan Village, Eromoko District, Wonogiri, Central Java, is a multipurpose reservoir that functions as irrigation. This study aims to find the value of the rate of erosion and sediment along with the level of erosion hazard in the Parangjoho Reservoir watershed. This research will also result in land conservation to be applied to the study site.

In this study, to determine the value of the erosion rate using the USLE method. The author uses data on the amount of monthly rain, data on the number of rainy days, maximum daily rainfall data to determine the R value, then soil type data to determine the K value, slope data to determine the LS value, CP coefficient data to determine land use. USLE obtained an average erosion rate of 62,322 tons/ha/year.

The results of the analysis of the level of erosion hazard are obtained by looking at the distribution of the value of the Erosion Hazard Level based on the soil solum data which is then determined by the classification table of the Erosion Hazard Level with the results of the TBE value at very light 30.63%, mild 42%, moderate 19.74%, heavy 6.27%, and very heavy 1.5%. Then after calculating the TBE value, the criticality value of the land is obtained with conditions where the TBE value with severe conditions is included in a critical condition. The critical condition of the land is very useful for determining the steps for land conservation scenarios to find out what steps will be used to overcome the erosion problem.

Based on the calculation of the Sediment delivery ratio (SDR), the estimated sediment yield is 42,832 tons/year. This study not only explains the erosion on the land but also the estimation of sediment deposition in the reservoir. Because the sediment in the land does not necessarily enter the reservoir, an analysis must be carried out to estimate the sediment deposition that occurs in the reservoir. By using the Brune method, it is possible to estimate deposition in the reservoir. The results of the estimated sediment in the reservoir are 39,254 m³/year, the time of deposition from various elevations is cumulative, the reservoir age is 32 years.

After that, land conservation is handled. In this study to overcome the problem of erosion carried out by 2 methods of land conservation scenarios, namely the vegetative method and the mechanical method. Where the vegetative method is carried out by planting seasonal and annual plants, while the mechanical method is carried out by controlling sediment by calculating the existing checkdam. The results of land conservation can be carried out optimally because it can reduce the rate of erosion and the level of erosion hazard.

Keywords: erosion, USLE, erosion hazard, sediment, land conservation

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Menurut Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan DAS, Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daratan yang dibatasi punggung-punggung gunung yang berfungsi untuk menyimpan dan menampung air hujan selanjutnya akan disalurkan melalui sungai utama menuju laut. Wilayah daratan yang dimaksud dapat disebut sebagai DTA atau Daerah Tangkapan.

Aktivitas pengelolaan lahan yang dilakukan oleh masyarakat maupun pemerintah pada daerah aliran sungai telah mengalami ketidakseimbangan dengan kemampuan lahan yang ada. Usaha meningkatkan produksi, manusia hanya memperhitungkan tingkat produksi yang tinggi namun tidak memperhatikan kemampuan tingkatan sebuah lahan yang ada. Kerusakan DAS sangat berdampak pada semakin menurunnya angka infiltrasi dan meningkatnya aliran permukaan (*surface Runoff*) sehingga debit aliran sungai akan mengalami peningkatan drastis ketika musim hujan dan mengalami penurunan ketika musim kemarau. Ketika angka infiltrasi yang semakin menurun pada suatu lahan maka erosi yang terjadi akan semakin meningkat sehingga di kawasan DAS akan menyebabkan beberapa masalah salah satunya terjadi pendangkalan sungai, jika terjadi terus menerus maka akan merugikan masyarakat itu sendiri. Sebuah kondisi lahan dengan kondisi kritis memang merupakan sebuah pemanfaatan lahan yang kurang optimal, oleh sebab itu sangat diperlukannya pengembangan usaha konservasi agar dapat mencapai hasil yang optimal namun tetap dengan mempertimbangkan prinsip konservasi yang ada.

Perangkat lunak ArcMap 10.4 ArcGIS adalah salah satu perangkat lunak untuk membantu dalam menganalisis laju erosi, dan juga dapat membantu dalam mengatasi masalah erosi. Dalam pembuatan peta DAS perlu adanya informasi berupa Computerized Height Model (DEM) yang dibuat dengan memanfaatkan pemrograman yang bergantung pada Geographic Data Framework yang akan memberikan akomodasi dalam pembuatan pedoman Tata Ruang Daerah Aliran Sungai (DAS) Parangjoho Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah.

1.2. Identifikasi Masalah

DAS Parangjoho adalah wilayah sungai (WS) yang menjadi kewenangan Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Bengawan Solo. Waduk Parangjoho adalah waduk serbaguna yang dibangun di Kabupaten Wonogiri untuk mengatasi kekeringan dan menampung air, guna pengairan wilayah Kabupaten Wonogiri. Berdasarkan digitasi menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.5, didapatkan luas DAS Parangjoho sebesar $\pm 20,43 \text{ km}^2$. Secara administratif DAS Parangjoho berada di wilayah Kabupaten Wonogiri Jawa Tengah. DAS ini memiliki jenis sungai *intermittent*, yang artinya sungai pada DAS ini bisa dalam kondisi kering pada saat terjadinya musim kemarau dan akan mengalirkan air pada saat terjadinya musim penghujan.

Pada musim penghujan, bagian tengah dan hilir DAS Parangjoho kerap dilanda bencana banjir. Bencana banjir sering menggenangi berbagai kecamatan di Kabupaten Wonogiri Bengawan Solo. Bencana banjir yang terjadi pada bagian tengah dan hilir DAS Parangjoho tersebut dikarenakan kapasitas sungai pada bagian tengah dan hilir DAS yang tidak dapat menampung kelebihan air saat banjir tiba serta dasar sungai yang landai sehingga tidak dapat mengalirkan banjir tersebut ke laut dalam waktu yang singkat. Landainya dasar sungai pada bagian tengah dan hilir DAS dipicu oleh laju erosi yang terjadi. Pendangkalan sungai berdampak pada berkurangnya kapasitas sungai sehingga ketika sungai tidak mampu menampung air yang berlebih maka terjadilah banjir. Santoso (2013) dalam Jurnal Penataan Ruang, Volume 8, Nomor 2 FTSP – Institut Teknologi Sepuluh Nopember menyebutkan bahwa “Pendangkalan terjadi secara terus menerus dengan laju pengendapan sebesar 12 cm per tahun. Kini pendangkalan bahkan mencapai lebih dari 4 meter. Pendangkalan ini terjadi karena erosi yang ada di hulu dan gerusan di tebing kanan kiri sungai” (p.51).

Berdasarkan permasalahan di atas diperlukan studi mengenai tingkat bahaya erosi pada DAS Waduk Parangjoho yang berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Dengan SIG, tingkat bahaya erosi pada DAS Parangjoho dapat dipetakan untuk memudahkan di dalam memberikan saran penanggulangan. Pada studi ini akan disajikan pemetaan tingkat bahaya erosi pada DAS Parangjoho dalam bentuk informasi geografis menggunakan model *Agricultural Non-Point Source Pollution* (AGNPS) dan bantuan program ArcGIS 10.5.

Setelah tingkat bahaya erosi dipetakan, maka akan diberikan saran penanggulangan berupa skenario tata guna lahan yang optimal untuk diterapkan pada DAS Parangjoho.

1.3. Rumusan Masalah

1. Berapa besarnya laju erosi dan sedimen yang terjadi pada DAS Parangjoho?
2. Bagaimana kondisi tingkat bahaya erosi dan pemetaan tingkat bahaya erosi pada DAS Parangjoho?
3. Bagaimana skenario tata guna lahan yang optimal untuk mengatasi permasalahan erosi pada DAS Parangjoho?

1.4. Batasan Masalah

1. Lokasi studi bertempat di DAS Parangjoho, Provinsi Jawa Tengah.
2. Analisa yang dilakukan antara lain prediksi besarnya laju erosi, tingkat bahaya erosi, tingkat kekritisan lahan, dan arahan rehabilitasi lahan dan konversi tanah
3. Teknik Konservasi menggunakan metode vegetatif dan metode mekanis
4. Menggunakan Sistem Informasi Geografis (GIS) dengan perangkat lunak ArcMAP 10.4 dan metode USLE (*The universal Soil Loss Equation*)
5. Karena keterbatasan data yang tersedia, dalam studi ini tidak dapat dilakukan kalibrasi dan validasi dengan data lapangan.
6. Pemeriksaan ini tidak membicarakan investigasi keuangan, dan analisis sosial-budaya.

1.5. Tujuan

1. Mengetahui besarnya laju erosi yang terjadi pada DAS Parangjoho.
2. Mengetahui kondisi tingkat bahaya erosi pada DAS Parangjoho.
3. Memberikan saran berupa skenario tata guna lahan yang optimal untuk mengatasi permasalahan erosi pada DAS Parangjoho.

1.6. Manfaat

Keuntungan yang bisa diambil dari hasil analisa yang dilakukan adalah agar bisa digunakan sebagai informasi dan juga rekomendasi untuk instansi-instansi yang terkait dalam mengupayakan konservasi serta rehabilitasi lahan yang disebabkan oleh erosi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Daerah Aliran Sungai

“Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang di batasi punggung-punggung gunung dimana air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan ditampung oleh punggung gunung tersebut dan akan dialirkan melalui sungai-sungai kecil ke sungai utama” (Asdak, 2010). Daerah Aliran Sungai (DAS) mencakup wilayah daratan yang merupakan bagian vital dari jalur air dan tempat-tempat pengumpulannya, kapasitas apa yang dapat menampung, menyimpan, dan menyalurkan air dari curah hujan ke danau atau ke laut secara normal, di mana batas daratan merupakan pemisah geografis dan batas laut. ke laut. dengan wilayah perairan yang masih dipengaruhi oleh latihan darat.

Daerah Aliran Sungai (DAS) yang disebut Catchment Area adalah suatu wilayah daratan yang dibatasi oleh suatu tepian yang mampu menampung, menyimpan, dan menyalurkan curah hujan yang jatuh di atasnya ke dalam saluran-saluran sungai dan terus mengalir ke dalam feeder dan ke saluran air dasar, pada akhirnya dibuang ke sungai. . gudang atau ke laut.

Dalam keberlangsungan ekosistem di suatu DAS, manusia memiliki peran terbesar. Manusia dapat melakukan kegiatan eksplorasi dan eksploitasi pada suatu DAS untuk memenuhi kebutuhannya maupun untuk berbagai kepentingan. Kegiatan eksplorasi dan eksploitasi tersebut dapat berdampak pada berubahnya kualitas suatu DAS.

2.1.1. Pengelolaan Daerah Aliran Sungai

Dalam mengelola Sumber Daya Alam ada beberapa hal yang harus berfokus pada standar daya dukung, keseimbangan, keuntungan publik, koordinasi dan kesepakatan, kesetaraan, otonomi, keterusterangan. Mengingat standar tersebut, makan oleh dan oleh membutuhkan metodologi yang luas sehingga membutuhkan metodologi dari ilmu yang berbeda. “Dalam mengelola DAS pada dasarnya ditujukan untuk terwujudnya kondisi yang optimal dari sumberdaya vegetasi, tanah dan air sehingga mampu memberi manfaat secara maksimal dan berkesinambungan bagi kesejahteraan manusia. Atau program yang bersifat manipulasi sumberdaya alam dan manusia yang terdapat di DAS untuk mendapatkan manfaat yaitu produksi dan jasa tanpa menyebabkan terjadinya kerusakan sumberdaya air dan tanah, yang dalam hal ini termasuk identifikasi keterkaitan antara tataguna lahan, tanah

dan keterkaitan antara daerah hulu dan hilir suatu DAS.” (Asdak,2002).

Ada tiga sasaran umum yang ingin dicapai dalam pengelolaan DAS, yaitu :

1. Pemulihan lahan atau lahan yang masih bermanfaat namun dilakukan dengan cara yang tidak memperhatikan standar perlindungan tanah dan air.
2. Perlindungan lahan umumnya rentan terhadap disintegrasi dan longsoran atau medan yang diandalkan untuk memerlukan tindakan restorasi di kemudian hari.
3. Peningkatan atau kemajuan aset, khususnya aset air.

Ketiga fokus di atas hanyalah instrumen yang digunakan untuk mencapai target eksekutif.

2.1.2. Peraturan Dalam Pengelolaan DAS

Contoh beberapa undang-undang dan pedoman yang berbicara tentang daerah aliran sungai dari sudut pandang dasar wilayah yang berbeda sehingga undang-undang dan pedoman sehubungan dengan daerah aliran sungai tidak hanya menyangkut satu daerah.

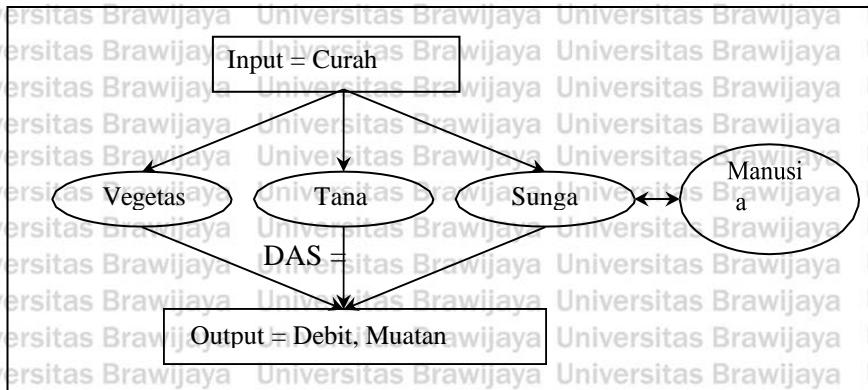
Meskipun demikian, di DAS pengelolanya dapat mencakup wilayah pelayanan jagawana, iklim, pekerjaan umum, penataan ruang dan agraria, dan berbagai wilayah. Undang-undang dan pedoman tentang DAS dewan memasukkan UU no. 25 Tahun 2004, UU No. 26 Tahun 2007, UU no. 32 Tahun 2009, dan UU No. 41 tahun 1999.

2.1.3. Ekosistem Daerah Aliran Sungai

Kontribusi ekosistem sungai di perkotaan diukur dengan ekosistem dan baik buruknya layanan ekosistem tersebut terhadap lingkungannya. Fungsi ekosistem, diartikan sebagai kemampuan proses alamiah dan komponennya untuk memberikan layanan yang baik bagi kebutuhan kehidupan, baik secara langsung atau tidak langsung.

Struktur ekosistem sungai terdiri atas : (Tockner, 2003)

1. Channel (DAS), menggambarkan batas wilayah sub DAS
2. Foodplain (daratan banjir), yaitu seluruh lahan dimana air akan ditampung atau tempat melimpah air saat terjadi kelebihan air atau banjir. Termasuk didalamnya adalah daerah rendah yang dialiri air yang terbentuk oleh sistem sungai didalamnya, seperti danau dan rawa-rawa disekitar sungai.
3. Zona ripariar, zona kemajuan yang membatasi danau, saluran air, danau sungai dan rawa-rawa, dipengaruhi oleh saluran air dan danau di daerah aliran sungai atau danau sehingga sangat mempengaruhi sistem biologis air di dalamnya.



Gambar 2.1 Fungsi Ekosistem DAS

Sumber : Asdak (2010, p.18)

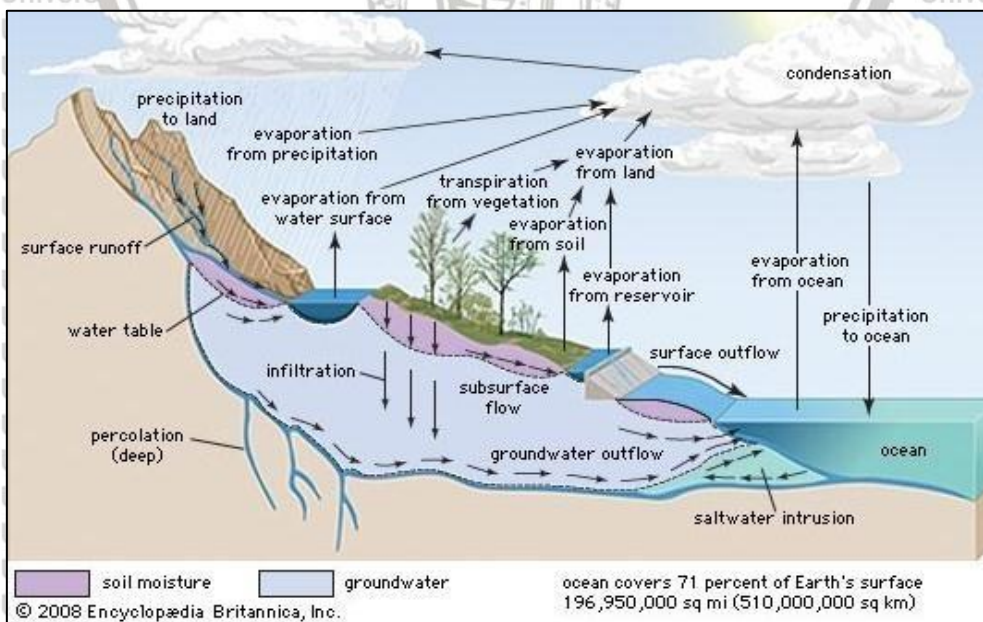
Pada *Gambar 2.2* memberikan klarifikasi tentang siklus yang terjadi di lingkungan DAS. Gambar tersebut memberikan penjelasan tentang kontribusi jenis curah hujan sedangkan hasil sebagai pelepasan sungai dan tambahan beban ampas.

2.2. Hidrologi

“Hidrologi DAS adalah cabang ilmu hidrologi yang mempelajari pengaruh pengelolaan vegetasi dan lahan di daerah tangkapan air bagian hulu (*upper catchment*) terhadap daur air, termasuk pengaruhnya terhadap erosi, kualitas air, banjir, dan iklim di daerah hulu dan hilir” (Asdak, 2010).

2.2.1. Daur Hidrologi

“Daur atau siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah lagi sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir ke laut kembali” (Soemarto, 1987).



Gambar 2.2 Siklus Hidrologi

Sumber : Encyclopædia Britannica, Inc

Proses sederhana daur hidrologi yaitu Proses disipasi air laut menjadi gas yang disebabkan oleh radiasi sinar matahari (penghilangan) uap kemudian, pada saat itu melalui proses sublimasi untuk membentuk kabut. Kemudian, pada saat itu awan bergerak ke tanah. Kemudian, pada saat itu awan yang basah tersebut akan jatuh sebagai air hujan (presipitasi) dan jatuh ke permukaan tanah. Setelah jatuh ke tanah, air kemudian akan menjadi spillover yang akan kembali ke laut.

2.2.2. Analisa Curah Hujan Rerata Daerah

“Ada 3 macam cara yang berbeda untuk menentukan tinggi nilai curah hujan rata – rata pada areal tertentu dari angka – angka curah hujan di beberapa titik pos pencatat.” (Soemarto, 1993 : 10)

1. Metode rerata Aritmatik

Metode Aritmatik adalah teknik yang paling sulit untuk menghitung curah hujan normal provinsi. Secara bersamaan, setiap stasiun ditentukan dan kemudian dipartisi oleh stasiun absolut yang diperiksa.

$$d = \frac{d_1+d_2+d_3+\dots+d_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n} \dots\dots\dots(2-1)$$

dengan :

- d = Curah hujan normal tinggi
- $d_1, d_2 \dots d_n$ = Tinggi curah hujan di pos
- n = Jumlah pos perkiraan

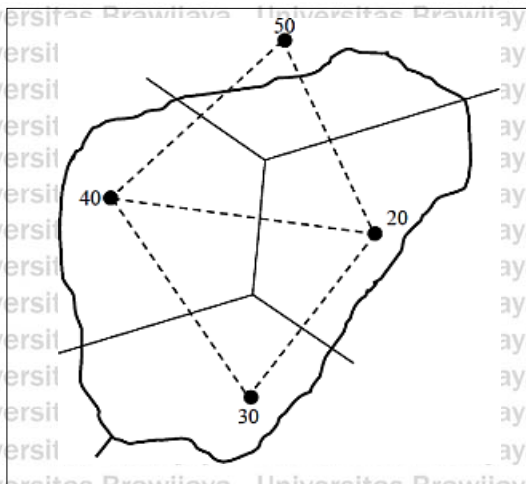
2. Metode Poligon Thiessen

Metode poligon thiessen yaitu setiap stasiun memiliki ruang pengaruhnya sendiri dengan menggambarkan garis poros yang berlawanan dengan garis penghubung antara dua stasiun hujan. “Curah hujan rerata daerah dengan metode polygon *thiessen* dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut” (Triatmodjo, 2016):

$$\bar{p} = \frac{A_1P_1+A_2P_2+\dots+A_nP_n}{A_1+A_2+\dots+A_n} \dots\dots\dots(2-2)$$

dengan:

- \bar{p} = hujan rerata daerah
- p_1, p_2, \dots, p_n = hujan di stasiun 1, 2, 3, ..., n
- A_1, A_2, \dots, A_n = luas pengaruh stasiun 1, 2, 3, ..., n



Gambar 2.3 Poligon Thiessen

Sumber: Triatmodjo (2016, p.34)

3. Metode isohiet

Isohyet adalah garis mendapatkan fokus bersama-sama dengan kedalaman hujan yang sama. Dalam teknik isohiet, diharapkan curah hujan di ruang antara dua garis isohiet tersebar merata dan setara dengan nilai normal dari dua garis isohiet. “Metode isohiet merupakan cara yang paling teliti untuk menghitung kedalaman hujan rata-rata di suatu daerah. Pada metode ini stasiun hujan harus banyak dan tersebar merata” (Triatmodjo, 2008, p.35).

$$P = \frac{A_1 \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right) + A_2 \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right) + \dots + A_n \left(\frac{P_n + P_{n+1}}{2} \right)}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2-3)$$

P = Curah hujan lokal normal (mm)

P_1, P_2, n = Curah hujan masing-masing isohiet (mm)

A_1, A_2 = Daerah antara 2 isohiet (km^2)

2.2.3. Uji Konsistensi Hujan Metode Lengkung Massa Ganda

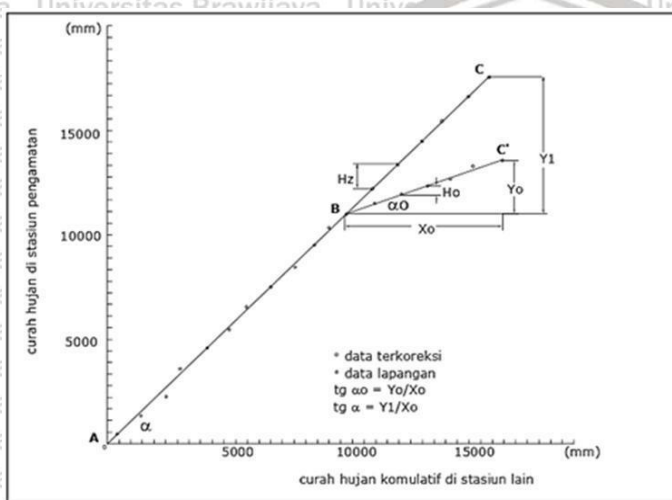
Informasi hujan yang diambil dari stasiun hujan dicoba untuk melihat apakah informasi tersebut benar-benar dicoba atau tidak sehingga cenderung digunakan untuk komputasi tahap berikutnya. Uji konsistensi adalah uji kebenaran data lapangan yang menggambarkan keadaan sebenarnya. Data yang tidak konsisten dapat disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain :

1. Perubahan mendadak yang terjadi dalam kerangka ekologi hidrologi, termasuk pembangunan struktur baru, perkembangan pohon, gempa, emisi vulkanik, dll.
2. Pencabutan ukuran hujan.
3. Perubahan strategi estimasi, misalnya ada aparatur lain atau teknik baru.

4. Terjadi perubahan iklim
5. Adanya perubahan letak stasiun

Uji konsistensi dapat diselesaikan dengan menggunakan tekukan massa dua kali lipat. Dengan strategi ini dapat diselesaikan dengan amandemen untuk informasi curah hujan yang saling bertentangan. Langkah yang diambil adalah mempertimbangkan biaya pengumpulan curah hujan tahunan di stasiun percobaan dengan curah hujan tahunan normal yang dikumpulkan dari organisasi dasar stasiun hujan yang wajar, kemudian, kemudian plot itu di tikungan. "Jaringan ini dipilih dari stasiun – stasiun hujan yang berdekatan dengan stasiun yang diuji dan memiliki kondisi meteorologi yang sama dengan stasiun yang diuji."

(Subarkah,1980).



Gambar 2.4 Lengkung Massa Ganda
Sumber: Soemarto (1987, p.39)

Perhatikan gambar di atas akan didapatkan garis ABC jika tidak ada perubahan iklim. Namun apabila pada tahun tertentu akan terjadi penyesuaian iklim maka diperoleh garis putus-putus ABC'. Penyimpangan yang tidak terduga dari baris pertama menunjukkan perubahan persepsi yang tiba-tiba. Sehingga perubahan tersebut tidak disebabkan oleh perubahan lingkungan atau kondisi hidrologis yang dapat menyebabkan terjadinya penyesuaian pola. Jika ada penyimpangan (ABC') diubah dengan rumus: (Nemec,1973).

$$Tg\alpha = \frac{y}{x} = \frac{H_z}{x_0} \dots \dots \dots (2-4)$$

$$Tg\alpha_0 = \frac{y_0}{x_0} = \frac{H_0}{x_0} \dots \dots \dots (2-5)$$

$$H_z = \frac{Tg\alpha}{Tg\alpha_0} \cdot H_0 \dots \dots \dots (2-6)$$

dengan :

H_z : Informasi curah hujan yang disesuaikan

H_0 : Informasi curah hujan tahunan dari persepsi

Tg α : Miring setelah amandemen

Tg α_0 : Kemiringan awal

A : Titik yang dibentuk oleh garis informasi hujan yang melengkung dengan garis yang sesuai absis. Absis adalah jumlah normal stasiun yang ada.

2.2.4. Uji Ketiadaan Trend

“Pola atau trend merupakan suatu deret berkala yang memiliki nilai dengan gerakan dalam waktu yang panjang dan cenderung kesatu arah baik ke arah naik maupun turun. Jika data yang dimiliki kurang dari 10 tahun maka deret berkala akan mengalami kesulitan dalam menentukan trend nya.” (Soewarno, 1995, p.85).

“Banyak cara yang dapat kita lakukan dalam menguji ketidakhadiran trend ini, salah satunya dengan cara visual yaitu menggambarkan deret berkala menggunakan kertas grafik aritmatik” (Soewarno, 1995, p.86). Berapa metode yang akan dilakukan untuk menguji ketidakhadiran trend yaitu :

1. Korelasi Peringkat Metode Spearman
2. Mann dan Withney
3. Tanda dari Cox dan Stuart

2.2.5. Uji Stasioner

Menurut Soewarno (1995), “Deret berkala umumnya dibedakan menjadi dua jenis yaitu deret stasioner dan tidak stasioner. Deret berkala disebut stasioner apabila nilai dari parameter statistiknya (rata-rata dan varian) relatif tidak berubah dari setiap bagian ke bagian yang lain dalam rangkaian data runtut waktu tersebut, sedangkan apabila salah satu parameter statistiknya berubah untuk setiap bagian rangkaian data tersebut, maka deret berkala itu disebut tidak stasioner”. “Deret berkala tidak stasioner menunjukkan bahwa datanya tidak homogen/tidak sama jenis” (Soewarno, 1995).

Pengujian diawali dengan uji stabilitas varian menggunakan uji-F. Apabila hasil uji-F diterima, maka dilanjutkan dengan uji stabilitas *mean* (rerata) dengan uji-t.

1. Uji Kestabilan Variasi (Uji-F)

H_0 = perubahan informasi yang stabil

H_1 = perubahan informasi temperamental

Persamaan:

$$F = \frac{N_1 S_1^2 (N_2 - 1)}{N_2 S_2^2 (N_1 - 1)} \dots \dots \dots (2-7)$$

Dengan:

F = harga perhitungan uji F

$N_{1,2}$ = semua informasi kelompok 1, 2

$S_{1,2}$ = deviasi standar sekelompok 1,2

df_1 = $N_1 - 1$

df_2 = $N_2 - 1$

tentukan F dasar yang diperoleh dari tabel uji F dengan tingkat peluang :

$$Df = N_1 + N_2 - 2$$

Dinamis :

F perhitungan < F dasar, H_0 diakui F perhitungan > F dasar, H_0 ditolak

2. Uji Keamanan normal (Uji-t)

H_0 = perubahan informasi yang stabil

H_1 = perubahan informasi temperamental

Persamaan:

$$\sigma = \left(\frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right)^{0,5} \dots \dots \dots (2-8)$$

$$t = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sigma \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)^{0,5}} \dots \dots \dots (2-9)$$

Dengan:

t = nilai hitung uji t

$N_{1,2}$ = semua informasi kelompok 1, 2

$X_{1,2}$ = nilai rata-rata pengumpulan informasi 1, 2

$S_{1,2}$ = standar pengumpulan informasi 1, 2

Menentukan t kritis yang diperoleh dari tabel uji t dengan derajat kebebasan:

$$df = N_1 + N_2 - 2$$

Pengambilan keputusan:

t hitung < t kritis, H_0 diterima t hitung > t kritis, H_0 ditolak

2.3. 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 pada suatu tempat terkikis dan terangkut yang kemudian diendapkan di tempat lain. Pengikisan dan pengangkutan tanah tersebut terjadi oleh media alami, yaitu air dan angin” (Arsyad, 2012). “Erosi merupakan tiga proses yang berurutan, yaitu pelepasan (*detachment*), pengangkutan (*transportation*), dan pengendapan (*deposition*) bahan-bahan tanah oleh penyebab erosi” (Asdak, 2010).

Tabel 2.1 *Klasifikasi Laju Erosi*

No.	Kelas	Laju Erosi (ton/ha/th)	Keterangan
1	I	<15	Sangat ringan
2	II	15 – 60	Ringan
3	III	60 – 180	Sedang
4	IV	180– 480	Berat
5	V	>480	Sangat Berat

Sumber: Departemen Kehutanan (1998, dalam Herawati, 2010)

2.3.1. Aliran Permukaan

“Aliran permukaan merupakan bagian dari curah hujan yang mengalir diatas permukaan tanah menuju sungai, danau dan lautan.” (Asdak, 1995).

Menurut Arsyad (2010), “aliran permukaan adalah air yang mengalir diatas permukaan tanah dan mengangkut bagian – bagian tanah. Aliran permukaan terjadi apabila intensitas hujan melebihi kapasitas infiltrasi tanah, dalam hal ini tanah telah jenuh air. Sifat aliran permukaan seperti jumlah atau volume, laju atau kecepatan, dan gejolak aliran permukaan menentukan kemampuannya dalam menimbulkan erosi”. “Besaran aliran permukaan dinyatakan dalam satuan millimeter (mm)” (Hridjaja dkk, 1991).

2.3.2. Faktor-faktor Penyebab Terjadi Erosi

Pada suatu daerah yang memiliki iklim tropis, erosi tanah umumnya disebabkan oleh terjadinya pengaruh air. “Pada dasarnya, erosi adalah akibat dari interaksi kerja antara faktor-faktor topografi, iklim, vegetasi, dan manusia terhadap tanah yang dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut” (Arsyad, 2012):

$$E = f(i, r, v, t, m) \dots \dots \dots (2-10)$$

Dengan :

E = besarnya erosi

i = iklim

r = topografi

v = vegetasi

t = tanah

m = manusia

2.3.2.1 Iklim

“Pengaruh iklim terhadap erosi dapat bersifat langsung atau tidak langsung. Pengaruh langsung adalah melalui tenaga kinetis air hujan, terutama intensitas dan diameter air hujan. Pada hujan yang intensif dan berlangsung dalam waktu pendek, erosi yang terjadi biasanya lebih besar dari pada hujan dengan intensitas lebih kecil dengan waktu berlangsungnya hujan lebih lama. Pengaruh iklim tidak langsung ditentukan melalui pengaruhnya terhadap

pertumbuhan vegetasi.” (Asdak, 2007, p.351)

2.3.2.2 Topografi

“Kemiringan dan panjang lereng adalah dua sifat topografi yang paling berpengaruh terhadap aliran permukaan dan erosi” (Arsyad, 2012). Kemiringan lereng ditulis dalam derajat atau persen.

2.3.2.3 Vegetasi

Pengaruh sebuah vegetasi terhadap suatu aliran permukaan dan erosi dapat dibagi dalam (Arsyad, 2012): “Intersepsi air hujan. mengurangi kecepatan aliran permukaan dan kekuatan perusak hujan dan aliran permukaan, pengaruh akar dan bahan organik sisa-sisa tumbuhan yang jatuh di permukaan tanah, serta transpirasi yang mengakibatkan berkurangnya kandungan air tanah”.

2.3.2.4 Tanah

Menurut Asdak, (2007, p.351), “Empat sifat tanah yang penting dalam menentukan erosiabilitas tanah (mudah-tidaknya tanah terosi) antara lain tekstur tanah, struktur tanah, unsur organik dan permeabilitas tanah.”

Tabel 2.2 *Klasifikasi Nilai K Tanah (USDA 1973)*

Kelas	Nilai K	Harkat
1	0,00 – 0,10	Sangat rendah
2	0,11 – 0,21	Rendah
3	0,22 – 0,32	Sedang
4	0,33 – 0,44	Agak Tinggi
5	0,45 – 0,55	Tinggi
6	0,56 – 0,64	Sangat Tinggi

Sumber: Arsyad (2012,p.143)

2.3.2.5 Manusia

Tindakan atau aktivitas dalam menggunakan sumber daya alam (lahan) Manusia sangatlah berperan dalam mempengaruhi erosi. Manusia sangat berpotensi meningkatkan erosi jika tidak dapat mengelola lahan dengan memperhatikan konversi tanah. Manusia juga bisa mencegah terjadinya erosi tersebut jika baik dalam pengelolaan lahan yang memperhatikan lingkungan dan kaidah konversi tanah. Peran manusia sangatlah penting maka kita harus memberikan kontribusi yang baik.

2.3.3. Proses Terjadinya Erosi

“Dua penyebab utama terjadinya erosi adalah erosi karena sebab alamiah dan erosi karena

aktivitas manusia. Proses erosi terdiri dari tiga bagian yang berurutan, yaitu pengelupasan (*detachment*), pengangkutan (*transportation*), dan pengendapan (*sedimentation*)” (Asdak, 2010).

“Pengikisan dan pengangkutan tanah terjadi oleh media alami yaitu air dan angin. Erosi oleh air biasanya disebabkan karna kekuatan air, pada umumnya erosi ini terjadi di daerah yang beriklim basah. Sedangkan erosi oleh angin merupakan erosi yang disebabkan oleh kekuatan angin.” (Arsyad, 2009, p.53).

Daerah tropis memiliki kelembaban dan rata – rata curah hujan per tahun yang cukup tinggi. Menyebabkan proses erosi tanah yang disebabkan oleh air meliputi 3 tahap, yaitu :

1. Pelepasan butiran tanah dari bongkahan agregat tanah.
2. Pemindahan butiran tanah oleh media pengangkut, yaitu air.
3. Pengendapan butiran tanah dimana butiran tanah tidak dapat diangkat lagi oleh media pengangkut.

2.3.4. Hasil Sedimen (*Sedimen Yield*)

Sedimen adalah hasil dari sebuah proses terjadinya erosi, atau bisa disebut juga berupa erosi permukaan, atau juga jenis erosi tanah lainnya. Rata-rata sedimen terletak di daerah genangan banjir, bisa juga di saluran air, waduk dan sungai.

Berdasarkan pada jenis sedimen Terlebih lagi, ukuran partikel kotoran sama seperti mineral yang dibuat dari bahan induk yang membuatnya, dikenal dengan berbagai jenis residu seperti pasir, tanah, dll. Tergantung pada ukuran molekulnya, residu yang ditemukan pecah di saluran air adalah dikenal sebagai beban tersuspensi dan merayap di sepanjang dasar sungai, atau disebut beban dasar. Menurut ukurannya, sedimen dibedakan sebagai berikut (Dunne dan Leopold, 1978) :

Tabel 2.3 Sedimen berdasarkan ukurannya

Jenis Sedimen	Ukuran Partikel
Liat	< 0.0039
Debu	0.0039 - 0.0625
Pasir	0.0625 - 2.0
Pasir besar	2.0 - 64.0

Sumber : Asdak (2004, p.394)

2.3.5. Tingkat Bahaya Erosi

Tingkat bahaya erosi dinyatakan dalam Indeks Bahaya Erosi. Menurut Hammer (1981, dalam Arsyad, 2012, p.419). “Dasar TBE dapat ditentukan oleh sebuah perhitungan tishah

antara laju erosi tanah potensial (A) dengan laju erosi masih dapat ditoleransi (TSL) atau bisa juga persamaan.” Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$\text{Indeks Bahaya Erosi} = \frac{\text{Erosi Potensial (ton/ha/th)}}{\tau(\text{ton/ha/th})} \dots\dots\dots(2-11)$$

T merupakan besarnya erosi yang masih diperbolehkan atau *tolerable soil loss* (TSL).

Perhitungan T telah dijabarkan pada sub-sub-bab 2.3.3. Sedangkan erosi potensial dapat dihitung berdasarkan model USLE, RUSLE, MUSLE. “Mengklasifikasi IBE menjadi

empat kriteria yaitu IBE rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi.”(Hammer 1981 Arsyad)

Berdasarkan persamaan 2-15, maka (Hammer 1981, dalam Arsyad, 2012)

mengelompokkan tingkat bahaya erosi menjadi 4 kelas.

Tabel 2.4 Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi

Kedalaman Solum Tanah	Kelas Bahaya Erosi (ton/ha/thn)				
	I	II	III	IV	V
	<15	15-60	60-150	150-450	>450
Dalam (>90)	SR	R	S	B	SB
Sedang (60-90)	R	S	B	SB	SB
Dangkal (30-60)	SR	B	SB	SB	SB
Sangat Dangkal <30	B	SB	SB	SB	SB

Sumber: Utomo (1995, p.59)

2.4. Metode Perhitungan dalam Sistem Informasi Geografis (GIS)

Strategi yang dibuat oleh Williams pada tahun 1995 adalah teknik untuk menilai ukuran disintegrasi dengan menggunakan strategi MUSLE (Altered Widespread Soil Misfortune Condition). Strategi USLE (All Inclusive Soil Misfortune Condition) telah dibuat oleh Wichmeier dan Smith (1965, 1978) dimana teknik USLE diestimasi pada komponen-komponen yang mempengaruhi disintegrasi dan ditentukan dari variabel-variabel tersebut. Strategi ini menilai sejauh mana disintegrasi normal tahunan umumnya dari kerja energi presipitasi, berbeda dengan teknik MUSLE di mana faktor energi presipitasi digantikan oleh faktor limpahan permukaan, ukuran hasil ampas lebih penting dan tidak ada paksaan. alasan untuk menghitung proporsi pelepasan residu.

2.4.1 Pendugaan Laju Erosi Metode USLE (*The Universal Soil Loss Equation*)

Dalam penelitian di studi ini metode utama yang saya gunakan dalam menghitung adalah metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) yaitu model erosi yang dirancang untuk memprediksi atau mengestimasi rata-rata erosi tanah dalam jangka waktu panjang dari usaha tani dengan sistem pertanian.

Metode USLE juga akan terus dikembangkan agar prediksi laju erosi yang diperoleh semakin akurat. Model USLE adalah salahsatu model yang dapat memprediksi laju erosi ada

juga model lain yang dapat memprediksi yaitu SDR. Beberapa teknik yang merupakan perubahan dari strategi USLE adalah strategi MUSLE dan RUSLE. Namun, strategi USLE tetap menjadi keputusan utama bagi beberapa spesialis dalam masalah disintegrasi. Menurut Blanco dan Lal (2010:82), “dibandingkan metode-metode yang lebih baru, USLE lebih sederhana, mudah digunakan dan tidak membutuhkan parameter input atau data yang banyak untuk pendugaan erosi”.

“Secara umum, Sebagian besar praktisi lapangan telah puas dengan kinerja dan akurasi model pendugaan erosi USLE” (Toy dan Osterkamp, 1995 dalam Baja, 2012). “Mungkin inilah alasan utama mengapa model USLE masih terus digunakan untuk berbagaitujuan dan pada berbagai wilayah ekologi yang berbeda” (Baja, 2012:296).

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \dots \dots \dots (2-12)$$

dengan:

A = perkiraan laju disintegrasi tanah tahunan (ton/ha/tahun)

R = catatan erosivitas hujan (kJ/ha/tahun)

K = faktor erodibilitas tanah

LS = faktor panjang dan kemiringan

C = faktor vegetasi penutup tanah dan tanaman pelaksana

P = faktor tindakan pelestarian tanah

2.4.2 Indeks Erosivitas Hujan (R)

File erosivitas hujan adalah daftar dampak lingkungan terhadap disintegrasi. Secara geologis, Indonesia terletak di sepanjang garis khatulistiwa sehingga memiliki curah hujan dan daya presipitasi yang tinggi, yang diduga memiliki sifat yang lebih cenderung mengalami disintegrasi. “Energi insensitas hujan atau bisa disebut juga erosivitas hujan EI_{30} didapatkan nilai perhitungan dengan persamaan menggunakan metode Bols” (1978, dalam Arsyad, 2012, p.111)

“Indeks erosivitas curah hujan yang memang umumnya digunakan adalah EI_{30} . BPDAS menetapkan bahwa memang nilai R setara dengan EI_{30} yang merupakan indeks erosivitas Wischmeiers. Metode USLE nilai E mengacu pada energi kinetis badai dan I_{30} adalah intensitas curah hujan maksimum selama 30 menit saat badai” (Permenhut RI, 2009). Dalam perhitungan erosivitas hujan dapat menggunakan metode Utomo (1994), persamaannya adalah sebagai berikut:

$$R_m = - 8,79 + 17,01 \times (Rain)_m \dots \dots \dots (2-13)$$

dengan:

R_m = erosivitas presipitasi bulan ke bulan normal (EI_{30})

(Rain)_m = curah hujan normal bulan ke bulan dalam cm

2.4.3 Indeks Erodibilitas Tanah (K)

Erodibilitas tanah adalah kemampuan tanah untuk hancur, semakin tinggi nilai erodibilitas suatu kotoran, semakin sederhana kotoran tersebut larut. “Erodibilitas tanah dipengaruhi oleh tekstur tanah, struktur tanah, bahan organik, dan permeabilitas” (Arsyad, 2000). “Faktor erodibilitas tanah menunjukkan resistensi partikel tanah terhadap pengelupasan dan transportasi partikel-partikel tanah oleh adanya energi kinetik air hujan” (Asdak, 1995).

Faktor erodibilitas tanah adalah daftar kuantitatif kerentanan tanah terhadap disintegrasi air. Faktor ini menunjukkan perlawanan partikel tanah terhadap pengupasan dan pengangkutan partikel tanah oleh energi aktif air.

“Beberapa usaha telah dilaksanakan untuk membuat model hubungan fungsional sederhana antara besarnya erodibilitas suatu jenis tanah dengan karakteristik tanah yang bersangkutan. Wischmeier et al. (1971) mengembangkan persamaan matematis yang menghubungkan karakteristik tanah dengan tingkat erodibilitas tanah sebagai berikut.” (Theoretical Documentation 2000, 217 dalam Suhartanto, 2008) :

$$KUSLE = \frac{0,00021.M^{1,14}.(12-OM)+3,25.(csoilstr-2)+2,5.(cperm-3)}{100} \dots\dots\dots(2-14)$$

Dimana :

KUSLE = *USLE* faktor erodibilitas tanah

M = tingkat ukuran molekul (% debu + pasir sangat halus)(100% liat)

OM = tingkat komponen alami

Csoilstr = kode pengelompokkan struktur tanah (*granular, platy, massive* dan lain – lain)

Cperm = kelas penetrasi tanah

Perhitungan *M* dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$M = (msilt + mvfs) . (100 - mc) \dots\dots\dots(2-15)$$

dimana :

msilt = tingkat residu (*sedimen*) (jarak molekul melintasi 0.002-0.05 mm)

mvfs = tingkat pasir sangat halus (*very fine sand*) (diameter partikel 0.05-0.10 mm)

mc = tingkat bumi (*clay*) (lebar molekul < 0.002 mm)

OM dapat ditentukan dengan kondisi berikut :

$$OM = 1.72 . orgC \dots\dots\dots(2-16)$$

Dimana :

orgC = tingkat karbon alami

Tabel 2.5 Nilai K Hasil Penelitian Beberapa Jenis Tanah

No	Jenis Tanah	Nilai K
1	Latosol Dermaga (Haplartnox)	0.03
2	Latosol Citayam (Haplartnox)	0.09
3	Regosol Tanungharjo (Tropothens)	0.14
4	Grumosol Jegu (Caromuderts)	0.27
5	Podsolik Jonggol (Tropudults)	0.16
6	Citaman (Troponumults)	0.01
7	Mediteran Putat (Tropudalis)	0.23
8	Mediteran Punung (Tropoqualis)	0.22
9	Latosol Merah (Humox)	0.12
10	Regosol (Oxiedystropept)	0.12
11	Latosol Merah Kuning (Typic Naplartnox)	0.26
12	Latosol Coklat (Typic Tropudult)	0.23
13	Lithosol pada lereng tajam (Lytic Tropotlnert/Dystropept)	0.27
14	Regosol di atas Kolovium (Oxic Dystropept)	0.16
15	Regosol pada puncak bukit (Typic Entropept)	0.29
16	Gley Humic (Typic Tropugueb/Equic Entropept)	0.026 (Silty Clay)
17	Litosol (Litnic Eutropept/Orthen)	0.029 (Silty Clay)
18	Grumosol (Caromuderts)	0.21
19	Regosol (Typic Dytropept)	0.31
20	Latosol Coklat (Epyquic Tropodults)	0.31
21	Gley Numic di atas teras (Tropaguept)	0.02
22	Hydromorf abu-abu (Tropolluent)	0.02
23	Andosol Batu	0.08-0.10
24	Andosol Pujon	0.04-0.10
25	Cambisol Pujon	0.12-0.16
26	Mediteran Ngantang	0.20-0.30
27	Litosol Blitar Selatan	0.26-0.30
28	Regosol Blitar Selatan	0.16-0.28
29	Latosol Blitas Selatan	0.14-0.20
30	Latosol	0.31
31	Regosol	0.12
32	Lithosol ⁶	0.29
33	Gumusol	0.21
34	Hydromof abu-abu	0.2

Sumber : Hidrologi dan Pengelolaan DAS (2014)

Tabel 2.6 Pengelompokan desain Tanah

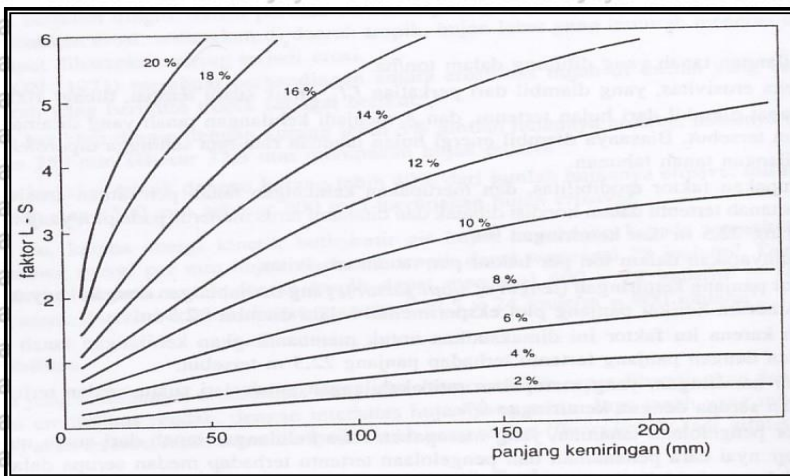
kelas	keterangan
1	Granular sangat halus (very fine granular)
2	Butir halus (fine granular)
3	Butir sedang-kasar (medium or coarse granular)
4	Bentuk padat yang sangat besar, pelat (blocky, platy, prismatic or massive)

Sumber : Utomo (1994, p.50)

2.4.4 Faktor Panjang Kemiringan (LS)

Dalam studi ini yang akan menjadi bahasan adalah faktor panjang kemiringan lereng dengan singkatan LS dimana variable S dan L dapat disatukan, dengan perluasan kemiringan wilayah, disintegrasi akan meningkat dan dengan bertambahnya panjang lereng (lebih banyak luapan menyebabkan kedalaman luapan yang lebih besar dengan cara ini kecepatannya akan lebih tinggi).

Selanjutnya bisa dilihat pada gambar diagram dibawah ini dengan nilai kombinasi LS, dengan nilai LS = 1 jika L=22,13m dan 9%.



Gambar 2.5 Diagram Nilai Kombinasi LS

Sumber : Soemarto (1999)

“Faktor panjang lereng (L) didefinisikan secara matematik sebagai berikut” (Schwab et al., 1981 dalam Asdak,2002).

$$L = (l/22,1)^m \dots\dots\dots(2-17)$$

dimana :

l = panjang kemiringan lereng (m)

m = angka eksponen yang dipengaruhi oleh interaksi antara panjang lereng dan kemiringan lereng dan dapat juga oleh karakteristik tanah, tipe vegetasi. Angka eksponen tersebut bervariasi dari 0,3 untuk lereng yang panjang dengan kemiringan lereng kurang dari 0,5 % sampai 0,6 untuk lereng lebih pendek dengan kemiringan lereng lebih dari 10 %.

Angka eksponen rata-rata yang umumnya dipakai adalah 0,5

Faktor kemiringan lereng S didefinisikan secara matematis sebagai berikut :

$$S = (0,43 + 0,30s + 0,04s^2) / 6,61 \dots\dots\dots(2-18)$$

dimana :

S = kemiringan lereng aktual (%)

Seringkali dalam prakiraan erosi menggunakan persamaan USLE komponen panjang dan kemiringan lereng (L dan S) diintegrasikan menjadi faktor LS dihitung dengan rumus:

$$LS = L^{1/2} (0,00138S^2 + 0,00965S + 0,0138) \dots \dots \dots (2-19)$$

dimana :

L = panjang lereng (m)

S = kemiringan lereng (%)

“Rumus diatas diperoleh dari percobaan dengan menggunakan plot erosi pada lereng 3 - 18 %, sehingga kurang memadai untuk topografi dengan kemiringan lereng yang terjal” (dalam Asdak, 2002). “menggambarkan bahwa pada lahan dengan kemiringan lereng lebih

besar dari 20 %, pemakaian persamaan $LS = L^{1/2} (0,00138S^2 + 0,00965S + 0,0138)$ akan didapat hasil yang *over estimate*. Untuk lahan belereng terjal disarankan untuk menggunakan rumus berikut ini” (Foster dan Wichmeiner, 1973 dalam Asdak, 2002).

$$LS = (l/22)^m C (\cos \alpha)^{1,50} [0,5(\sin \alpha)^{1,25} + (\sin \alpha)^{2,25}] \dots \dots \dots (2-20)$$

dimana :

m = 0,5 untuk kemiringan 5 % atau lebih

= 0,4 untuk kemiringan 3,5 – 4,9 %

= 0,3 untuk kemiringan 3,5 %

C = 34,71

α = titik miring

l = panjang kemiringan (m)

2.4.5 Faktor Penutup Lahan (C)

Faktor tutupan lahan tidak diragukan lagi merupakan faktor yang menunjukkan pengaruh umum faktor vegetasi, kondisi permukaan tanah, serasah dan pengelola lahan terhadap ukuran kerusakan tanah (disintegrasi). Dengan demikian, jumlah C pada umumnya bukanlah sesuatu yang sangat mirip pada waktu seorang guru. Meskipun situasi C dalam kondisi USLE dikendalikan oleh faktor otonom, nilai faktor C mungkin bergantung pada elemen yang berbeda termasuk kondisi USLE.

Tabel 2.7 Nilai Koefisien C berdasarkan tata guna lahan

No	Macam Penggunaan Lahan	Nilai C
1	Hutan atau semak belukar	0,001
2	Sawah	0,01
3	Perladangan	0,4
4	Tanah terbuka	1
5	Padi	0,417
6	Kacang Tanag	0,2

No	Macam Penggunaan Lahan	Nilai C
7	Kedelai	0,399
8	Tebu	0,2
9	Pisang	0,6
10	Talas	0,85
11	Jagung	0,7

Sumber : Suripin (2002, dalam Asmaranto, 2012)

Tabel 2.8 Nilai Koefisien C berdasarkan jenis tanaman

No	Jenis Tanaman	Nilai C
1.	Tanah tanpa tanaman	1,0
2.	Semak : tak terganggu	0,01
	Sebagian rumput	0,1
3.	Pembibitan : Perpaduan unik kebun halaman	0,02 0,07 0,2

Sumber : Utomo dalam erosi dan konservasi tanah (1994, p.151)

Faktor C disebut juga koefisien C atau batas dalam persamaan USLE yang sekarang telah diubah untuk digunakan untuk menentukan ukuran disintegrasi di kawasan hutan atau lahan dengan kekuatan vegetasi berkayu. Sembilan batas yang tidak ditetapkan sebagai faktor yang mempengaruhi dalam menentukan ukuran disintegrasi di kawasan bervegetasi kayu. “Kesembilan unsur tersebut adalah konsolidasi tanah, tajuk vegetasi, sisa-sisa tanaman, sistem perakaran, efek sisa perakaran dari kegiatan pengelolaan lahan, kekasaran permukaan tanah, faktor kontur, gulma dan rumput-rumputan” (Asdak, 2004:372).

“Vegetasi yang tumbuh pada suatu lahan dapat bervariasi sesuai dengan pola tata tanam dan masa pertumbuhan tanaman, sehingga SWAT merubah CUSLE dengan persamaan sebagai berikut” (Suhartanto, 2008:44) :

$$CUSLE = \exp([\ln(0,8) - \ln(CUSLE, mn)] \cdot \exp[-0,00115 \cdot Rsd surf] + \ln[CUSLE, mn]) \dots \dots (2-21)$$

dengan :

$CUSLE, mn$ = nilai minimum faktor pengelolaan tanaman

$Rsd surf$ = ukuran penumpukan (mulsa, sisa tanaman) di permukaan tanah (kg/ha)
nilai dasar hasil elemen papan dapat ditentukan dari nilai normal tahunan

“factor C dengan menggunakan persamaan” (Arnold and Williams, 1995).

$$CUSLE, mn = 1,463 \cdot \ln[CUSLE, mn] + 0,1034 \dots \dots (2-22)$$

dengan :

$CUSLE, aa$ = nilai rata-rata tahunan faktor C

2.4.6 Faktor Konservasi Praktis (P)

Pengaruh tanah pelaksana dan latihan pengawetan (P) pada ukuran disintegrasi dianggap unik dalam kaitannya dengan dampak yang ditimbulkan oleh latihan tanaman papan (C), sehingga dalam resep USLE kedua faktor faktor P diisolasi dari faktor C. Faktor P adalah perbandingan antara tanah terdisintegrasi normal dari lahan yang mendapat perlakuan perlindungan tertentu terhadap tanah terlarut normal dari lahan yang dikembangkan tanpa kegiatan pengawetan, mengingat faktor penyebab disintegrasi lain dianggap tidak berubah.

Untuk dapat memperkecil nilai P bisa dilakukan dengan cara melakukan skenario penggunaan lahan seperti melakukan metode vegetatif dengan melihat kemiringan lerengnya kita dapat menanam sesuai kemiringannya yaitu menanam tanaman tahunan dan juga tanaman musiman. Dengan menanam tersebut kita dapat mengurangi nilai koefisien P yang dapat juga menanggulangi masalah erosi. Bisa juga dengan melakukan pengendalian sedimen yaitu dengan merencanakan sebuah bangunan checkdam. Dengan merencanakan bangunan checkdam itu juga sebuah solusi dalam mengatasi masalah erosi karena checkdam dapat menurunkan kecepatan air yang lewat.

Misalnya dalam bidang agribisnis, khususnya pada areal pertanian, nilai faktor P menunjukkan jenis budidaya (penggalan dan penataan tanah lainnya). Model dalam membuat pengaturan checkdam.

Tabel 2.9 Nilai faktor P pada Berbagai Aktivitas Konservasi Tanah di Jawa

Teknik Konservasi Tanah	Nilai P
Teras Bangku :	
a. baik	0,2
b. jelek	0,35
Teras bangku : jagung-ubi kayu/kedelai	0,06
Teras bangku : sorghum-sorghum	0,02
Teras tradisional	0,4
Teras gulud : padi-jagung	0,01
Teras gulud : ketela pohon	0,06
Teras gulud : jagung-kacang + mulsa sisa tanaman	0,01
Teras gulud : kacang kedelai	0,11
Tanaman dalam kontur :	
a. kemiringan 0-8 %	0,5
b. kemiringan 9-20 %	0,75
c. kemiringan >20 %	0,9

Lanjutan Tabel 2.9 Nilai faktor P dalam berbagai kegiatan pelestarian tanah di pulau Jawa

Teknik Konservasi Tanah	Nilai P
Tanaman dlm. jalur-jalur : jagung-kacang tanah + mulsa	0,05
Mulsa limbah jerami :	
a. 6 ton/ha/tahun	0,3
b. 3 ton/ha/tahun	0,5
c. 1 ton/ha/tahun	0,8
Tanaman perkebunan :	
a. disertai penutup tanah rapat	0,1
b. disertai penutup tanah sedang	0,5
Padang rumput :	
a. baik	0,04
b. jelek	0,4

Sumber : Abdurachman dalam Asdak (2004, p.375)

2.4.7 Variabel Penghancur Kasar (*Coarse Fragment Factor*)

“Faktor pecahan batuan kasar ini dihitung dengan persamaan sebagai berikut”
(AVSWAT Theoretical Documentation 200, 2002, dalam Suhartanto, 2008:47).

$$CFRG = \exp (-0,053 \cdot \text{rock}) \dots \dots \dots (2-23)$$

dimana :

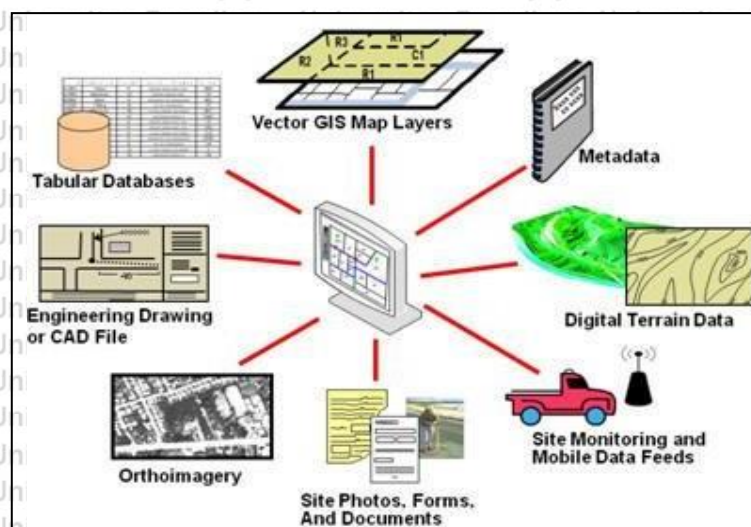
rock = tingkat batuan di lapisan tanah

2.5. Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah

“Kegiatan konservasi tanah ini merupakan bagian dari program nasional yang lebih luas, yaitu program penyelamatan hutan, tanah dan air yang mempunyai sasaran, antara lain memperbaiki fungsi hidrologi DAS, meningkatkan produktivitas sumberdaya alam, meningkatkan kesadaran masyarakat pemakai lahan terhadap prinsip-prinsip konservasi tanah dan air, serta meningkatkan kualitas lingkungan hidup.” (Asdak, 2007, p.412)

2.6. Sistem Informasi Geografis (SIG)

Kerangka Data Geografis adalah kerangka kerja yang memiliki kapasitas dalam mengawasi, mengumpulkan atau memperkenalkan informasi data yang diidentikkan dengan topografi. Informasi data yang dirujuk berisi total realitas tentang permukaan dunia seperti geologi, lingkungan, hidrologi, dan kondisi topografi. Data tersebut digambarkan dalam bentuk peta sehingga SIG tidak dapat terlepas dari peta yang berbasis data.



Gambar 2.6 Siklus Kerangka Data Geografis

Sumber : Luthfi Phongpong (2011)

2.6.1 Subsistem Sistem Informasi Geografis

Sebagai kerangka kerja GIS, ia memiliki beberapa subsistem yang saling terkait, khususnya:

1. Data input

Kapasitas sebagai berbagai informasi dianggap berasal dari spasial dan kualitas. Informasi karakteristik adalah informasi yang menyajikan bagian-bagian berbeda dari keajaiban yang ditampilkan di permukaan dunia. Sedangkan data spasial adalah suatu data yang menyajikan fenomenal yang ada di bumi seperti koordinat dan data posisi.

2. Data manajemen

Berfungsi untuk mengelompokkan informasi properti dan selanjutnya informasi spasial ke dalam kumpulan data sehingga tidak sulit untuk di-refresh, memanggil atau mengubah.

3. Data manipulasi dan analisis

Berfungsi untuk menentukan beberapa informasi yang berasal dari SIG sehingga dapat memanipulasi/pemodelan data untuk memperoleh informasi yang diinginkan.

4. Data output,

Kapasitas untuk memiliki pilihan untuk membuat semua atau sebagian dari basis informasi sebagai duplikat halus atau salinan cetak, misalnya diagram, panduan, tabel, dll. Oleh sebab itu user dapat mendapatkan informasi dan mengambil keputusan dalam perencanaan yang sedang dibangun.

2.6.2 Sumber Informasi Kerangka Data Geografis

Jelas, GIS membutuhkan input informasi yang bersifat spasial dan ilustratif

(menganggap). Seperti yang ditunjukkan oleh Puntodewo et al. (2013), beberapa sumber informasi yang perlu kita ketahui antara lain:

1. Peta analog
Panduan sederhana adalah peta dalam struktur tercetak. Diingat untuk panduan sederhana menggabungkan panduan geografis, peta jenis tanah, dll.
2. Data dari sistem penginderaan jauh (*remote sensing*)
Informasi pendeteksi jarak jauh dapat dianggap sebagai sumber informasi utama dalam GIS, mengingat aksesibilitasnya yang diperbarui secara konsisten. Kita bisa mendapatkan informasi ini dari simbolisme satelit, fotografi terbang, dll.
3. Data hasil pengukuran lapangan
Contoh informasi dari estimasi lapangan adalah informasi batas otoritatif, batas kepemilikan tanah, batas paket, batas hak konsesi kayu, dll.
4. Data *Global Positioning System* (GPS)
Inovasi GPS memberikan lompatan maju yang signifikan dalam penataan informasi GIS. Ketepatan estimasi GPS semakin tinggi seiring dengan terciptanya inovasi.

2.6.3 Cara Kerja Sistem Informasi Geografis

Berikut ini merupakan tahapan atau cara kerja SIG sebagai berikut :

1. Masukan (*input*)
Dalam hal ini, awal mula atau database yang dibutuhkan harus disiapkan agar dapat dimasukkan kedalam komputer. Database akan digunakan untuk nantinya akan dikelola lebih jauh dalam SIG.
2. Proses
Bertfungsi dalam pemanggilan, menganalisa maupun memanipulasi data yang ada pada komputer.
3. Keluaran (*output*)
Data yang telah melalui proses analisa pada akhirnya akan menyaikan informasi pada *user* dan dapat di gunakan sebagai dasaran dalam pengambilan keputusan. Output nya dapat berupa *hard copy* atau *soft copy*.

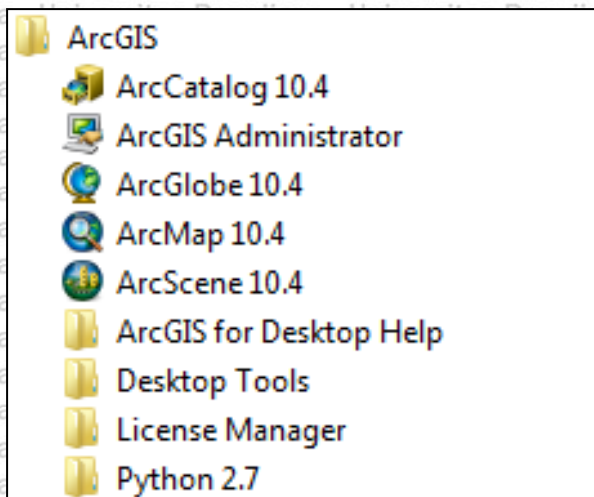


Gambar 2.7. Komponen SIG
Sumber : Eddy Utomo (2011)

2.7. Pengenalan ArcGIS

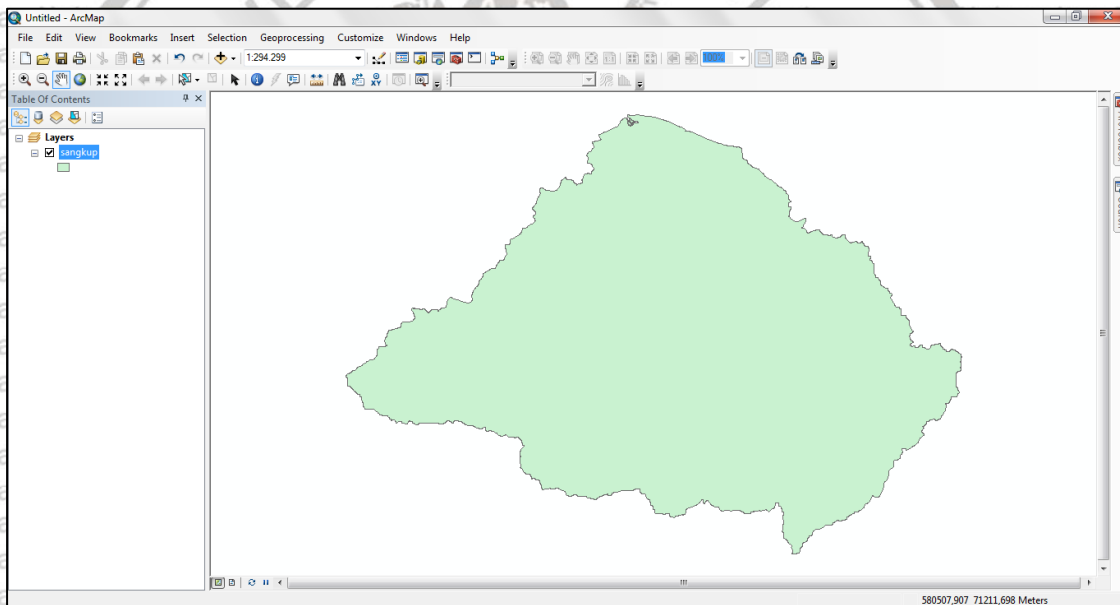
ArcGIS adalah salah satu dari sedikit aplikasi yang digunakan untuk membuat, menampilkan, dan menyelidiki informasi geospasial, yang dibuat oleh Ecological Framework Exploration Foundation (ESRI) di Redlands, California, AS. ArcGIS sebagai perangkat yang dapat mengonfigurasi rencana dalam struktur geografis dan terdiri dari ArcCatalog, ArcGIS dan ArcToolbox. ArcCatalog digunakan untuk membaca peta dan informasi spasial dan mengoordinasikan banyak informasi spasial ini. ArcGIS digunakan untuk melakukan persepsi informasi spasial, penyelidikan spasial dan membuat panduan pekerjaan. ArcToolbox adalah antarmuka untuk mendapatkan transformasi informasi dan kapasitas investigasi yang tergabung dalam ArcGIS.

ArcGIS memiliki tiga varian, khususnya: ArcView, ArcEditor dan ArcInfo, yang merupakan masyarakat bawah, tengah, dan istimewa dari ArcGIS. Varian ArcGIS 10.5 adalah seri terbaru dari ESRI yang dikirimkan pada 13 Oktober 2016. Jelas, dalam setiap pembaruan bentuk, ArcGIS menawarkan akomodasi dan peningkatan yang berbeda dibandingkan dengan adaptasi sebelumnya. Untuk menjalankan pemrograman ArcGIS ini, sebaiknya klien terlebih dahulu memperkenalkan produk terlebih dahulu. Ini adalah tampilan penyelenggara ArcGIS setelah diperkenalkan pada menu program.



Gambar 2.8 Tampilan shortcut ArcGIS 10.4

Untuk memulai aplikasi ArcMap klik pada rute alternatif Arcmap 10.4. Selanjutnya masukkan informasi yang akan digunakan dalam pemeriksaan spasial, dengan memilih Add Information. Yang terlampir menunjukkan bagian informasi .shp (shapefile). Model sebagai peta daerah aliran sungai.



Gambar 2.9 ilustrasi peta DAS yang ditampilkan di GIS

2.8. Permodelan Erosi Berbasis SIG

“Implementasi sistem informasi geografis pada permodelan erosi menunjang manajemen yang efisien terhadap data georeferensi, komputasi input parameter untuk skenario yang berbeda-beda, analisis spasial dari hasil permodelan dan visualisasi yang efektif. SIG juga menggabungkan alat-alat untuk analisis statistik dan memodelkan proses erosi yang diperoleh dari data penginderaan jauh” (Shroder, 2013:232).

Di antara eksekusi utama dari disintegrasi lereng berbasis GIS yang ditunjukkan adalah perhitungan Kondisi Kemalangan Tanah yang Menyebarkan (USLE) (Wischmeier dan Smith, 1978). Sebagian besar peningkatan model disintegrasi geospasial dan aplikasinya berpusat di sekitar agribisnis, perlindungan tanah dan pengendalian kontaminasi residu (Harmon dan Doe, 2001; Gaffer et al., 2008 dalam Shroder, 2013:232) dan layanan ranger, terutama pada dampak pasca kebakaran.

Setelah para analis melihat tingginya tingkat efektivitas pengujian berbasis GIS, para ahli akhirnya bergegas untuk pindah menggunakan GIS. Pemeriksaan berbasis GIS, khususnya dalam demonstrasi disintegrasi bukanlah hal baru, karena itu diyakini nantinya hasil studi disintegrasi berbasis GIS dapat lebih baik dan tepat.

2.9. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan salah satu yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber perspektif bagi pencipta dalam mengarahkan pemeriksaan sehingga dapat memperkuat hipotesis atau menambah strategi baru dalam mengkaji arah eksplorasi. Berikutnya adalah ujian masa lalu sebagai beberapa buku harian atau teori yang diidentifikasi dengan eksplorasi yang diarahkan oleh pencipta.

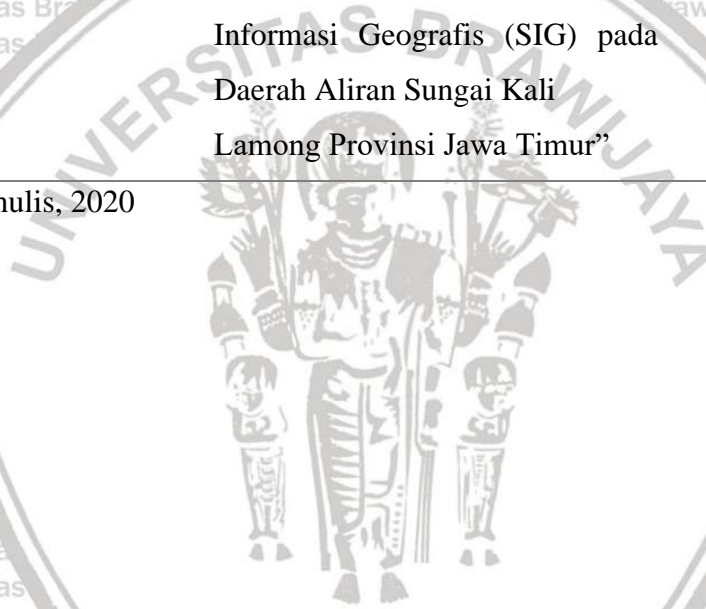
Tabel 2.10 Penelitian terdahulu

No.	Penulis	Judul Studi/ Penelitian	Tahun	Perguruan Tinggi
1.	Kristianasari	“Aplikasi Sistem Informasi Geografis dan Model AGNPS dalam Pendugaan Aliran Permukaan, Erosi, dan Sedimentasi di Sub DAS Cihoe Kabupaten Bogor”	2006	Institut Pertanian Bogor
2.	Devianto Tintian Londongsalu	“Analnsi Pendugaan Erosi, Sedimentasi, dan Aliran Permukaan menggunakan Model AGNPS Berbasis Sistem Informasi Geografis di Sub DAS Jeneberang Propinsi Sulawesi Selatan”	2008	Institut Pertanian Bogor

Lanjutan Tabel 2.10 Penelitian terdahulu

No.	Penulis	Judul Studi/Penelitian	Tahun	Perguruan Tinggi
3.	Aditya Arga Yusandinata	“Aplikasi ArcGIS untuk Analisa Tingkat Bahaya Erosi dan Upaya Konservasi Lahan pada DAS Sangkub Provinsi Sulawesi Utara”	2017	Universitas Brawijaya
4.	Muhammad Zakaria Razianto	“Analisis Erosi dan Sedimentasi Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) pada Bagian Hulu DAS Ciliwung Kabupaten Bogor Jawa Barat”	2018	Universitas Brawijaya
5.	Devi Puspita Sari	“Analisis Erosi Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) pada Daerah Aliran Sungai Kali Lamong Provinsi Jawa Timur”	2020	Universitas Brawijaya

Sumber: Penulis, 2020

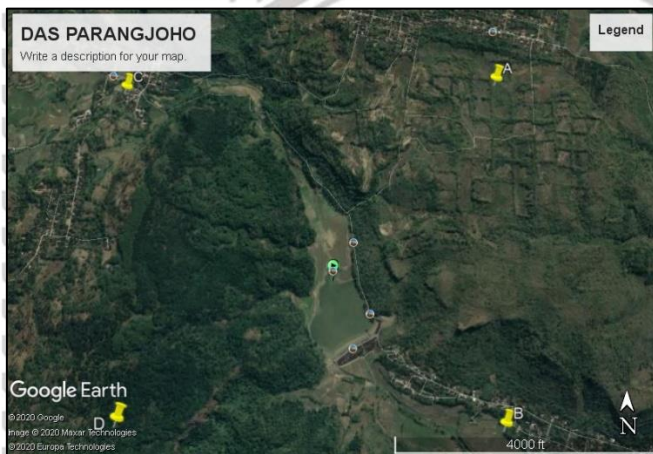


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Studi

Tempat daerah studi dilakukan adalah Daerah Aliran Sungai (DAS) Waduk Parangjoho di desa demesan kecamatan eromoko kabupaten Wonogiri Bengawan Solo Jawa Tengah yang memiliki luas 3211,59 ha. Waduk Parangjoho memiliki manfaat yaitu untuk irigasi yang memiliki luas 650 ha. Secara Geografis Waduk Parangjoho memiliki koordinat $7^{\circ}56'58,9''-57'57''$ LS dan $110^{\circ}49'4,8''-49'$ BT.



Gambar 3.1 Lokasi Parangjoho
Sumber : Google Earth 2020

3.1.1. Keadaan Topografi

Untuk mengawasi aset normal, seseorang harus fokus pada beberapa standar, khususnya standar daya dukung, keseimbangan, keuntungan publik, rekonsiliasi dan kesesuaian, kesetaraan, kebebasan, keterusterangan, dan tanggung jawab. Mengingat standar-standar ini, secara praktis membutuhkan pendekatan yang jauh dengan tujuan membutuhkan pandangan/mendekati dari berbagai ilmu. Kondisi topografi berkaitan dengan proses limpasan permukaan, erosi, serta sedimentasi pada DAS Parangjoho. DAS Parangjoho bagian hulu merupakan daerah pegunungan dengan topografi bergelombang. Bagian hulu DAS Parangjoho bengawan solo ini merupakan lahan subur. Lahan yang subur tersebut kemudian dimanfaatkan sebagian besar sebagai lahan pertanian dan perkebunan.

Tabel 3.1. Data Kemiringan DAS Waduk Parangjoho

Lereng	Parangjoho		
	Luas (ha)	Persentase (%)	
0% - 8%	Datar	361,75	11,26
8% - 15%	Landai	735,10	22,89
15% - 25%	Agak Curam	1147,23	35,72
25% - 40%	Curam	795,06	24,76
> 40%	Sangat Curam	172,44	5,37
	Total	3211,59	100,00

Sumber : Arcgis 2020

3.1.2. Hidrologi dan Klimatologi

Undang-undang dan pedoman yang berbeda berbicara tentang daerah aliran sungai dari sudut pandang dasar wilayah yang berbeda sehingga undang-undang dan pedoman tentang daerah aliran sungai tidak hanya menyangkut satu daerah. Daerah Aliran Sungai (DAS) ini para pelaksanaannya dapat meliputi wilayah pelayanan jagawana, iklim, pekerjaan umum, penataan ruang dan agraria, dan berbagai wilayah.

3.1.3. Tanah dan Geologi

Badan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Sampean Brantas Surabaya mencatat bahwa kelompok jenis tanah yang dijumpai di wilayah Waduk Parangjoho terdiri dari grumusol, mediteran, air, latosol, dan tanah alluvial. tanah ini bersifat mudah lepas atau mengalami erosi ketika adanya limpasan air.

Kandungan mineral dari kotoran silikat (lumpur) membuat latosol memiliki keserbagunaan yang cukup rendah (lengket) dan sangat rapuh, sehingga air akan masuk secara efektif ke dalam kotoran, sedangkan regosol sendiri merupakan tanah dengan kemampuan menyerap air tinggi sehingga sangat mudah tererosi.

Tabel 3.2. Jenis Tanah DAS Waduk Parangjoho

Jenis Tanah	Parangjoho	
	Luas (ha)	Persentase (%)
Aluvial	11,19	0,35
Grumusol	443,31	13,80
Latosol	260,54	8,11
Mediteran	2496,55	77,74
Total	3211,59	100,00

Sumber : Arcgis (2020)

3.1.4. Keadaan Tata Guna Lahan

Badan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Wonogiri Bengawan Solo mencatat bahwa kelompok jenis tanah yang dijumpai di wilayah DAS Waduk Parangjoho terdiri dari

grumusol, mediteran, air, latosol, dan tanah alluvial dengan kedalaman tanah atau solum sebagian besar 60-90 cm, tanah ini bersifat mudah lepas atau mengalami erosi ketika adanya limpasan air.

Tabel 3.3. Tata Guna Lahan DAS Waduk Parangjoho

Penggunaan lahan	Luas (ha)	Presentase (%)
Badan Air	20,901	0,650
Bendungan	0,783	0,024
Hutan	1,336,517	41,572
Kebun	112,464	3,498
Ladang	275,254	8,562
Lahan Terbuka	3,516	0,109
Pemukiman	425,041	13,221
Sawah	1,030,289	32,047
Semak Belukar	10,181	0,317
Total	3211,59	100

Sumber : Arcgis (2020)

3.2. Data-data yang diperlukan

Beberapa data yang dibutuhkan dalam studi ini antara lain :

1. Data curah hujan periode (200-2020) pada DAS Waduk Parangjoho
2. Data Debit AWLR
3. Peta letak stasiun penakar hujan
4. Peta Topografi DAS Waduk Parangjoho
5. Peta tata guna lahan
6. Peta solum tanah
7. Peta jenis tanah

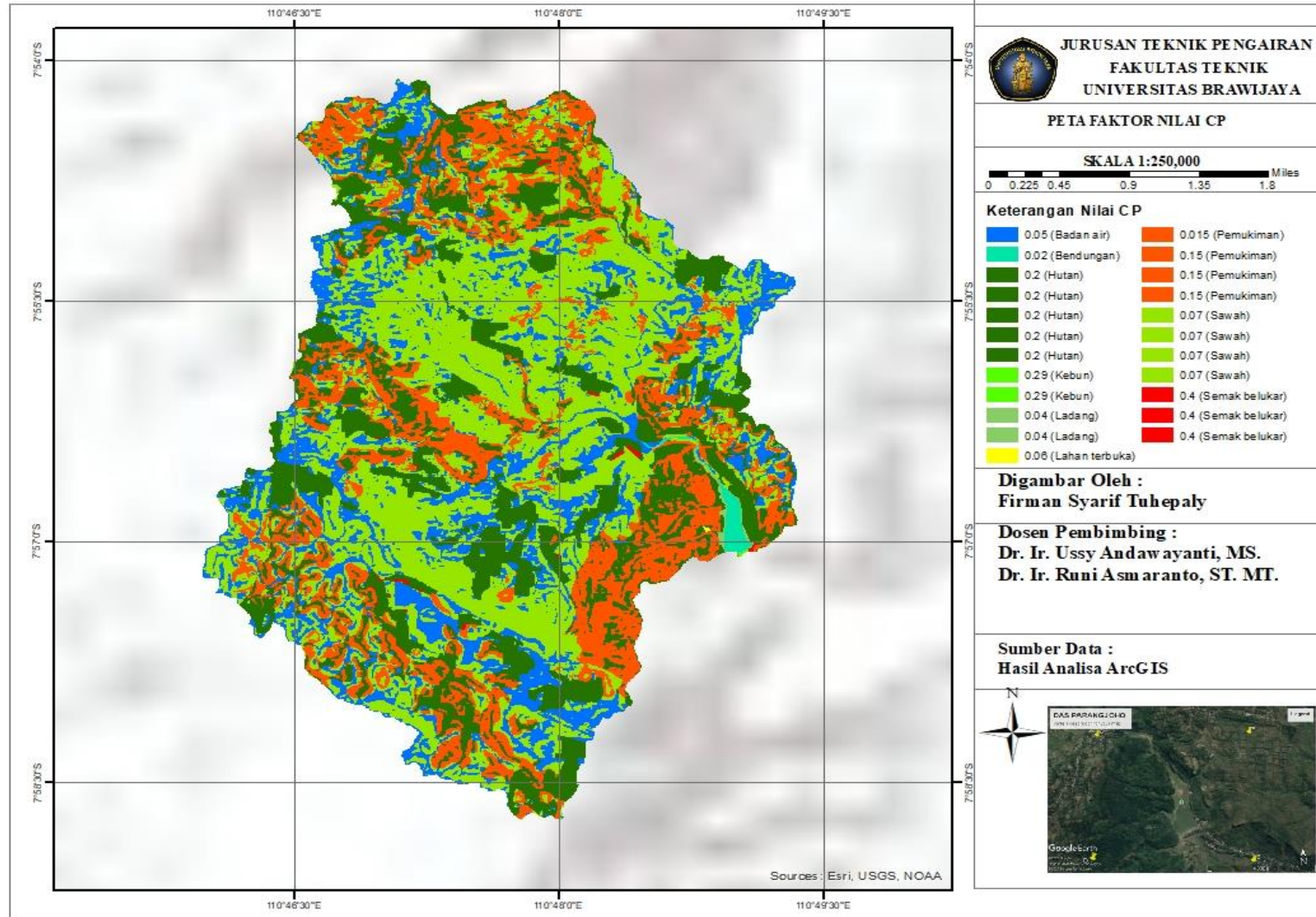
3.3. Tahapan Studi

Berikut ini akan dijelaskan langkah-langkah pengerjaan kajian yang akan dilakukan untuk bekerja sama dengan kreator dalam menyelesaikan investigasi ini antara lain :

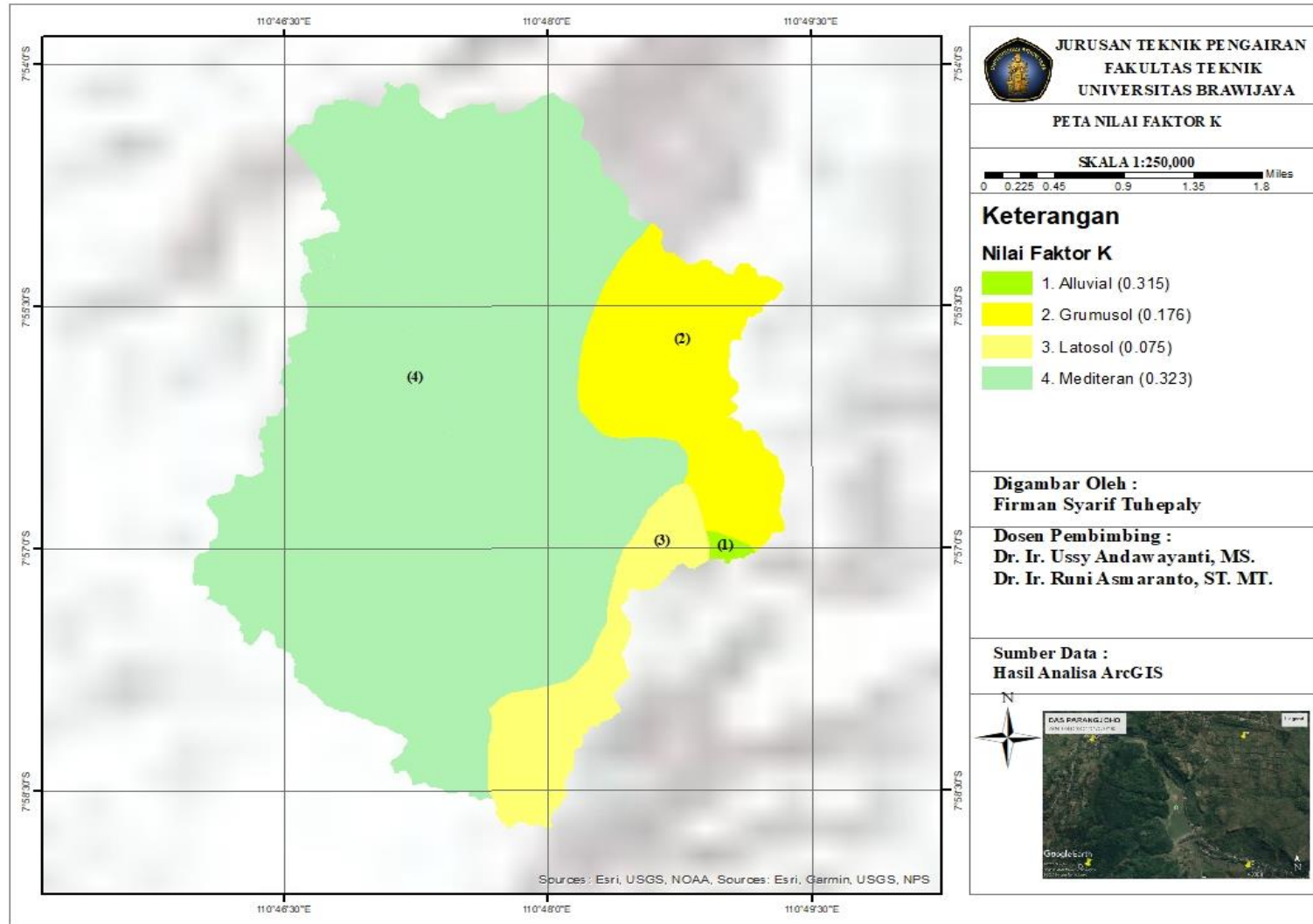
1. Bermacam-macam informasi yang diperlukan
2. Pengujian data curah hujan dengan metode uji otlie, uji RAPS, uji stasioner
3. Penanganan DEM (*Digital Elevation Model*) untuk ukuran tampilan DAS, misalnya untuk mendapatkan panduan batas DAS, dan organisasi aliran utama.
4. Pemahaman peta penggunaan lahan dengan memanfaatkan program ArcMAP 10.4.
5. Penyusunan peta penggunaan lahan dan jenis tanah.
6. Penanganan kumpulan data yang dibutuhkan oleh *Sistem Informasi Geografis (SIG)*.
7. Menjalankan program GIS untuk mendapatkan hasil Erosi dan Sedimen.

8. Tentukan tingkat bahaya erosi dengan melapisi peta tingkat disintegrasi dengan overlay peta tingkat disintegrasi dan kedalaman solum tanah.
9. Memutuskan kekritisan lahan tergantung pada tingkat bahaya erosi.
10. Mengkaji usulan upaya fungsi kawasan dengan menilai faktor-faktor yang berdampak.
11. Memutuskan usulan upaya pelestarian tanah berdasarkan Arahan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah (ARLKT).

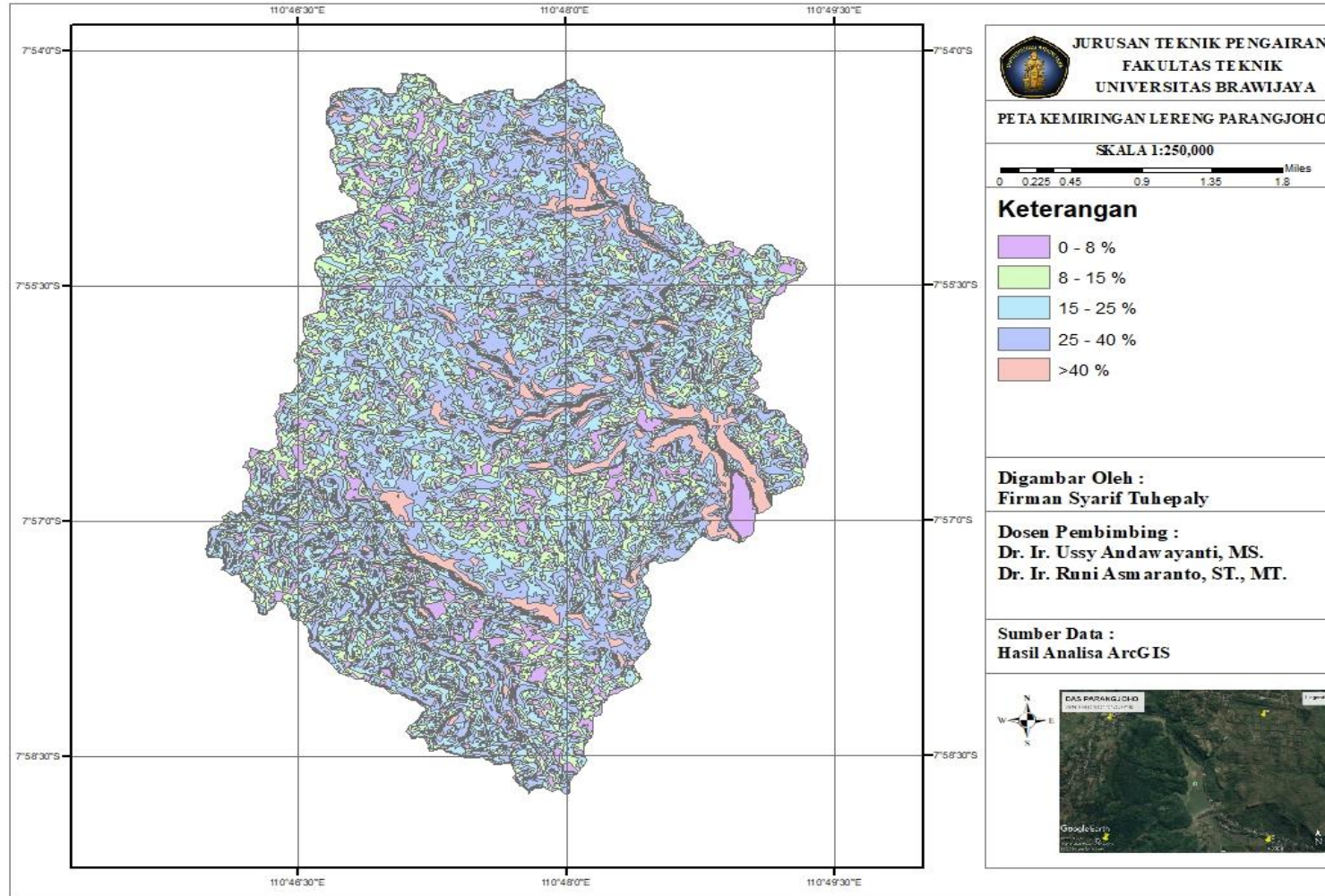




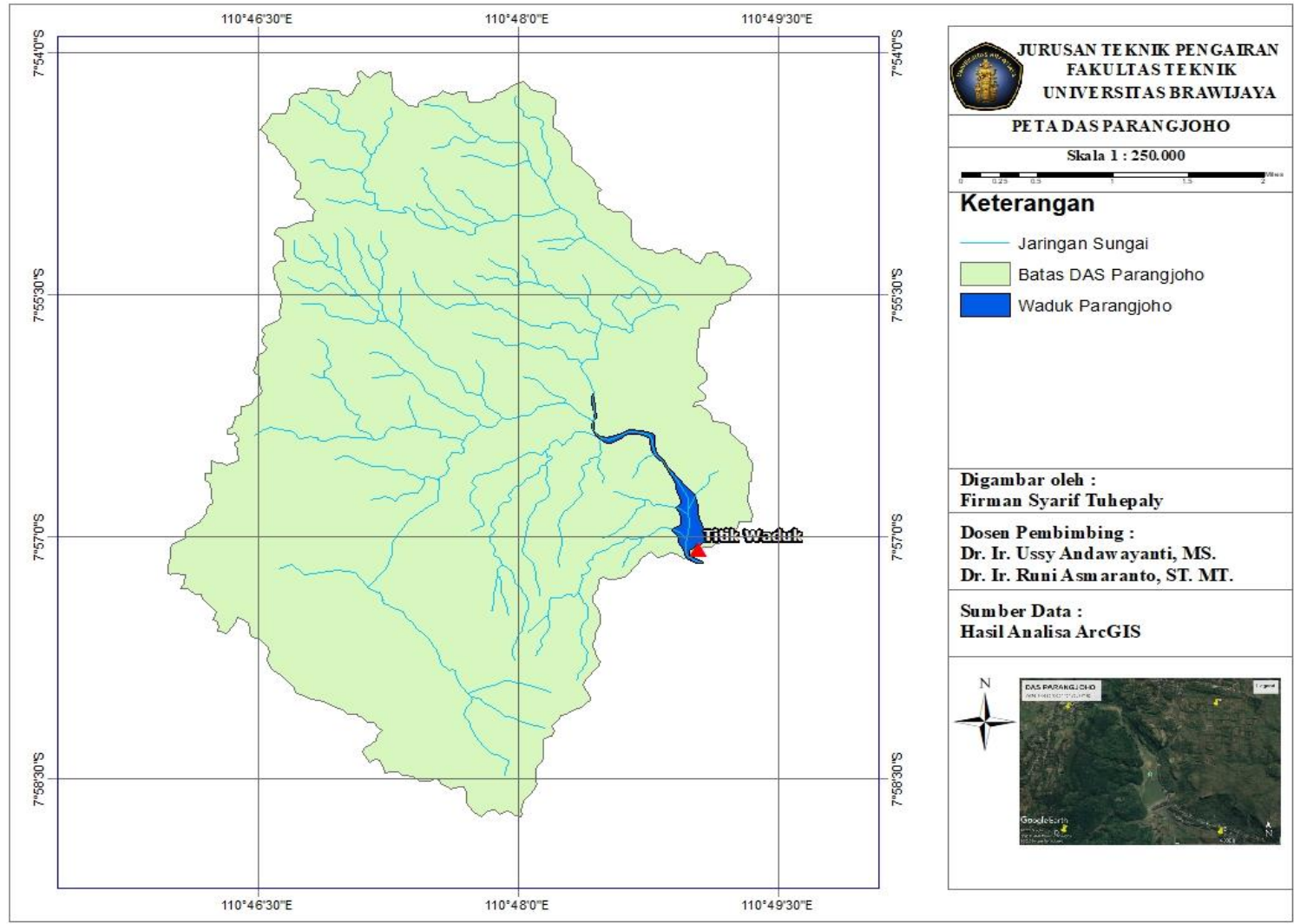
Gambar 3.2. Peta Tata Guna Lahan Waduk Parangjoho
Sumber : ArcGIS (2020)



Gambar 3.3. Peta Jenis Tanah Parangjoho
 Sumber : ArcGIS (2020)

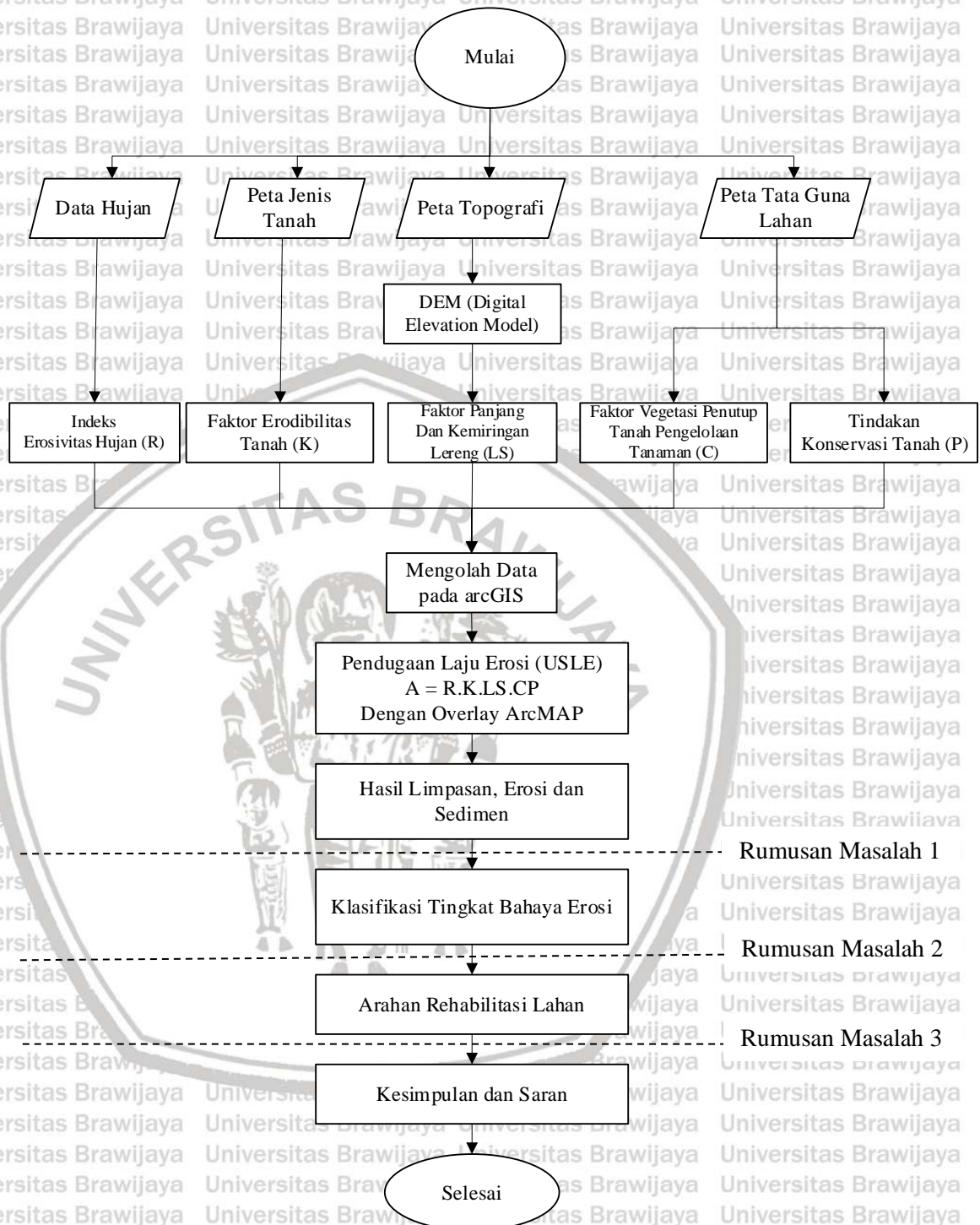


Gambar 3.4. Kemiringan Lereng Parangjoho
Sumber : ArcGIS (2020)

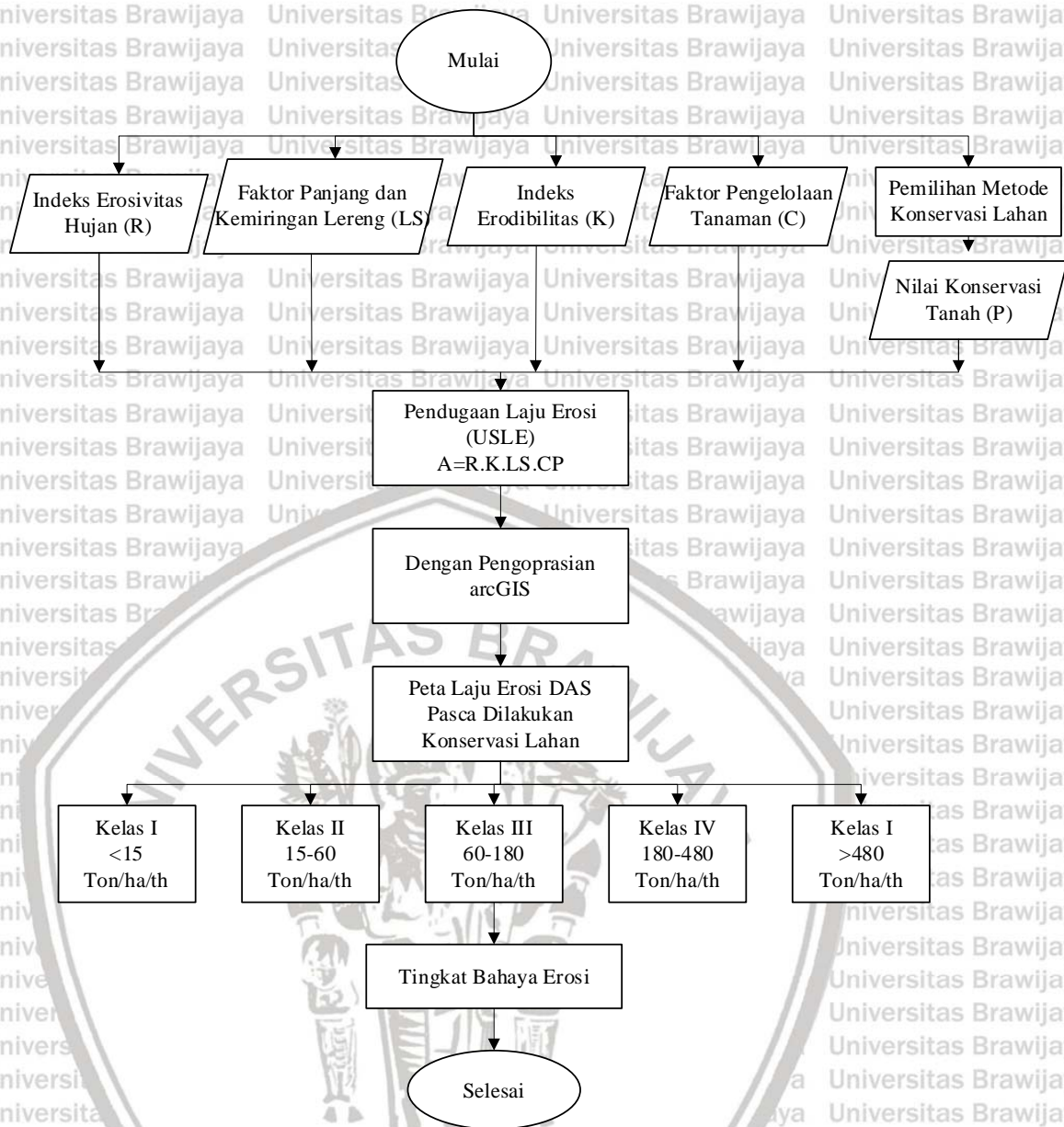


Gambar 3.5. DAS Parangjoho
Sumber : ArcGIS (2020)

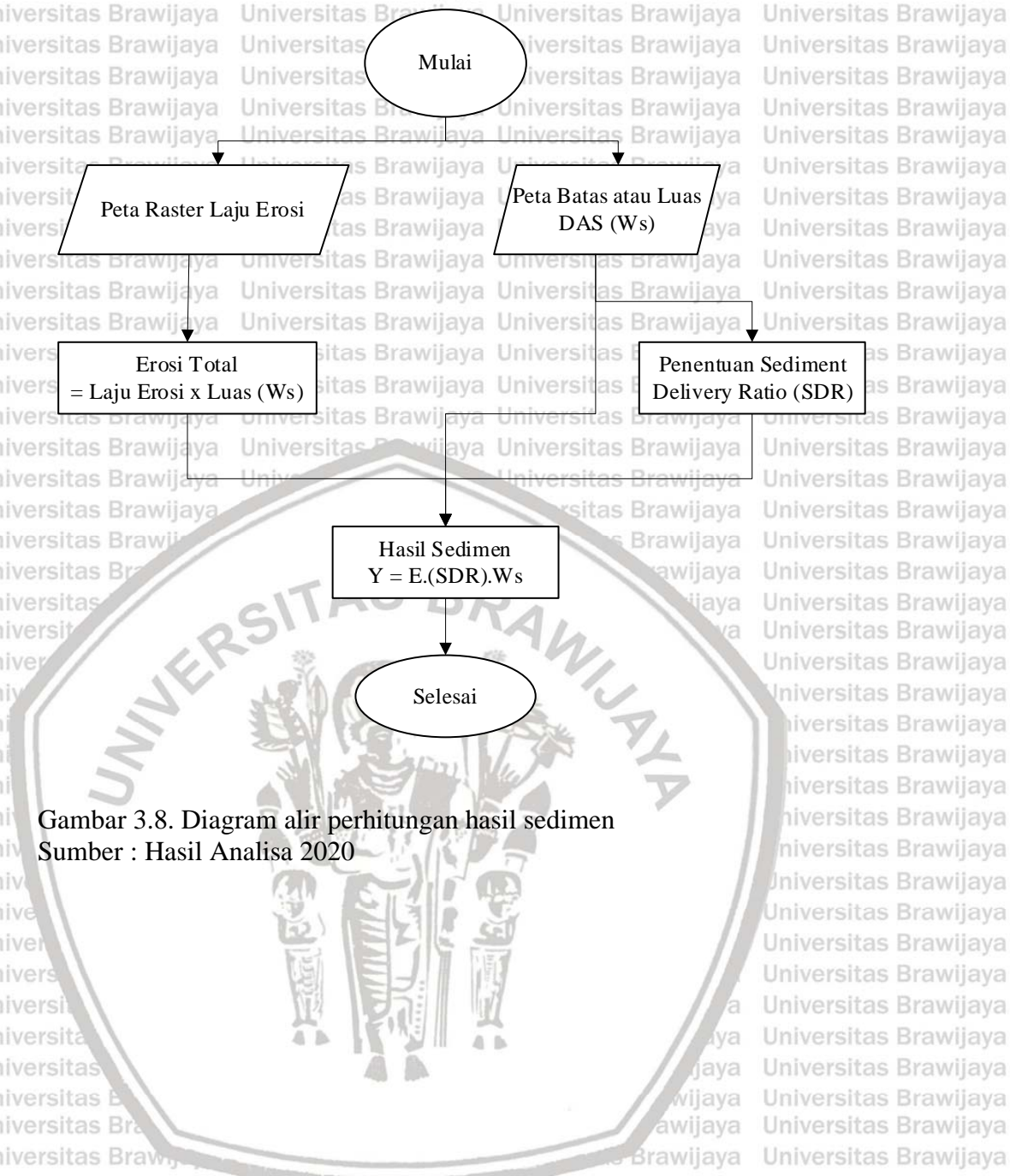
3.4. Diagram Alir



Gambar 3.6. Diagram Alir Penyelesaian Skripsi
Sumber : Hasil Analisa 2020



Gambar 3.7. Diagram Alir Pengerjaan Tingkat Bahaya Erosi
Sumber : Hasil Analisa 2020



Gambar 3.8. Diagram alir perhitungan hasil sedimen
Sumber : Hasil Analisa 2020



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Umum

“Pada daerah beriklim tropika basah seperti di Indonesia proses erosi umumnya disebabkan oleh air, sedangkan pada daerah yang beriklim kering penyebab utama terjadinya erosi adalah angin” (Arsyad, 2006).

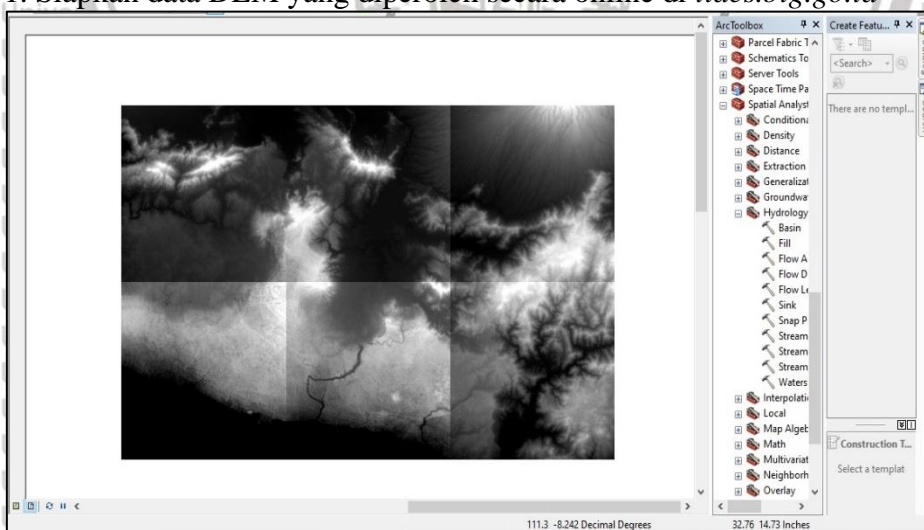
Secara geografi DAS Waduk Parangjoho terletak di Desa Demesan, Kecamatan Eromoko, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah dengan titik koordinat 7°57'03,16”S - 110°49'05,11”T. DAS waduk parangjoho di Kelola oleh BBWS Bengawan Solo yang memiliki areal seluas 3211,59 ha atau 32,12 km². DAS Waduk Parangjoho sendiri juga Memiliki fungsi sebagai irigasi dengan luas 650 ha.

4.2. Data Input ArcGIS

4.2.1. Penentuan Batas Daerah Aliran Sungai (DAS)

Dalam studi ini pembuatan batas DAS menggunakan bantuan software arcMAP 10.4. Data yang dibutuhkan dalam pembuatan batas DAS ini salah satunya adalah data DEM. Berikut ini beberapa langkah yang dilakukan dalam pembuatan DEM.

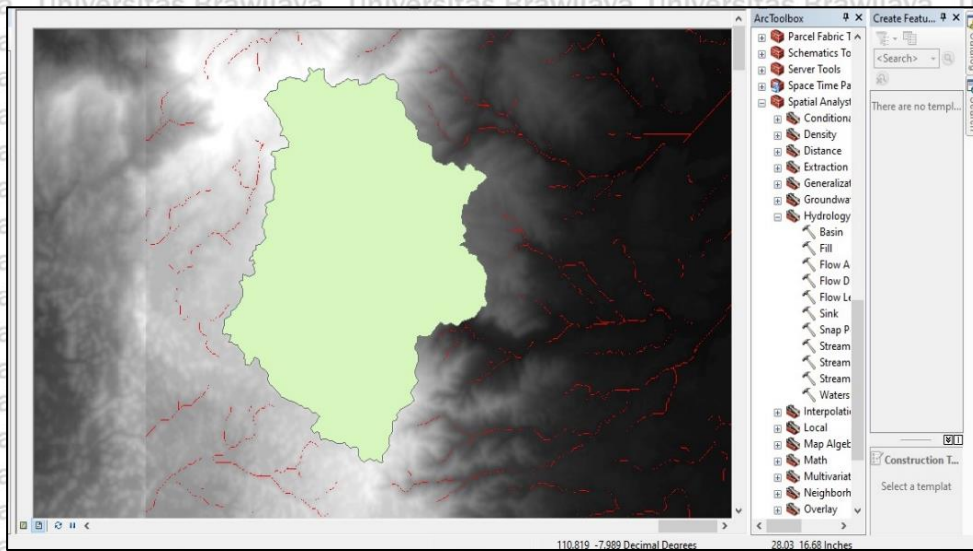
1. Siapkan data DEM yang diperoleh secara online di tides.big.go.id



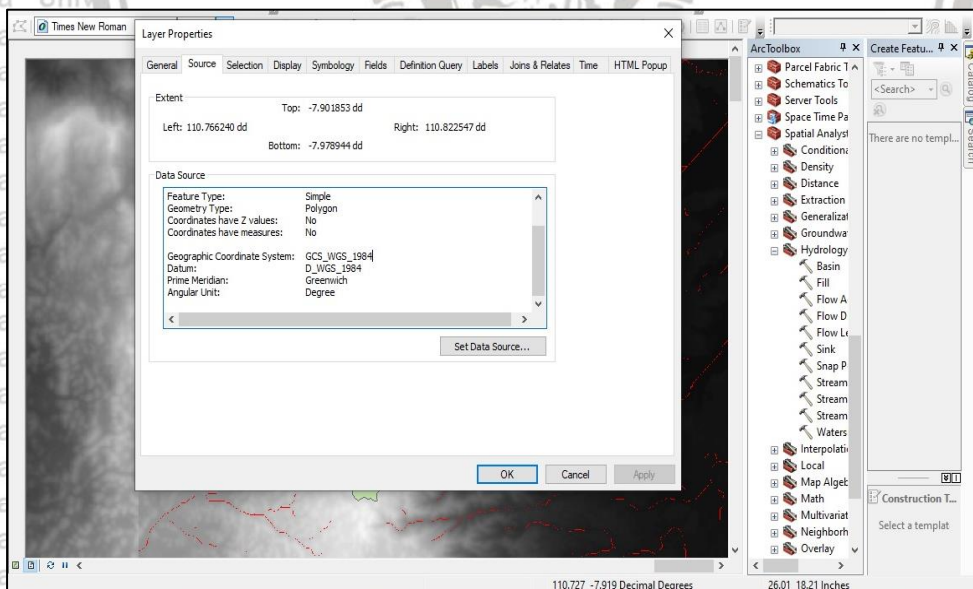
Gambar 4.1 Tampilan data DEM

Sumber : Hasil Analisa 2021

2. Melakukan pemotongan DEM sesuai lokasi studi yang dilakukan dengan menggunakan arcGIS, yaitu membuka data *management tools* yang terdapat pada *arctoolbox*. Kemudian klik *raster-raster processing-clip*. Setelah itu mengatur koordinat data DEM yang telah dipotong sesuai lokasi studi yang ada. Untuk Jawa Timur sendiri berada pada UTM Zone 49 yaitu dengan cara klik data *management tools-projections and Transformations-Raster-Project Raster*.

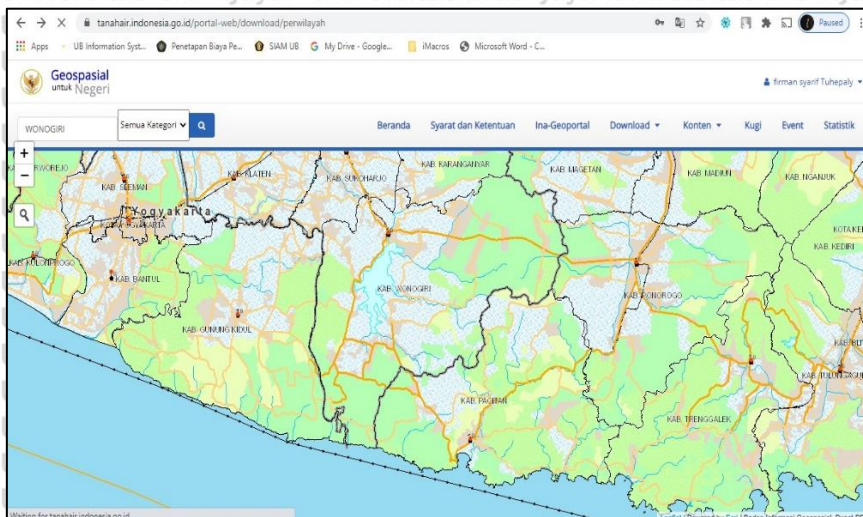


Gambar 4.2. Tampilan data DEM Setelah diberikan Batas DAS Sesuai Lokasi Studi
Sumber : Hasil Analisa (2021)



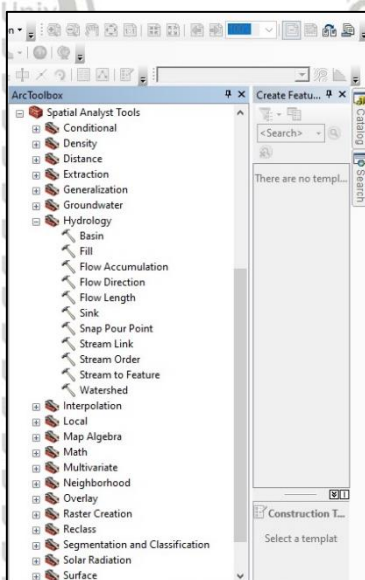
Gambar 4.3. Tampilan dalam Mengatur Koordinat Data DEM Menggunakan WGS 1984 UTM Zona 49
Sumber : Hasil Analisa (2021)

3. Setelah itu membuat batas DAS dan terbentuklah *Chatchment area*, selanjutnya pembuatan alur sungai dengan cara download di tanahair.indonesia.go.id setelah itu di download sesuai lokasi yang akan kita bahas yaitu wonogiri.



Gambar 4.4. Tampilan Saat Mendownload Alur Sungai di Wonogiri
Sumber : Hasil Analisa 2021

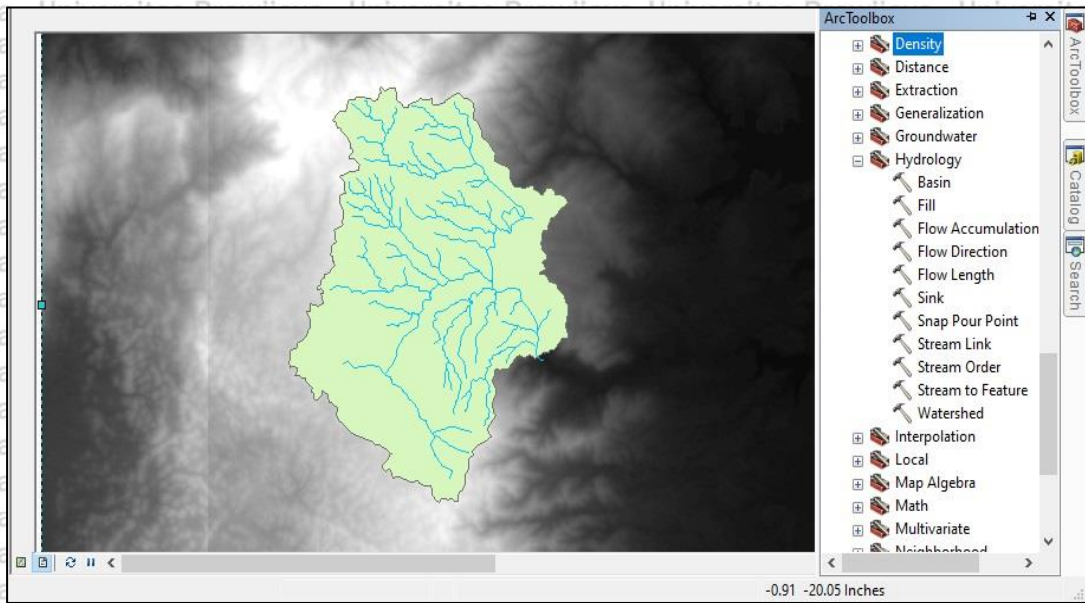
4. Sebelum memasukkan data alur sungai yang di downlad. Lakukan proses *Hydrology* menggunakan ArcGIS. Prosesnya yaitu klik *Arc toolbox* kemudian klik *Spatial Analyst Tools* lalu klik *Hydrology*. Kemudian melakukan beberapa proses yang ada di *hydrology* proses yaitu *isi*, *Arah aliran*, *Agregasi aliran*, *Titik tuang jepret*, *Daerah Aliran Sungai*.



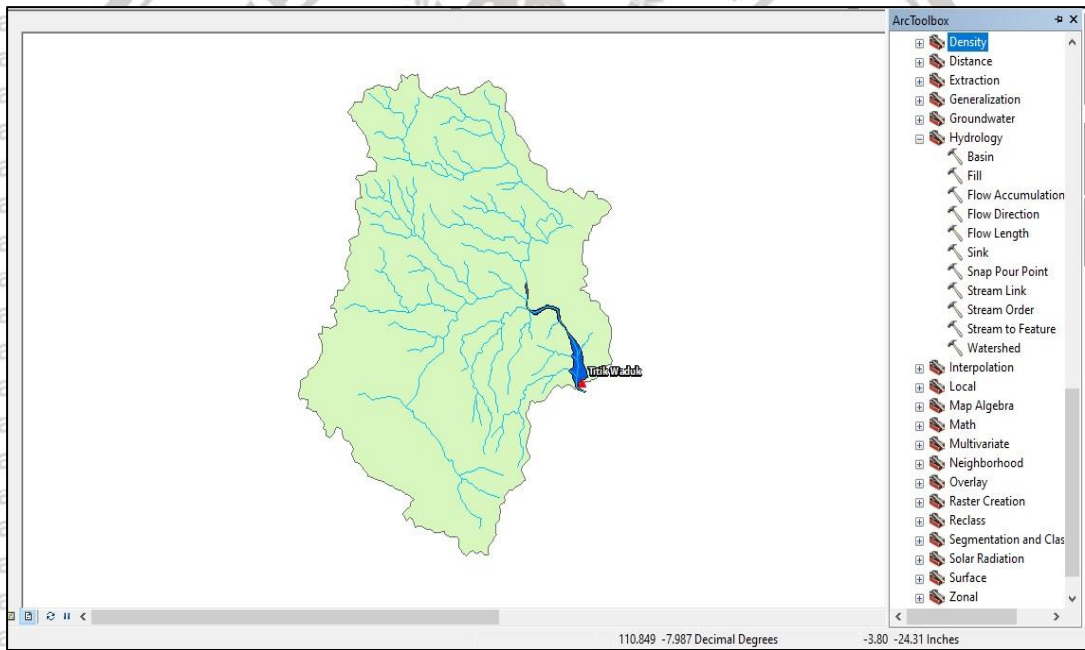
Gambar 4.5. Tampilan tahapan *Hydrology process*
Sumber : Hasil Analisa 2021

5. Masukkan data alur sungai yang sudah di download sebelumnya menggunakan ArcGIS dengan cara *Add data* kemudian masukkan data sungai dengan format Shp. Kemudian akan terbentuk alur sungai pada lokasi studi yang akan di bahas. Kemudian lakukan pemotongan

agar alur sungai yang diluar batas sungai bisa hilang supaya tampilan lebih baik dengan cara *geoprocessing* kemudian klik *clip*. Setelah itu alur sungai yang diluar batas area akan hilang.

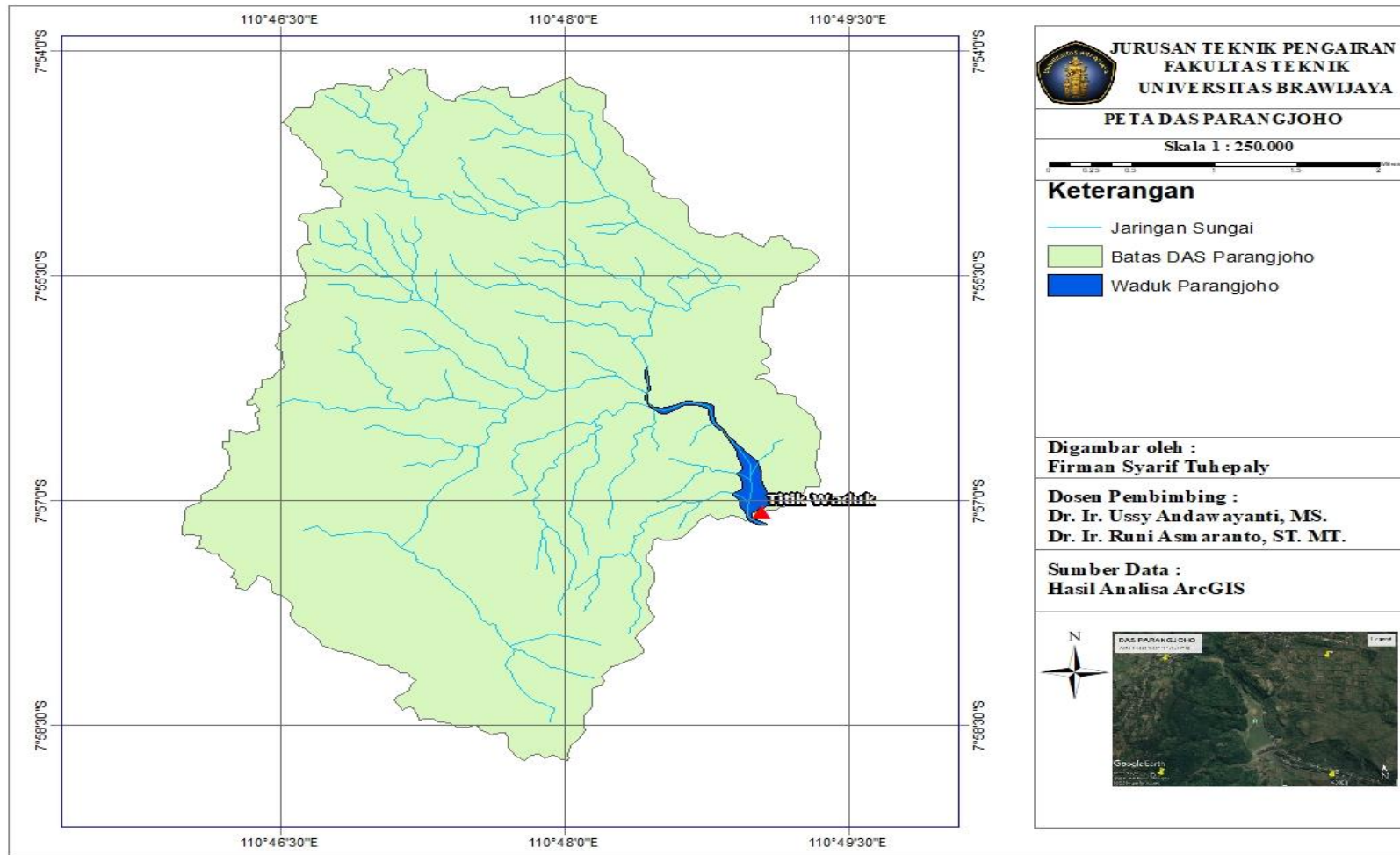


Gambar 4.6. Tampilan *Chatchment Area* dan DAS sebelum di Potong
Sumber : Hasil Analisa 2021



Gambar 4.7. Tampilan Hasil Pembuatan Batas DAS

Sumber : Hasil Analisa 2021



Gambar 4.8. Hasil penentuan batas DAS Parangjoho
Sumber : Hasil analisa ArcGIS 2021

4.3. Pengolahan Data Hujan (Inlier-Outlier, RAPS, Uji-F dan Uji-T)

4.3.1. Uji Konsistensi Data Hujan Metode Uji Inlier-Outlier

“Uji konsistensi data hujan bertujuan untuk menguji kualitas data apakah konsisten atau tidak, kadangkala data hujan menjadi tidak konsisten akibat beberapa faktor antara lain akibat adanya perubahan spesifikasi alat penakar, pemindahan lokasi alat ukur atau perubahan lingkungan di sekitar alat penakar hujan” (Kamiana, 2011). maka dalam pengujian ini menggunakan *Uji Inlier-Outlier*.

Tabel 4.1 Tabel Hasil Perhitungan Uji Inlier-Outlier

No	Tahun	Hujan (mm)	Rangking Data Tahun	CH Max (mm)	Log x	Keterangan
1	2000	84	2014	43	1.633	Hujan Max 166.00
2	2001	64	2015	49	1.690	Hujan Min 43.00
3	2002	99	2013	51	1.708	
4	2003	118	2018	62	1.792	
5	2004	123	2016	63	1.799	
6	2005	72	2001	64	1.806	
7	2006	64	2006	64	1.806	
8	2007	162	2005	72	1.857	
9	2008	101	2009	73	1.863	
10	2009	73	2011	75	1.875	
11	2010	84	2012	79	1.898	
12	2011	75	2000	84	1.924	
13	2012	79	2010	84	1.924	
14	2013	51	2002	99	1.996	
15	2014	43	2008	101	2.004	
16	2015	49	2019	112	2.049	
17	2016	63	2003	118	2.072	Nilai ambang atas, X_h
18	2017	166	2004	123	2.090	X_h : 198.544
19	2018	62	2007	162	2.210	Nilai ambang bawah, X_L
20	2019	112	2017	166	2.220	X_L : 33.414
					Stdev.	0.162
					Rerata	1.911
					Kn	2.385

Sumber: Hasil Perhitungan 2021

Berikut adalah perkiraan untuk menentukan nilai tepi atas dan bawah ditampilkan pada tabel 4.1.

1. Log X adalah Log harga CHmax (Curah Hujan Harian Terbesar).
2. Pastikan nilai normal menggunakan f Normal dari waktu ke waktu di Log X.
3. Pastikan standar deviasi menggunakan f STDEV untuk sepanjang tahun di Log X. (S)
4. Kn adalah jumlah yang bergantung pada informasi contoh.

5. n adalah nilai kuantitas tes informasi.

6. “Menentukan nilai kekasaran jumlah data (n) dengan nilai tabel K_n untuk Uji Inlier dan Outlier” (Bagian Pekerjaan Umum, 1998).

7. Menentukan Ambang Atas (X_H)

$$X_H = 10^{(\text{rerata} + (K_n \cdot S))}$$

$$= 10^{(1,911 + (2,385 \cdot 0,162))}$$

$$= 198,544$$

8. Menentukan Ambang Bawah (X_L)

$$X_L = 10^{(\text{rerata} - (K_n \cdot S))}$$

$$= 10^{(1,911 - (2,385 \cdot 0,162))}$$

$$= 33,414$$

Tabel 4.2 Tabel Nilai K_n Uji Inlier-Outlier

Jumlah Data	K_n	Jumlah Data	K_n	Jumlah Data	K_n	Jumlah Data	K_n
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.88	25	2.468	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.7	80	2.94
15	2.247	29	2.549	43	2.71	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.76	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.65	55	2.804		

Sumber: Ven te chow (1998:404)

Tabel 4.3 Tabel Setelah di uji Outlier

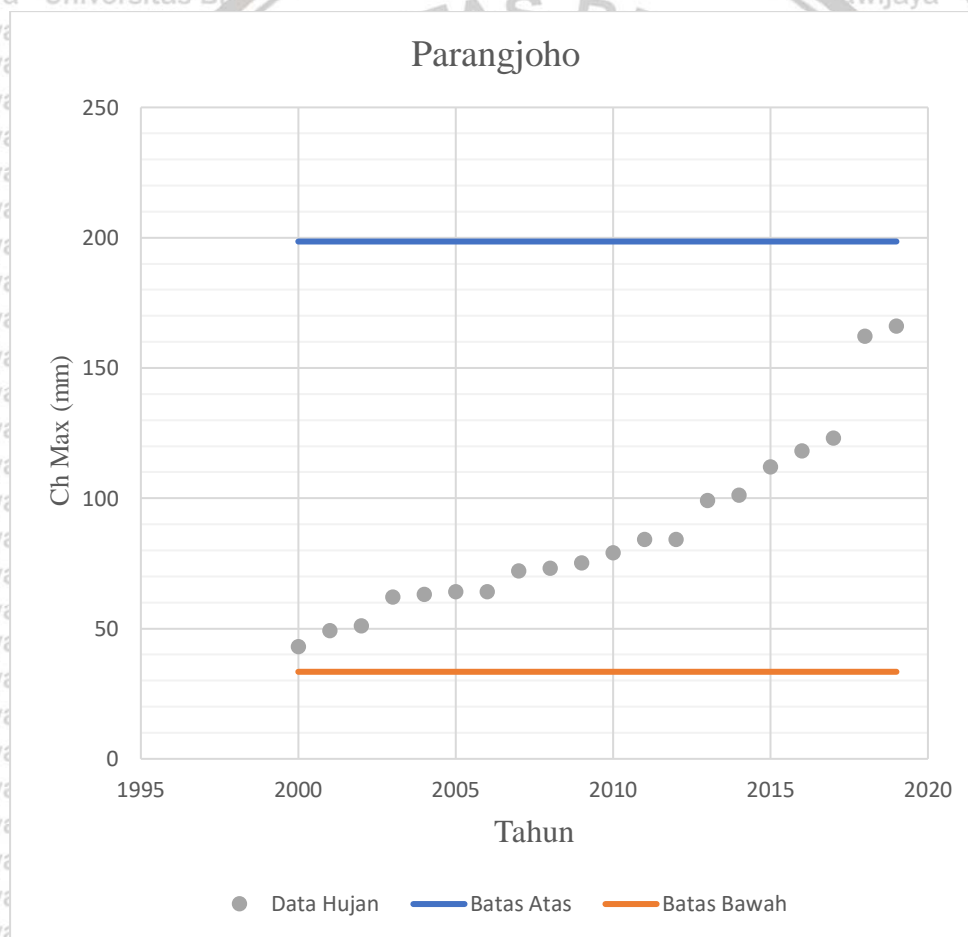
No	Tahun	Stasiun Hujan (mm)	
		Parang Joho	
1	2000	84	
2	2001	64	
3	2002	99	
4	2003	118	
5	2004	123	
6	2005	72	
7	2006	64	
8	2007	162	

Lanjutan Tabel 4.3 Tabel Setelah di uji Outlier

Stasiun Hujan (mm)
Parang Joho

No	Tahun	Stasiun Hujan (mm)
9	2008	101
10	2009	73
11	2010	84
12	2011	75
13	2012	79
14	2013	51
15	2014	43
16	2015	49
17	2016	63
18	2017	166
19	2018	62
20	2019	112

Sumber: Hasil Perhitungan 2021



Gambar 4.9 Grafik Uji Inlier-Outlier

Sumber: Hasil Perhitungan 2021

4.3.2. Uji Konsistensi Data Hujan Metode RAPS

“Uji konsistensi data hujan bertujuan untuk menguji kualitas data apakah konsisten atau tidak, kadangkala data hujan menjadi tidak konsisten akibat beberapa faktor antara lain

akibat adanya perubahan spesifikasi alat penakar, pemindahan lokasi alat ukur atau perubahan lingkungan di sekitar alat penakar hujan” (Kamiana, 2011). Maka dalam pengujian ini dilakukan uji konsistensi informasi curah hujan tahunan dengan menggunakan strategi Rescaled Changed Fractional Totals (RAPS). “Metode Raps merupakan pengujian kelayakan data hujan dengan hanya satu lokasi pencatatan data hujan” (Harto, 1993). Apabila $Q \text{ hitung} < Q \text{ kritis}$ atau $R \text{ hitung} < R \text{ kritis}$, maka data konsisten (kamiana, 2010).

Tabel 4.4 Tabel Hasil Perhitungan Uji Homogenitas Metode RAPS

No.	Tahun	Hujan (mm)	Sk*	Dy ²	Sk**	Sk**
1	2000	84	-3.20	0.51	-0.10	0.10
2	2001	64	-23.20	26.91	-0.69	0.69
3	2002	99	11.80	6.96	0.35	0.35
4	2003	118	30.80	47.43	0.91	0.91
5	2004	123	35.80	64.08	1.06	1.06
6	2005	72	-15.20	11.55	-0.45	0.45
7	2006	64	-23.20	26.91	-0.69	0.69
8	2007	162	74.80	279.75	2.22	2.22
9	2008	101	13.80	9.52	0.41	0.41
10	2009	73	-14.20	10.08	-0.42	0.42
11	2010	84	-3.20	0.51	-0.10	0.10
12	2011	75	-12.20	7.44	-0.36	0.36
13	2012	79	-8.20	3.36	-0.24	0.24
14	2013	51	-36.20	65.52	-1.08	1.08
15	2014	43	-44.20	97.68	-1.31	1.31
16	2015	49	-38.20	72.96	-1.13	1.13
17	2016	63	-24.20	29.28	-0.72	0.72
18	2017	166	78.80	310.47	2.34	2.34
19	2018	62	-25.20	31.75	-0.75	0.75
20	2019	112	24.80	30.75	0.74	0.74
	n		20.00			
	Rerata		87.20			
	ΣDy^2		1133.46			
	Dy		33.67			
	Sk**max		2.34			
	Sk**min		-1.31			
	Q = [Sk**maks]		2.34			
	R = Sk**maks - Sk**min		3.65			

Sumber: Hasil Perhitungan 2021

Data:

1. curah hujan tahunan dalam mm.

2. [Sk*] dan [Sk**] adalah efek dari total informasi.

illustrasi uji konsistensi hujan tahunan tahunan 2000 di stasiun Parangjoho:

$$Sk^* = \frac{\text{Hujan} - \text{Rerata}}{N}$$

$$Sk^* = \frac{84 - 87,20}{20}$$

$$Sk^* = -3,20$$

$$Dy^2 = \frac{Sk^{*2}}{N}$$

$$= \frac{3,20^2}{20}$$

$$= 0,51$$

$$Dy = \sum Dy^{0,5}$$

$$= 33,67$$

$$Sk^{**} = \frac{Sk^*}{Dy}$$

$$= \frac{-3,20}{33,67}$$

$$= -0,10$$

$$Q = Sk^{**} \max$$

$$= 2,34$$

$$R = Sk^{**} \max - Sk^{**} \min$$

$$= 2,34 - (-1,31)$$

$$= 3,65$$

$$Q/n^{0,5} = 2,34/20^{0,5}$$

$$= 0,52$$

$$R/n^{0,5} = 3,65/20^{0,5}$$

$$= 0,82$$

Dilihat dari tabel 4.6, jika kuantitas informasi adalah 20 dan tingkat kepastiannya adalah 90%, maka pada saat itu nilai dasarnya adalah 1,10. Untuk sementara, untuk Basic dengan jumlah 20 informasi dan tingkat kepastian 90%, nilai Basic adalah 1,34.

Oleh karena:

$Q \text{ terhitung} < Q_{\text{kritis}}$ dan $R \text{ terhitung} < R_{\text{kritis}}$

$0,52 < 1,10$ dan $0,82 < 1,34$

Maka seri data hujan pada tabel 4.4 adalah konsisten.

Dari hasil uji konsistensi data hujan tahunan di DAS Waduk Parangjoho, Hasilnya menunjukkan bahwa informasi hujan saat ini sangat andal.



Tabel 4.5 Tabel Nilai $Q/n^{0.5}$ dan $R/n^{0.5}$

n	Q/n ^{0.5}			R/n ^{0.5}		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1.05	1.14	1.29	1.21	1.28	1.38
20	1.1	1.22	1.42	1.34	1.43	1.6
30	1.12	1.24	1.48	1.4	1.5	1.7
40	1.14	1.27	1.52	1.44	1.55	1.78
100	1.17	1.29	1.55	1.5	1.62	1.85
500	1.22	1.36	1.63	1.62	1.75	2

Sumber: Sri Harto 1993:168

4.3.3. Uji Konsistensi Data Hujan Metode Uji F (Stasioner) dan T

“Uji konsistensi data hujan bertujuan untuk menguji kualitas data apakah konsisten atau tidak, kadangkala data hujan menjadi tidak konsisten akibat beberapa faktor antara lain akibat adanya perubahan spesifikasi alat penakar, pemindahan lokasi alat ukur atau perubahan lingkungan di sekitar alat penakar hujan” (Kamiana, 2011:16). Tes tetap direncanakan untuk menguji kekuatan fluktuasi dan kualitas normal dari seri periode.

“Pengujian yang pada umumnya digunakan untuk menguji sampel ukuran kecil, menguji rata-rata dua kelompok sampel, dan lain lain” (Soewarno, 1995:18). Kemudian, kemudian tes berikut selesai, khususnya keamanan nilai normal menggunakan T-Test.

Tabel 4.6 Tabel Hasil Perhitungan Uji F dan T

No	Kelompok I		No	Kelompok II	
	Tahun	Ch (mm)		Tahun	Ch (mm)
1	2000	84	11	2010	84
2	2001	64	12	2011	75
3	2002	99	13	2012	79
4	2003	118	14	2013	51
5	2004	123	15	2014	43
6	2005	72	16	2015	49
7	2006	64	17	2016	63
8	2007	162	18	2017	166
9	2008	101	19	2018	62
10	2009	73	20	2019	112
N_1	=	10	N_2	=	10
Ch_1	=	96.00	Ch_2	=	78.40
S_1	=	31.45	S_2	=	36.85
dk_1	=	9	dk_2	=	10
Uji Kestabilan Varian			Kesimpulan		
$F = 0.728$			$0.728 < 3.020$		
$\pm \alpha = 5\%$			<i>Ho diterima</i>		
$F_{Tabel} = 3.020$			<i>varian data stationer/homogen</i>		
Uji Kestabilan Rata-rata			Kesimpulan		
$\sigma = 97.872$			$0.402 < 1.796$		
$t = 0.402$			<i>Ho diterima</i>		
$df = 11$			<i>varian data stationer/homogen</i>		
$\pm \alpha = 5\%$					
$t_{tabel} = 1.796$					

Sumber: Hasil Perhitungan 2021

1. Uji F, adalah uji yang digunakan untuk menguji nilai fluktuasi dan untuk menguji contoh investigasi perbedaan. Berikut perhitungan Uji F dari tabel 4.6

$$F = \frac{N_1 S_1^2 (N_2 - 1)}{N_2 S_2^2 (N_1 - 1)}$$

$$= \frac{10.31,45^2 (10-1)}{10.36,85^2 (10-1)}$$

$$= 0,728$$

Keterangan :

N_1 = Pengumpulan informasi I

S_1 = Standar Deviasi informasi curah hujan untuk tandan I

N_2 = Pengumpulan informasi lengkap II

S_2 = Penyimpangan informasi curah hujan lengkap untuk tandan II

dk_1 = Tingkat pengumpulan peluang I

dk_2 = Tingkat pengumpulan peluang II

Setelah mencari uji F dengan tingkat peluang $dk_1 = 9$ dan $dk_2 = 10$, dan derajat kepastian 5% pada uji dua cara, nilai $F_c = 3,02$ didapat dari tabel nilai F_c Dasar untuk Apropriasi (Bonnier, Januari 1981 dalam Soewarno, 1995) . Maka pada saat itu ditentukan F esteem $= 0,728 < f \text{ tabel} = 3,02$ maka teori tersebut diakui.

2. “Pengujian yang ada pada umumnya digunakan untuk menguji sampel berukuran kecil, menguji rata-rata dua kelompok sampel, dan lain lain” (Soewarno,1995:18).

$$\sigma = \sqrt{\frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2}}$$

$$= \sqrt{\frac{10.31,45^2 + 10.36,85^2}{10+10-2}}$$

$$= 97,872$$

$$t = 0,402$$

Setelah dilakukan perhitungan Uji-T didapat nilai $t_c = 1,796$. Karena nilai t matematis $= 0,402 < t \text{ tabel} = 1,796$ maka spekulasi diakui.

Tabel 4.7 Tabel Rekap Analisa Hidrologi

No	Analisa	Stasiun Hujan (mm) Parang Joho
1	Uji RAPS	Konsisten
2	Uji F	diterima
3	Uji T	diterima

Sumber: Hasil Perhitungan 2021

4.4. Analisis Estimasi Faktor Erosi Das Waduk Parangjoho

Dari beberapa strategi yang ada untuk menilai tingkat disintegrasi permukaan, strategi USLE dibuat oleh Wischmeier dan Smith (1978) dalam Arsyad (2006) “adalah metode yang paling umum digunakan. Cara memperkirakan besarnya erosi lainnya adalah dengan menggunakan data muatan sedimen, berat jenis tanah, dan besarnya nisbah pelepasan sedimen (*sediment delivery ratio*).”

Kondisi numerik USLE dibuat oleh Wischmeier dan Smith (1978) dalam Arsyad (2006):

$$A = R K L S C P \dots\dots\dots(4-1)$$

dengan:

A = perkiraan laju erosi tanah tahunan (ton/ha/tahun)

R = indeks erosivitas curah hujan (kJ/ha/tahun)

K = faktor erodibilitas tanah

LS = faktor panjang (m) dan kemiringan lereng (%)

C = faktor vegetasi penutup tanah dan pengelolaan tanaman

P = faktor tindakan-tindakan khusus konservasi tanah

4.4.1. Faktor Erosivitas Hujan (EI₃₀)

“Indonesia yang secara geografis berada disepanjang garis khatulistiwa sehingga memiliki curah hujan dan intensitas hujan yang tinggi, yang berimplikasi pada tanahnya yang lebih rentan tererosi. Faktor-faktor seperti total curah hujan, intensitas hujan, durasi hujan, ukuran, kecepatan jatuh dan bentuk butiran hujan serta energi kinetiknya sangat berpengaruh pada erosi” (Kementerian Sumber Daya Alam dan Lingkungan Malaysia, 2010).

“Indeks erosivitas hujan dinyatakan dalam EI₃₀” menurut (Kristianasari, 2006). File disintegrasi hujan adalah kapasitas hujan untuk menyebabkan disintegrasi atau dalam penyelidikan USLE disebut erosivitas hujan..

“Perhitungan EI₃₀ dihitung untuk setiap kejadian hujan dengan menggunakan persamaan : yang dikembangkan oleh Bols” (1978, dalam Arsyad, 2012) :

$$EI_{30} = 6,119 \times (RAIN)^{1,21} \times (DAYS)^{-0,47} \times (MAXP)^{0,53} \dots\dots\dots(4-2)$$

dengan:

EI₃₀ = Indeks erosi hujan bulanan

RAIN = Curah hujan rata-rata bulanan (cm)

DAYS = Jumlah hari hujan rata-rata per bulan

MAXP = Curah hujan maksimum dalam satu bulan (cm).

Sebagai contoh, perkiraan file erosivitas hujan di stasiun Hujan Parangjoho dapat dilihat pada tabel 4.8, 4.9 dan 4.10. Untuk konsekuensi dari perhitungan file erosivitas untuk stasiun hujan lainnya, lihat indeks.

Tabel 4.8 Tabel Curah Hujan Bulan ke Bulan Stasiun Parangjoho

Tahun	Bulan (mm)											
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
2000	134	382	270	132	145	69	0	19	0	78	0	47
2001	293	267	392	189	61	50	0	0	0	0	209	172
2002	378	592	325	297	61	0	0	0	0	0	86	218
2003	242	581	518	105	161	1	0	0	0	61	251	563
2004	300	287	329	58	163	9	18	0	4	19	255	347
2005	257	48	164	171	6	97	110	0	57	78	36	327
2006	301	263	211	182	97	4	0	0	0	0	44	239
2007	0	0	0	172	39	36	0	0	0	48	128	574
2008	113	401	304	112	22	0	0	2	4	175	569	143
2009	319	252	150	151	139	1	1	0	0	18	226	202
2010	234	275	149	183	304	144	76	87	304	229	147	300
2011	511	478	278	169	114	26	0	0	0	50	180	176
2012	261	407	360	156	52	3	0	0	0	11	87	284
2013	284	122	138	116	92	124	62	0	0	19	139	251
2014	191	93	107	84	25	51	11	0	0	0	68	210
2015	127	174	311	159	17	9	0	0	0	1	51	192
2016	133	205	140	153	72	46	39	41	78	204	329	0
2017	246	494	173	294	55	37	3	4	0	32	314	230
2018	427	191	261	134	10	0	0	0	50	0	127	67
2019	334	182	362	214	3	0	0	8	0	0	42	314
Jumlah	5085	5694	4942	3231	1638	707	320	161	497	1023	3288	4856
Rerata	254	285	247	162	82	35	16	8	25	51	164	243

Sumber: Hasil Perhitungan 2021

Tabel 4.9 Tabel Hujan Harian Stasiun Parangjoho

Tahun	Bulan (mm)											
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
2000	19	25	23	19	11	5	0	2	0	8	0	12
2001	24	18	23	15	4	7	0	0	0	0	13	16
2002	18	21	20	16	3	0	0	0	0	0	8	18
2003	16	21	19	4	5	1	0	0	0	4	17	20
2004	15	23	18	9	8	1	4	0	3	2	12	18
2005	17	9	15	12	2	4	5	0	4	4	6	21
2006	19	18	16	14	12	1	0	0	0	0	2	19
2007	0	0	0	18	5	5	0	0	0	2	12	24
2008	18	24	21	11	3	0	0	1	1	11	21	14
2009	20	19	9	12	11	1	1	0	0	3	13	11
2010	24	17	17	16	18	9	8	5	16	15	16	29

Lanjutan Tabel 4.9 Tabel Hujan Harian Stasiun Parangjoho

Tahun	Bulan (mm)											
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
2011	27	22	22	15	10	3	0	0	0	4	16	22
2012	25	17	20	11	8	2	0	0	0	3	9	21
2013	26	17	15	13	12	13	5	0	0	3	15	16
2014	22	17	14	16	7	4	2	0	0	0	12	24
2015	18	13	17	19	4	1	0	0	0	1	8	16
2016	15	23	15	15	11	10	7	8	10	16	23	0
2017	21	21	19	14	4	5	2	1	0	5	7	14
2018	24	18	14	10	4	0	0	0	1	0	13	14
2019	21	18	16	10	1	0	0	1	0	0	2	16
Jumlah	389	361	333	269	143	72	34	18	35	81	225	345
Rerata	19	18	17	13	7	4	2	1	2	4	11	17

Sumber: Hasil Perhitungan 2021

Tabel 4.10 Tabel Curah Hujan Harian Maksimum dalam Bulan yang bersangkutan Stasiun Parangjoho

Tahun	Bulan (mm)											
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
2000	24	52	84	30	56	26	0	14	0	46	0	11
2001	45	47	64	41	42	26	0	0	0	0	55	35
2002	99	62	50	62	43	0	0	0	0	0	31	42
2003	92	97	118	69	67	1	0	0	0	37	93	87
2004	123	53	117	20	45	9	8	0	2	15	48	60
2005	72	13	23	51	4	56	48	0	34	47	15	68
2006	55	60	64	46	22	4	0	0	0	0	37	46
2007	0	0	0	36	25	19	0	0	0	45	36	162
2008	28	80	36	41	11	0	0	2	4	52	101	24
2009	70	51	63	33	73	1	1	0	0	13	55	54
2010	64	66	38	42	68	54	50	64	72	84	38	40
2011	58	75	49	55	41	22	0	0	0	22	32	31
2012	39	79	70	68	16	2	0	0	0	6	21	52
2013	47	22	27	36	32	22	36	0	0	10	49	51
2014	32	20	28	15	8	35	7	0	0	0	23	43
2015	22	35	49	26	9	9	0	0	0	1	15	25
2016	34	29	40	29	23	26	26	13	35	63	58	0
2017	32	79	35	84	29	27	2	4	0	16	166	51
2018	62	59	61	42	5	0	0	0	50	0	35	21
2019	112	59	90	102	3	0	0	0	0	0	31	78
Jumlah	1110	1038	1106	928	622	339	178	105	197	457	939	981
Rerata	56	52	55	46	31	17	9	5	10	23	47	49

Sumber: Hasil Perhitungan 2021

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Indeks Erosivitas Stasiun Parangjoho Metode Bols

Tahun	Parameter	Satuan	Bulan												El ₃₀ Tahunan
			Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
(1)	(2)	(3)	(4)												(5)
2000	Pb	cm	13.40	38.20	27.00	13.20	14.50	6.90	0.00	1.90	0.00	7.80	0.00	4.70	482.98
	N	hr	19.00	25.00	23.00	19.00	11.00	5.00	0.00	2.00	0.00	8.00	0.00	12.00	
	Pmax	cm	2.40	5.20	8.40	3.00	5.60	2.60	0.00	1.40	0.00	4.60	0.00	1.10	
	El ₃₀	KJ/ha	30.97	145.69	128.38	34.23	69.03	27.11	0.00	6.31	0.00	34.11	0.00	7.16	
2001	Pb	cm	29.30	26.70	39.20	18.90	6.10	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.90	17.20	651.44
	N	hr	24.00	18.00	23.00	15.00	4.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.00	16.00	
	Pmax	cm	4.50	4.70	6.40	4.10	4.20	2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	5.50	3.50	
	El ₃₀	KJ/ha	99.79	104.47	174.51	69.70	33.44	15.67	0.00	0.00	0.00	0.00	98.38	55.47	
2002	Pb	cm	37.80	59.20	32.50	29.70	6.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.60	21.80	953.77
	N	hr	18.00	21.00	20.00	16.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	18.00	
	Pmax	cm	9.90	6.20	5.00	6.20	4.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.10	4.20	
	El ₃₀	KJ/ha	236.13	294.93	130.33	145.46	38.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.15	77.01	
2003	Pb	cm	24.20	58.10	51.80	10.50	16.10	0.10	0.00	0.00	0.00	6.10	25.10	56.30	1598.23
	N	hr	16.00	21.00	19.00	4.00	5.00	1.00	0.00	0.00	0.00	4.00	17.00	20.00	
	Pmax	cm	9.20	9.70	11.80	6.90	6.70	0.10	0.00	0.00	0.00	3.70	9.30	8.70	
	El ₃₀	KJ/ha	139.95	365.49	369.92	83.93	124.81	0.06	0.00	0.00	0.00	31.27	142.98	339.83	
2004	Pb	cm	30.00	28.70	32.90	5.80	16.30	0.90	1.80	0.00	0.40	1.90	25.50	34.70	938.33
	N	hr	15.00	23.00	18.00	9.00	8.00	1.00	4.00	0.00	3.00	2.00	12.00	18.00	
	Pmax	cm	12.30	5.30	11.70	2.00	4.50	0.90	0.80	0.00	0.20	1.50	4.80	6.00	
	El ₃₀	KJ/ha	218.21	108.29	218.10	14.50	82.26	2.80	3.17	0.00	0.28	6.54	120.90	163.28	
2005	Pb	cm	25.70	4.80	16.40	17.10	0.60	9.70	11.00	0.00	5.70	7.80	3.60	32.70	627.71
	N	hr	17.00	9.00	15.00	12.00	2.00	4.00	5.00	0.00	4.00	4.00	6.00	21.00	
	Pmax	cm	7.20	1.30	2.30	5.10	0.40	5.60	4.80	0.00	3.40	4.70	1.50	6.80	
	El ₃₀	KJ/ha	128.46	9.18	43.21	76.98	0.81	68.27	65.96	0.00	27.54	47.79	8.46	151.03	

Lanjutan Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Indeks Erosivitas Stasiun Parangjoho Metode Bols

Tahun	Parameter	Satuan	Bulan												El ₃₀ Tahunan
			Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
(1)	(2)	(3)	(4)												(5)
2006	Pb	cm	30.10	26.30	21.10	18.20	9.70	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	4.40	23.90	558.39
	N	hr	19.00	18.00	16.00	14.00	12.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	19.00	
	Pmax	cm	5.50	6.00	6.40	4.60	2.20	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	3.70	4.60	
	El ₃₀	KJ/ha	127.97	116.75	97.81	73.11	24.83	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	29.17	88.06	
2007	Pb	cm	0.00	0.00	0.00	17.20	3.90	3.60	0.00	0.00	0.00	4.80	12.80	57.40	601.99
	N	hr	0.00	0.00	0.00	18.00	5.00	5.00	0.00	0.00	0.00	2.00	12.00	24.00	
	Pmax	cm	0.00	0.00	0.00	3.60	2.50	1.90	0.00	0.00	0.00	4.50	3.60	16.20	
	El ₃₀	KJ/ha	0.00	0.00	0.00	53.28	13.31	10.45	0.00	0.00	0.00	35.95	45.08	443.92	
2008	Pb	cm	11.30	40.10	30.40	11.20	2.20	0.00	0.00	0.20	0.40	17.50	56.90	14.30	859.92
	N	hr	18.00	24.00	21.00	11.00	3.00	0.00	0.00	1.00	1.00	11.00	21.00	14.00	
	Pmax	cm	2.80	8.00	3.60	4.10	1.10	0.00	0.00	0.20	0.40	5.20	10.10	2.40	
	El ₃₀	KJ/ha	28.05	197.89	98.71	42.81	5.48	0.00	0.00	0.20	0.68	83.33	364.09	38.68	
2009	Pb	cm	31.90	25.20	15.00	15.10	13.90	0.10	0.10	0.00	0.00	1.80	22.60	20.20	677.73
	N	hr	20.00	19.00	9.00	12.00	11.00	1.00	1.00	0.00	0.00	3.00	13.00	11.00	
	Pmax	cm	7.00	5.10	6.30	3.30	7.30	0.10	0.10	0.00	0.00	1.30	5.50	5.40	
	El ₃₀	KJ/ha	152.29	99.17	84.12	52.58	75.48	0.06	0.06	0.00	0.00	4.70	108.14	101.13	
2010	Pb	cm	23.40	27.50	14.90	18.30	30.40	14.40	7.60	8.70	30.40	22.90	14.70	30.00	1079.53
	N	hr	24.00	17.00	17.00	16.00	18.00	9.00	8.00	5.00	16.00	15.00	16.00	29.00	
	Pmax	cm	6.40	6.60	3.80	4.20	6.80	5.40	5.00	6.40	7.20	8.40	3.80	4.00	
	El ₃₀	KJ/ha	91.62	133.14	47.34	65.86	148.67	73.79	34.55	57.84	161.96	128.58	47.92	88.26	
2011	Pb	cm	51.10	47.80	27.80	16.90	11.40	2.60	0.00	0.00	0.00	5.00	18.00	17.60	807.32
	N	hr	27.00	22.00	22.00	15.00	10.00	3.00	0.00	0.00	0.00	4.00	16.00	22.00	
	Pmax	cm	5.80	7.50	4.90	5.50	4.10	2.20	0.00	0.00	0.00	2.20	3.20	3.10	
	El ₃₀	KJ/ha	211.71	246.40	102.06	71.13	45.74	9.68	0.00	0.00	0.00	18.66	55.89	46.05	

Lanjutan Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Indeks Erosivitas Stasiun Parangjoho Metode Bols

Tahun	Parameter	Satuan	Bulan												El ₃₀ Tahunan
			Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
(1)	(2)	(3)	(4)												(5)
2012	Pb	cm	26.10	40.70	36.00	15.60	5.20	0.30	0.00	0.00	0.00	1.10	8.70	28.40	722.79
	N	hr	25.00	17.00	20.00	11.00	8.00	2.00	0.00	0.00	0.00	3.00	9.00	21.00	
	Pmax	cm	3.90	7.90	7.00	6.80	1.60	0.20	0.00	0.00	0.00	0.60	2.10	5.20	
	El ₃₀	KJ/ha	78.89	235.35	176.29	83.59	11.93	0.24	0.00	0.00	0.00	1.72	24.31	110.47	
2013	Pb	cm	28.40	12.20	13.80	11.60	9.20	12.40	6.20	0.00	0.00	1.90	13.90	25.10	452.31
	N	hr	26.00	17.00	15.00	13.00	12.00	13.00	5.00	0.00	0.00	3.00	15.00	16.00	
	Pmax	cm	4.70	2.20	2.70	3.60	3.20	2.20	3.60	0.00	0.00	1.00	4.90	5.10	
	El ₃₀	KJ/ha	94.70	27.82	38.18	38.54	28.40	32.18	28.30	0.00	0.00	4.36	52.82	106.99	
2014	Pb	cm	19.10	9.30	10.70	8.40	2.50	5.10	1.10	0.00	0.00	0.00	6.80	21.00	227.15
	N	hr	22.00	17.00	14.00	16.00	7.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.00	12.00	24.00	
	Pmax	cm	3.20	2.00	2.80	1.50	0.80	3.50	0.70	0.00	0.00	0.00	2.30	4.30	
	El ₃₀	KJ/ha	51.70	19.04	29.55	14.87	3.63	24.45	2.26	0.00	0.00	0.00	16.54	65.10	
2015	Pb	cm	12.70	17.40	31.10	15.90	1.70	0.90	0.00	0.00	0.00	0.10	5.10	19.20	332.45
	N	hr	18.00	13.00	17.00	19.00	4.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	8.00	16.00	
	Pmax	cm	2.20	3.50	4.90	2.60	0.90	0.90	0.00	0.00	0.00	0.10	1.50	2.50	
	El ₃₀	KJ/ha	28.43	62.02	131.95	39.75	3.15	2.80	0.00	0.00	0.00	0.06	11.26	53.02	
2016	Pb	cm	13.30	20.50	14.00	15.30	7.20	4.60	3.90	4.10	7.80	20.40	32.90	0.00	490.14
	N	hr	15.00	23.00	15.00	15.00	11.00	10.00	7.00	8.00	10.00	16.00	23.00	0.00	
	Pmax	cm	3.40	2.90	4.00	2.90	2.30	2.60	2.60	1.30	3.50	6.30	5.80	0.00	
	El ₃₀	KJ/ha	41.25	52.36	47.84	44.92	18.46	11.98	11.60	8.02	26.57	93.12	134.00	0.00	
2017	Pb	cm	24.60	49.40	17.30	29.40	5.50	3.70	0.30	0.40	0.00	3.20	31.40	23.00	1108.11
	N	hr	21.00	21.00	19.00	14.00	4.00	5.00	2.00	1.00	0.00	5.00	7.00	14.00	
	Pmax	cm	3.20	7.90	3.50	8.40	2.90	2.70	0.20	0.40	0.00	1.60	16.60	5.10	
	El ₃₀	KJ/ha	71.78	269.39	51.53	179.71	24.24	13.01	0.24	0.68	0.00	8.27	386.75	102.50	

Lanjutan Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Indeks Erosivitas Stasiun Parangjoho Metode Bols

Tahun	Parameter	Satuan	Bulan												El ₃₀ Tahunan	
			Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec		
(1)	(2)	(3)	(4)												(5)	
2018	Pb	cm	42.72	19.05	26.08	13.35	0.95	0.00	0.00	0.00	5.01	0.00	12.73	6.66	564.64	
	N	hr	24.00	18.00	14.00	10.00	4.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	13.00	14.00		
	Pmax	cm	6.20	5.87	6.10	4.15	0.50	0.00	0.00	0.00	5.01	0.00	3.45	2.05		
	El ₃₀	KJ/ha	186.64	78.12	131.21	55.73	1.14	0.00	0.00	0.00	55.51	0.00	42.17	14.11		
2019	Pb	cm	33.40	18.20	36.20	21.40	0.30	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	4.20	31.40	863.56	
	N	hr	21.00	18.00	16.00	10.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.00	16.00		
	Pmax	cm	11.20	5.90	9.00	10.20	0.30	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	3.10	7.80		
	El ₃₀	KJ/ha	201.86	74.12	225.18	158.87	0.41	0.00	0.00	2.28	0.00	0.00	25.10	175.73		
		Kj/ha													Jumlah	14598,49
		KJ/ja													Rerata	729,92

Sumber: Hasil Perhitungan 2021

Keterangan :

1. Pb = curah hujan bulanan (cm)
2. N = jumlah hari hujan (hr)
3. Pmax = hujan harian maksimum (24 jam) dalam bulan yang bersangkutan (cm)

Contoh perhitungan erositivitas hujan stasiun Parangjoho bulan Januari Metode Bols :

$$R_m = 6,119 \times (\text{RAIN})^{1,21} \times (\text{DAYS})^{-0,47} \times (\text{MAXP})^{0,53}$$

$$= 6,119 \times 13,4^{1,21} \times 19^{-0,47} \times 2,4^{0,53}$$

$$= 30,97 \text{ kJ/ha}$$

Erosivitas Hujan Tahunan

$$R = \sum_{m=1}^{12} R_m$$

$$= 482,98 \text{ kJ/ha/tahun}$$

Tabel 4.12 Hasil Indeks Erosivitas Waduk Parangjoho

Indeks Erosivitas	Total EI30 Tahunan	Rerata EI30 Tahunan KJ/ha
Parangjoho	14598,49	729,92

Sumber: Hasil Perhitungan 2021

4.4.2. Erodibilitas Tanah (K)

Informasi jenis tanah diperoleh dari informasi tambahan sebagai panduan terkomputerisasi dari penyebaran jenis tanah beserta nilai erodibilitas tanah (K) di DAS Parangjoho yang didapat dari Waduk Bengawan Solo. Pada ruang pemeriksaan DAS Parangjoho terdapat 4 macam tanah. Tabel 4.14 menunjukkan jenis tanah yang ditemukan di wilayah pemeriksaan.

Sifat-sifat tanah yang menentukan erodibilitas tanah adalah:

1. Permukaan tanah, biasanya diidentifikasi dengan ukuran dan potongan partikel tanah dan akan membentuk jenis tanah tertentu
2. Komponen alam, terdiri dari tumbuhan dan makhluk yang terbangun karena interaksi pembusukan. Komponen alam pada umumnya akan lebih mengembangkan desain tanah dan meningkatkan porositas tanah, batas menahan air tanah, dan kekayaan tanah.
3. Struktur tanah, adalah denah partikel-partikel tanah yang strukturnya total. Struktur tanah mempengaruhi kapasitas tanah untuk mengasimilasi air tanah. Desain tanah berbutir dan tanah bebas memiliki kapasitas luar biasa untuk mengalirkan air luapan, sehingga mengurangi laju luapan dan memajukan pengembangan pabrik. Daya tembus tanah, menunjukkan kemampuan tanah untuk meloloskan air. Tanah dengan daya tembus tinggi meningkatkan laju invasi sepanjang garis ini mengurangi laju luapan.

Tabel 4.13 Koefisien Nilai K Erodibilitas Tanah

Nilai Erodibilitas (K)		
No	Jenis Tanah	Nilai K
1	Alluvial	0,315
2	Grumosol	0,176
3	Latosol	0,075
4	Mediteran	0,323
5	Pedsolik Coklat	0,107
6	Pedsolik Merah Kuning	0,166
7	Regosol	0,346
8	Rendzina	0,251

Sumber: Puslitbang Pengairan Bogor, 1985

Tabel 4.14 Nilai Erodibilitas Tanah Berdasarkan Nilai K

Jenis Tanah	Parangjoho		Nilai K
	Luas (ha)	Persentase (%)	
Aluvial	11,19	0,35	0,315
Grumosol	443,31	13,80	0,176
Latosol	260,54	8,11	0,075
Mediteran	2496,55	77,74	0,323
Total	3211,59	100,00	

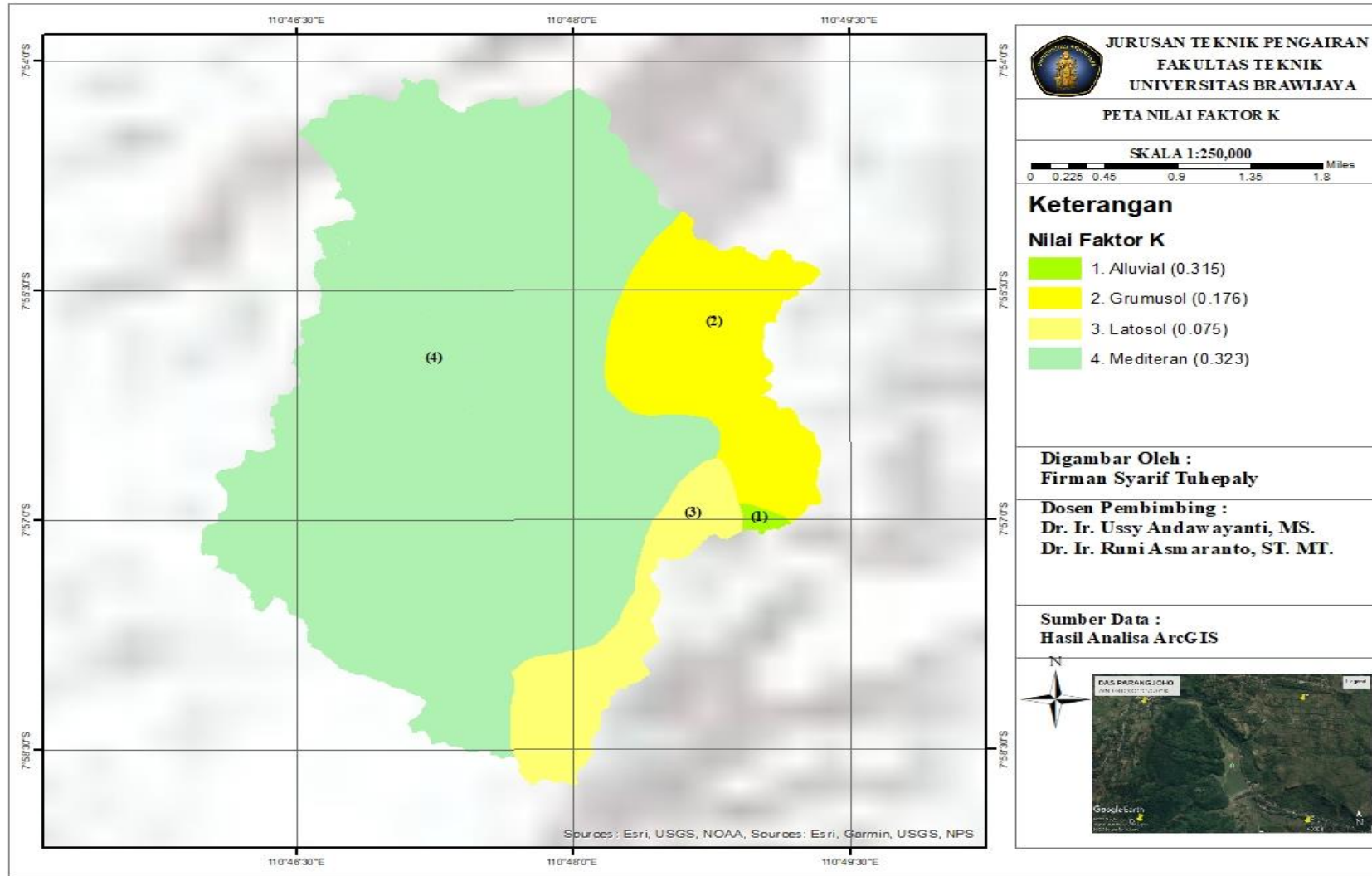
Sumber : Hasil Perhitungan, 2021

Dilihat dari Tabel 4.14, jenis tanah Mediterania menguasai ruang DAS Waduk Parangjoho dengan luas 2.496,55 ha atau 77,74%. Jenis tanah Mediterania pada umumnya dibingkai oleh lapisan batu kapur yang bertahan lama, sehingga mereka memiliki tingkat kesuburan yang sangat rendah. Tanah mediterania memiliki nilai K sebesar 0,323, hal ini menunjukkan bahwa semakin menonjol nilai K maka semakin tinggi pula laju disintegrasinya. Semakin rendah nilai K, semakin aman kotoran tersebut hancur. Setelah Mediterania, jenis tanah kedua yang menguasai pasokan Parangjoho adalah tanah grumosol yang memiliki luas 443,31 ha atau 13,80% dengan nilai K 0,176. Batu-batu ini pada umumnya berbingkai dari batugamping dan batuan sumber tufa vulkanik yang sebagian besar bersifat antasida sehingga tidak ada aksi alami di dalamnya.

Kemudian, pada saat itu terdapat tanah latosol yang memiliki luas 260,54 ha atau 13,80% dengan nilai K 0,075, bukan tanah masa lalu, tanah latosol merupakan jenis tanah tua yang berbentuk dari batu yang melewati lebih lanjut siklus abadi. Kotoran ini memiliki sifat asam, zat alami rendah, memiliki permukaan lumpur. Jenis tanah yang terakhir, Aluvial, memiliki ruang sebesar 11,19 ha atau 0,35% dengan nilai K sebesar 0,315. Jenis tanah ini berasal dari residu yang dibawa oleh sungai. Kotoran ini juga biasanya subur karena memiliki kandungan air yang cukup. Kotoran ini juga banyak ditemukan di hilir karena

terbawa dari hulu yang berwarna coklat kehitaman. Selanjutnya adalah klarifikasi tentang jenis tanah yang terjadi di daerah tersebut.





Gambar 4.10 Hasil Nilai Faktor nilai K pada DAS Waduk Parangjoho
Sumber : Hasil Analisa ArcGIS 2021

4.4.3. Faktor Panjang dan Kemiringan (LS)

Menurut Arsyad (2012:365), “panjang lereng (L) diukur mulai dari tempat mulai terjadinya aliran air di atas permukaan tanah sampai ke tempat mulai terjadinya pengendapan yang disebabkan oleh berkurangnya kecurangan lereng ataupun ke tempat aliran air di permukaan tanah masuk ke dalam saluran. Panjang lereng biasanya dengan meter atau feet.”

“Faktor kemiringan lereng juga menyebabkan peningkatan kecepatan limpasan permukaan, menjadikan lebih banyak tanah yang terkikis dan terangkut. Selain itu, tahanan air permukaan menjadi lebih sedikit, karena *slope* yang meningkat mengakibatkan berkurangnya kemampuan alur atau cekungan pada lereng (untuk menahan limpasan)” (FAO, 1965:37).

Pemeriksaan faktor LS di DAS Parangjoho Supply bergantung pada input informasi Computerized Rise Model (DEM). Hasil pengujian faktor LS dengan menggunakan ArcGIS menunjukkan bahwa daerah yang berbatu pada umumnya akan memiliki nilai LS yang tinggi. Pemeriksaan peta faktor LS dengan panduan yang menunjukkan tingkat kemiringan DAS Parangjoho menunjukkan bahwa harga faktor LS sangat dipengaruhi oleh kemiringan dan tinggi kemiringan DAS.

Panjang tanjakan mengacu pada limpahan air permukaan, misalnya daerah di mana terjadi disintegrasi dan kemungkinan adanya sisa kesaksian.

Tabel 4.15 Koefisien Nilai Faktor Kemiringan LS

Kelas Lereng	Kelas Kemiringan Lereng	Nilai LS
Datar	0 – 8	0,4
Landai	8 – 15	1,4
Agak Curam	15 – 25	3,1
Curam	25 – 40	6,8
Sangat Curam	> 40	9,5

Sumber : Kironoto, 2000

Kemiringan lereng berasal dari hasil analisa DEM dimana kelerengan yang di klasifikasikan berdasarkan kelas lereng.

Tabel 4.16 Nilai Faktor Kemiringan Berdasarkan Nilai LS

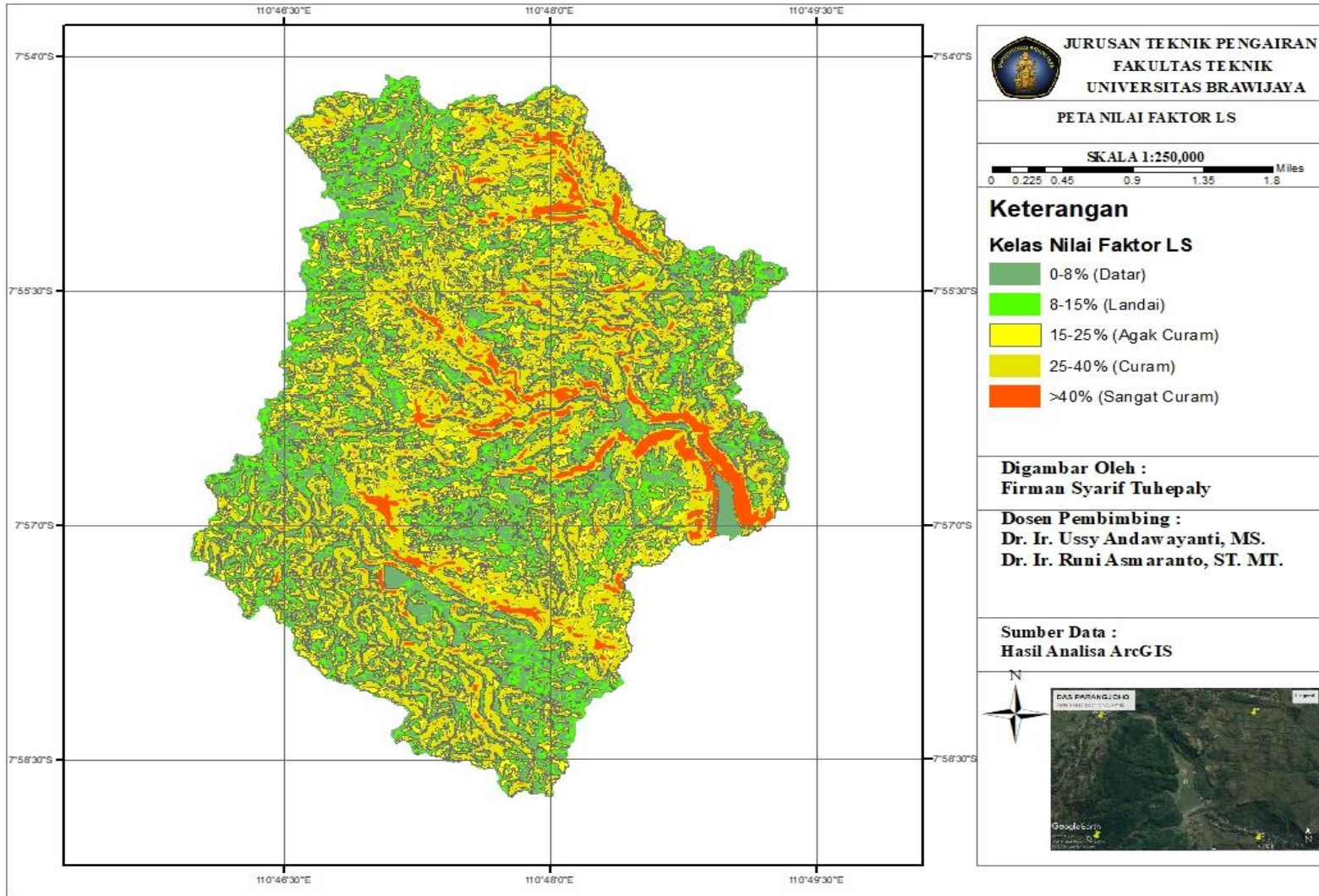
Parangjoho				
Lereng		Luas (ha)	Persentase (%)	LS
0% - 8%	Datar	361,75	11,26	0,4
8% - 15%	Landai	735,10	22,89	1,4

Lanjutan Tabel 4.16 Nilai Faktor Kemiringan Berdasarkan Nilai LS

Parangjoho			
Lereng	Luas	Persentase	LS
	(ha)	(%)	
15% - 25%	Agak Curam	1147,23	35,72
25% - 40%	Curam	795,06	24,76
> 40%	Sangat Curam	172,44	5,37
	Total	3211,59	100,00

Sumber : Hasil Perhitungan, 2021





Gambar 4.11 Hasil Nilai Faktor nilai LS pada DAS Waduk Parangjoho
Sumber : Hasil Analisa ArcGIS 2021

4.4.4. Faktor Pengelolaan Tanaman dan Usaha Konservasi Lahan (CP)

“Faktor vegetasi penutup tanah (C) adalah rasio antara besarnya erosi dari suatu areal dengan vegetasi penutup dan pengelolaan tanaman tertentu, terhadap besarnya erosi dari tanah yang identik tanpa tanaman” (Arsyad, 2012:361). Jika hutan yang teratur dan lebat dengan tutupan pohon dan vegetasi semak menutupi suatu tempat di kisaran 75 dan 100% dari wilayah daratan, maka nilai C akan mendekati 0,001. “Pada kasus terakhir ini, tindakan pencegahan terhadap erosi tidak dibutuhkan” (Goy, 2015: 68). “Faktor konservasi tanah (P) diartikan sebagai rasio kehilangan tanah yang terjadi dari tanah pada suatu areal yang diberi perlakuan pendukung (konservasi) terhadap besarnya erosi dari tanah yang serupa (identik) tanpa tanaman penutup tanah dan diolah seatah lereng. Tindakan konservasi tanah termasuk di antaranya penanaman mengikuti kontur, penanaman dalam strip, guludan dan teras” (Arsyad, 2012:378).

Dampak vegetasi penutup tanah terhadap erosi adalah :

1. Melindungi permukaan tanah dari pengaruh air hujan (mengurangi kecepatan maksimum dan mengurangi luasnya air)
2. Mengurangi kecepatan dan volume air yang mengalir
3. Memegang partikel tanah yang terbentuk melalui kerangka akar dan serasah berikutnya
4. Mempertahankan kemantapan kapasitas tanah dalam menyerap air.

Harga CP dalam pemeriksaan ini segera dikoordinasikan ke dalam unit soliter sebagai peta faktor CP dengan bantuan mengenali harga CP dari penyelidikan sebelumnya. Dalam pengujian ini, korelasi laju disintegrasi dengan penggunaan lahan pada tahun 2020. Tabel 4.20 memberikan ukuran nilai faktor CP untuk berbagai jenis penggunaan lahan. Untuk harga CP yang dimanfaatkan di DAS Repositori Parangjoho cenderung dapat dilihat pada tabel 4.20. Gambar perampasan CP esteem dapat dilihat pada Gambar 4.12.

Tabel 4.17 Nilai faktor C untuk Berbagai Penggunaan Lahan

No	Macam Penggunaan Lahan	Nilai C
1	Hutan atau semak belukar	0,001
2	Sawah	0,01
3	Perladangan	0,4
4	Tanah terbuka	1
5	Padi	0,417
6	Kacang Tanag	0,2
7	Kedelai	0,399
8	Tebu	0,2
9	Pisang	0,6

Lanjutan Tabel 4.17 Nilai faktor C untuk Berbagai Penggunaan Lahan

No	Macam Penggunaan Lahan	Nilai C
10	Talas	0,85
11	Jagung	0,7

Sumber : Suripin (2002:79) dalam Asmaranto et al (2012)

Tabel 4.18 Nilai faktor C untuk Berbagai Jenis Tanaman

No	Jenis Tanaman	Nilai C
1.	Lahan tanpa tanaman	1,0
2.	Semak : tak terganggu sebagian berumput	0,01 0,1
3.	Kebun : campuran asli kebun pekarangan	0,02 0,07 0,2

Sumber : Utomo dalam erosi dan konservasi tanah (1994, p.151)

Tabel 4.19 Nilai Faktor P Berdasarkan Konservasi Tanah

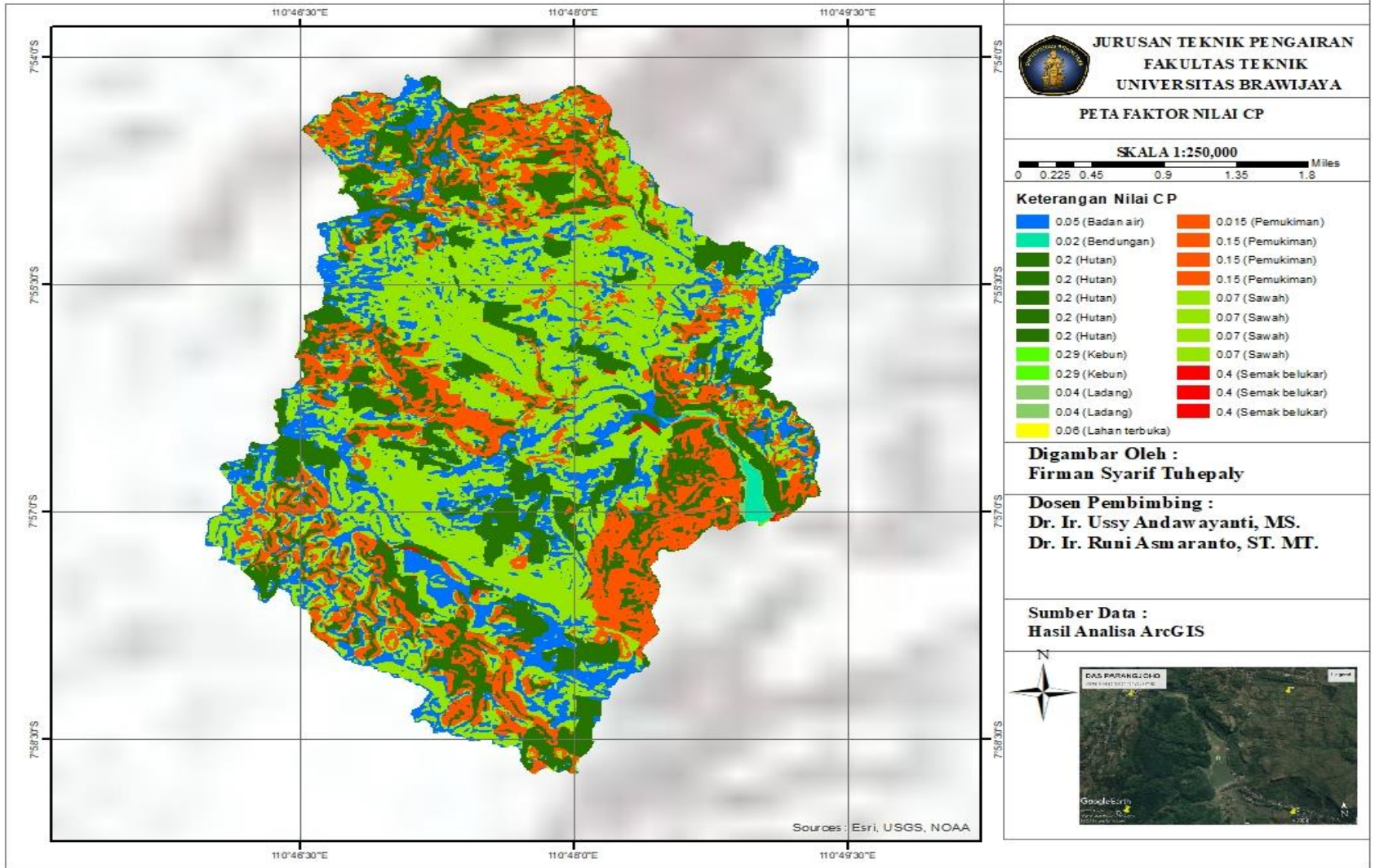
No	Tindakan Khusus Konservasi Tanah	Nilai P
1.	Teras bangku : Konstruksi baik Konstruksi sedang Konstruksi kurang baik Teras tradisional	0,04 0,15 0,35 0,40
2.	Strip tanaman rumput Bahia	0,40
3.	Pengolahan tanah dan penanaman menurut garis kontur Kemiringan 0%-80% Kemiringan 9%-20% Kemiringan lebih dari 20%	0,50 0,75 0,90
4.	Tanpa tindakan konservasi	1

Sumber : Arsyad (2012:372)

Tabel 4.20 Rekapitulasi Tata Guna Lahan di Waduk Parangjoho

Penggunaan lahan	C	P	CP	Luas (ha)	Presentase (%)
Badan Air	0.05	0.5	0.025	20,901	0,650
Bendungan	0.4	0.5	0.2	0,783	0,024
Hutan	0.001	0.5	0.0005	1,336,517	41,572
Kebun	0.07	0.5	0.035	112,464	3,498
Ladang	0.4	0.5	0.2	275,254	8,562
Lahan Terbuka	1	0.5	0.5	3,516	0,109
Pemukiman	0.6	0.5	0.3	425,041	13,221
Sawah	0.01	0.5	0.005	1,030,289	32,047
Semak Belukar	0.001	0.75	0.00075	10,181	0,317
Total				3211,59	100,000

Sumber : Hasil Perhitungan 2021



Gambar 4.12 Hasil Nilai Faktor Pengelolaan Tanaman dan Usaha Konservasi Lahan (CP) pada DAS Waduk Parangjoho
Sumber : Hasil Analisa ArcGIS 2021

4.5. Perhitungan Total Erosi

Tujuan utama dilakukannya Perhitungan total erosi adalah untuk menentukan jumlah agregat tanah terlarut secara umum dari DAS Parangjoho. Sehingga nantinya nilai disintegrasi yang telah ditentukan dapat dimanfaatkan untuk perhitungan sedimen yang sampai pada badan air saat ini di DAS Parangjoho.

Dari perkiraan pada tabel 4.21 kita dapat melihat bahwa erosi sempurna adalah hasil dari laju erosi (ton/ha/tahun) dan wilayah (ha). Wilayah di sini adalah jenis ukuran poligon setelah ukuran transformasi peta laju erosi. Tabel 4.21 didapat dari data overlay di ArcGIS dan data perhitungan nilai R, K, LS, C, P untuk menghitung nilai laju erosi yang akan ditampilkan dilampiran.

Tabel 4.21 Rekapitulasi Nilai Total Erosi

No	R	K	LS	C	P	Tutupan Lahan	Laju erosi (ton/ha/th)	Luas (ha)	Erosi Total (ton/th)
1	729,92	0,323	0,4	0,001	0,5	Hutan	0,047	0,401	0,019
2	729,92	0,323	0,4	0,4	0,5	Ladang	18,861	0,030	0,559
3	729,92	0,323	0,4	0,4	0,5	Ladang	18,861	0,054	1,010
4	729,92	0,323	0,4	0,001	0,5	Hutan	0,047	0,882	0,042
5	729,92	0,323	0,4	0,07	0,5	Kebun	3,301	0,126	0,416
6	729,92	0,323	0,4	0,07	0,5	Kebun	3,301	0,000	0,001
7	729,92	0,323	0,4	0,001	0,5	Hutan	0,047	0,093	0,004
8	729,92	0,323	0,4	0,07	0,5	Kebun	3,301	0,250	0,825
9	729,92	0,323	0,4	0,07	0,5	Kebun	3,301	0,587	1,939
10	729,92	0,323	0,4	0,07	0,5	Kebun	3,301	0,000	0,000
11	729,92	0,323	0,4	0,07	0,5	Kebun	3,301	0,257	0,848
12	729,92	0,323	0,4	0,6	0,5	Pemukiman	28,292	1,350	38,186
13	729,92	0,323	0,4	0,6	0,5	Pemukiman	28,292	1,719	48,632
14	729,92	0,323	0,4	0,01	0,5	Sawah	0,472	0,019	0,009
15	729,92	0,323	0,4	0,01	0,5	Sawah	0,472	0,212	0,100
...
7334	729,92	0,075	6,8	0,5	0,75	Pemukiman	167,517	0,024	3,999
Jumlah							484726	3211,59	200153

Sumber : Hasil Perhitungan 2021

Contoh Perhitungan :

$$\text{Laju Erosi} = R \times K \times LS \times C \times P$$

$$= 729,92 \times 0,323 \times 0,4 \times 0,001 \times 0,5$$

$$= 0,047 \text{ ton/ha/th}$$

$$\text{Erosi total} = \text{Laju Erosi} \times \text{Luas}$$

$$= 0,047 \times 0,401$$

$$= 0,019 \text{ ton/th}$$

Dari contoh perhitungan di atas kita mengetahui nilai erosi total dibaris pertama. Kemudian untuk mengetahui nilai total erosi per tahun yang terjadi pada DAS Parangjoho, maka dilakukan penjumlahan penjumlahan semua erosi (ton/th) pada semua cell yang ada. Maka dari tabel 4.21 jika penjumlahan semua cell pada erosi total didapat angka taksiran total erosi tahunan yang terjadi pada DAS Parangjoho adalah 200.153 ton/tahun.

4.6. Perhitungan Laju Erosi Rata-rata DAS Waduk Parangjoho

“Setelah didapatkan nilai erosi total yang terjadi pada DAS Waduk Parangjoho, maka kita dapat menentukan laju erosi rata-rata yang terjadi pada DAS Waduk Parangjoho adalah dengan menggunakan rumus berikut” (Arsyad, 2012:375). Nilai total erosi dan luas DAS sesuai dengan tabel 4.22, Maka perhitungan sebagai berikut.:

$$\text{Total Erosi} = 200.153 \text{ ton/th}$$

$$\text{Luas Das Waduk Parangjoho} = 3211,59 \text{ ha} = 32,12 \text{ km}^2 = 32115,89 \text{ m}^2$$

$$\text{Berat Jenis Tanah} = 1,3 \text{ ton/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Laju erosi rata-rata (E)} &= \frac{\text{Jumlah Erosi Total}}{\text{Luas}} \\ &= \frac{200.153}{3211,59} \\ &= 62,322 \text{ ton/ha/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tebal erosi} &= \frac{\text{Laju erosi rata-rata}}{(\text{Berat Jenis Tanah} \times \text{luas})} \\ &= \frac{(62,322 \times 10^3)}{((1,3 \times 10^3) \times (32115,89 \times 10^3))} \\ &= 1,49 \text{ mm/tahun} \end{aligned}$$

Jadi, diperkirakan hasil erosi rata-rata adalah sebesar 62,322 ton/ha/tahun. Sehingga diperoleh tebal erosi yang terjadi sebesar 1,49 mm/tahun.

4.7. SDR (*Sediment Delivery Ratio*) DAS Waduk Parangjoho

Persamaan USLE digunakan untuk memperkirakan laju erosi tahunan yang terjadi pada DAS Parangjoho. Prediksi laju erosi dengan mengalikan (*multiply*) faktor R, K, LS dan CP dengan bantuan tool “*Raster Calculator*” yang tersedia pada ArcGIS. Laju erosi pada DAS Parangjoho tahun 2020 dapat diketahui laju erosi dengan melakukan perhitungan SDR (*Sediment Delivery Ratio*).

“SDR (*Sediment Delivery Ratio*) merupakan rasio perbandingan jumlah sedimen yang terangkut masuk ke dalam badan air/sungai dengan jumlah erosi yang terjadi di hulu DAS.

Apabila nilai SDR mendekati satu, artinya semua tanah yang terangkut erosi masuk kedalam sungai, sebaliknya bila nilai SDR mendekati nol, maka laju erosi pada DAS tersebut sangat kecil dan menunjukkan bahwa DAS tersebut dalam kategori baik. Sediment Delivery Ratio dapat dirumuskan dengan” (DPU Dirjen pengairan, 1999) :

$$\text{SDR} = S \times \frac{(1 - 0,8683(A^{-0,2018}))}{2(S + 50,0,035)} + 0,8683(A^{-0,2018}) \quad (4-3)$$

dengan:

SDR = sediment delivery ratio

A = luas DAS (km²)

S = kemiringan lereng permukaan DAS (%)

n = koefisien kekasaran permukaan DAS (*Manning*)

Tabel 4.22 Rekapitulasi Perhitungan SDR dan Laju Erosi Waduk Parangjoho

Keterangan	Satuan	2020
Luas DAS	Km ²	32,12
SDR		0,214
Total Erosi	ton/th	200.153
Laju Erosi	ton/th/ha	62,322
Berat Jenis Tanah	Ton/m ³	1,30

Sumber : Hasil Perhitungan 2021

Maka perhitungan sebagai berikut :

- Luas DAS Waduk Parangjoho (A) = 3211,59 ha = 32,12 km²
- Kemiringan rata permukaan lereng = 20,58% (Analisa GIS)
- Koefisien kekasaran manning = 0,035
- $$\text{SDR} = S \times \frac{(1 - 0,8683(A^{-0,2018}))}{2(S + 50,0,035)} + 0,8683(A^{-0,2018})$$

$$= 20,58\% \times \frac{(1 - 0,8683(3211,590^{-0,2018}))}{2(20,58\% + 50,0,035)} + 0,8683(3211,590^{-0,2018})$$

$$= 0,214$$
- Total erosi = 200.153 ton/tahun
- Berat Jenis Tanah = 1,30 ton/m³

4.8. Tingkat Bahaya Erosi (TBE) DAS Waduk Parangjoho

Tingkat Bahaya Erosi (TBE) adalah perkiraan jumlah tanah yang hilang maksimum yang akan terjadi pada suatu lahan, bila pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi tanah

tidak mengalami perubahan. Analisis TBE secara kuantitatif dapat menggunakan formula yang dirumuskan oleh Wischmeier dan Smith (1978). Hasil perhitungan nilai laju erosi dengan menggunakan rumus USLE kemudian diklasifikasi menjadi lima kelas, yaitu sangat ringan, ringan, sedang, berat, dan sangat berat.

Tabel 4.23 Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi (TBE) Waduk Parangjoho
Kelas Bahaya Erosi (ton/ha/thn)

Kedalaman Solum Tanah	I	II	III	IV	V
	<15	15-60	60-150	150-450	>450
Dalam (>90)	SR	R	S	B	SB
Sedang (60-90)	R	S	B	SB	SB
Dangkal (30-60)	SR	B	SB	SB	SB
Sangat Dangkal <30	B	SB	SB	SB	SB

Sumber : Utomo (1995,p.59)

Keterangan :

SR = Sangat Ringan

R = Ringan

S = Sedang

B = Berat

SB = Sangat Berat

Contoh Analisa tingkat bahaya erosi pada DAS Waduk Parangjoho :

Laju Erosi = 62,322 ton/ha/tahun

Kedalaman Solum = 60-90

Kelas = III

Kondisi = B (Berat)

Tabel 4.24 Tingkat Bahaya Erosi (TBE) Waduk Parangjoho 2020

Tingkat Bahaya Erosi (TBE)	Luas Total (ha)	Presentase (%)
Sangat Ringan	983,761	30,63%
Ringan	1,349,045	42%
Sedang	633,849	19,73%
Berat	201,483	6,27%
Sangat Berat	43,451	1,37%
Luas Total	3,211,590	100%

Sumber : Hasil Perhitungan 2021

4.9. Analisa Lahan Kritis

Dalam penentuan nilai kekritisan lahan tersebut termasuk lahan kritis atau tidak dalam penelitian ini, karena keterbatasan data, dalam menganalisa tingkat kekritisan lahan

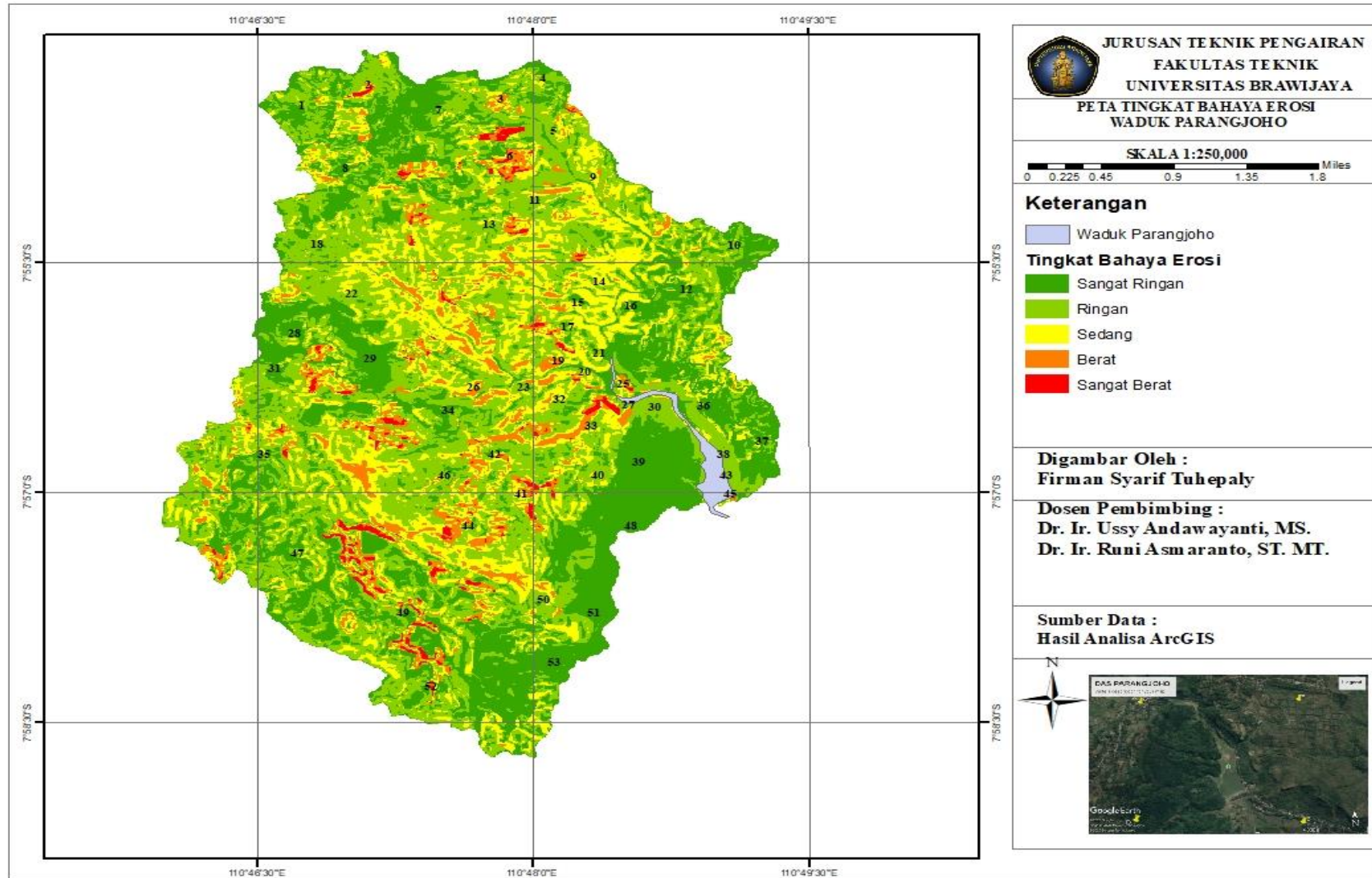
berdasarkan nilai Tingkat Bahaya Erosi (TBE). Contohnya pada TBE tabel 4.24 dimana nilai TBE dengan kriteria berat termasuk dalam kekritisan lahan dengan kondisi kritis. Hasil nilai kekritisan lahan pada DAS Parangjoho ini akan diinput ke ArcGIS untuk mendapat hasil penggambaran tingkat kekritisan lahan.

Tabel 4.25 Klasifikasi Lahan Kritis Waduk Parangjoho 2020

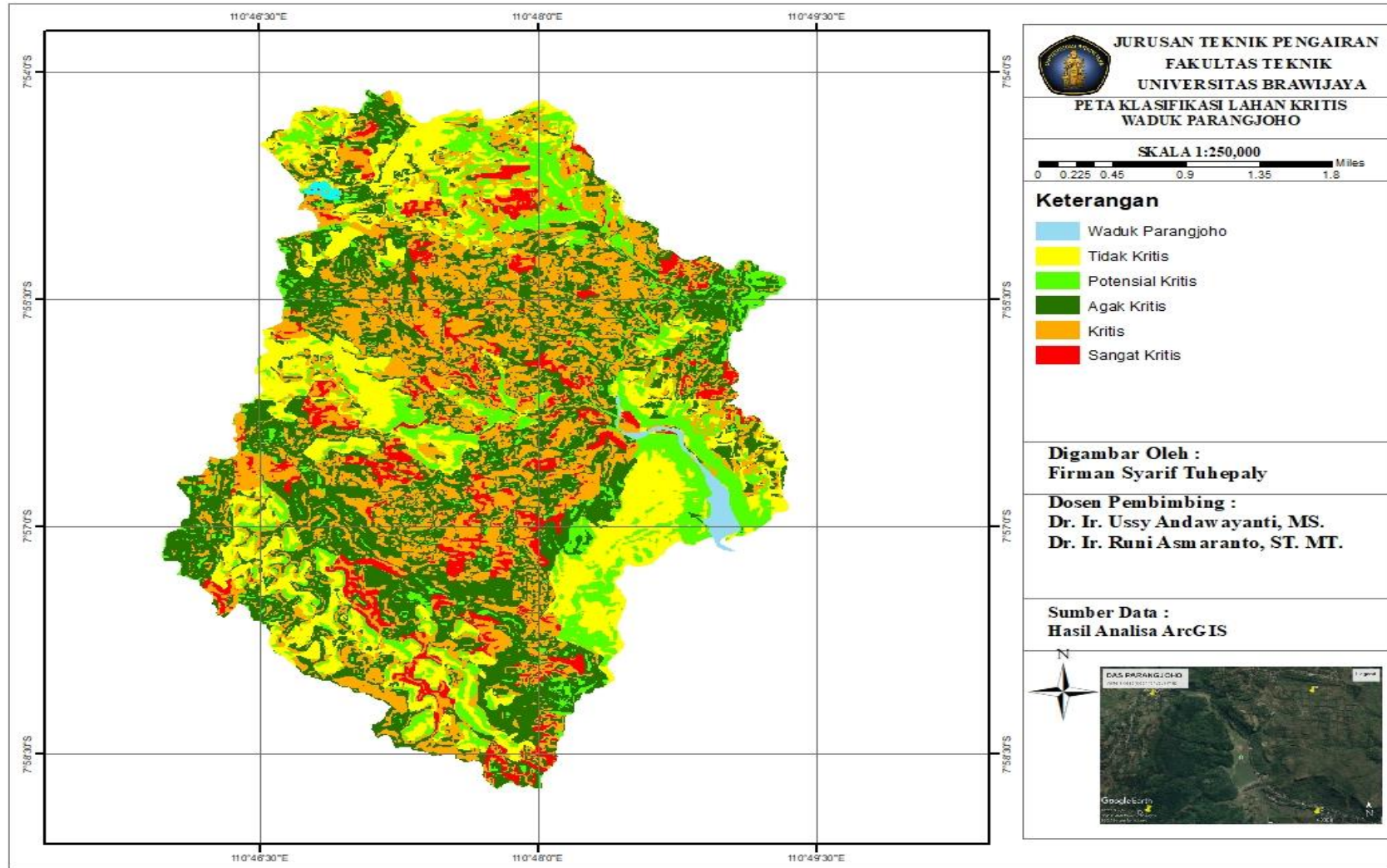
Klasifikasi lahan kritis	Luas lahan	
	(ha)	(%)
Tidak kritis	589.76	18.34%
Potensial kritis	458.7	14.27%
Semi kritis	1024.42	31.87%
Kritis	928.76	28.89%
Sangat kritis	213.17	6.63%
Total	3211,590	100%

Sumber : Hasil Perhitungan 2021





Gambar 4.13 Peta Hasil Nilai Faktor Tingkat Bahaya Erosi pada DAS Waduk Parangjoho
Sumber : Hasil Analisa ArcGIS 2021



Gambar 4.14 Peta Lahan Kritis Waduk Parangjoho
Sumber : Hasil Perhitungan 2021

4.10. Analisis Sedimen

“Hasil sedimen (*sediment yield*) biasanya turut diperhitungkan karena diperlukan untuk konservasi tanah dan air, studi kelayakan untuk pembangunan bendungan dan lainnya” (Arsyad, 2012). “Hasil sedimen merupakan jumlah tanah yang mencapai badan air setelah proses transportasi dan deposisi sedimen pada lahan. Hasil sedimen di DAS Parangjoho diprediksi menggunakan rumus umum berikut” (Asdak, 2004):

$$Y = E \cdot (SDR) \cdot W_s \dots \dots \dots (4.4)$$

Keterangan :

Y = Besarnya Laju Sedimen

E = Laju erosi rata-rata (ton/ha/tahun)

SDR = Sediment delivery ratio

Ws = Luas (ha)

Maka Perhitungn :

$$Y = E \times (SDR) \times W_s$$

$$= 62,322 \times (0,214) \times 3211,59$$

$$= 42.832 \text{ ton/tahun}$$

Prediksi hasil sedimen tahunan yang mencapai adalah sebesar 42.832 ton/tahun.

4.11. Estimasi *Trap Efisiensi* Waduk Parangjoho

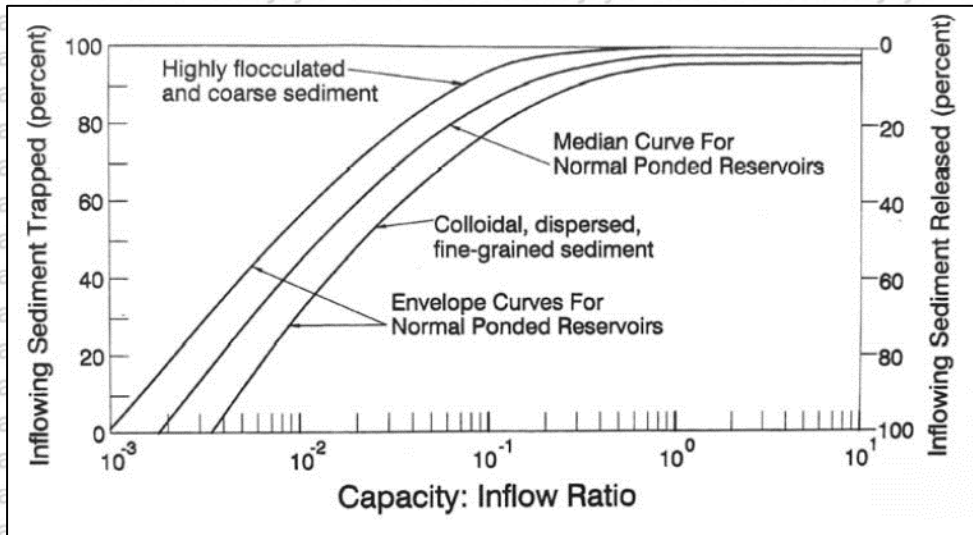
Trap efisiensi (efisiensi tangkapan) dari suatu waduk didefinisikan sebagai perbandingan jumlah sedimen yang mengendap dengan inflow sedimen total dan tergantung pada kecepatan jatuh partikel sedimen awal di atas dan rata-rata aliran yang lewat waduk. Kecepatan jatuh partikel dipengaruhi oleh bentuk dan ukuran partikel, viskositas air dan komposisi kimia dari air.

Metode untuk mengestimasi *trap efisiensi* waduk secara empiris didasarkan pada endapan sedimen yang diukur dalam jumlah yang besar terhadap waduk.

4.11.1. Metode Brune

“Gunnar Brune” telah mengemukakan bahwa kurva “*envelope*” untuk penggunaan dengan waduk normal yang memakai hubungan kapasitas waduk-waduk inflow dari waduk (Kurva ini ditunjukkan pada gambar dibawah). Waduk-waduk yang dipakai untuk mengembangkan hubungan ini merupakan waduk tipe tampungan (*storage*) dan kurva ini

tidak direkomendasikan untuk menghitung trap efisiensi dari *desilting basin, flood retarding structure, atau semi dray reservoir*.



Gambar 4.15 Metode Brune
 Sumber : *Linsley, 1986: 157*

“Pada perhitungan ini akan digunakan *trap efisiensi* secara numeris dengan persamaan”

(Brune, 1993) :

$$Y = 100 \left(1 - \frac{1}{1+ax}\right)^n \dots\dots\dots(4-5)$$

Keterangan :

1. Y = efektifitas tampungan
2. x = perbandingan kapasitas waduk dengan debit maksimum
3. a = konstanta
4. n = konstanta

Tabel 4.26 Hasil Analisa *Trap Efisiensi* Meotde Brune Waduk Parangjoho 2020

Tahun	Volume (juta m ³)	Δ V (juta m ³)	Δ V Kum (juta m ³)	V/I	Trap Efisiensi (%)		Volume Endap (juta m ³)	Waktu Endap (Tahun)	Kumulatif (Tahun)
					Brune's	Rata-rata			
1	771419	0	0	0.12	88.88				
2	758246	4283	4283	0.12	88.70	88.79	11696	0.37	0.37
3	745074	4283	8566	0.12	88.52	88.61	11673	0.37	0.73
4	731901	4283	12849	0.12	88.34	88.43	11649	0.37	1.10
5	718728	4283	17132	0.11	88.14	88.24	11624	0.37	1.47
6	705556	4283	21415	0.11	87.95	88.05	11598	0.37	1.84
7	692383	4283	25698	0.11	87.74	87.84	11571	0.37	2.21
8	679211	4283	29981	0.11	87.53	87.63	11544	0.37	2.58

Lanjutan Tabel 4.26 Hasil Analisa *Trap Efisiensi* Meotde Brune Waduk Parangjoho 2020

Tahun	Volume	ΔV	ΔV Kum	V/I	Trap Efisiensi (%)		Volume Endap	Waktu Endap	Kumulatif
	(juta m ³)	(juta m ³)	(juta m ³)		Brune's	Rata-rata	(juta m ³)	(Tahun)	(Tahun)
9	666038	4283	34264	0.11	87.31	87.42	11515	0.37	2.95
10	652866	4283	38547	0.10	87.08	87.19	11486	0.37	3.32
11	639693	4283	42830	0.10	86.84	86.96	11455	0.37	3.70
12	626520	4283	47113	0.10	86.60	86.72	11423	0.37	4.07
13	613348	4283	51396	0.10	86.34	86.47	11390	0.38	4.45
14	600175	4283	55679	0.10	86.08	86.21	11356	0.38	4.83
15	587003	4283	59962	0.09	85.80	85.94	11321	0.38	5.20
16	573830	4283	64245	0.09	85.52	85.66	11284	0.38	5.58
17	560658	4283	68528	0.09	85.22	85.37	11245	0.38	5.97
18	547485	4283	72811	0.09	84.91	85.07	11205	0.38	6.35
19	534312	4283	77094	0.08	84.59	84.75	11164	0.38	6.73
20	521140	4283	81377	0.08	84.25	84.42	11120	0.39	7.12
21	507967	4283	85660	0.08	83.90	84.07	11075	0.39	7.50
22	494795	4283	89943	0.08	83.53	83.71	11027	0.39	7.89
23	481622	4283	94226	0.08	83.14	83.34	10977	0.39	8.28
24	468450	4283	98509	0.07	82.74	82.94	10925	0.39	8.67
25	455277	4283	102792	0.07	82.31	82.53	10871	0.39	9.07
26	442104	4283	107075	0.07	81.87	82.09	10813	0.40	9.46
27	428932	4283	111358	0.07	81.40	81.63	10753	0.40	9.86
28	415759	4283	115641	0.07	80.91	81.15	10690	0.40	10.26
29	402587	4283	119924	0.06	80.39	80.65	10623	0.40	10.67
30	389414	4283	124207	0.06	79.84	80.11	10553	0.41	11.07
31	376242	4283	128490	0.06	79.26	79.55	10478	0.41	11.48
32	363069	4283	132773	0.06	78.64	78.95	10399	0.41	11.89
33	349896	4283	137056	0.06	77.99	78.31	10316	0.42	12.31
34	336724	4283	141339	0.05	77.29	77.64	10227	0.42	12.73
35	323551	4283	145622	0.05	76.55	76.92	10133	0.42	13.15
36	310379	4283	149905	0.05	75.77	76.16	10032	0.43	13.58
37	297206	4283	154188	0.05	74.92	75.34	9925	0.43	14.01
38	284034	4283	158471	0.05	74.02	74.47	9810	0.44	14.44
39	270861	4283	162754	0.04	73.05	73.53	9686	0.44	14.89
40	257688	4283	167037	0.04	72.00	72.53	9554	0.45	15.33
41	244516	4283	171320	0.04	70.87	71.44	9410	0.46	15.79
42	231343	4283	175603	0.04	69.65	70.26	9255	0.46	16.25
43	218171	4283	179886	0.03	68.32	68.99	9087	0.47	16.72
44	204998	4283	184169	0.03	66.87	67.60	8904	0.48	17.20
45	191826	4283	188452	0.03	65.28	66.08	8704	0.49	17.70
46	178653	4283	192735	0.03	63.53	64.41	8484	0.50	18.20
47	165480	4283	197018	0.03	61.61	62.57	8242	0.52	18.72
48	152308	4283	201301	0.02	59.46	60.53	7974	0.54	19.26

Lanjutan Tabel 4.26 Hasil Analisa *Trap Efisiensi* Meotde Brune Waduk Parangjoho 2020

Tahun	Volume (juta m ³)	Δ V (juta m ³)	Δ V Kum (juta m ³)	V/I	Trap Efisiensi (%)		Volume Endap (juta m ³)	Waktu Endap (Tahun)	Kumulatif (Tahun)
					Brune's	Rata-rata			
49	139135	4283	205584	0.02	57.07	58.27	7675	0.56	19.82
50	125963	4283	209867	0.02	54.39	55.73	7341	0.58	20.40
51	112790	4283	214150	0.02	51.36	52.88	6965	0.61	21.01
52	99618	4283	218433	0.02	47.91	49.64	6538	0.66	21.67
53	86445	4283	222716	0.01	43.96	45.93	6051	0.71	22.38
54	73272	4283	226999	0.01	39.39	41.68	5490	0.78	23.16
55	60100	4283	231282	0.01	34.08	36.74	4839	0.89	24.04
56	46927	4283	235565	0.01	27.86	30.97	4080	1.05	25.09
57	33755	4283	239848	0.01	20.58	24.22	3191	1.34	26.44
58	20582	4283	244131	0.00	12.20	16.39	2159	1.98	28.42
59	13173	4283	248414	0.00	7.18	9.69	1277	3.36	31.77
60	0								
Usia Guna Waduk									31.77

Sumber : Hasil Perhitungan 2021

Keterangan :

LWL = low water level

NWL = normal water level

Δ V = nilai sedimen yield

Maka perhitungan sebagai berikut :

1. Pada elevasi 184 (LWL) volume tampungan untuk tampungan mati sebesar 0 m³.
2. Pada elevasi 196 (NWL) volume tampungan 771419 m³
3. Nilai Δ V didapat dari nilai sedimen yield
4. Nilai kumulatif Δ V didapat dari perhitungan jumlah Δ V sebelumnya.
5. Dengan harga V/I = 0,12 dari grafik Brune diperoleh efisiensi = 88,88%

6. Efisiensi baris kedua 88,79%

$$7. \text{ Efisiensi rerata} = \frac{(\text{efisiensi baris pertama} + \text{efisiensi baris kedua})}{2}$$

$$= \frac{(88,80 + 88,70)}{2}$$

$$= 88,79 \%$$

8. Rerata peningkatan volume pertahun dari bathime

$$Q_{\text{sed}} \text{ setahun} = \frac{V_{2016} - V_{2020}}{4}$$

$$= \frac{824109 - 771418}{4}$$

$$= 13172 \text{ m}^3$$

9. Dengan efisiensi rerata sebesar 88,79%, sedimen yang mengendap adalah inflow sedimen tahunan dikalikan dengan efisiensi rerata maka jumlah sedimen yang mengendap.

$$\begin{aligned} \text{Volume endap} &= \frac{Q_{\text{sed setahun}} \times \text{efisiensi rerata}}{100} \\ &= \frac{13172 \times 88,79}{100} \\ &= 11.696 \text{ juta m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu endap} &= \frac{\Delta V}{\text{Volume endap}} \\ &= \frac{4283}{11696} \\ &= 0,37 \text{ tahun} \end{aligned}$$

10. Untuk mengetahui estimasi perkiraan sedimen yang mengendap di waduk maka nilai analisis sedimen dikalikan *trap efisiensi*.

$$\begin{aligned} \text{Estimasi Sedimen di waduk} &= \frac{\text{Sedimen Yield}}{\text{Berat Jenis Tanah}} \times \text{trap efisiensi} \\ &= \frac{42.832}{1,30} \times 88,79 \% \\ &= \frac{32.947 \times 88,79}{100} \\ &= 39.254 \text{ m}^3/\text{th} \end{aligned}$$

11. Waktu pengendapan dari berbagai elevasi dikumulatikan untuk mendapatkan usia guna waduk. Dari perhitungan didapatkan usia guna waduk 32 tahun.

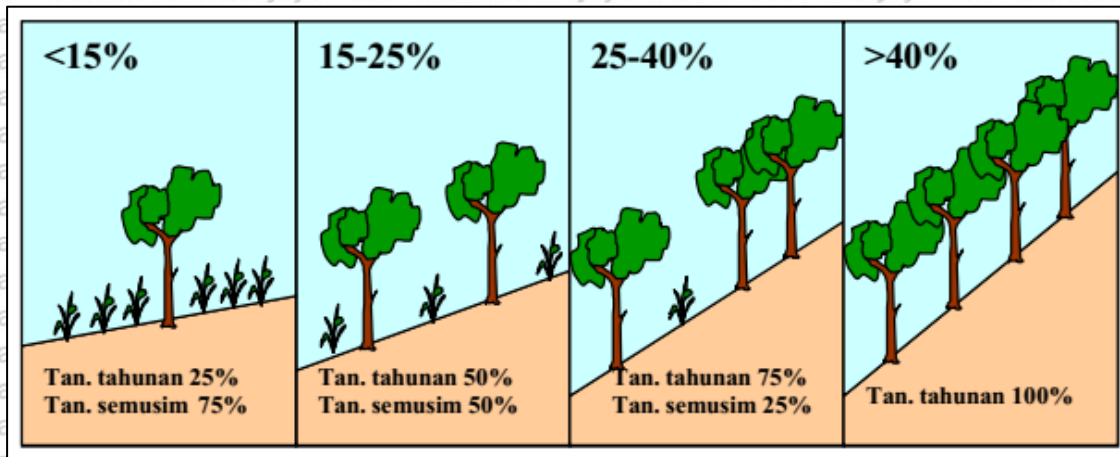
4.12. Arahan Konservasi Lahan

“Arahan konservasi lahan dengan prinsip menutup tanah untuk melindunginya dari efek jatuhnya hujan, meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah untuk mengurangi limpasan permukaan, memperbaiki stabilitas agregat tanah dan meningkatkan kekasaran permukaan untuk menurunkan kecepatan limpasan permukaan” (Morgan, 2005:153). Metode yang saya gunakan pada studi ini adalah dengan menggunakan metode vegetatif karena di daerah waduk parangjoho masih banyak nya kawasan hutan dan sawah pada daerah tersebut.

4.12.1. Metode Vegetatif

“Metode vegetatif adalah suatu cara pengelolaan lahan miring dengan menggunakan tanaman sebagai sarana konservasi tanah” (Seloliman, 1997). “antara lain pertanaman menurut strip (*strip cropping*), penggunaan sisa-sisa tanaman, geotekstil (*geotextile*), strip tumbuhan penyangga (*riparian buffer strips*), tanaman penutu tanah, pergiliran tanaman, agroforestri (*agroforestry*) (Arsyad, 2012)”.

Salah satu penerapan dalam penanganan masalah erosi menggunakan metode vegetatif itu penghutan Kembali (*reforestation*) secara umum yaitu untuk mengembalikan dan memperbaiki kondisi ekologi dan hidrologi suatu wilayah dengan tanaman pohon-pohonan.



Gambar 4.16 Acuan Umum Proporsi Tanaman pada Kemiringan Lahan yang Berbeda (P3HTA, 1987)

Sumber : Teknik konservasi tanah secara vegetative

Tabel 4.27 Perencanaan Tanaman

Tanaman Musiman	Tanaman Tahunan
Tembakau	Mangga
Jagung	Kelapa
Kacang Tanah	Jeruk
Pisang	Jati
Kedelai	Mahoni

Sumber : Hasil Analisa 2021

Rencana Pengelolaan Waduk Parangjoho dengan pertimbangan untuk tanaman musiman ditanam dengan jarak tanam sekitar 0,6 m – 1 m, serta tanaman tahunan dengan jarak tanam antara 2 m - 15 m. Jenis tanaman musiman yaitu padi, jagung, kacang tanah, pisang, kedelai sedangkan Tanaman Tahunan yaitu mangga kelapa, jeruk, talas, tebu.

Tabel 4.28 Rekapitulasi Metode Vegetatif Waduk Parangjoho

Lereng		Parangjoho				
		Luas (ha)	Persentase (%)	Persentase (%)	Arahan Konservasi	
					Luas T. Musiman (ha)	Luas T. Tahunan (ha)
0% - 8%	Datar	361,75	11,26	T. Musiman 75%, T. Tahunan 25%	271,3125	90,4375
8% - 15%	Landai	735,1	22,89	T. Musiman 75%, T. Tahunan 25%	551,325	183,775
15% - 25%	Agak Curam	1147,23	35,72	T. Musiman 50%, T. Tahunan 50%	573,615	573,615
25% - 40%	Curam	795,06	24,76	T. Musiman 25%, T. Tahunan 75%	198,765	596,295
> 40%	Sangat Curam	172,44	5,37	T. Tahunan 100%	-	172,44
Total		3211,59	100,00	Jumlah	1595,03	1616,56
				Total	3211,59	

Sumber :Hasil Analisa 2021

4.12.2. Metode Mekanis

Dalam penanganan konservasi lahan ada banyak cara salah satunya adalah dengan menggunakan metode mekanis. Jika metode vegetatif dilakukan dengan cara contohnya dengan reboisasi, penghijauan, penanaman hutan Kembali, dll. Jika metode mekanis salah satu upaya penanganannya dalam masalah erosi adalah *Checkdam*. “*Checkdam* adalah dam penahan sedimen yang harus dibangun di lembah sungai yang cukup dalam untuk menahan, menampung dan mengendalikan sedimentasi, sehingga jumlah sedimen yang mengalir diperkecil” menurut (Khairul Morud, 2002).

Untuk mengatasi permasalahan sedimentasi di waduk Paranghojo diperlukan perencanaan lokasi checkdam guna mengatasi permasalahan sedimentasi yang ada, Perencanaan checkdam direncanakan pada kondisi tingkat kekritisan lahan dengan kondisi kritis dan sangat kritis berikut ini disajikan checkdam eksisting pada Sub DAS 30 :

Tabel 4.29 Checkdam Eksisting pada Sub DAS 30

Checkdam Eksisting Sub DAS 30	
Luas (ha)	24,02
Laju Sedimen Potensial (m ³ /tahun)	392,89
Laju Erosi (ton/ha/th)	7259,40
Berat Jenis Tanah	1,3
Kondisi Kekritisan Lahan	Kritis

Sumber : Hasil Perhitungan 2021

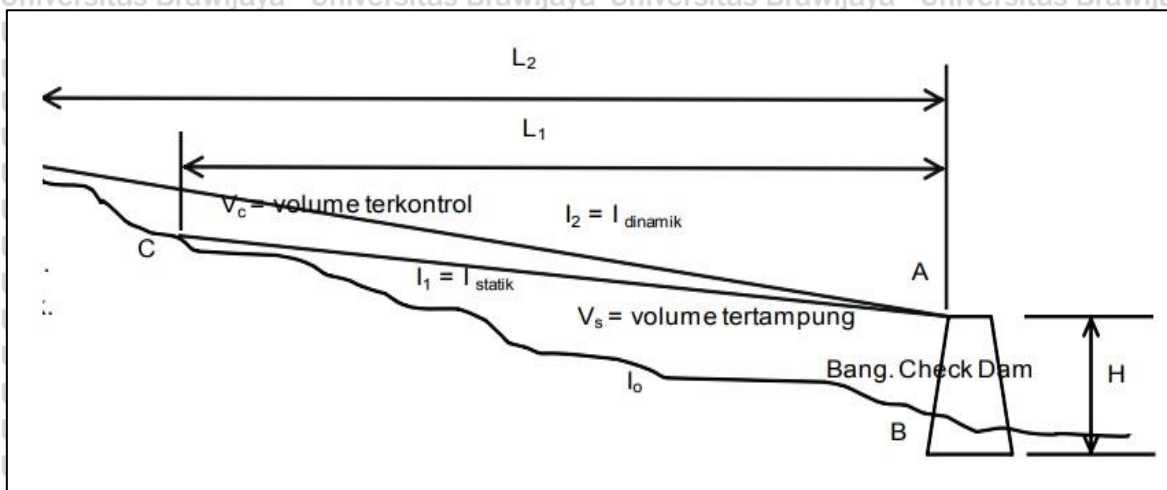
Contoh perhitungan laju erosi sub DAS 30 Checkdam Eksisting :

$$\begin{aligned} \text{Laju Erosi} &= \frac{\text{Laju Sedimentasi Potensial}}{\text{Berat Jenis Tanah}} \times \text{Luas}(A) \\ &= \frac{392,89}{1,30} \times 24,02 \\ &= 7259,40 \text{ ton/ha/th} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y &= E \times (\text{SDR}) \times Ws \\ &= 7259,40 \times 0,214 \times 2402 \\ &= 37.294 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Pada sub DAS 30 diperoleh nilai laju erosi sebesar 7259,40 ton/ha/tahun, Sehingga diperkirakan hasil sedimen tahunan pada sub DAS 30 sebesar 37.294 ton/tahun.

4.12.3. Perhitungan Volume Tampung Sedimen



Gambar 4.17 Basic Design Volume Sedimen

Keterangan :

H = Tinggi bangunan main dam (m)

B = Lebar sungai (m)

I_0 = Kemiringan dasar sungai (m)

I_1 = Kemiringan dasar sedimen tertampung (m)

L_1 = Jarak tampung (m)

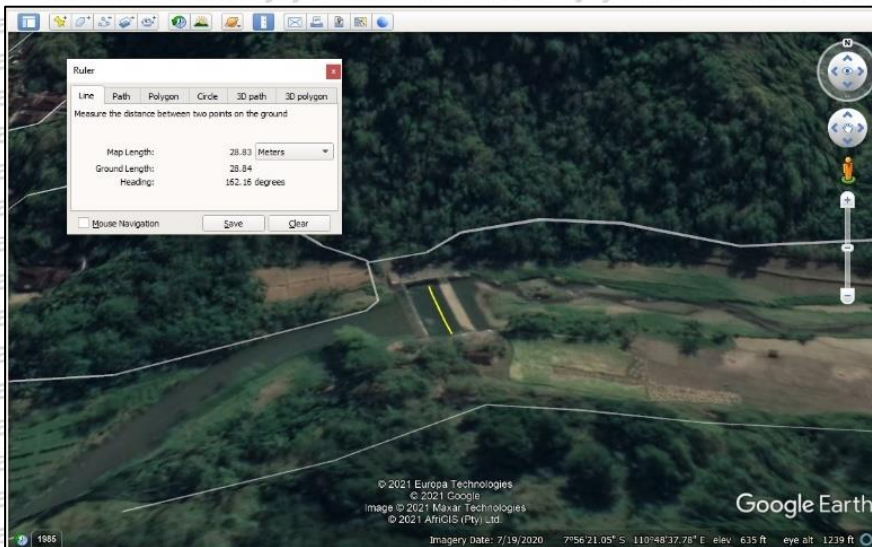
V_s = Volume sedimen tertampung (m^3)

Contoh perhitungan Checkdam reksisting 1 Sub DAS 30 :



Gambar 4.18 Dokumentasi Sub Das 30

Dalam penggambaran melalui Google earth dengan cara klik *Ruler* kemudian ubah satuan ke *meter* maka didapatkan lebar sungai 28,83 m pada Sub. DAS 30 Checkdam Eksisting.



Gambar 4.19 Penggambaran Google earth Lebar Sungai Checkdam Eksisting

$$I_0 = 0,040$$

$$B = 28,83 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi As Bendung} = 5 \text{ m}$$

$$I_{\text{statis}} = \frac{1}{2} \times I_0$$

$$= \frac{1}{2} \times 0,040$$

$$= 0,020$$

$$L_{\text{statis}} = \frac{H}{I_0 - I_s}$$

$$= \frac{5}{0,040 - 0,020}$$

$$= 250 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{statis}} = \frac{H \times B \times L_s}{2}$$

$$= \frac{5 \times 28,83 \times 250}{2}$$

$$= 18019 \text{ m}^3$$

$$I_{\text{dinamis}} = \frac{2}{3} \times I_0$$

$$= \frac{2}{3} \times 0,040$$

$$= 0,027$$

$$L_{\text{dinamis}} = \frac{H}{I_0 - I_d}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{5}{0,040 - 0,027} \\
 &= 375 \text{ m}^2 \\
 V_{\text{total}} &= \frac{H \times B \times L_d}{2} \\
 &= \frac{5 \times 28,83 \times 375}{2} \\
 &= 27028 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Vtampungan checkdam} &= V_{\text{total}} - V_{\text{statis}} \\
 &= 27028 - 18019 \\
 &= 9009 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Maka dengan nilai Volume tampungan Checkdam 6452 m^3 kita dapat mengetahui apakah laju erosi sedimen pada Sub Checkdam Eksisting di Sub DAS 30 dapat tertampung atau tidak.

Perhitungan laju erosi Sub DAS 30 Checkdam Eksisting sebagai berikut :

1. Laju Sedimentasi Potensial = $392,89 \text{ ton/ha/th}$
2. Berat Jenis Tanah = $1,30$
3. Luas = $24,02 \text{ ha}$
4. Laju erosi = $\frac{\text{Laju Sedimentasi Potensial}}{\text{Berat Jenis Tanah}} \times \text{Luas}(A)$
 $= \frac{392,89}{1,3} \times 24,02$
 $= 7259,40 \text{ m}^3/\text{ha/th}$

5. Maka dengan nilai laju erosi $7259,40 \text{ m}^3/\text{ha/th}$ kita dapat mengetahui apakah Volume Tampungan Checkdam Eksisting di Sub DAS 30 dapat menampung laju erosi yang terjadi.

Volume tampungan – Laju Erosi

$$9009 \text{ m}^3 = 7259,40 \text{ m}^3$$

$$1749,98 \text{ m}^3 = \text{OK!}$$

Dapat disimpulkan bahwa Volume tampungan checkdam eksisting pada Sub DAS 30 dengan nilai sebesar 9009 m^3 terbukti efektif untuk menampung laju erosi dengan nilai $1749,98 \text{ m}^3$ yang terjadi pada Sub DAS 30.

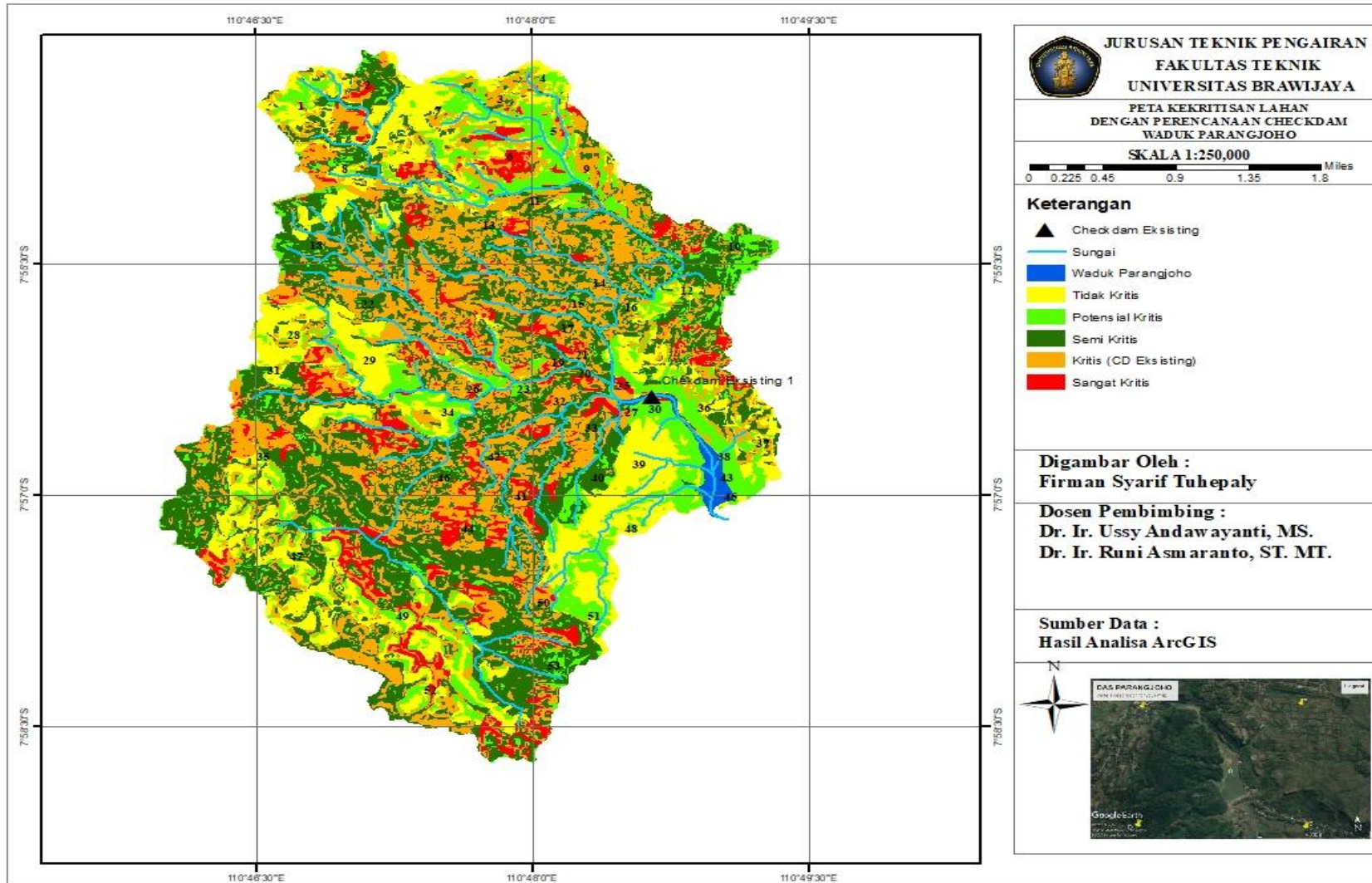
Tabel 4.30 Rekapitulasi Perhitungan Checkdam Eksisting Sub DAS 30

Checkdam Eksisting Sub. DAS 30

Tinggi As Bendung (m)	5
Lebar Sungai (B)	28,83
Slope	0.040
Istatis	0.020
Idinamis	0.027
Lstatis (m ²)	250
Ldinamis (m ²)	375
V. statis (m ³)	18019
V. total (m ³)	27028
V. tampungan (m ³)	9009

Sumber :Hasil Analisa 2021





Gambar 4.20 Peta Lahan Kritis Untuk Penggambaran Checkdam Eksisting pada Sub DAS 30 Waduk Parangjoho
Sumber : Hasil Perhitungan 2021

Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Pada studi ini diperoleh nilai besarnya laju erosi pada DAS Parangjoho
 - a. Hasil Laju Erosi 62,322 ton/ha/tahun dan sedimen dari DAS Waduk Parangjoho diprediksi mencapai total 42.832 ton/tahun, setelah nilai *Sediment Delivery Ratio* (SDR) ditetapkan sebesar 0,214.
 - b. Dari perhitungan *trap efisiensi* dengan metode brune dengan *trap efisiensi* rerata 88,79% diperoleh estimasi sedimen yang mengendap di waduk 39.254 m³/tahun, maka waktu pengendapan dari berbagai elevasi dikumulatifkan didapatkan usia guna waduk 32 tahun.
2. Tingkat Bahaya Erosi (TBE) tahun 2020 di wilayah DAS Waduk Parangjoho meliputi Tingkat Bahaya Erosi dengan presentase di sangat ringan sejumlah 30,63%, ringan 42%, sedang 19,74%, berat 6,27%, dan sangat berat 1,5%.
3. Penanganan konservasi lahan yang optimal pada penelitian ini dilakukan 2 metode dengan metode vegetatif dan mekanis.
 - a. Dengan metode vegetatif rencana Pengelolaan Waduk Parangjoho direncanakan berdasarkan analisa tingkat bahaya erosi per Sub DAS untuk tanaman musiman ditanam dengan jarak tanam sekitar 0,6 m – 1 m, serta tanaman tahunan dengan jarak tanam antara 2 m - 15 m. Jenis tanaman musiman yaitu padi, jagung, kacang tanah, pisang, Kedelai sedangkan Tanaman Tahunan yaitu mangga, kelapa, jeruk, talas, tebu.
 - b. Dengan metode mekanis pada perencanaan konservasi lahan dilakukan dengan pengendalian sedimen yaitu perencanaan checkdam. Perencanaan checkdam direncanakan pada kondisi lahan kritis dan sangat kritis.

5.2. Saran

1. Masih harus dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai tingkat bahaya erosi yang terjadi pada DAS di Waduk Parangjoho, supaya hasilnya lebih maksimal, misalnya dengan metode MUSLE.

2. Kawasan dengan Tingkat Bahaya Erosi (TBE) sedang, berat dan sangat berat diharapkan menjadi prioritas dalam penanganan konservasi lahan.
3. Pengetahuan tentang masalah penyebab erosi juga perlu di tekankan agar warga bisa mengurangi tingkat masalah erosi.



DAFTAR PUSTAKA

- U Andawayanti, E Suhartanto, 2017. Analisis Tingkat Bahaya Erosi dan Arahan Konservasi Lahan dengan Aplikasi GIS di DAS Manikin, Jurnal Teknik Pengairan, Malang.
- Andawayanti, U. (2019). *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Terintegrasi*. Malang: UB Press.
- Arsyad, S. (2012). *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press.
- Asdak, C. (2010). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Badan Informasi Geospasial Republik Indonesia. (2015-2019). *Peta Rupabumi Digital Indonesia*. Bogor. Diperoleh dari <http://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/>.
- Jurusan Tanah Universitas Brawijaya. (2020). *Peta Jenis Tanah dan Kemiringan Lereng pada DAS Parangjoho Wonogiri Jawa Tengah* : Jurusan Tanah Universitas Brawijaya.
- Khairunnisa. (2018). *Analisis Laju Erosi dan Arahan Konversi Lahan Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) pada Sub DAS Lesti Kabupaten Malang Jawa Timur* [skripsi]. Malang: Universitas Brawijaya.
- Razianto, M. Z. (2018). *Analisis Erosi dan Sedimentasi Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) pada Bagian Hulu DAS Ciliwung Kabupaten Bogor Jawa Barat* [skripsi]. Malang: Universitas Brawijaya.
- Aditya Arga Y. (2017). *Aplikasi ArcGIS untuk Analisa Tingkat Bahaya Erosi dan Upaya Konservasi Lahan pada DAS Sangkub Provinsi Sulawesi Utara* [skripsi]. Malang: Universitas Brawijaya.
- Sari, D. P. (2020). *Analisis Erosi Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) pada Daerah Aliran Sungai Kali Lamong Provinsi Jawa Timur* [skripsi]. Malang: Universitas Brawijaya.
- Soemarto, C. (1987). *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Soemarto, CD. 1999. *Hidrologi Teknik*. Jakarta : Erlangga
- Soewarno. (1995). *Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data* (Vol. 1). Bandung: Nova.
- Soewarno. (1995). *Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data* (Vol. 2). Bandung: Nova.
- Sosrodarsono, S. (2003). *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Triatmodjo, B. (2016). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- M. Taufiq, U. Andawayanti, E. Purwati, Upaya Konservasi Lahan Berdasarkan Indicator Erosi Dan Sedimen Di Das Jragung. Jurnal Teknik Pengairan, Malang.

Utomo, W. H. (1987). *Erosi dan Konservasi Tanah*. Malang: Universitas Brawijaya.

Limantara, Lily Motarcih, (2010). *Hidrologi Praktis*. Bandung: CV. Lubuk Agung.

