



**ESTIMASI TINGKAT EROSI PADA SISTEM TUMPANGSARI KOPI –
TANAMAN SEMUSIM MENURUT METODE MUSLE
(*MODIFIED UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION*)
DI DESA PACE KECAMATAN SILO KABUPATEN JEMBER**

SKRIPSI

Oleh

**Eva Meylina
101710201048**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

2015



**ESTIMASI TINGKAT EROSI PADA SISTEM TUMPANGSARI KOPI –
TANAMAN SEMUSIM MENURUT METODE MUSLE
(*MODIFIED UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION*)
DI DESA PACE KECAMATAN SILO KABUPATEN JEMBER**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Pertanian (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

**Eva Meylina
101710201048**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS JEMBER**

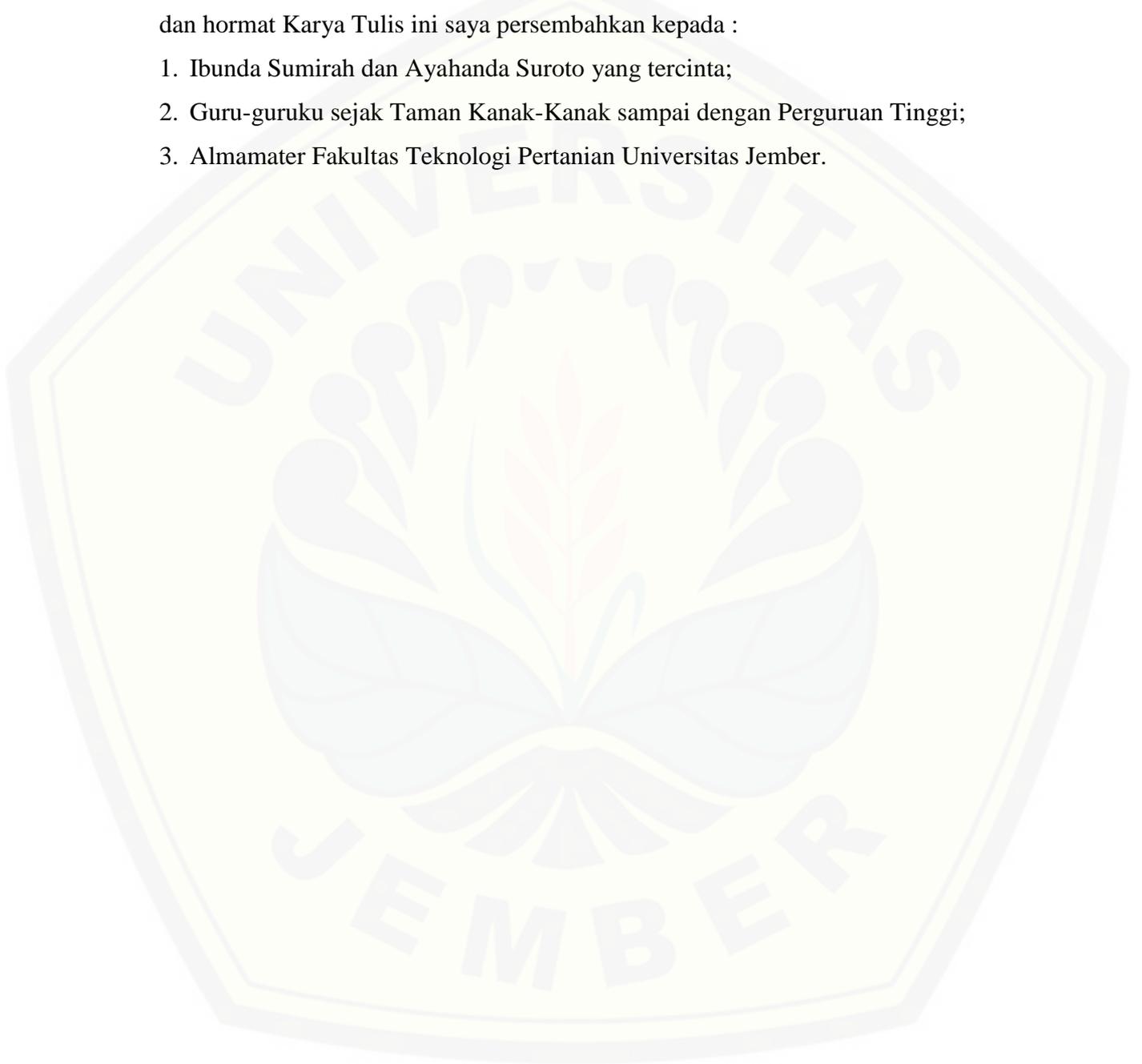
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

2015

PERSEMBAHAN

Karya Tulis Ilmiah ini merupakan salah satu hal yang berharga bagi saya dalam meniti jalan mencapai cita-cita saya yang besar. Dengan penuh rasa syukur dan hormat Karya Tulis ini saya persembahkan kepada :

1. Ibunda Sumirah dan Ayahanda Suroto yang tercinta;
2. Guru-guruku sejak Taman Kanak-Kanak sampai dengan Perguruan Tinggi;
3. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



MOTTO

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”
(terjemahan Surat *Al-Mujadalah* ayat 11)

“Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah”
(Thomas Alva Edison)

“Orang yang menuntut ilmu berarti menuntut rahmat, orang yang menuntut ilmu berarti menjalankan rukun Islam dan pahala yang diberikan kepadanya adalah sama dengan pahala yang diberikan kepada Nabi”
(HR. Dailani dari Anas r.a)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eva Meylina

NIM : 101710201048

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Estimasi Tingkat Erosi Pada Sistem Tumpangsari Kopi – Tanaman Semusim Menurut Metode MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*) di Desa Pace Kecamatan Silo Kabupaten Jember” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 12 Februari 2015

Yang menyatakan,

Eva Meylina
NIM 101710201048

SKRIPSI

**ESTIMASI TINGKAT EROSI PADA SISTEM TUMPANGSARI KOPI –
TANAMAN SEMUSIM MENURUT METODE MUSLE
(*MODIFIED UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION*)
DI DESA PACE KECAMATAN SILO KABUPATEN JEMBER**

Oleh

Eva Meylina
NIM 101710201048

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Muharjo Pudjojono

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Estimasi Tingkat Erosi Pada Sistem Tumpangsari Kopi – Tanaman Semusim Menurut Metode MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*) di Desa Pace Kecamatan Silo Kabupaten Jember” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 12 Februari 2015

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua

Anggota,

Ir. Hamid Ahmad

NIP. 195502271984031002

Dr. Ir. Tarsicius Sutikto, M.Sc.

NIP.195508051982121001

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Yuli Witono, S.TP., M.P.

NIP. 196912121998021001

RINGKASAN

Estimasi Tingkat Erosi Pada Sistem Tumpangsari Kopi – Tanaman Semusim Menurut Metode MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*) di Desa Pace Kecamatan Silo Kabupaten Jember; Eva Meylina, 101710201048; 2015; 65 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Erosi adalah suatu proses yang diawali dengan pelepasan agregat tanah yang disebabkan air hujan atau angin yang diikuti dengan penghanyutan dan pengendapan tanah di tempat yang lain. Erosi menyebabkan hilangnya lapisan atas tanah yang subur dan baik untuk pertumbuhan tanaman serta berkurangnya kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air. Pada penelitian estimasi erosi pada sistem tumpangsari kopi dan tanaman semusim ini dilakukan pada kebun kopi. Estimasi tingkat erosi dibutuhkan untuk mengetahui besarnya erosi yang terjadi. Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk memprediksi besarnya erosi yang terjadi pada lahan kopi menggunakan metode MUSLE, untuk menentukan prioritas konservasi lahan kopi, untuk menentukan tindakan konservasi tanah yang tepat agar erosi yang terjadi masih dalam batas-batas dapat ditoleransi.

Pendekatan analisis yang digunakan yaitu menghitung besarnya erosi yang terjadi, menganalisis faktor-faktor erosi menggunakan analisis regresi. Tempat penelitian ini dilakukan di kebun kopi Desa Pace, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember. Sumber data yang digunakan berupa data primer adalah data yang diperoleh peneliti secara langsung dari proses pengamatan berupa hasil pendigitan pada GPS. Sedangkan untuk sumber data sekunder berupa data yang diperoleh secara tidak langsung berupa dokumen-dokumen yang diperoleh dari lokasi penelitian maupun studi literatur.

Hasil dari penelitian estimasi tingkat erosi pada sistem tumpangsari kopi dan tanaman semusim Desa Pace dengan menggunakan metode MUSLE yaitu untuk faktor erosivitas limpasan permukaan (R_w) sebesar 2921,96 (m^2/jam),

faktor erodibilitas tanah (K) rata-rata adalah 0,16 dan 0,28, faktor panjang dan kemiringan lereng (LS) rata-rata adalah 6,74; 9,95; dan 1,2 dan faktor yang terakhir adalah faktor pengelolaan dan tindakan konservasi (CP) adalah 0,06; 0,02 dan 0,07. Besarnya erosi rata-rata yang terjadi pada zona 1 adalah sebesar 244,71 ton/ha/tahun, zona 2 dengan erosi rata-rata 372,14 ton/ha/tahun dan zona 3 dengan erosi rata-rata 41,62 ton/ha/tahun.

Pada lokasi penelitian, erosi yang terjadi pada semua zona sudah melebihi batas yang ditoleransi yaitu 12,5 ton/ha/tahun sehingga perlu dilakukan konservasi lahan. Arah konservasi lahan yang bisa dilakukan adalah teknologi usaha tani berbasis konservasi yang memadukan antara tanaman semusim, tanaman tahunan dan vegetasi penutup tanah secara proporsional.

SUMMARY

Estimate of Erosion on Coffee Intercropping System - Crops Used MUSLE Method (Modified Universal Soil Loss Equation) at Pace Village, Silo District, Jember City; Eva Meylina, 101710201048; 2015; 66 pages; Agricultural of Engineering, Faculty of Agricultural Technology, Jember University.

Erosion is a process that begin with the release of soil aggregates caused by rain or wind, followed by washout and deposition of soil in other places. Erosion caused the loss of fertile topsoil that good for plant growth and reduced the soil ability to absorb and hold water. The study was done on coffee fields. Estimation level of erosion needed to determine the amount of erosion that occurred. The general objective of this research to predict amount of erosion that occurs in coffee fields used MUSLE method, to determine conservation priorities coffee fields and to determine appropriate soil conservation measurement so that the erosion still within limits of tolerable.

Aims this study was to calculate amount of erosion and to analyze the factors of erosion using regression analysis. The research was conducted at the coffe fields of Pace Village, Silo District, Jember City. The source of primary data from the directly research by the digitizing process observations on the GPS (*Global Positioning System*). The source of secondary data obtained indirectly research sites and literature review.

The results of this study was surface runoff erosivitas factor (R_w) = 2921.96 (m^2/h), soil erodibility (K) the average was 0,16 and 0,28, the length and slope factor (LS) mean was 6,74 ; 9,95 ; and 1,2. The last was the factor of management and conservation measures (CP) is 0,06 ; 0,02 and 0,07 .

Amount of average erosion was for first zone shows that average of sediment transported was 330,85 tons with was average erosion was 244,71 tons/ha/yr, second zone average of sediment transported was of 93,03 tons with

average of erosion was 372,14 tons/ha/yr and third zone average of sediment transported was of 39,27 tons with average erosion was 41,62 tons/ha/yr.

In this research location, erosion that occurred in all zones has exceeded the tolerable limit which was 12,5 tons/ha/yr, so it was necessary to do a land conservation. Land conservation direction that can be done was a conservation-based farming technology which combines crops, perennial crops and vegetation ground cover proportionately.



PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Estimasi Tingkat Erosi pada Sistem Tumpangsari Kopi – Tanaman Semusim Menurut Metode MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*) di Desa Pace Kecamatan Silo Kabupaten Jember”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada.

1. Dekan Fakultas Teknologi Pertanian dan Ketua Jurusan Teknik Pertanian Universitas Jember atas segala inspirasi yang diberikan untuk kampus tercinta;
2. Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
3. Ir. Muharjo Pudjojono selaku Dosen Pembimbing Anggota dan Komisi Bimbingan yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perbaikan dalam penulisan skripsi ini;
4. Prof. Dr. Indarto, S.TP., DEA, sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Ir. Hamid Ahmad, selaku Ketua Tim Penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyempurnaan skripsi ini;
6. Dr. Ir. Tarsicius Sutikto, M.Sc., selaku Anggota Tim Penguji yang telah memberikan saran dan pengarahan dalam penyelesaian skripsi ini;
7. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
8. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan yang lainnya;

9. Kedua orang tua saya, ibunda Sumirah dan Ayahanda Suroto yang tercinta yang selalu mendoakan dalam setiap saat;
10. Adikku tersayang Khoiru Nisa yang selalu memberi semangat dan doa;
11. Sahabatku Dia Malakaraya yang selalu memberi semangat dan dukungan;
12. Teman-teman kosan Wiwin, Yesha, Ripa, Mamah Indah dan *soulmate* KKN 89 Laksmianindya yang selalu memberikan dukungan dan semangat;
13. Mas Eko Putra Irawan yang selalu memberi semangat, dukungan dan motivasi;
14. Temanku Andry Nurdiansyah yang banyak membantu dalam mengolah data menggunakan *software* dan teman-teman TEP 2010 yang memberi semangat, kasih sayang terima kasih atas nasehat serta motivasinya;
15. Teman-temanku Stay One yang selalu menyemangati, memberikan nasehat dan motivasi;
16. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Jember, Februari 2015

Penulis

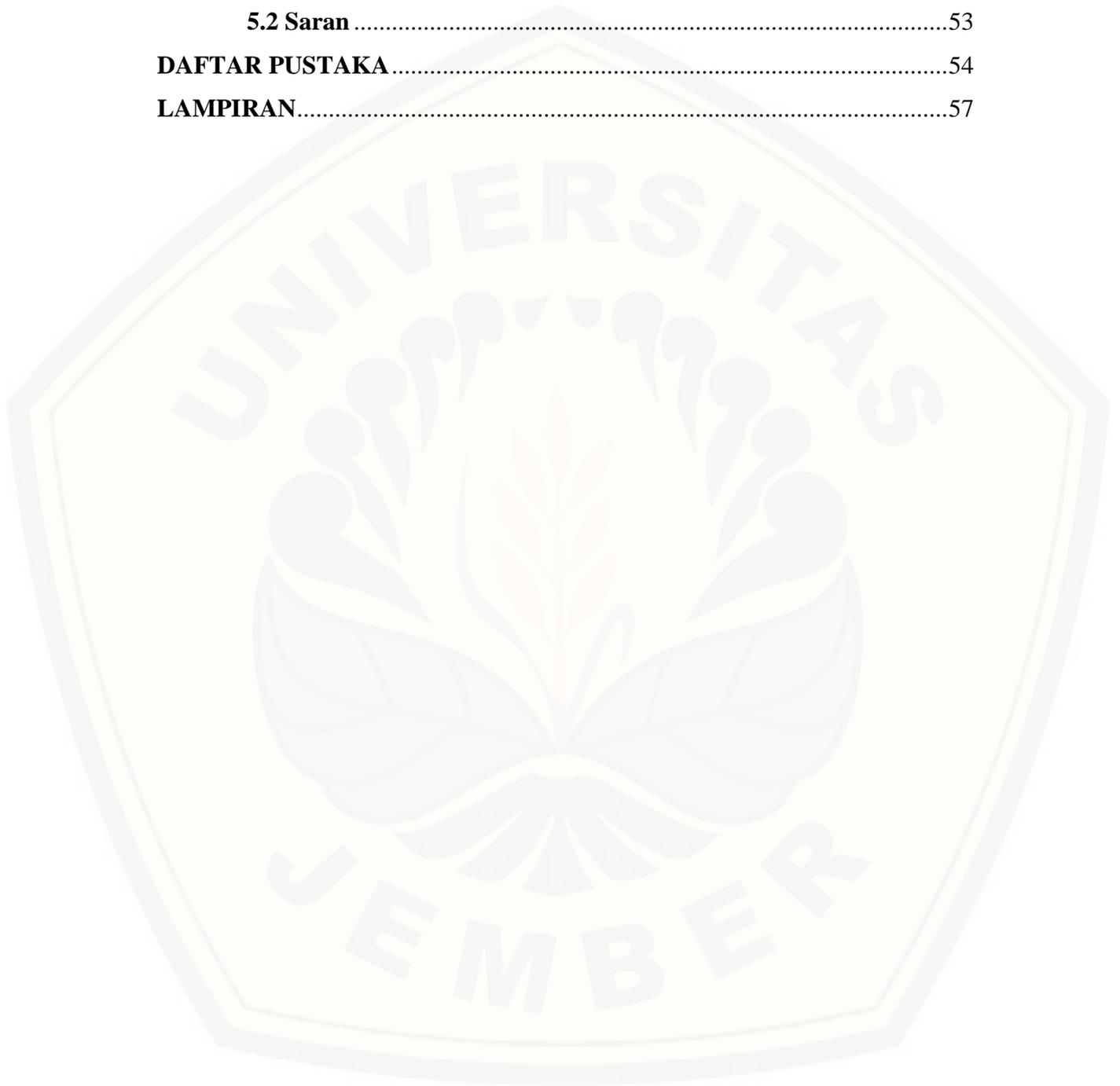
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Erosi	5
2.2 Faktor yang Mempengaruhi Erosi	5
2.3 Jenis Erosi	6
2.4 Proses Terjadinya Erosi	7
2.4.1 Pelepasan Partikel Tanah	7
2.4.2 Penghanyutan Partikel-partikel Tanah.....	7
2.4.3 Pengendapan Partikel-partikel Tanah	8

2.5 Metode Pendugaan Erosi	8
2.4.1 Pendekatan Laboratorium.....	8
2.4.2 Pendekatan Lapangan	9
2.4.3 Pendekatan Gabungan	9
2.4.4 Pendekatan Permodelan.....	9
2.6 Komponen Erosi pada MUSLE.....	11
2.6.1 Indeks Erosivitas Limpasan Permukaan (Rw).....	11
2.6.2 Indeks Erodibilitas Tanah (K)	11
2.6.3 Indeks Panjang (L) dan Kemiringan Lereng(S).....	12
2.6.4 Indeks Faktor Pengelolaan Tanaman (C)	12
2.6.5 Indeks Tindakan Konservasi Tanah (P).....	13
2.7 Erosi yang Diperbolehkan.....	13
2.8 Tingkat Bahaya Erosi.....	14
2.9 Klasifikasi Indeks Bahaya Erosi.....	14
2.10 Tindakan Konservasi Tanah	15
2.10.1 Tindakan Agronomis	15
2.10.2 Pengelolaan Tanah.....	15
2.10.3 Metode Mekanis	16
2.11 Analisis Frekuensi Curah Hujan.....	16
2.12 Pengukuran Dispersi	16
2.13 Pemilihan Jenis Sebaran	17
2.13.1 Distribusi Normal	17
2.13.2 Distribusi Log Normal.....	17
2.13.3 Distribusi Gumbel.....	18
2.13.4 Distribusi Log Pearson Tipe III	18
2.14 Uji Chi Kuadrat	18
2.15 Sistem Informasi Geografis untuk Konservasi	19
2.15.1 Metode Satuan Lahan	19
2.15.2 Metode Grid.....	19
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	20

3.1.1 Waktu Penelitian.....	20
3.1.2 Tempat Penelitian	20
3.2 Alat dan Bahan	21
3.2.1 Alat	21
3.2.1 Bahan	22
3.3 Prosedur Penelitian.....	22
3.3.1 Teknik dan Pengumpulan Data.....	22
3.3.1 Tahap Pengolahan Data	23
3.2.1 Analisis Data.....	23
3.4 Diagram Alir Penelitian	29
3.5 Luaran Penelitian	30
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian.....	31
4.2 Analisa Hidrologi	32
4.2.1 Curah Hujan Rata-rata Daerah Aliran	32
4.2.2 Analisa Frekuensi	33
4.2.3 Uji Sebaran Chi Kuadrat.....	34
4.2.4 Intensitas Hujan (I) dan Waktu Konsentrasi Limpasan Maksimum	36
4.2.5 Debit Puncak.....	36
4.2.6 Volume Aliran	37
4.3 Indeks Erosivitas Limpasan Permukaan.....	37
4.4 Indeks Erodibilitas Tanah	37
4.5 Indeks Panjang dan Kemiringan Lereng	41
4.6 Indeks Pengelolaan Tanaman dan Teknik Konservasi	45
4.7 Estimasi Erosi Kebun Kopi Desa Pace	46
4.8 Analisis Regresi	47
4.8.1 Kurva Regresi antara Erosi Rata-rata dengan Faktor K	47
4.8.2 Kurva Regresi antara Erosi Rata-rata dengan Faktor LS.....	48
4.8.3 Kurva Regresi antara Erosi Rata-rata dengan Faktor CP	49
4.9 Prioritas Konservasi Kebun Kopi Desa Pace	50

4.10 Arahan Konservasi Lahan Kebun Kopi Desa Pace	51
BAB 5. PENUTUP	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	57



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Nilai klasifikasi erodibilitas tanah (K) di Indonesia	12
2.2 Besarnya erosi maksimal yang masih dibiarkan	14
2.3 Klasifikasi indeks bahaya erosi	15
3.1 Nilai faktor K (erodibilitas tanah) beberapa jenis tanah di Indonesia.....	27
3.2 Konversi nilai kemiringan lereng menjadi nilai LS	27
4.1 Hasil uji distribusi statistik.....	33
4.2 Perhitungan X^2	34
4.3 Analisis curah hujan maksimum dengan periode ulang	35
4.4 Intensitas hujan dengan periode ulang	36
4.5 Jenis tanah pada kebun kopi Desa Pace	38
4.6 Nilai dan tingkat erodibilitas pada kebun kopi Desa Pace.....	38
4.7 Faktor LS (<i>Length Slope</i>) kebun kopi Desa Pace	41
4.8 Faktor CP kebun kopi Desa Pace	45
4.9 Estimasi erosi kebun kopi	46
4.10 Estimasi erosi rata-rata pada kebun kopi	46
4.11 Prioritas konservasi kebun kopi Desa Pace	51
4.12 Arahan penggunaan lahan untuk pengendalian erosi	52

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Hubungan klasifikasi faktor-faktor penyebab erosi	6
2.2 Klasifikasi erosi tanah.....	6
2.3 Proses pengangkutan sedimen	8
3.1 Peta lokasi penelitian	21
3.2 Diagram alir penelitian	29
4.1 Peta pembagian zona penelitian.....	31
4.2 Grafik curah hujan harian maksimum th. 2003 - 2012	32
4.3 Jenis tanah kebun kopi Desa Pace.....	40
4.4 DEM (<i>Digital Elevation Model</i>) kebun kopi Desa Pace.....	43
4.5 Peta kelerengan kebun kopi Desa Pace.....	44
4.6 Kurva regresi antara erosi rata-rata dengan faktor K	48
4.7 Kurva regresi antara erosi rata-rata dengan faktor LS	49
4.8 Kurva regresi antara erosi rata-rata dengan faktor CP.....	50

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Nilai faktor CP dalam penggunaan lahan	57
B. Uji distribusi.....	58
C. Uji chi kuadrat	59
D. Nilai C berdasarkan penutup lahan	60
E. Tabel koefisien aliran permukaan.....	61
F. Tabel nilai parameter chi kuadrat kritis, X^2Cr	62
G. Tabel nilai <i>reduced variate</i> (Yt).....	63
H. Tabel nilai <i>reduced standart deviation</i> (Sn) dan nilai <i>reduced mean</i> (Yn)....	64
I. Matrik kegiatan penelitian	65

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Erosi tanah adalah suatu proses hilangnya lapisan permukaan tanah bagian atas, baik disebabkan oleh pergerakan air maupun angin. Proses erosi ini dapat menyebabkan merosotnya produktivitas tanah, daya dukung tanah untuk produksi pertanian dan kualitas lingkungan hidup (Kironoto, 2000:54).

Erosi tanah berubah menjadi bahaya jika prosesnya berlangsung lebih cepat dari laju pembentukan tanah. Erosi yang mengalami percepatan secara berangsur akan menipiskan tanah, bahkan akhirnya dapat menyingkap bahan induk tanah atau batuan dasar ke permukaan tanah. Erosi semacam ini tidak hanya merusak lahan daerah hulu (*upland*) yang terkena erosi langsung, akan tetapi juga berbahaya bagi daerah hilir (*lowland*). Bahan erosi yang diendapkan di daerah hilir akan berakibat buruk pada bangunan atau tubuh alam penyimpanan atau penyalur air sehingga menimbulkan pendangkalan yang berakibat kapasitas tampung atau salurannya menurun dengan cepat serta merusak lahan usaha dan pemukiman. Oleh karenanya, usaha penanggulangan atau pengendalian erosi harus menjadi bagian yang utama dari setiap rencana penggunaan lahan (*land use planing*) (Rahayu, 2006).

Pada daerah tropika basah seperti Indonesia, faktor dasar penyebab erosi adalah pukulan air hujan dan atau aliran permukaan. Aliran permukaan inilah yang akan mengangkut tanah dan mengendapkannya menjadi sedimen di daerah yang lebih rendah atau hilir. Pengendapan akhir atau sedimentasi biasanya terjadi pada sungai, waduk, dan danau.

Erosi juga dipengaruhi oleh faktor iklim dan jenis tanah. Faktor tanah yang berpengaruh dalam meningkatkan erosi adalah faktor erodibilitas tanah. Faktor ini berkaitan dengan tekstur tanah, struktur tanah, permeabilitas dan bahan organik yang terkandung dalam tanah tersebut.

Faktor lain yang menyebabkan terjadinya erosi tanah adalah kurangnya kepedulian masyarakat dalam memelihara ekosistem alam. Salah satunya adalah

penebangan hutan untuk dijadikan lahan pertanian. Penebangan hutan yang dilakukan untuk pembukaan lahan kopi menyebabkan berkurangnya daerah resapan air. Selain itu, banyaknya lahan kopi yang tidak memiliki vegetasi penutup tanah menyebabkan tanah lebih mudah tererosi. Air yang turun pada saat hujan tidak dapat tertahan dalam tanah dan langsung mengalir ke daerah yang lebih rendah dengan membawa partikel-partikel tanah.

Desa Pace Kecamatan Silo terletak 30 km dari Jember ke arah timur dengan luas 33,7 km². Sebagian besar lahan pertanian yang dimiliki oleh masyarakat setempat dibudidayakan untuk tanaman kopi. Selain memiliki nilai ekonomis yang tinggi, perawatan kopi yang relatif mudah menjadi alasan para petani untuk membudidayakan tanaman kopi. Lahan yang digunakan untuk budidaya kopi adalah lahan pribadi yang terletak di pekarangan rumah, dan lahan yang berada di hutan.

Widianto *et al.* (2001:48) menyatakan bahwa alih-guna lahan hutan menjadi lahan pertanian seringkali mendorong terjadinya limpasan permukaan dan erosi. Hal ini disebabkan pada musim penghujan, air hujan yang jatuh ke permukaan tanah tidak terhalangi sehingga memukul tanah secara langsung.

Banyaknya alih guna lahan hutan menjadi lahan tanaman kopi menyebabkan perlunya dilakukan suatu estimasi erosi tanah agar dapat dilakukan tindakan konservasi yang tepat untuk lahan tersebut. Tindakan konservasi ini berfungsi untuk memaksimalkan produktivitas lahan dengan tidak mengesampingkan keberlanjutan sumberdaya lahan dan ekosistem.

Dalam memperkirakan erosi dapat menggunakan berbagai metode. Salah satu metode yang dipakai adalah MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*) atau MPUKT (Modifikasi Persamaan Umum Kehilangan Tanah). Metode ini merupakan modifikasi dari USLE (*Universal Soil Loss Equation*) atau PUKT (Persamaan Umum Kehilangan Tanah). Metode USLE dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith (1978) yang memperkirakan besarnya erosi rata-rata tahunan secara kasar dengan menggunakan pendekatan dari fungsi energi hujan (R), sedangkan pada metode MUSLE faktor energi curah hujan ini digantikan dengan faktor limpasan permukaan (Rw), sehingga besarnya perkiraan hasil

sedimen menjadi lebih besar dan tidak memerlukan perhitungan nisbah pelepasan sedimen.

Dalam penelitian ini untuk analisis erosivitas limpasan permukaan menggunakan analisis hidrologi. Analisis data hidrologi meliputi : analisis curah hujan maksimum, analisis frekuensi, pengujian sebaran, intensitas hujan, waktu konsentrasi limpasan maksimum, debit puncak dan volume aliran. Proses-proses hidrologis, langsung atau tidak langsung, mempunyai kaitan dengan terjadinya erosi, transpor sedimen dan deposisi sedimen di daerah hilir. Perubahan tata guna lahan dan praktek pengelolaan DAS juga mempengaruhi terjadinya erosi dan sedimentasi.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat diambil beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. berapa estimasi tingkat erosi yang terjadi pada sistem tumpangsari kopi – tanaman semusim di Desa Pace menurut metode MUSLE?
2. bagaimana menentukan prioritas konservasi terhadap lahan kopi Desa Pace?
3. bagaimana tindakan konservasi yang tepat untuk lahan kopi yang tererosi pada kebun Kopi di Desa Pace?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada:

1. Estimasi erosi yang terjadi pada sistem tumpangsari kopi – tanaman semusim di Desa Pace menggunakan metode MUSLE,
2. menentukan prioritas konservasi pada kebun kopi Desa Pace,
3. menentukan tindakan konservasi tanah yang sesuai dengan kondisi lahan kebun kopi di Desa Pace,

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. untuk mengetahui estimasi tingkat erosi yang terjadi pada sistem tumpangsari kopi – tanaman semusim di Desa Pace menggunakan metode MUSLE.
2. untuk menentukan prioritas konservasi pada lahan kopi di Desa Pace Kecamatan Silo Kabupaten Jember.
3. untuk menentukan tindakan konservasi tanah yang tepat agar erosi yang terjadi masih dalam batas-batas dapat ditoleransi.

1.5 Manfaat Penelitian

1. memberikan informasi terkait prakiraan laju erosi yang terjadi pada lahan kopi di Desa Pace Kecamatan Silo.
2. memberikan beberapa alternatif tindakan konservasi yang dapat dilakukan untuk meminimalisir terjadinya laju erosi pada lahan kopi di Desa Pace Kabupaten Jember.
3. sebagai acuan dan pertimbangan dalam mengelola lahan pertanian secara berkelanjutan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Erosi

Erosi adalah suatu proses yang diawali dengan pelepasan agregat tanah yang disebabkan air hujan atau angin yang diikuti dengan penghanyutan dan pengendapan tanah di tempat yang lain. Erosi menyebabkan hilangnya lapisan atas tanah yang subur dan baik untuk pertumbuhan tanaman serta berkurangnya kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air (Rahayu, 2006).

2.2 Faktor yang Mempengaruhi Erosi

Menurut Kartasapoetra *et al.* (2000:40-41), terjadinya erosi tanah bergantung pada: (a) sifat hujan, (b) kemiringan lereng, (c) vegetasi, (d) kemampuan tanah untuk menahan penyebaran (*dispersion*), (e) perlakuan manusia. Dengan demikian dapat dikemukakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$E = f(C, T, V, S, H) \quad (2.1)$$

Keterangan :

E = erosi

F = faktor-faktor yang mempengaruhi atau menimbulkannya

C = iklim (*climate*)

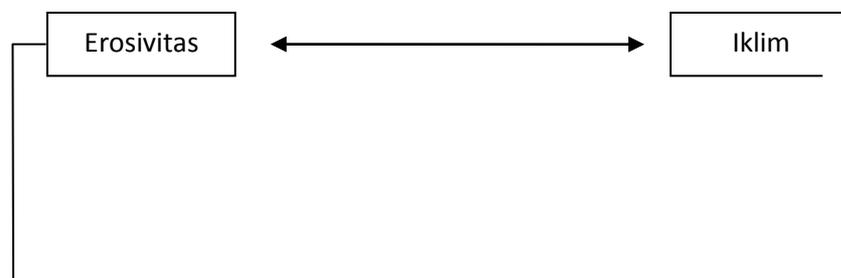
T = topografi

V = vegetasi

S = sifat-sifat tanah (*soil*)

H = peranan manusia

Menurut titik pandangan erosivitas dan erodibilitas, dapat dilihat hubungan penyebab erosi seperti pada gambar 2.1:

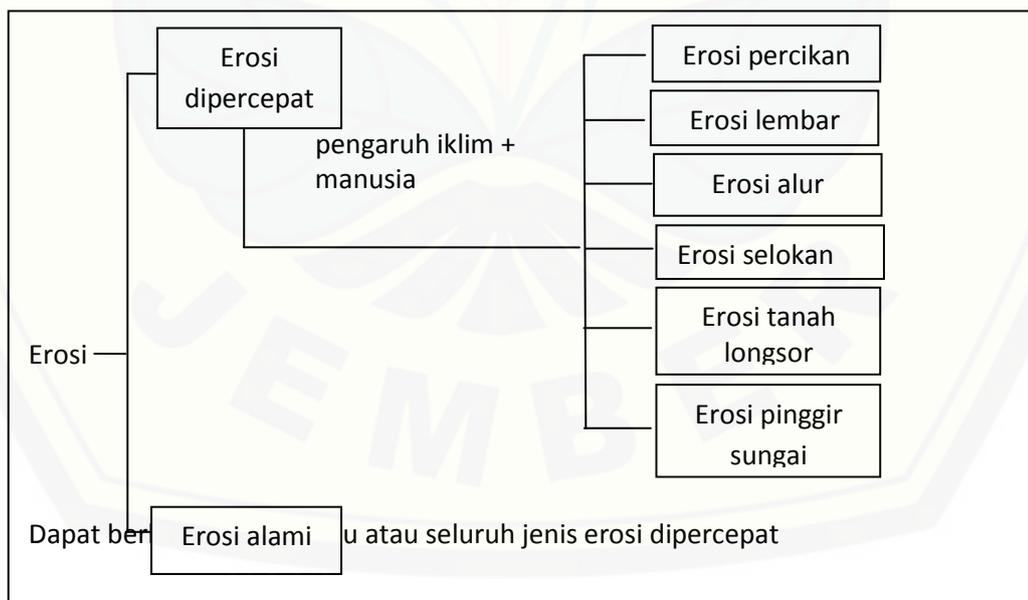




Gambar 2.1 Hubungan klasifikasi faktor-faktor penyebab erosi (Sumber : SCS- USDA 1976 dalam Kartasapoetra *et al.* 2000:41)

2.3 Jenis Erosi

Menurut Rahim (2003:36), erosi yang terjadi dapat dibedakan berdasarkan produk akhir yang dihasilkan. Ilustrasi klasifikasi erosi tanah diberikan dalam bentuk gambar 2.2 berikut :



Gambar 2.2 Klasifikasi erosi tanah (Sumber : Rahim, 2003:36)

2.4 Proses Terjadinya Erosi

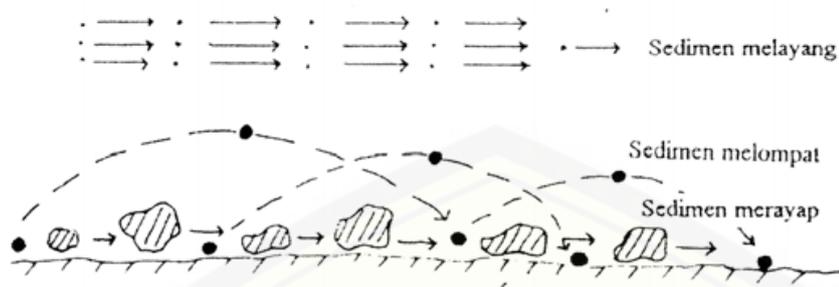
Erosi tanah adalah suatu proses atau peristiwa hilangnya lapisan permukaan tanah atas, baik disebabkan oleh pergerakan air maupun angin. Di daerah tropis basah seperti Indonesia, erosi lebih banyak disebabkan oleh hujan. Menurut Arsyad (1989:261), erosi air timbul apabila terdapat aksi dispersi dan tenaga pengangkut oleh air hujan yang mengalir di permukaan tanah. Selama terjadi hujan, limpasan permukaan berubah terus dengan cepat, tetapi pada waktu mendekati akhir hujan, limpasan permukaan berkurang dengan laju yang sangat rendah.

2.4.1 Pelepasan Partikel-partikel Tanah (*Detachment*)

Proses erosi oleh air dimulai pada saat tenaga kinetik air hujan mengenai air tanah. Tenaga pukulan air hujan ini yang menyebabkan terlepasnya partikel-partikel tanah dari gumpalan tanah yang lebih besar. Semakin tinggi intensitas hujan akan semakin tinggi pula tenaga yang dihasilkan dan semakin banyak partikel tanah yang terlepas dari gumpalan tanah. Tanah yang terlepas ini akan terlempar bersama dengan percikan air (Kartasapoetra *et al.* (2000:39).

2.4.2 Penghanyutan Partikel-partikel Tanah (*Transportation*)

Sedimen di dalam sungai, terlarut atau tidak terlarut, merupakan produk dari pelapukan batuan induk yaitu partikel-partikel tanah. Begitu sedimen memasuki badan sungai, maka berlangsunglah pengangkutan sedimen. Kecepatan pengangkutan sedimen merupakan fungsi dari kecepatan aliran sungai dan ukuran partikel sedimen. Partikel sedimen ukuran kecil seperti tanah liat dan debu dapat diangkut aliran air dalam bentuk terlarut (*wash load*). Pasir halus bergerak dengan cara melayang (*suspended load*), sedang partikel yang lebih besar antara lain, pasir kasar cenderung bergerak dengan cara melompat (*saltation load*). Partikel yang lebih besar dari pasir, misalnya kerikil (*gravel*) bergerak dengan cara merayap atau menggelinding di dasar sungai (*bed load*). Proses pengangkutan sedimen menurut Asdak (1995:185) di ilustrasikan pada gambar 2.3 berikut :



Gambar 2.3 Proses pengangkutan sedimen (Sumber: Asdak, 1995:185)

2.4.3 Pengendapan Partikel-partikel Tanah (*Deposition*)

Pengendapan sedimen ini terjadi pada saat kecepatan aliran yang dapat mengangkat (*pick up velocity*) dan mengangkut bahan sedimen mencapai kecepatan pengendapan (*settling velocity*) yang dipengaruhi oleh besarnya partikel-partikel sedimen dan kecepatan aliran.

Hasil sedimen (*sediment yield*) adalah besarnya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di daerah tangkapan air yang diukur pada periode waktu dan tempat tertentu. Hasil sedimen tergantung pada besarnya erosi total di DAS dan tergantung pada transport partikel-partikel tanah yang tererosi tersebut keluar dari daerah tangkapan air DAS.

2.5 Metode Pendugaan Erosi

Menurut Rahim (2003:55), untuk menduga nilai erosi dapat menggunakan berbagai cara. Hal itu bergantung dengan kondisi lahan dan berbagai pertimbangan terkait komponen-komponen terkait erosi. Berikut metode pendugaan erosi yang dapat digunakan dalam prakiraan besarnya erosi.

2.5.1 Pendekatan Laboratorium

Pendugaan erosi dapat dilakukan dengan melakukan pengukuran erosi tanah yang ditempatkan pada petak-petak kecil dan diberi perlakuan hujan (*rainfall simulator*). Kondisi fisik seperti kepadatan tanah, keadaan penutup tanah, kemiringan lereng serta panjang lereng disimulasi tergantung dengan keadaan

yang diinginkan. Kelemahan metode ini adalah perilaku erosi di laboratorium tidak sama dengan kondisi di lapang, sehingga hasil erosi terkadang jauh dari harapan (Rahim, 2003:55).

2.5.2 Pendekatan Lapangan

Menurut Rahim (2003:55), pendugaan erosi juga dapat dihitung dengan menggunakan pendekatan di lapangan. Cara ini menggunakan sistem petak kecil atau petak yang sangat besar. Kelebihan dari cara ini adalah hasil erosi mendekati hasil di lapang. Akan tetapi pengukuran erosi dengan cara ini membutuhkan biaya yang cukup besar. Selain itu, tenaga yang dibutuhkan juga banyak dan waktu pengerjaan yang relatif lama.

2.5.3 Pendekatan Gabungan

Erosi juga dapat diduga melalui interpretasi data dengan penginderaan jarak jauh (*remote sensing images*), misalnya potret udara dan citra satelit. Dengan metode ini erosi bentang lahan pada areal yang luas dapat dilakukan dengan mudah dan efektif. Selain itu, penampilan data dan informasi dapat memanfaatkan sistem informasi geografis (SIG) (Rahim, 2003:57).

2.5.4 Pendekatan Permodelan

Pendugaan erosi juga dapat dilakukan dengan pendekatan permodelan. Pendekatan permodelan menggunakan faktor-faktor yang menjadi penyebab terjadinya erosi dan digabung membentuk suatu rumus. Model yang terkenal dan sering digunakan adalah sebagai berikut.

a. Model USLE

Suparma (2002:44) mengemukakan bahwa pendugaan besarnya erosi dapat dihitung dengan menggunakan metode USLE. USLE memungkinkan perencanaan memprediksi laju erosi rata-rata lahan tertentu pada suatu kemiringan dengan pola hujan tertentu untuk setiap macam-macam jenis tanah dan penerapan pengelolaan lahan. Dalam penghitungan bahaya erosi sangat dipengaruhi oleh faktor curah hujan, panjang lereng, kemiringan lereng, jenis tanah, serta penutupan lahan

berikut tindakan pengelolaannya. Dengan faktor-faktor tersebut, maka besar erosi dapat ditentukan dengan rumus *Universal Soil Loss Equation* (USLE) yang dikembangkan Wischmeier dan Smith (1978:4) adalah sebagai berikut:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \quad (2.2)$$

Keterangan :

- A : hilangnya tanah dihitung per satuan luas (ton/ha/tahun)
- R : nilai indeks erosivitas hujan
- K : Erodibilitas tanah
- L : Faktor panjang lereng (m)
- S : Faktor kemiringan lereng (%)
- C : Faktor pengelolaan tanaman
- P : Tindakan konservasi

b. Modifikasi USLE (MUSLE)

MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*) merupakan modifikasi dari USLE (*Universal Soil Loss Equation*) atau PUKT (Persamaan Umum Kehilangan Tanah). Metode USLE dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith (1978:4) yang memperkirakan besarnya erosi rata-rata tahunan secara kasar dengan menggunakan pendekatan dari fungsi energi hujan, sedangkan pada metode MUSLE faktor energi curah hujan ini digantikan dengan faktor limpasan permukaan, sehingga besarnya perkiraan hasil sedimen menjadi lebih besar dan tidak memerlukan perhitungan nisbah pelepasan sedimen. Adapun persamaan MUSLE (Utomo, 1994:27) adalah sebagai berikut:

$$SY = R_w \times K \times L \times S \times C \times P \quad (2.3)$$

Keterangan :

- SY : sedimen terangkut (ton)
- R_w : indeks limpasan permukaan (m²/jam)
- K : indeks erodibilitas tanah
- LS : indeks panjang dan kemiringan lereng,
- C : indeks pengelolaan tanaman
- P : indeks tindakan konservasi tanah.

2.6 Faktor-faktor Erosi pada MUSLE

2.6.1 Indeks Erosivitas Limpasan Permukaan (Rw)

Erosivitas merupakan kemampuan hujan untuk menyebabkan terjadinya erosi. Indeks erosivitas untuk pendugaan besarnya laju erosi dapat dihitung menggunakan analisa Rw menurut Williams (1975). Rumus ini digunakan pada daerah aliran yang cukup luas, selama erosi juga terjadi pengendapan dalam proses pengangkutan. Hasil endapan dipengaruhi oleh limpasan permukaan. Dalam rumus ini, Williams (1975) mengadakan modifikasi PUKT (Persamaan Umum Kehilangan Tanah) untuk menduga hasil endapan dari kejadian limpasan permukaan dengan cara mengganti indeks erosivitas (R) dengan erosivitas limpasan permukaan (Rw). Persamaan untuk menghitung Rw dapat ditulis :

$$Rw = a (V_Q \cdot Q_p)^b \quad (2.4)$$

Keterangan :

Rw : Indeks erosivitas limpasan permukaan (m^2/jam)

V_Q : volume limpasan permukaan (m^3)

Q_p : debit puncak ($m^3/detik$)

a : koefisien (11,8) b : koefisien (0,56)

2.6. 2 Indeks Erodibilitas Tanah (K)

Erodibilitas merupakan kepekaan tanah terhadap tumbukan butir-butir air hujan. Suatu kejadian hujan dengan jumlah dan intensitas tertentu dapat menyebabkan tingkat erosi yang berbeda jika jatuh pada tanah yang berbeda. Erodibilitas termasuk salah satu faktor yang mempengaruhi proses terjadinya erosi. Tanah yang tererosi pada saat ditumbuk oleh butir-butir air hujan mempunyai erodibilitas yang tinggi. Tanah yang mempunyai erodibilitas tinggi akan tererosi lebih cepat dibandingkan dengan tanah yang mempunyai erodibilitas rendah dan intensitas hujan yang sama (Kartasapoetra, 1988:21-22).

Menurut Utomo (1994:41) berpendapat bahwa, erodibilitas tanah (K) merupakan kepekaan tanah terhadap kekuatan yang

menghancurkannya, baik oleh pukulan air hujan, limpasan permukaan dan kemampuan tanah untuk menyerap air hujan.

Tabel 2.1 Nilai klasifikasi erodibilitas tanah (K) di Indonesia

Kelas	Nilai K	Tingkat Erodibilitas Tanah (K)
1	$\leq 0,10$	Sangat rendah
2	0,10 – 0,15	Rendah
3	0,15 – 0,20	Agak rendah
4	0,20 – 0,25	Sedang
5	0,25 – 0,30	Agak tinggi
6	0,30 – 0,35	Tinggi
7	$\geq 0,35$	Sangat tinggi

(Sumber : Utomo, 1994 : 40).

2.6.3 Indeks Panjang Lereng (L) dan Kemiringan Lereng (S)

Kemiringan lereng dinyatakan dalam derajat atau persen. Dua titik yang berjarak horizontal 100 meter yang mempunyai selisih tinggi 10 meter akan membentuk kemiringan lereng 10%. Kemiringan lereng 100% sama dengan kemiringan lereng 45 derajat. Panjang lereng dihitung mulai tempat terjadinya aliran air sampai ke tempat mulai terjadinya pengendapan yang disebabkan oleh berkurangnya kemiringan lereng atau ke tempat aliran air di permukaan tanah masuk ke dalam saluran (Arsyad, 1989:81-82).

Pengaruh panjang lereng terhadap erosi berlainan, hal itu bergantung pada tipe tanah dan pengaruh intensitas curah hujan. Pada umumnya, semakin curam dan panjang suatu lereng dengan intensitas hujan yang tinggi, maka erosi yang terjadi akan meningkat (Arsyad, 1989:82).

2.6. 4 Indeks Pengelolaan Tanaman (C)

Faktor C menunjukkan keseluruhan pengaruh dari vegetasi, kondisi permukaan tanah, dan pengelolaan lahan terhadap besarnya tanah yang hilang (erosi). Faktor pengelolaan tanaman menggambarkan nisbah antara besarnya erosi lahan yang ditanami dengan tanaman tertentu dengan pengelolaan tertentu

terhadap besarnya erosi tanah yang tidak ditanami dan diolah bersih dalam keadaan identik (Suripin, 2004).

Pengaruh vegetasi terhadap aliran permukaan dan erosi dapat dibagi dalam (1) intersepsi air hujan, (2) mengurangi kecepatan aliran permukaan dan kekuatan perusak hujan dan aliran permukaan, (3) pengaruh akar, bahan organik sisa-sisa tumbuhan yang jatuh di permukaan tanah, dan kegiatan-kegiatan biologi yang berhubungan dengan pertumbuhan vegetatif dan pengaruhnya terhadap stabilitas struktur porositas tanah dan, (4) transpirasi yang mengakibatkan berkurangnya kandungan air tanah (Arsyad, 2010).

2.6.5 Indeks Tindakan Konservasi Tanah (P)

Nilai faktor tindakan konservasi tanah (P) adalah nisbah antara besarnya erosi dari lahan dengan suatu tindakan konservasi tertentu terhadap besarnya erosi pada lahan tanpa tindakan konservasi dalam keadaan identik. Termasuk dalam tindakan konservasi tanah adalah pengolahan tanah menurut kontur, guludan, dan teras. Di ladang pertanian, besarnya faktor P menunjukkan jenis aktivitas pengolahan tanah seperti pencangkulan dan persiapan tanah lainnya. (Suripin, 2002).

2.7 Erosi yang Diperbolehkan

Erosi yang terjadi pada suatu lahan sulit untuk dicegah. Terjadinya erosi bisa diminimalisir dengan tindakan konservasi yang sesuai dan aktivitas-aktivitas yang menunjang usaha konservasi. Besarnya erosi yang dapat diperbolehkan dapat diberikan dalam tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Besarnya erosi maksimal yang masih dibiarkan (sesuai dengan

keadaan tanah)

Sifat dan keadaan tanah	Tanah yang tererosi (ton/ha/tahun)
1. Tanah dangkal diatas batuan	1,12
2. Tanah dalam diatas batuan	2,24
3. Tanah lapisan dalam, padat, diatas batuan lunak	4,48
4. Tanah dengan permeabilitas lambat diatas batuan lunak	11,21
5. Tanah yang <i>permeable</i> diatas batuan lunak	13,41

Sumber : Kartasapoetra *et al.* (2000:63).

Bennet dalam karangan ilmiahnya “*Soil Conservation*” terbitan Bastford-London (1976) menyatakan bahwa besarnya erosi yang masih dapat dibiarkan berdasarkan dengan usaha-usaha pengawetan tanah dan penanaman tanaman atau vegetasi penutup tanah adalah kurang dari 12,5 ton/ha/tahun (Kartasapoetra *et al.*, 1985:60).

2.8 Tingkat Bahaya Erosi

Tingkat bahaya erosi pada dasarnya dapat ditentukan dari perhitungan nisbah antara laju erosi tanah potensial (A) dengan laju erosi yang masih dapat ditoleransi (TSL). Secara matematis persamaan Tingkat Bahaya Erosi (Asdak, 2004:421) dapat ditulis sebagai berikut:

$$TBE = \frac{A \frac{\text{ton}}{\text{ha}}/\text{tahun}}{TSL \frac{\text{ton}}{\text{ha}}/\text{tahun}} \quad (2.5)$$

2.9 Klasifikasi Indeks Bahaya Erosi

Dari nilai tingkat bahaya erosi yang diperbolehkan dapat diketahui bahaya atau ancaman erosi pada suatu lahan dengan berpedoman pada klasifikasi indeks bahaya erosi sebagai berikut:

Tabel 2.3 Klasifikasi indeks bahaya erosi

No	Nilai Indeks Bahaya Erosi	Harkat
1	<1,00	Rendah
2	1,00 – 4,00	Sedang
3	4,01 – 10,00	Tinggi
4	>10,00	Sangat tinggi

Sumber : Desifindiana *et al.* (2013 : 11).

2.10 Tindakan Konservasi Tanah

Konservasi tanah adalah penempatan setiap bidang tanah dan penggunaan yang sesuai dengan kemampuan tanah tersebut dan memperlakukannya sesuai dengan syarat-syarat yang diperlukan agar tidak terjadi kerusakan tanah.

2.10.1 Tindakan Agronomis

Menurut Rahim (2003:91) tindakan agronomis untuk konservasi tanah adalah didasarkan pada peranan tumbuhan penutup tanah di dalam mengurangi erosi. Efektivitas tumbuhan di dalam melindungi tanah bergantung pada kerapatan dan morfologinya. Pengelolaan tumbuhan dan atau tanaman yang dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu: (a) rotasi tanaman, (b) tanaman penutup tanah, (c) pertanaman jalur, (d) pertanaman ganda, (e) pertanaman dengan kerapatan tinggi, (f) pemberian mulsa, (e) penghutananan kembali, (f) wanatani.

2.10.2 Pengelolaan Tanah

Pengelolaan tanah ditujukan untuk menjaga kesuburan tanah. Tanah yang kesuburannya dapat dipertahankan selain meningkatkan hasil tanaman bagi petani, juga memberikan penutupan yang baik kepada tanah, dan karenanya dapat meminimalkan laju erosi. Pengelolaan tanah meliputi pemeliharaan kandungan bahan organik tanah, praktek pembajakan, dan penstabilan tanah (Rahim, 2003:92).

2.10.3 Metode Mekanis

Tindakan mekanis dalam mengendalikan erosi tanah menurut Rahim (2003:93) dapat dilakukan melalui upaya-upaya seperti:

- a. pengoperasian pembajakan dan penanaman menurut kontur,
- b. pembuatan sengkedan menurut kontur,
- c. pembuatan terasering dan
- d. pembuatan jalan air

2.11 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Analisis frekuensi diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan, baik yang manual maupun yang otomatis. Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan yang akan datang. Dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu (Suripin, 2002:297).

2.12 Pengukuran Dispersi

Menurut Suripin (2002:298), dalam analisis frekuensi curah hujan data hidrologi dikumpulkan, dihitung, disajikan dan ditafsirkan dengan menggunakan prosedur tertentu, yaitu metode statistik. Pada kenyataannya bahwa tidak semua varian dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya. Variasi atau dispersiadalah besarnya derajat atau besaran varian di sekitar nilai rata-ratanya. Cara mengukur besarnya dispersi disebut pengukuran dispersi. Adapun cara pengukuran dispersi antara lain :

- a. Deviasi Standar (S),
- b. Koefisien *Skewness* (Cs),
- c. Pengukuran *Kurtosis*(Ck),
- d. Koefisien Variasi (Cv)

2.13 Pemilihan Jenis Sebaran

Jenis sebaran distribusi teoritis dapat dibagi menjadi dua yaitu distribusi diskrit dan distribusi kontinu. Distribusi diskrit dibagi menjadi 2 yakni, binomial dan Poisson, sedangkan yang kontinu adalah Normal, Log Normal, Pearson dan Gumbel (Sujana, 1992:179).

2.13.1 Distribusi Normal

Menurut Sujana (1992:184), dalam analisis hidrologi distribusi normal banyak digunakan untuk menganalisis frekuensi curah hujan, analisis statistik dari distribusi curah hujan tahunan, debit rata-rata tahunan. Distribusi normal atau kurva normal disebut pula Distribusi Gauss. Persamaan Distribusi Normal dapat ditulis sebagai berikut :

$$X_t = X_{rt} + k \cdot S \quad (2.6)$$

Keterangan :

- X_t : curah hujan rencana
- X_{rt} : curah hujan rata-rata
- k : koefisien untuk distribusi normal
- S : standar deviasi

2.13.2 Distribusi Log Normal

Sujana (1992:184) menyatakan bahwa, Distribusi Log Normal merupakan hasil transformasi dari Distribusi Normal, yaitu dengan mengubah varian X menjadi nilai logaritmik varian X . Adapun persamaan distribusi log normal adalah sebagai berikut :

$$\text{Log } X_t = \text{Log } X_{rt} + k \cdot S \quad (2.7)$$

$$X_t = 10^{\text{logxrt}}$$

Keterangan :

- X_t : curah hujan rencana
- X_{rt} : curah hujan rata-rata
- k : koefisien untuk distribusi normal
- S : standar deviasi

2.13.3 Distribusi Gumbel

Distribusi Tipe Gumbel digunakan untuk analisis data maksimum, misalnya untuk analisis frekuensi banjir. Persamaan Distribusi Gumbel menurut Sujana (1992:185) adalah sebagai berikut :

$$X_t = X_{rt} + \left(\frac{Y - Y_n}{S_n} \right) * S \quad (2.8)$$

Keterangan :

- X_t : curah hujan rencana
 X_{rt} : curah hujan rata-rata
 S : standar deviasi
 S_n : standar deviasi ke n
 Y : koefisien untuk distribusi Gumbel
 Y_n : koefisien untuk distribusi Gumbel ke n

2.13.4 Distribusi Log Pearson Type III

Menurut Sujana (1992:185), Distribusi Log-Pearson tipe III banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk Distribusi Log-Pearson tipe III merupakan hasil transformasi dari distribusi Pearson tipe III dengan menggantikan variat menjadi nilai logaritmik. Adapun persamaan distribusi log pearson tipe III dapat ditulis sebagai berikut :

$$\text{Log } X_t = \text{Log } X_{rt} + k * S \quad (2.9)$$

$$X_t = 10^{\text{logxrt}}$$

Keterangan :

- X_t : curah hujan rencana
 X_{rt} : curah hujan rata-rata
 k : koefisien untuk distribusi log pearson
 S : standar deviasi

2.14 Uji Chi Kuadrat

Uji Chi Kuadrat (χ^2) adalah pengujian hipotesis mengenai perbandingan antara frekuensi observasi atau yang benar-benar terjadi dengan frekuensi harapan. Nilai

χ^2 adalah nilai kuadrat karena itu nilai χ^2 selalu positif. Sujana (1992:187) menyatakan bahwa, bentuk distribusi χ^2 tergantung dari derajat bebas (*degree of freedom*). Uji χ^2 dapat digunakan untuk uji kecocokan, uji kebebasan dan uji beberapa proporsi. Persamaan dari uji chi kuadrat menurut Sujana (1992:187), adalah sebagai berikut :

$$\chi^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E} \quad (2.10)$$

Keterangan :

o :frekuensi observasi untuk kategori ke-*i*

e :frekuensi ekspektasi untuk kategori ke-*i*

2.15 Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk Konservasi

2.15.1 Metode Satuan Lahan (*Land Unit*)

Satuan lahan adalah bagian dari lahan yang mempunyai karakteristik yang spesifik. Unit-unit lahan dengan kode sama diasumsikan mempunyai isi atribut yang sama, misalnya kemiringan lereng, relief, batuan induk, kedalaman tanah, tekstur tanah, pH tanah, drainase permukaan, dan penutup atau penggunaan lahan. Cara mencapai satuan lahan biasa melalui pendekatan holistik, yaitu berdasarkan deliniasi kenampakan fisiografik pada citra (misalnya foto udara), misalnya peta litologi, peta tanah, peta lereng dan peta penutup/penggunaan lahan. Pendekatan holistic memerlukan penginderaan jauh, sedangkan pendekatan reduksionistik memerlukan GIS (Anonim, 2011).

2.15.2 Metode Grid

Pemanfaatan SIG berbasis grid dapat menggambarkan kondisi besaran erosi yang detail dalam waktu yang cepat. Kondisi ini diharapkan dapat memberikan informasi yang lebih detail dan cepat tentang tingkat erosi yang terjadi sehingga perencanaan tindakan konservasi tanah dan air yang disarankan bisa lebih spesifik, khususnya terhadap lokasi tempat tindakan konservasi. (Anonim, 2011).

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

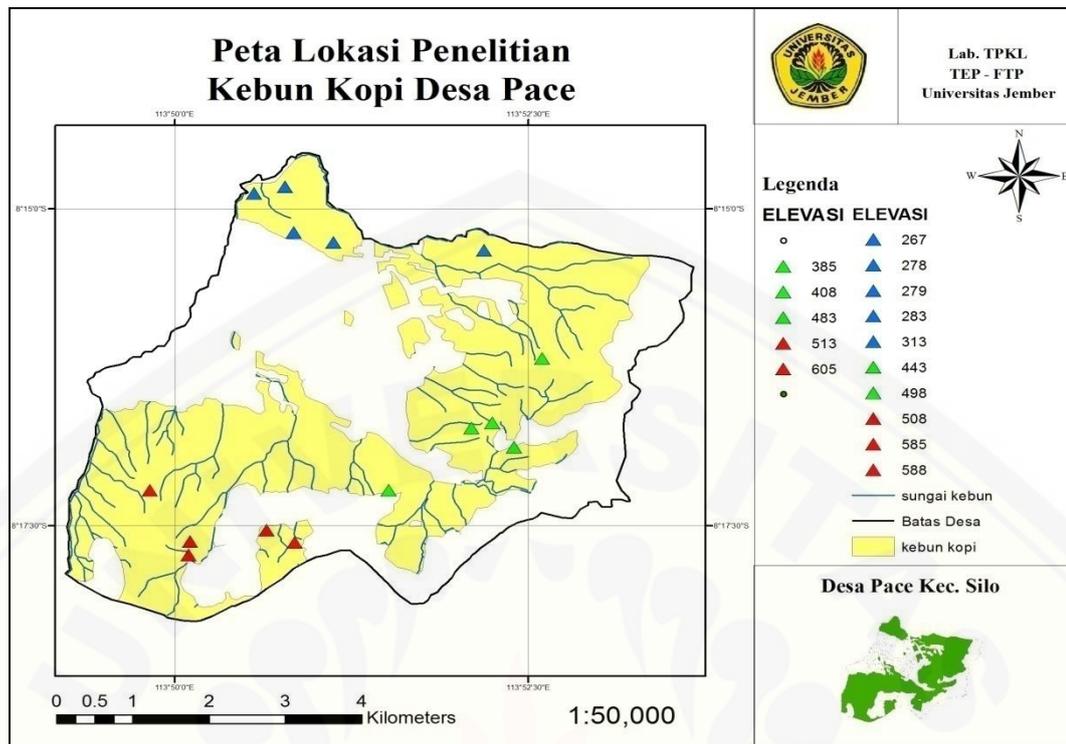
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni – Agustus 2014 di kebun kopi Desa Pace Kecamatan Silo dan pengolahan data di Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

3.1.2 Lokasi Penelitian

Penentuan lokasi penelitian dilakukan secara sengaja (*Purposive Sampling Method*). Lokasi penelitian mencakup 3 zona yang memiliki ketinggian dan kemiringan lahan yang berbeda. Zona 1 atau kebun kopi perhutani dengan ketinggian >450mdpl, zona 2 atau kebun kopi PDP dengan ketinggian 300mdpl – 450 mdpl, dan zona 3 atau kebun kopi rakyat dengan ketinggian 245 - 300 mdpl. Pada masing-masing zona dilakukan pendigitan menggunakan GPS untuk menentukan titik plot pada peta. Masing-masing zona diambil 5 plot sehingga total ada 15 plot.



Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian (sumber : hasil analisis spasial ArcGIS 10.0, 2014).

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut.

a. Seperangkat personal computer (PC)

Fungsi dari computer ini yaitu sebagai media kerja untuk melakukan penelitian;

b. *Software* ArcGIS 10.0

Fungsi dari *software* ArcGIS ini adalah sebagai platform operasional, penyusunan dan *editing layer*;

c. *Software* QuantumGIS 2.2.0

Fungsi dari *software* QuantumGIS ini adalah untuk mengubah format peta ke dalam bentuk *shape file* dan mengetahui atribut table secara terperinci;

d. *Microsoft Excel* 2007

Microsoft Excel digunakan untuk memasukkan dan mengolah data;

e. GPS

GPS digunakan untuk melakukan pendigitan pada lokasi penelitian yang akan diteliti;

f. Kamera Digital

Alat ini digunakan untuk mengambil gambar dan dokumentasi;

g. Alat tulis

Alat tulis digunakan untuk mencatat data yang diperoleh.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut :

- a. data hujan selama kurun waktu 10 tahun sebagai penyedia data obyek untuk faktor erosivitas limpasan permukaan (R_w);
- b. peta jenis tanah sebagai penyedia data obyek untuk factor erodibilitas (K);
- c. peta tata guna lahan sebagai penyedia data obyek untuk faktor CP dan untuk mengetahui nilai koefisien limpasan permukaan;
- d. peta SRTM DEM sebagai penunjang obyek untuk faktor LS.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Teknik dan Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menggunakan data primer dan data sekunder.

a. Data Primer

Data primer diperoleh dari survey lokasi penelitian. Survey dilakukan untuk mendapatkan gambaran nyata kondisi fisik lahan yang akan diteliti dan melakukan pendigitan GPS pada lokasi untuk penentuan pembagian zona penelitian.

b. Data Sekunder

- 1) peta SRTM DEM untuk menentukan pembagian zona dan kemiringan lereng;
- 2) data curah hujan 10 tahun terakhir untuk menentukan curah hujan harian maksimum;
- 3) peta jenis tanah;

- 4) peta tata guna lahan.

3.3.2 Tahap Pengolahan Data

Data yang diperoleh selanjutnya akan dilakukan proses digitasi, edit dan *overlay* dengan menggunakan menggunakan software ArcGIS 10.0 dan QuantumGIS. Pengolahan peta meliputi :

- a. peta jenis tanah untuk mengetahui nilai erodibilitas;
- b. peta tata guna lahan untuk mengetahui nilai koefisien limpasan permukaan;
- c. peta DEM yang dikonversi menjadi peta kelerengan untuk dijadikan pedoman dalam menentukan nilai LS;

3.3.3 Analisis Data

Analisis data adalah suatu proses menghubungkan informasi antara data yang satu dengan data yang lainnya. Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. penghitungan erosi menggunakan MUSLE
- b. penentuan prioritas konservasi
- c. analisis regresi

1) Penghitungan erosi menggunakan MUSLE

Adapun untuk menghitung sedimentasi yang terjadi pada kebun kopi adalah menggunakan (persamaan 2.3) sebagai berikut:

$$SY = R_w \times K \times L \times S \times C \times P$$

Keterangan :

- SY : banyaknya sedimen terangkut (ton);
R_w : indeks erosivitas limpasan permukaan (m²/jam);
K : indeks erodibilitas tanah;
LS : indeks panjang dan kemiringan lereng;
C : indeks pengelolaan tanaman;
P : indeks tindakan-tindakan khusus konservasi tanah.

Cara penentuan indeks-indeks tersebut adalah sebagai berikut.

a) Indeks Erosivitas Limpasan Permukaan (Rw)

Nilai Rw diperoleh menggunakan (persamaan 2.4) adalah sebagai berikut :

$$Rw = a (V_Q \cdot Q_p)^b$$

Keterangan :

Rw : Indeks erosivitas limpasan permukaan (m^2/jam)

V_Q : volume limpasan permukaan (m^3)

Q_p : debit puncak ($m^3/detik$)

a : koefisien (11,8) b : koefisien (0,56)

Sebelum menghitung nilai Rw, diperlukan langkah-langkah sebagai berikut :

- (1) Tulis pada tabel data curah hujan harian maksimum yang terjadi dalam kurun waktu 10 tahun (2003-2012) dengan mengurutkan dari nilai curah hujan terbesar sampai dengan nilai curah hujan terkecil
- (2) Dengan menggunakan tabel, menghitung faktor-faktor uji distribusi statistik sebagai berikut :

Harga rata-rata

$$X \text{ rata-rata} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (3.1)$$

Standar deviasi (S_x)

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{rata-rata})^2}{n-1}} \quad (3.2)$$

Koefisien Skewness (C_s)

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - X_{rata-rata})^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot S^3} \quad (3.3)$$

Koefisien Curtosis (C_k)

$$C_k = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - X_{rata-rata})^4}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot (n-3) \cdot S^3} \quad (3.4)$$

Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{Sx}{Xrata-rata} \quad (3.5)$$

- (3) Buat tabel dan hitung faktor-faktor uji distribusi statistik dengan log untuk menentukan metode yang dipakai untuk menghitung CHmaks dengan periode ulang
- (4) Lakukan uji Chi Kuadrat untuk mengetahui distribusi menguji apakah sebaran yang dipilih dalam pembuatan *duration curve* cocok dengan sebaran empirisnya.
- (5) Menghitung CHmaks dengan periode ulang 2,5,10,20,25,50 dan 100 tahun dengan persamaan sebagai berikut :

$$Xt = Xrata-rata + \frac{S}{Sn} (Yt - Yn) \quad (3.6)$$

Keterangan :

- Xt = curah hujan maksimum dengan periode ulang
- Xrata-rata = nilai curah hujan harian maksimum rata-rata
- S = Standar Deviasi
- Sn = nilai *Reduced Standart Deviation*
- Yt = nilai *Reduced Variate*
- Yn = nilai *Reduced Mean*

- (6) Menghitung T_c (waktu konsentrasi limpasan maksimum), dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$T_c = 0,222 \times L^{-0,2} \times S \times A_s^{-0,1} \quad (3.7)$$

Keterangan :

- T_c : waktu konsentrasilimpasan maksimum (jam)
- L : panjang sungai (km)
- S : kemiringan sungai
- A_s : luas daerah pengaliran (km²)

(7) Menghitung Intensitas Curah Hujan dengan menggunakan persamaan :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{T_c} \right)^{2/3} \quad (3.8)$$

Keterangan :

I : Intensitas hujan (mm/jam)

R_{24} : hujan maksimum periode ulang (mm)

T_c : waktu konsentrasi (jam)

(8) Menghitung koefisien aliran

(9) Menghitung debit puncak menggunakan persamaan :

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A_s \quad (3.9)$$

Keterangan

Q_p : debit puncak (m^3 /detik)

C : koefisien pengaliran

I : intensitas hujan (mm/jam)

A_s : luas daerah pengaliran (km^2)

(10) Menghitung Volume aliran menggunakan persamaan :

$$V_o = CH_{maks} \times C \quad (3.10)$$

Keterangan :

V_o : volume aliran (m^3)

CH_{maks} : curah hujan maksimum

C : koefisien aliran

b) Indeks Erodibilitas Tanah (K)

Erodibilitas merupakan kepekaan tanah terhadap tumbukan butir-butir air hujan. Nilai erodibilitas pada penelitian ini diperoleh dari tabel 3.1 berikut :

Tabel 3.1 Nilai faktor K (erodibilitas tanah) beberapa jenis tanah di Indonesia

No	Jenis Tanah	Nilai K
1	Aluvial	0,29
2	Andosol	0,28
3	Brown Forest	0,28
4	Glei	0,29
5	Grumosol	0,16
6	Latosol	0,26
7	Litosol	0,13
8	Mediterranean	0,16
9	Organosol	0,29
10	Podsol Merah	0,20
11	Regosol	0,31

(Sumber : Direktorat Kehutanan, 2012:41).

c) Indeks Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Pada penelitian ini, nilai LS diperoleh dengan menggunakan peta DEM yang telah *dioverlay* menjadi peta kelerengan. Untuk mempermudah penentuan nilai LS, digunakan penilaian kelas kemiringan lereng (LS) yang dikeluarkan oleh Departemen Kehutanan (1988).

Tabel 3.2 Konversi nilai kemiringan lereng menjadi nilai LS

No	Kemiringan Lereng (%)	Nilai LS
1	0 - 5	0,25
2	5 - 15	1,20
3	15 - 35	4,25
4	35 - 50	9,50
5	>50	12,00

(Sumber : Lampiran Juknis SSOP Banjir dan Tanah Longsor, 2011)

d) Indeks Nilai Pengelolaan Tanaman (C) dan Tindakan Konservasi (P)

Indeks pengelolaan tanaman (C) dapat diartikan sebagai rasio tanah yang tererosi pada suatu jenis tanah dengan vegetasi penutup tertentu. Indeks

tindakan konservasi adalah rasio antara tanah yang tererosi pada suatu jenis pengelolaan lahan terhadap tanah yang tererosi pada lahan yang sama tanpa praktek konservasi tanah apapun. Untuk nilai CP disesuaikan dengan lampiran A.

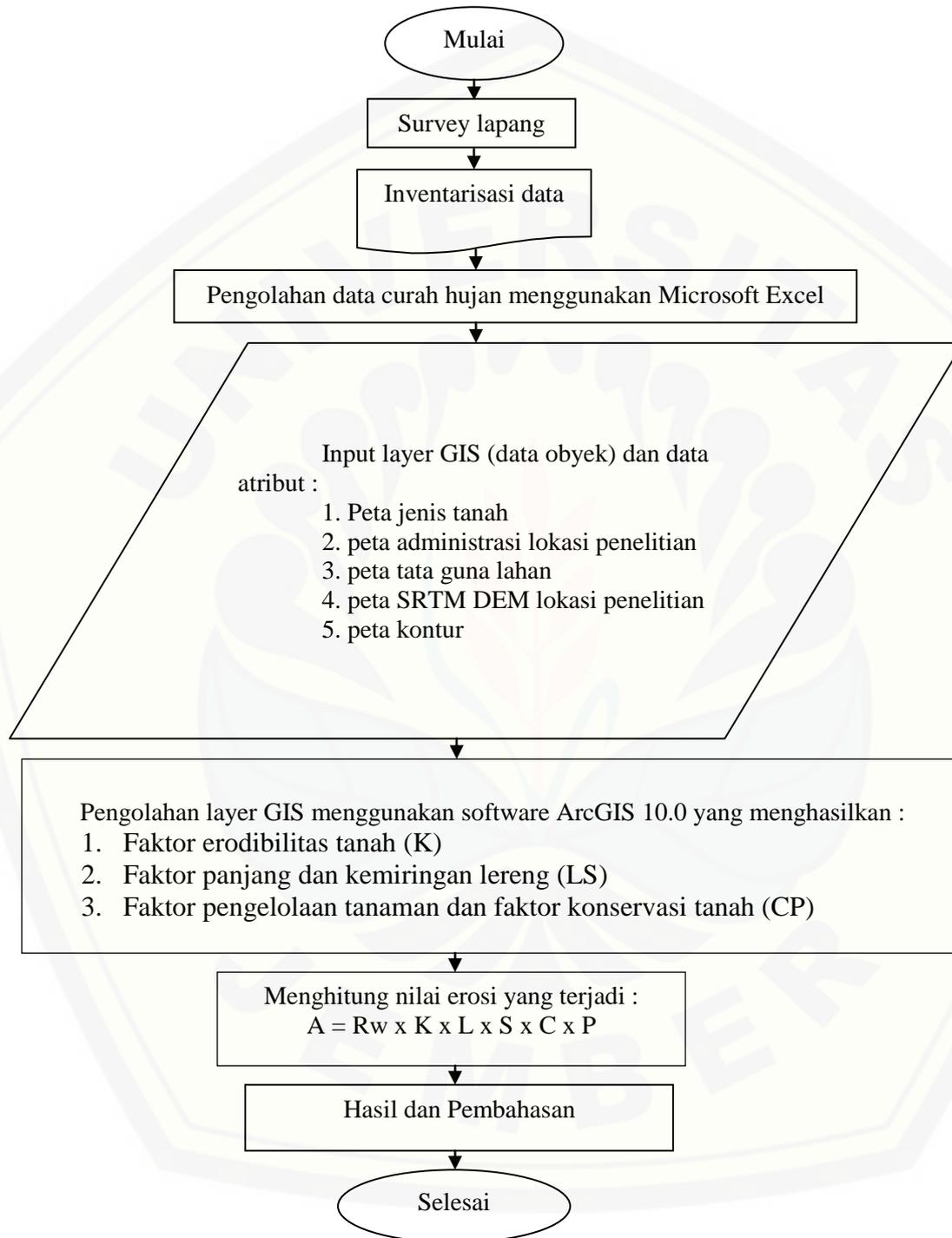
2) Penentuan prioritas konservasi

Penentuan prioritas konservasi di dasarkan pada besarnya erosi yang terjadi, sehingga bisa diketahui zona mana yang harus diprioritaskan terlebih dahulu.

3) Analisis Regresi

Analisis Regresi merupakan analisis untuk mengukur ada atau tidaknya korelasi antar variabelnya. Analisis regresi pada penelitian digunakan untuk mengetahui seberapa besar masing-masing indeks atau faktor-faktor dalam menumbang besarnya nilai erosi yang terjadi.

3.4 Diagram Penelitian



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

3.5 Luaran Penelitian

Dari penelitian ini, luaran yang diharapkan adalah dapat memberikan informasi tentang besarnya estimasi erosi yang terjadi pada sistem tumpangsari kopi – tanaman semusim menurut metode MUSLE, sehingga dengan adanya informasi ini dapat dilakukan teknik konservasi yang tepat guna keberlanjutan fungsi tanah.

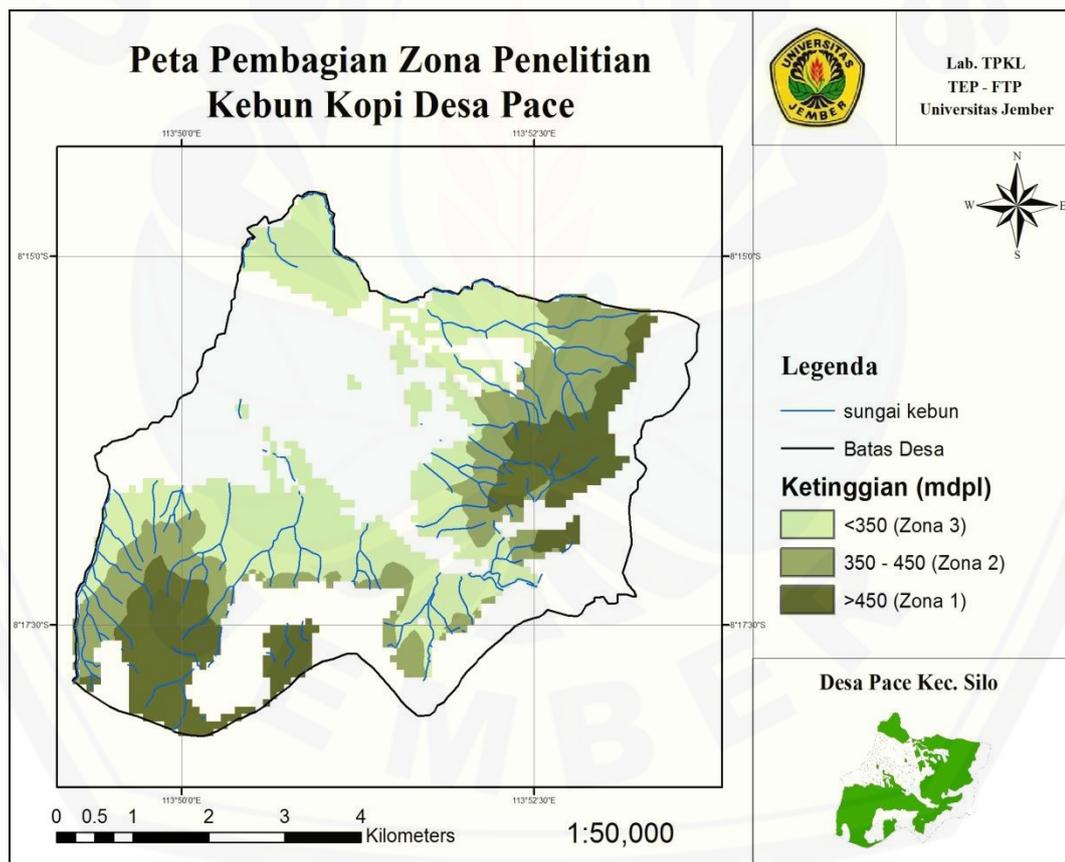


BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Desa Pace Kecamatan Silo. Luas secara umum Desa Pace adalah 33,7 km² dengan ketinggian yang bervariasi, mulai dari 200 mdpl sampai dengan >600 mdpl. Cakupan lokasi penelitian meliputi kebun kopi yang berada di Desa Pace dengan pembagian 3 zona berdasarkan ketinggian lahan.

Zona 1 atau kebun kopi perhutani dengan ketinggian >450mdpl , zona 2 atau kebun kopi PDP dengan ketinggian 300mdpl – 450 mdpl dan zona 3 atau kebun kopi rakyat dengan ketinggian 245 - 300 mdpl. Untuk pembagian zona penelitian dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini :



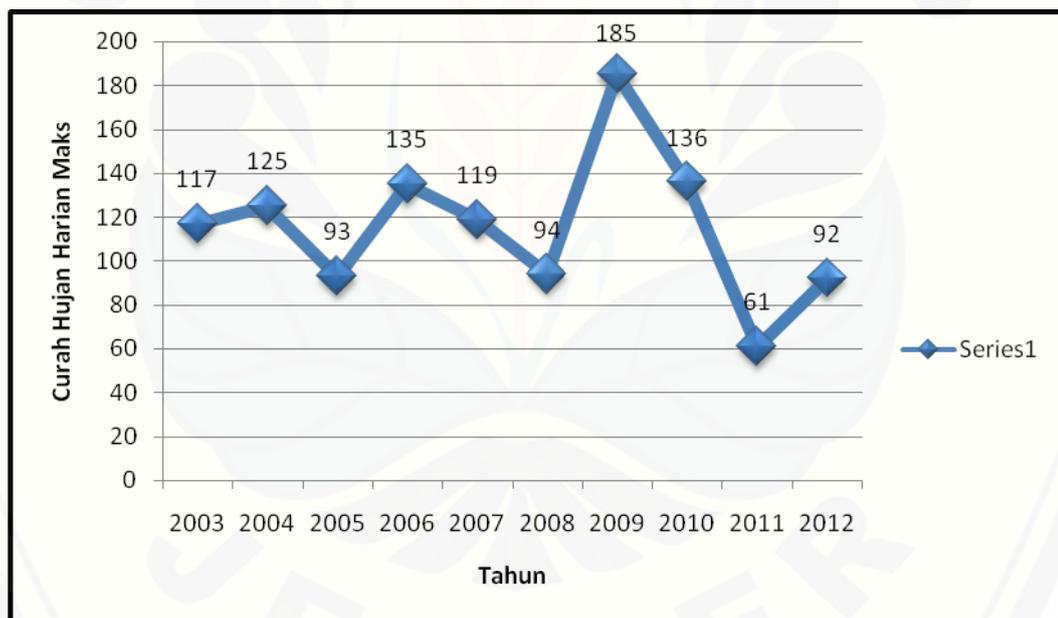
Gambar 4.1 Pembagian zona penelitian (sumber : hasil analisis spasial ArcGIS 10.0, 2014)

4.2 Analisa Hidrologi

Faktor iklim yang paling mempengaruhi erosi adalah hujan (Arsyad, 2010). Curah hujan adalah salah satu unsur iklim yang besar perannya terhadap kejadian longsor dan erosi. Air hujan yang terinfiltrasi ke dalam tanah dan menjenuhi tanah menentukan terjadinya longsor, sedangkan pada kejadian erosi, air limpasan permukaan adalah unsur utama penyebab terjadinya erosi.

4.2.1 Curah Hujan Rata – Rata Daerah Aliran

Curah hujan yang diperlukan untuk menghitung besarnya erosivitas limpasan permukaan adalah curah hujan yang terjadi pada daerah yang akan diteliti. Data curah hujan yang dipakai dalam penelitian ini adalah diambil dari salah satu stasiun hujan terdekat dengan lokasi penelitian yakni stasiun hujan Silo. Berikut grafik curah hujan harian maksimum disajikan pada gambar 4.2:



Gambar 4.2 Grafik curah hujan harian maksimum tahun 2003-2012 (sumber : data diolah, 2014)

Gambar 4.2 di atas merupakan grafik nilai curah hujan harian maksimum. Data ini diperoleh dari data curah hujan harian di stasiun hujan Silo dalam bentuk Excel. Curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 2009 yaitu sebesar 185mm dan nilai curah hujan terendah terjadi pada tahun 2011 yakni 61mm. Untuk mendapatkan

curah hujan periode ulang makadata diatas diurutkan mulai dari data dengan nilai curah hujan tertinggi sampai dengan data dengan nilai curah hujan terendah. Data curah hujan ini digunakan untuk menghitung besarnya curah hujan maksimum yang terjadi dalam kurun waktu 10 tahun terakhir.

4.2.2 Analisa Frekuensi

Ada beberapa jenis distribusi statistik yang dapat dipakai untuk menentukan besarnya curah hujan rencana. Dalam penelitian ini digunakan distribusi Normal, Gumbel, Log Pearson III, dan Log Normal. Semua metode tersebut diuji terlebih dahulu untuk mengetahui paramater dispersi. Parameter tersebut antara lain adalah harga rata-rata, standar deviasi, koefisien *skewness*, koefisien kurtosis dan koefisien variasi. Perhitungan data hujan dengan keempat parameter dispersi disajikan pada lampiran C.1a dan C.1b, dan hasil uji distribusi statistik dapat dilihat pada tabel 4.1 di bawah ini :

Tabel 4.1 Hasil uji distribusi statistik

Jenis Distribusi	Syarat	Perhitungan	Kesimpulan
Normal	$Cs \approx 0$ $Ck \approx 3$	$Cs = 0,54$ $Ck = 0,06$	tidak memenuhi
Gumbel	$Cs \leq 1,1396$ $Ck \leq 5,4002$	$Cs = 0,54$ $Ck = 0,06$	memenuhi
Log Pearson III	$Cs \approx 0$	$Cs = - 0,82$	tidak memenuhi
Log Normal	$Cs \approx 3Cv + Cv^2 = 0,8325$	$Cs = 0,19$	tidak memenuhi

(Sumber : Data diolah, 2014).

Dari tabel 4.1 di atas, pada distribusi normal syarat untuk nilai koefisien curtosis (Ck) yaitu mendekati 3, sedangkan pada perhitungan nilai yang diperoleh adalah 0,06 dan nilai Cs pada syarat mendekati 0 sedangkan pada perhitungan bernilai 0,54. Nilai Cs pada perhitungan lebih mendekati angka 1 dibandingkan 0, dan nilai Ck lebih mendekati nilai 0 dibandingkan nilai 3, sehingga distribusi ini tidak memenuhi syarat yang ditentukan. Distribusi yang kedua adalah Log Pearson III dengan syarat nilai $Cs \approx 0$, berdasarkan perhitungan nilai Cs lebih

kecil yakni $-0,82$ dan jauh mendekati nilai 0 , sehingga syarat tersebut tidak terpenuhi. Distribusi yang ketiga adalah Gumbel. Distribusi ini bisa digunakan apabila nilai $C_s \leq 1,139$ dan $C_k \leq 5,4002$. Berdasarkan perhitungan diperoleh nilai $C_s = 0,54$ dan $C_k = 0,06$ dimana nilai C_s lebih mendekati angka 1 dan nilai C_k juga kurang dari nilai 5 , sehingga syarat tersebut dapat terpenuhi sehingga distribusi Gumbel bisa digunakan. Distribusi terakhir adalah Log Normal dengan syarat nilai C_s mendekati $0,8325$. Dari perhitungan diperoleh nilai C_s adalah $0,19$ jika dibulatkan menjadi $0,2$. Nilai antara syarat dengan perhitungan sangat jauh rentangnya yaitu $0,6$ sehingga distribusi ini tidak memenuhi. Dapat diambil kesimpulan bahwasanya analisis curah hujan rencana dengan periode ulang menggunakan Distribusi Gumbel.

4.2.3 Uji Sebaran Metode *Chi Kuadrat*

Sebelum menghitung curah hujan maksimum, dilakukan uji sebaran. Pengujian sebaran dalam penelitian ini menggunakan metode *Chi Kuadrat*. Uji *Chi Kuadrat* dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik data yang dianalisis. Perhitungan selengkapnya disajikan pada lampiran C.1c. Berikut hasil akhir perhitungan nilai X^2 dengan metode Uji *Chi Kuadrat* yang disajikan pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Perhitungan X^2

No	Nilai Batas Tiap Kelas	E_f	O_f	$(E_f - O_f)^2$	$(E_f - O_f)^2 / E_f$
1	$40,34 \leq X \leq 81,67$	2,5	1	2,25	0,9
2	$81,67 \leq X \leq 123$	2,5	5	6,25	2,5
3	$123 \leq X \leq 164,33$	2,5	3	0,25	0,1
4	$164,33 \leq X \leq 205,66$	2,5	1	2,25	0,9
	X^2	10	10		4,4

(Sumber : Data diolah, 2014).

Dari hasil perhitungan pada lampiran C.1c diperoleh nilai X^2 sebesar $4,4$ sedangkan nilai X^2 pada tabel uji *Chi-Kuadrat* adalah $5,991$. Karena nilai X^2 yang diperoleh pada perhitungan lebih kecil dibandingkan dengan nilai X^2 pada tabel

uji *Chi Kuadrat*, maka dari pengujian kecocokan penyebaran, disimpulkan bahwa Distribusi Gumbel dapat diterima.

Analisis curah hujan dengan periode ulang dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 3.6 dan dihasilkan data seperti tabel 4.3 di bawah ini :

Tabel 4.3 Analisis curah hujan maksimum dengan periode ulang

No	Periode Ulang	Xrata-rata	S	Yt	Yn	Sn	Hujan Maksimum
1	2	115,7	33,7	0,3065	0,4952	0,9497	109 mm
2	5	115,7	33,7	1,4999	0,4952	0,9497	151,35 mm
3	10	115,7	33,7	2,2504	0,4952	0,9497	177,98 mm
4	20	115,7	33,7	2,9702	0,4952	0,9497	203,52 mm
5	25	115,7	33,7	3,1255	0,4952	0,9497	209,03 mm
6	50	115,7	33,7	3,9019	0,4952	0,9497	236,58 mm
7	100	115,7	33,7	4,6001	0,4952	0,9497	261,36 mm

(Sumber : Data diolah, 2014).

Dari tabel 4.3 diatas, digunakan periode ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50 dan 100 tahun, Xrata-rata atau curah hujan rata-rata untuk semua periode ulang sama yaitu 115,7 mm, dan nilai S untuk standar deviasi didapatkan dari perhitungan dengan nilai 33,7. Untuk nilai Yn (*Reduced Mean*) dan Sn (*Reduced Standart Deviation*) diperoleh dari tabel pada lampiran dengan nilai n (banyaknya data) sejumlah 10 tahun. Dari hasil perhitungan di dapatkan nilai Yn dan Sn terhitung masing-masing adalah 0,4952 dan 0,9497. Nilai Yt (*Reduced Variated*) dapat dilihat pada lampiran dengan menyesuaikan periode ulangnya, karena untuk masing-masing periode ulang memiliki nilai Yt yang berbeda.

Analisis curah hujan maksimum menggunakan Distribusi Gumbel dapat dihitung menggunakan persamaan 3.7. Dari hasil perhitungan tersebut di dapatkan hasil seperti disajikan pada tabel 4.3. Pada tabel 4.3 dapat dilihat nilai curah hujan maksimum yang paling besar terletak pada periode ulang 100 tahun yakni 261,36 mm dan nilai curah hujan maksimum yang paling kecil terjadi pada periode ulang 2 tahun yakni 109 mm, tetapi untuk perhitungan selanjutnya digunakan data curah

hujan maksimum periode ulang 10 tahun, karena data curah hujan yang dipakai selama 10 tahun.

4.2.4 Intensitas Hujan (I) dan Waktu Konsentrasi Limpasan Maksimum (T_c)

Intensitas hujan adalah banyaknya curah hujan persatuan jangka waktu tertentu. Besarnya intensitas hujan salah satunya dipengaruhi oleh waktu konsentrasi limpasan maksimum (T_c). T_c adalah lamanya waktu yang dibutuhkan air hujan untuk mengalir dari tempat yang ada di hulu sampai ke tempat yang lebih rendah (hilir). Nilai T_c dihitung dengan menggunakan persamaan 3.8 dan diperoleh waktu konsentrasi limpasan sebesar 13,69 jam. Besarnya intensitas hujan pada setiap periode ulang dihitung dengan menggunakan persamaan 3.9, dan hasilnya disajikan pada tabel 4.4 dibawah ini:

Tabel 4.4 Intensitas hujan dengan periode ulang

No	Periode ulang (tahun)	R (mm)	T_c (jam)	I (mm/jam)
1	2	109	13,69	6,36
2	5	151,35	13,69	8,83
3	10	177,98	13,69	10,38
4	20	203,52	13,69	11,87
5	25	209,03	13,69	12,19
6	50	236,58	13,69	13,80
7	100	261,36	13,69	15,25

(Sumber : Data diolah, 2014).

4.2.5 Debit Puncak (Q_p)

Metode untuk memperkirakan debit puncak adalah metode Rasional USSCS (1973). Metode ini dipakai karena penggunaannya terbatas untuk Daerah Aliran Sungai (DAS) dengan ukuran kecil yaitu ≤ 300 ha (Suripin, 2002 : 141). Dengan menggunakan persamaan 3.10, dan menggunakan intensitas hujan periode ulang 10 tahun dapat diperoleh nilai debit puncak (Q_p) adalah $257,92 \text{ m}^3/\text{det}$. Menurut Kodoatie dan Sjarif (2010:153), bahwasanya nilai debit puncak diatas $250 \text{ m}^3/\text{det}$ dikategorikan ke dalam frekuensi yang besar atau mengalami kenaikan 6,3 – 35

kali karena adanya perubahan tata guna lahan. Hal ini menyebabkan adanya peningkatan aliran permukaan tanah yang menuju sungai dan menyebabkan terjadi peningkatan debit sungai yang besar.

4.2.6 Volume Aliran (V_Q)

Volume aliran adalah salah satu faktor dalam pengangkutan sedimen dari hasil erosi. Aliran limpasan pada suatu DAS selanjutnya akan mengalir ke dalam sungai. Aliran limpasan ini akan membawa sedimen hasil erosi yang terakumulasi ke dalam sungai dan akan diendapkan pada muara sungai tersebut. Volume aliran dihitung dengan menggunakan persamaan 3.11 dan diperoleh nilai V_Q adalah $72,97 \text{ m}^3$. Nilai volume limpasan ini relatif kecil dengan luas DAS $<300 \text{ km}^2$. Murtiono (2005:180) menyatakan bahwasanya luas DAS $>35.000 \text{ km}^2$ dapat menghasilkan nilai volume limpasan permukaan lebih dari 15 juta m^3 .

4.3 Indeks Erosivitas Limpasan Permukaan (R_w)

Erosi tanah terjadi melalui tiga tahap, yaitu tahap pelepasan partikel tanah, pengangkutan dan pengendapan sedimen. Hasil endapan pada saat terjadi erosi dipengaruhi oleh limpasan permukaan. Oleh karena itu Williams (1975:966) mengadakan modifikasi PUKT (Persamaan Umum Kehilangan Tanah) untuk menduga hasil endapan dari setiap kejadian limpasan permukaan, mengganti indeks erosivitas (R) dengan indeks erosivitas limpasan permukaan (R_w). Indeks erosivitas limpasan permukaan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.4 dan diperoleh hasil sebesar $2921,96 \text{ (m}^2/\text{jam)}$.

4.4 Indeks Erodibilitas Tanah (K)

Erodibilitas tanah menunjukkan resistensi partikel tanah terhadap pengelupasan dan transportasi partikel-partikel tanah tersebut oleh adanya energi kinetik air hujan. Asdak (2004:360) menyatakan bahwa besarnya resistensi dipengaruhi oleh topografi, kemiringan lereng dan besarnya gangguan oleh manusia. Erodibilitas (K) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.11, tetapi pada penelitian ini nilai erodibilitas tanah diperoleh dari studi literatur dan peta jenis tanah dari

Pusat Penelitian Tanah Bogor (2012). Nilai erodibilitas selanjutnya diinput sebagai data atribut dari peta jenis tanah.

Pada kebun kopi Desa Pace, terdapat 2 jenis tanah yakni tanah mediteran dan andosol. Untuk persentase jenis tanah dan luasnya dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Jenis tanah pada kebun kopi Desa Pace

No	Jenis Tanah	Luas (ha)	Luas (km ²)	Luas (%)
1	Mediteran	1268,37	12,683	68,85
2	Andosol	573,813	5,73	31,14
	TOTAL	1842,183	18,42	100

(Sumber : hasil analisis spasial ArcGIS 10.0, 2014).

Berdasarkan letak plot pada peta jenis tanah dan menggunakan tabel 3.1 sebagai dasar penentuan nilai erodibilitas tanah (K), maka nilai erodibilitas pada masing-masing zona penelitian disajikan pada tabel 4.6 di bawah ini :

Tabel 4.6 Nilai dan tingkat erodibilitas pada kebun kopi Desa Pace

Zona	Plot	Elevasi (mdpl)	Jenis Tanah	Nilai K	Tingkat Erodibilitas
1	1	588	andosol	0,28	agak tinggi
	2	605	andosol	0,28	agak tinggi
	3	513	andosol	0,28	agak tinggi
	4	585	andosol	0,28	agak tinggi
	5	508	andosol	0,28	agak tinggi
2	6	483	mediteran	0,16	agak rendah
	7	498	mediteran	0,16	agak rendah
	8	408	mediteran	0,16	agak rendah
	9	385	mediteran	0,16	agak rendah
	10	443	mediteran	0,16	agak rendah
3	11	267	mediteran	0,16	agak rendah
	12	278	mediteran	0,16	agak rendah
	13	279	mediteran	0,16	agak rendah
	14	313	mediteran	0,16	agak rendah
	15	283	mediteran	0,16	agak rendah

(Sumber : hasil analisis spasial ArcGIS 10.0, 2014).

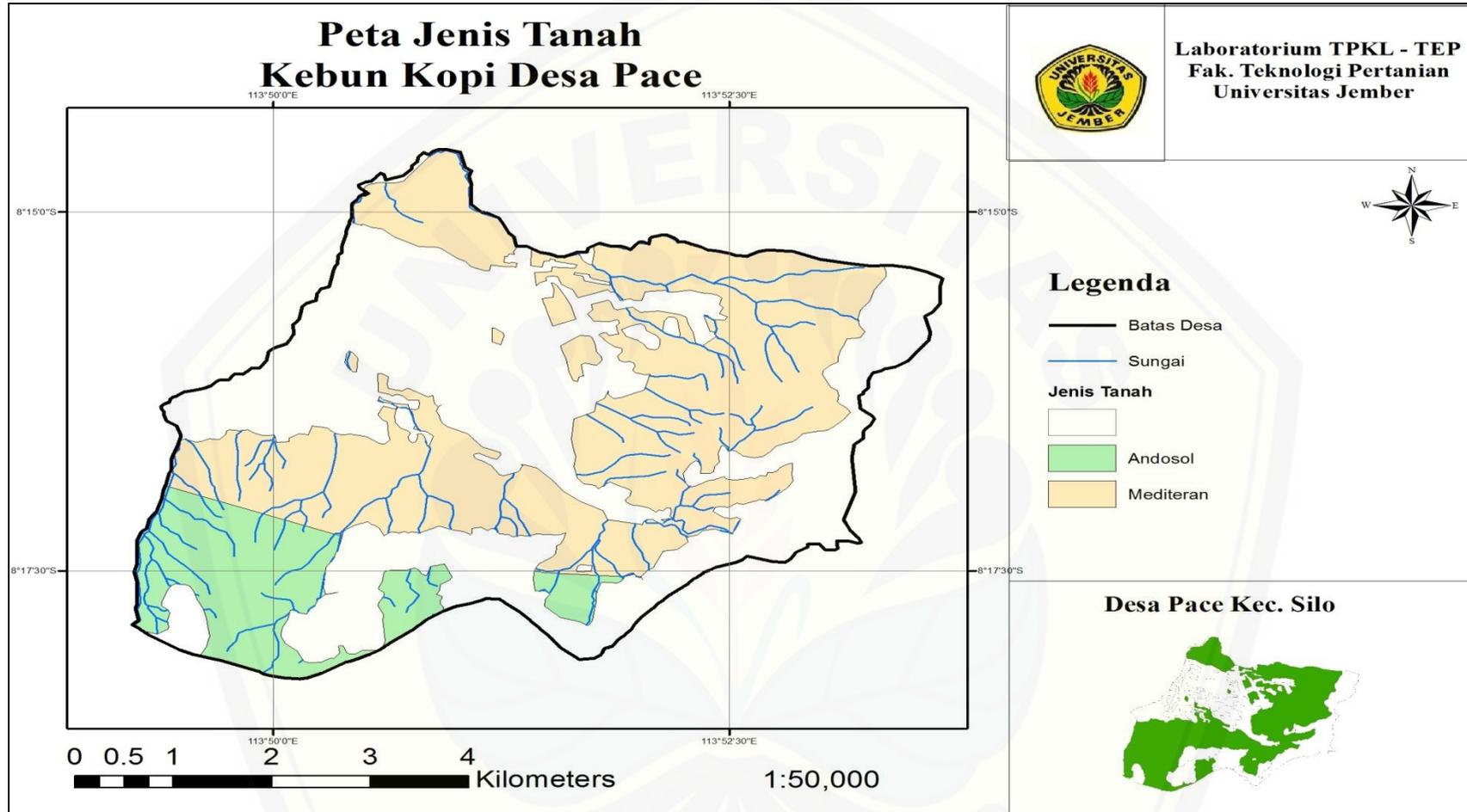
Dari tabel 4.6 dapat diketahui bahwa zona yang memiliki indeks erodibilitas yang besar adalah zona 1 jenis tanah andosol dengan nilai indeks erodibilitas tanah

sebesar 0,28, sedangkan untuk zona 2 dan 3 memiliki nilai indeks erodibilitas yang lebih kecil yaitu 0,16 dengan jenis tanah mediteran.

Tanah andosol adalah tanah yang berwarna kelam, coklat sampai hitam, sangat gembur, struktur remah atau granuler, mengandung bahan organik 8 – 30% dengan pH 4,5 – 6 (Darmawidjaja, 1997:320). Andosol memiliki konsistensi gembur tapi mempunyai derajat ketahanan struktur yang tinggi sehingga mudah diolah. Jenis tanah ini memiliki kandungan bahan organik dan kapasitas pengikatan air yang tinggi, serta permeabilitas yang tinggi. Dengan ciri-ciri tersebut, tanah andosol resisten terhadap erosi.

Tanah mediteran berasal dari bahan induk tuf volkan intermedier sampai basis. Tanah ini memiliki struktur geluh hingga lempung, struktur gumpal membulat, konsistensi teguh dan lekat, dan permeabilitas sedang. Pada lokasi penelitian, tanah jenis ini memiliki erodibilitas yang rendah. Susanto (2012:31), yang melakukan penelitian di lokasi yang sama mengatakan bahwa nilai erodibilitas tanah (K) pada kebun kopi berkisar antara 0,08 – 0,16.

Tanah yang memiliki erodibilitas tinggi pada kondisi curah hujan yang sama maka akan lebih mudah tererosi dibandingkan dengan tanah yang memiliki erodibilitas rendah. Namun tanah dengan tingkat erodibilitas yang rendah belum tentu menghasilkan erosi yang rendah juga apabila tanah tersebut terletak pada kemiringan lereng yang curam dan panjang serta curah hujan dengan intensitas yang tinggi. Sebaliknya, suatu tanah yang memiliki erodibilitas tinggi belum tentu menghasilkan erosi yang besar ataupun tidak menunjukkan gejala erosi apabila tanah tersebut terletak pada kemiringan lereng yang landau, dengan vegetasi penutup tanah, pengelolaan tanaman dan konservasi tanah yang baik, serta dengan curah hujan yang tidak memiliki intensitas tinggi.



Gambar 4.3 Peta jenis tanah kebun kopi Desa Pace (sumber : hasil analisis spasial ArcGIS 10.0, 2014)

4.5 Indeks Panjang dan Kemiringan Lereng

Menurut Asdak (2004:365), faktor indeks topografi L dan S, masing-masing mewakili pengaruh panjang dan kemiringan terhadap besarnya erosi. Dua unsur topografi tersebut sangat berpengaruh terhadap terjadinya erosi. Semakin panjang dan curamnya suatu lereng maka erosi yang terjadi akan lebih besar karena aliran permukaan yang terjadi semakin tinggi, begitu pula sebaliknya semakin pendek dan datarnya suatu lereng maka kemungkinan terjadinya erosi akan lebih kecil.

Dalam penentuan nilai faktor panjang dan kemiringan lereng (LS) digunakan peta SRTM DEM (*Digital Elevation Model*) dalam format *grid*. Faktor LS dapat ditentukan dengan menurunkan data DEM menjadi *slope* dalam satuan persen. Dengan menginput titik yang sudah diambil menggunakan GPS ke dalam peta kelerengan, serta menggunakan tabel 3.2 sebagai acuan dalam menentukan nilai LS, maka nilai LS disajikan pada tabel 4.7 berikut :

Tabel 4.7 Faktor LS (*Length Slope*) kebun kopi Desa Pace

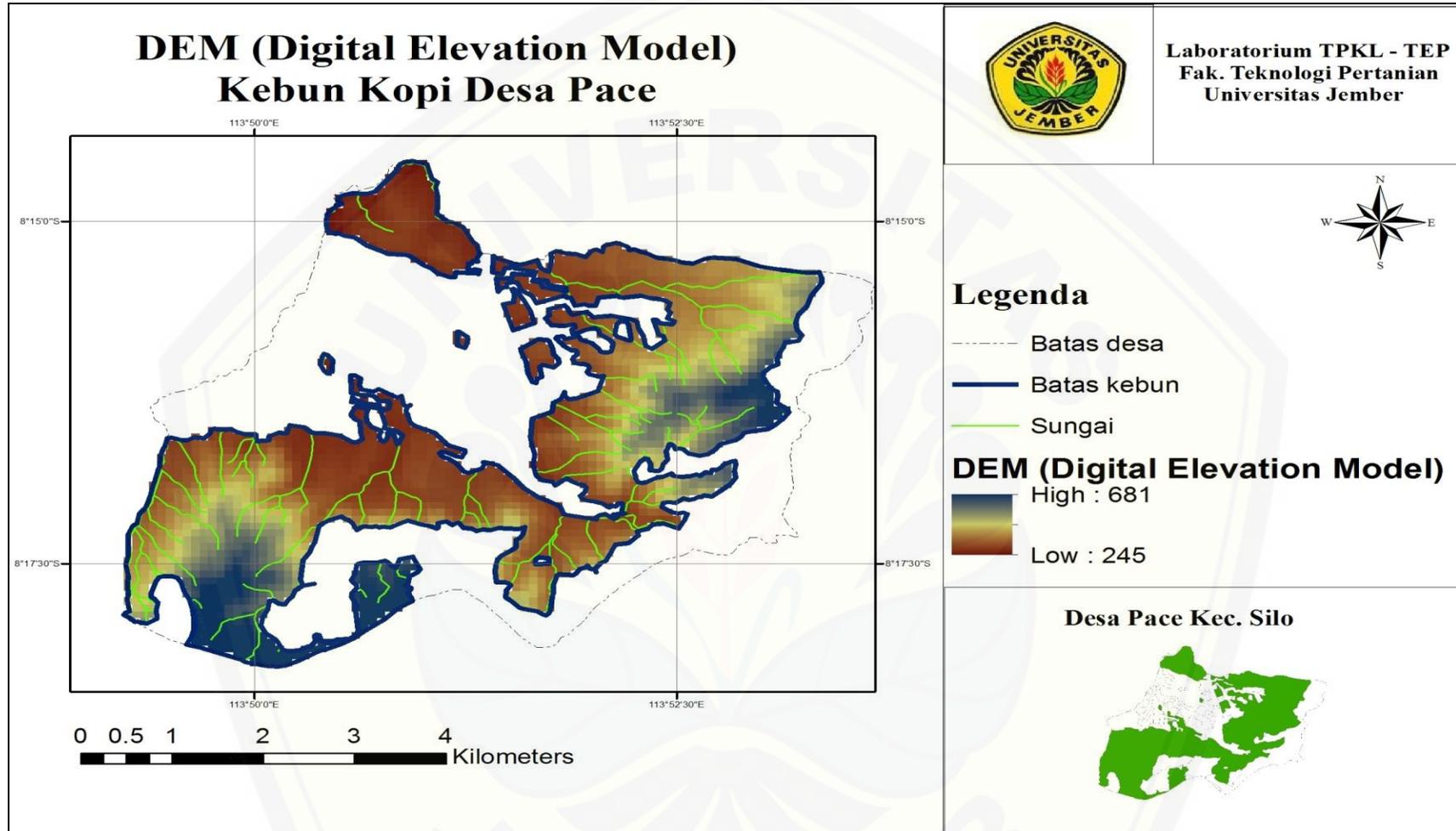
Zona	Plot	Elevasi (mdpl)	Klasifikasi LS	Nilai LS
1	1	588	5 – 15%	1,20
	2	605	15 – 35%	4,25
	3	513	>40%	12,00
	4	585	>40%	12,00
	5	508	15 – 35%	4,25
	6	483	>40%	12,00
2	7	498	>40%	12,00
	8	408	>40%	12,00
	9	385	15 – 35%	4,25
	10	443	35 – 40%	9,50
	11	267	5 – 15%	1,20
3	12	278	5 – 15%	1,20
	13	279	5 – 15%	1,20
	14	313	5 – 15%	1,20
	15	283	5 – 15%	1,20

(Sumber : hasil analisis spasial ArcGIS 10.0, 2014).

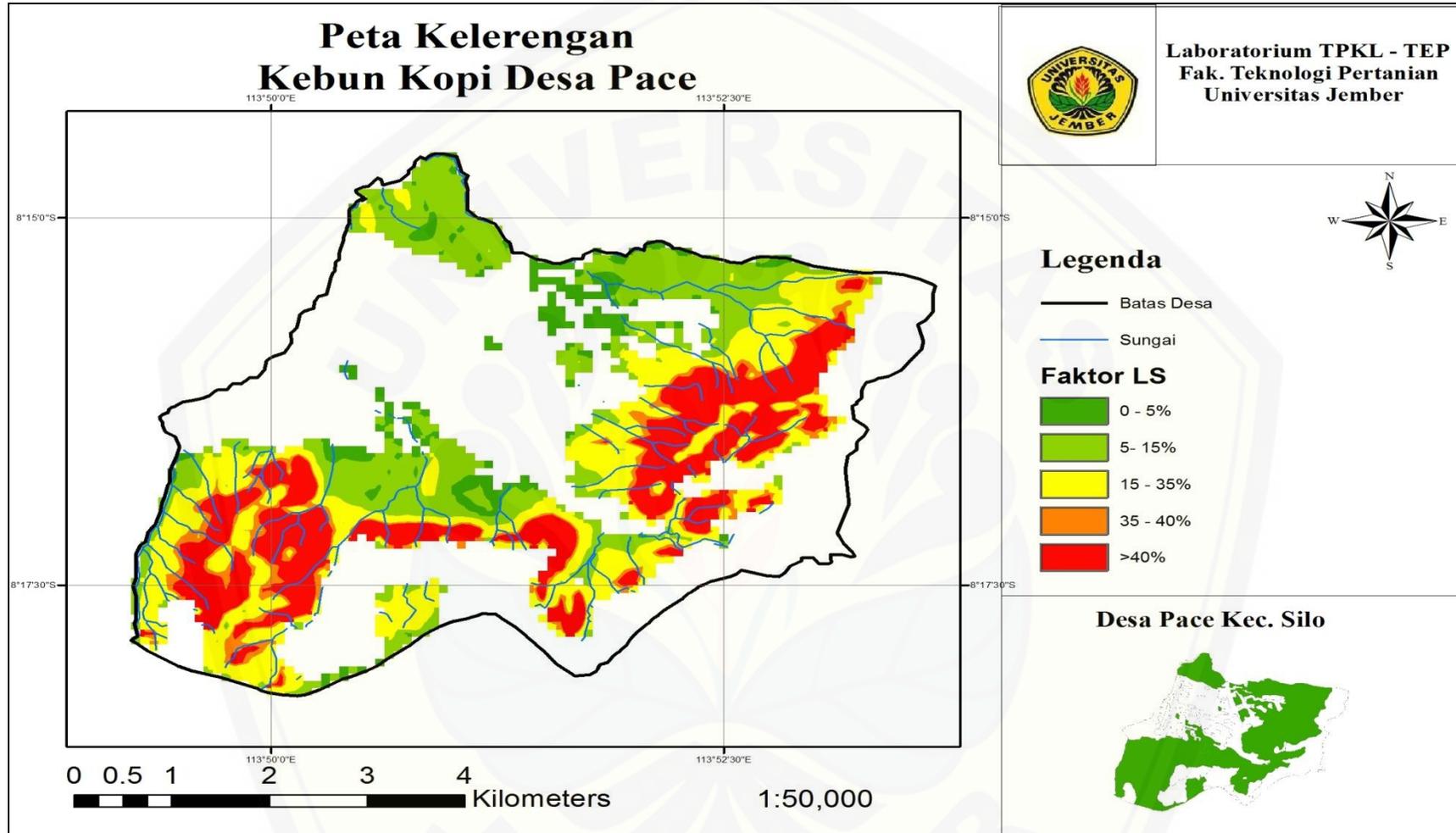
Berdasarkan tabel 4.7, kebun kopi desa Pace memiliki kelerengan yang bervariasi. Kelerengan kebun kopi pada lokasi yang diamati berkisar dari 15% sampai dengan >40%. Untuk kelerengan 5 – 15% memiliki nilai LS 1,20, kelerengan 15 – 35% adalah 4,25, kelerengan 35 – 40% adalah 9,50 dan kelerengan >40% adalah 1,20.

Dari ketiga zona, rata-rata nilai LS yang paling tinggi adalah zona 2 dengan nilai LS rata-rata 9,95. Hal ini membuktikan bahwasanya ketinggian suatu tempat tidak menjadi tolak ukur bahwa tempat tersebut memiliki tingkat kelerengan yang tinggi.

Kartasapoetra (2005) menyatakan bahwa semakin panjang lereng maka akan semakin besar kecepatan aliran air di permukaan tanah sehingga pengikisan terhadap bagian-bagian tanah semakin besar. Pada lahan yang datar, percikan butiran hujan melemparkan partikel tanah ke segala arah secara acak, sedangkan pada lahan miring butiran hujan lebih banyak melemparkan partikel tanah ke bawah dan akan semakin besar dengan tingginya kemiringan lereng.



Gambar 4.4 DEM (*Digital Elevation Model*) kebun kopi Desa Pace (sumber : hasil analisis spasial ArcGIS 10.0, 2014)



Gambar 4.5 Peta kelerengan kebun kopi Desa Pace (sumber : hasil analisis spasial ArcGIS 10.0, 2014)

4.6 Indeks Pengelolaan Tanaman dan Teknik Konservasi (CP)

Faktor C adalah salah satu faktor yang menunjukkan keseluruhan pengaruh dari vegetasi, seresah, kondisi permukaan tanah, dan pengelolaan lahan terhadap besarnya tanah yang hilang (erosi). Teknik konservasi (faktor P) adalah cara dalam mengolah sumber daya alam sesuai dengan kaidah-kaidah yang berlaku. Penentuan teknik konservasi yang sesuai dengan lahan pertanian akan banyak membantu dalam pengurangan laju erosi. Tindakan konservasi tertentu akan mengurangi laju erosi dibandingkan dengan lahan tanpa adanya tindakan konservasi.

Faktor CP diperoleh dari survey yang dilakukan pada lokasi penelitian. Untuk nilai CP diperoleh dari lampiran A. Berikut nilai CP pada kebun kopi:

Tabel 4.8 Faktor CP kebun kopi Desa Pace

Zona	Keterangan	Nilai CP
1	Perkebunan dengan tutupan lahan berupa rumput	0,06
2	Perkebunan dengan tutupan lahan sedang	0,02
3	Kebun pekarangan	0,07

(Sumber : data diolah, 2014)

Pada zona 1, tanaman yang ditanam pada lokasi tersebut adalah tanaman kopi dengan tutupan lahan berupa rumput, karena pada zona ini rumput yang berada disekitar tanaman dibiarkan tumbuh menutupi tanah. Zona 2 memiliki tanaman penutup lahan berupa daun-daun dari tanaman kopi yang dibiarkan jatuh kebawah dan tanaman semusim berupa jagung. Pada lokasi ini, kebun kopi adalah milik PDP dan dikelola oleh masyarakat disekitar perkebunan. Pada zona 3 adalah kebun pekarangan. Kebun kopi rakyat ini mayoritas terletak di pekarangan atau disekitar rumah.

4.7 Estimasi Erosi Kebun Kopi Desa Pace

Berdasarkan perhitungan dengan acuan metode MUSLE dengan menggunakan (persamaan 2.3), masing-masing zona pada lokasi penelitian menunjukkan tingkat erosi yang berbeda. Nilai pendugaan erosi rata-rata pada masing-masing zona disajikan pada tabel 4.9 di bawah ini

Tabel 4.9 Estimasi erosi kebun kopi

Zona	Plot	Rw (m ² /jam)	Nilai K	Nilai LS	CP	Luas lahan (ha)	Erosi (ton/ha/tahun)
1	1	2921,96	0,28	1,20	0,06	1,00	40,16
	2	2921,96	0,28	4,25	0,06	2,00	284,47
	3	2921,96	0,28	12,00	0,06	1,00	401,60
	4	2921,96	0,28	12,00	0,06	1,25	321,28
	5	2921,96	0,28	4,25	0,06	2,00	71,11
	6	2921,96	0,16	12,00	0,02	0,25	535,47
	7	2921,96	0,16	12,00	0,02	0,25	535,47
2	8	2921,96	0,16	12,00	0,02	0,25	535,47
	9	2921,96	0,16	4,25	0,02	0,25	189,64
	10	2921,96	0,16	9,50	0,02	0,25	423,91
	11	2921,96	0,16	1,20	0,07	1,00	81,99
3	12	2921,96	0,16	1,20	0,07	0,5	163,99
	13	2921,96	0,16	1,20	0,07	2,00	40,99
	14	2921,96	0,16	1,20	0,07	1,25	65,59
	15	2921,96	0,16	1,20	0,07	1,00	81,99

(sumber : data diolah, 2014).

Dengan menggunakan tabel 4.9 sebagai acuan, dapat ditulis estimasi erosi rata-rata pada masing-masing zona adalah sebagai berikut :

Tabel 4.10 Estimasi erosi rata-rata pada kebun kopi

Zona	Rata-rata nilai K	Rata-rata nilai LS	Rata-rata nilai CP	Rata-rata erosi (ton/ha/tahun)
1	0,16	6,74	0,06	244,71
2	0,16	9,95	0,02	372,14
3	0,28	1,2	0,07	41,62

(sumber : data diolah, 2014).

Tabel 4.9 merupakan nilai pendugaan sedimen menggunakan metode MUSLE. Dari tabel tersebut setiap lahan pada masing-masing zona memiliki nilai sedimen dan erosi yang berbeda, hal ini disebabkan jenis tanah, faktor panjang dan kemiringan lereng (LS) serta pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi (CP) menunjukkan nilai yang berbeda.

Pada zona 1, nilai erodibilitas dengan kategori agak tinggi sebesar 0,28, faktor LS rata-rata sebesar 6,74 dengan nilai CP rata-rata yakni 0,06 dihasilkan estimasi erosi rata-rata sebesar 244,71 ton/ha/tahun.

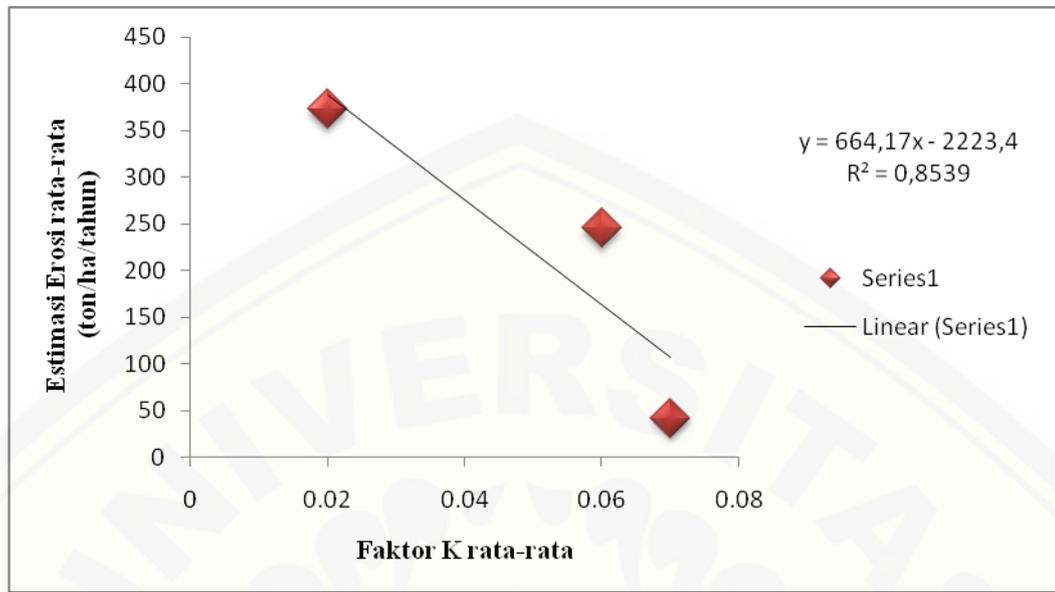
Pada zona 2, nilai erodibilitas lebih rendah dibandingkan dengan zona 1 yakni 0,16, faktor LS rata-rata sebesar 9,95 dengan nilai CP rata-rata yakni 0,02 dihasilkan estimasi erosi rata-rata sebesar 372,14 ton/ha/tahun.

Untuk zona 3, memiliki nilai erodibilitas yang sama dengan zona 2 yakni 0,16, faktor LS rata-rata sebesar 1,2 dengan nilai CP rata-rata yakni 0,07 dihasilkan estimasi erosi rata-rata sebesar 41,62 ton/ha/tahun.

4.8 Analisis Regresi

Analisis regresi digunakan untuk menentukan bentuk dari hubungan antar variabel. Tujuan utama dalam penggunaan analisis ini adalah untuk menduga nilai dari suatu variabel dalam hubungannya dengan variabel lain yang diketahui melalui persamaan garis regresinya.

4.8.1 Analisis Regresi antara Erosi Rata-rata dengan Faktor K

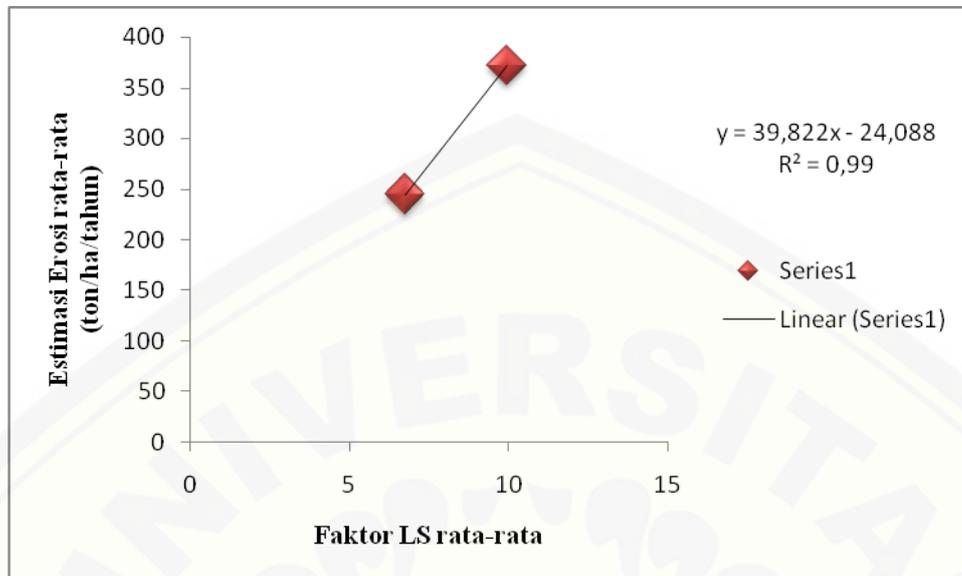


Gambar 4. 6 Kurva regresi antara erosi rata-rata dengan faktor K

Pada gambar 4.6 di atas, besarnya erosi rata-rata adalah 244,71 ; 372,14 dan 41,62 ton/ha/tahun dengan faktor erodibilitas (K) 0,16 dan 0,28. Kurva regresi membentuk garis lurus dengan persamaan $y = 664,17x - 2223,4$.

Persamaan regresi yang dihasilkan pada gambar 4.6 diperoleh dari persamaan regresi sederhana $y = a + bx$. Konstanta (a) pada persamaan di atas bernilai negatif (-2223,4x) sehingga persamaan dibalik menjadi $y = bx - a$ atau $y = 664,17x - 2223,4$. Ralph dan Stone (2005:379) menyatakan bahwa, konstanta negatif tidak menjadi persoalan dan bisa diabaikan selama model regresi yang diuji sudah memenuhi asumsi (misal normalitas untuk regresi sederhana) dan selama *slope* (b) masih bernilai positif. Selain itu, konstanta negatif dapat terjadi jika rentang nilai antara X dan Y cukup jauh.

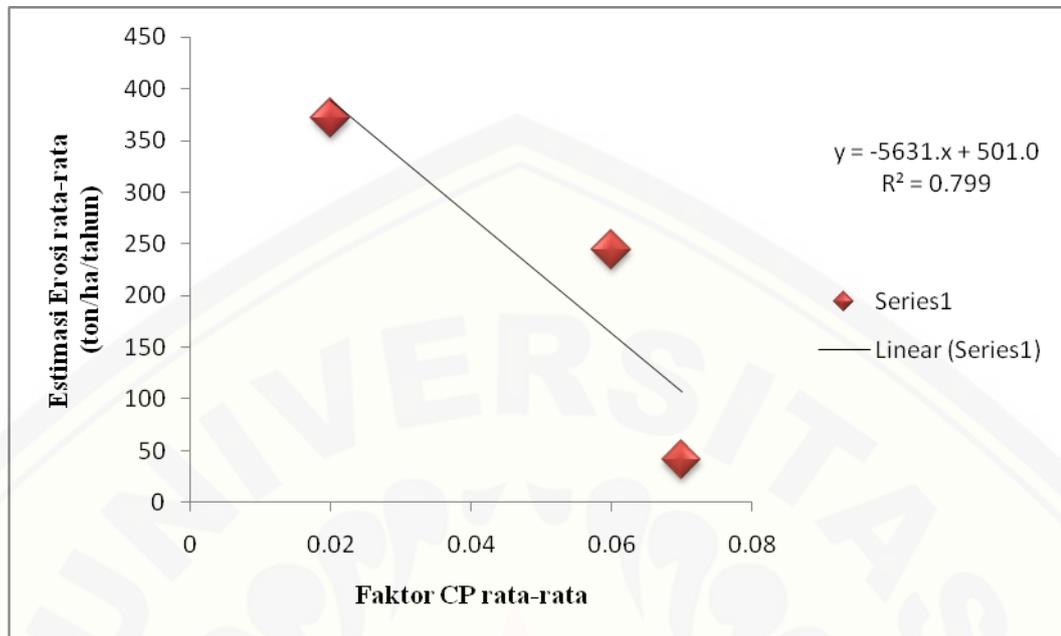
4.8.2 Analisis Regresi antara Erosi Rata-rata dengan Faktor LS



Gambar 4.7 Kurva regresi antara erosi rata-rata dengan faktor LS

Pada gambar 4.3, nilai erosi rata-rata 244,71 ; 372,14 dan 41,62 ton/ha/tahun dengan faktor LS 6,75; 9,95 dan 1,2, diperoleh persamaan $y = y = 37,643x - 5,1117$ dan $R^2 = 0,99$. Terjadi hubungan yang sama antara gambar 4.6 dengan gambar 4.7, dimana kedua kurva membentuk garis lurus dengan koefisien korelasi (R^2) mendekati angka 1. Hubungan antara erosi rata-rata sebagai (*dependent variable*) dengan faktor LS (panjang dan kemiringan lereng) sebagai (*independent variable*) diperkuat dengan nilai $R^2 = 0,99$ yang mendekati angka 1. Nilai koefisien korelasi pada gambar 4.7 jauh lebih besar dibandingkan dengan gambar 4.6, hal ini menandakan bahwa nilai faktor LS mempunyai hubungan yang lebih kuat terhadap terjadinya erosi rata-rata dibandingkan dengan faktor erodibilitas tanah (K).

4.8.3 Analisis Regresi antara Erosi Rata-rata dengan Faktor CP



Gambar 4.8 Kurva regresi antara erosi rata-rata dengan faktor CP

Pada gambar 4.8, nilai erosi rata-rata 244,71 ; 372,14 dan 41,62 ton/ha dengan faktor pengelolaan tanaman (C) dan teknik konservasi (P) 0,06 ; 0,02 dan 0,07, diperoleh persamaan $y = -5631,9x + 501,09$, dan $R^2 = 0,799$. Kurva regresi menunjukkan bahwasanya adanya hubungan terbalik (*negative correlation*). Notasi negatif (-) atau hubungan terbalik artinya kenaikan satu variabel akan dibarengi dengan penurunan variabel lainnya.

Dari ketiga kurva regresi yang ditampilkan pada gambar 4.6, 4.7 dan 4.8 dapat diambil kesimpulan bahwasanya faktor yang paling besar dalam menyumbang besarnya nilai erosi rata-rata dan faktor yang memiliki hubungan yang erat adalah faktor LS dengan koefisien korelasi $R^2 = 0,99$.

4.9 Prioritas Konservasi Kebun Kopi Desa Pace

Konservasi tanah adalah upaya untuk mempertahankan, memelihara, memperbaiki dan meningkatkan daya guna tanah agar sesuai dengan fungsinya. Konservasi dilakukan agar erosi yang terjadi bisa diminimalisir dan dapat

meningkatkan produktivitas lahan. Prioritas konservasi lahan disajikan pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.11 Prioritas konservasi kebun kopi Desa Pace

Zona	Erosi rata-rata (ton/ha/tahun)	Prioritas konservasi
1	244,71	Prioritas ke-1
2	372,14	Prioritas ke-1
3	41,62	Prioritas ke-1

(sumber : data diolah, 2014).

Pada tabel 4.11, erosi rata-rata yang paling besar terjadi pada zona 2 dengan tingkat erosi rata-rata 372,14 ton/ha/tahun, zona 1 dengan tingkat erosi rata-rata 244,71 ton/ha/tahun dan zona 3 yang memiliki tingkat erosi jauh lebih rendah dengan erosi rata-rata 41,62 ton/ha/tahun.

Berdasarkan Bennet (1976) dalam Kartasapoetra *et al*, (1985:60) yang menyatakan bahwa besarnya erosi yang masih dapat dibiarkan berdasarkan dengan usaha-usaha pengawetan tanah dan penanaman tanaman atau vegetasi penutup tanah adalah kurang dari 12,5 ton/ha/tahun, sehingga untuk semua zona pada lokasi penelitian masuk ke dalam prioritas ke-1 untuk dilakukan konservasi karena nilai erosi yang terjadi pada semua zona melebihi besarnya erosi yang dibiarkan.

4.10 Arahan Konservasi Lahan Kebun Kopi Desa Pace

Wilayah dataran tinggi yang umumnya berupa pegunungan dan lahan yang memiliki kemiringan lereng yang cukup terjal banyak ditanami tanaman semusim ataupun hortikultura, selain itu pengelolaan lahan yang tanpa didasari pemahaman tentang teknologi konservasi menunjang terjadinya erosi yang cukup besar.

Untuk itu perlu adanya suatu upaya untuk mengurangi masalah tersebut diantaranya dengan memilih teknologi usaha tani berbasis konservasi yang memadukan antara tanaman semusim, tanaman tahunan, dan hijauan pakan ternak secara proporsional yang dapat meningkatkan pendapatan petani dan sekaligus mempertahankan lahan dari kerusakan lingkungan yang terus berlanjut.

Arahan bentuk konservasi lahan dilakukan berdasarkan kemiringan lereng pada lokasi penelitian sebagai berikut :

Tabel 4.12 Arahan konservasi lahan kebun kopi Desa Pace

No	Kemiringan lereng (%)	Arahan konservasi lahan
1	<15	dilakukan proporsi penanaman 25% tanaman tahunan dan 75% tanaman semusim
2	15-30	proporsi penanaman tanaman tahunan dan semusim adalah sama, yaitu 50%
3	30 - 40	proporsi penanaman tanaman tahunan adalah 75% dan tanaman semusim 25%
4	>40	penerapan tanaman keras saja

(Sumber : Rachman

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

- a. Besarnya estimasi erosi pada sistem tumpangsari kopi- tanaman semusim pada lokasi penelitian adalah pada zona 1 erosi rata-rata 244,71 ton/ha/tahun, zona 2 dengan erosi rata-rata 372,14 ton/ha/tahun, dan pada zona 3 erosi rata-rata yang terjadi 41,62 ton/ha/tahun.
- b. Semua zona pada lokasi penelitian menjadi prioritas utama untuk dilakukan konservasi, karena nilai erosi yang terjadi pada semua zona melebihi erosi yang masih dapat dibiarkan yaitu 12,5 ton/ha/tahun.
- c. Tindakan konservasi yang dapat dilakukan adalah dengan penyesuaian proporsional antara tanaman keras dan tanaman semusim berdasarkan kemiringan lereng lahan.

5.2 Saran

- a. untuk menghitung indeks erosivitas limpasan permukaan, disarankan memakai data intensitas hujan pada masing-masing plot pada zona.
- b. untuk menghitung indeks erodibilitas tanah, disarankan untuk menggunakan data jenis tekstur tanah.
- c. metode USLE dapat digunakan untuk kemiringan lereng $< 20\%$, sehingga jika kemiringan $>20\%$ akan diperoleh hasil yang *over estimate*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2011. *Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan Dan Lahan Daerah Aliran Sungai*. [serial online]. http://www.dephut.go.id/informasi/rlps/14_167_04.pdf. [2 Desember 2014].
- Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor :IPB.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air Edisi Kedua*. Bogor : IPB.
- Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Edisi I*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Asdak, C. 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Darmawidjaja, I.M. 1997. *Klasifikasi Tanah*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Departemen Kehutanan. 2008. *Buku Statistik Kehutanan Indonesia*. Jakarta : DEPHUT.
- Desifindiana, M.D., Suharto, dan Wirosodarmo, R. 2013. “*Analisa Tingkat Bahaya Erosi pada Das Bondoyudo Lumajang dengan Menggunakan Metode MUSLE (In Press)*”. Tidak Diterbitkan. Jurnal. Malang :Universitas Brawijaya.
- Kamiana, M.I. 2010. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Kartasapoetra, A.G., Mulyani, G., dan Sutedjo, M. 1985. *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Jakarta : PT. Bina Aksara.
- Kartasapoetra, A.G., Mulyani, G., dan Sutedjo, M. 2000. *Teknologi Konservasi Tanah Dan Air*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Kartasapoetra, A.G. 2005. *Teknologi Konservasi Tanah Dan Air*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Kementrian Kehutanan. 2011. *Lampiran Juknis SSOP Banjir dan Tanah Longsor*. [serialonline]. [http://www.dephut.net/./lampiran%20%JUKNIS % SSOP%Banjir%.pdf](http://www.dephut.net/./lampiran%20%JUKNIS%SSOP%Banjir%.pdf). [2 Desember 2014].

- Kironoto, B.A. 2000. *Konservasi Lahan*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Kodoatie, R.J. dan Sjarif, R. 2010. *Tata Ruang Air*. Yogyakarta : Andi.
- Murtiono, H.U. 2005. *Kajian Model Estimasi Volume Limpasan Permukaan, Debit Puncak Aliran, Dan Erosi Tanah Dengan Model Conservation Service (Scs), Rasional Dan Modified Universal Soil Loss Equation (MUSLE) (Studi Kasus Di Das Keduang, Wonogiri)*. Tidak Diterbitkan.Jurnal. Solo :Balai Kehutanan Solo.
- Rachman, S. 2009. *Menyelamatkan Daerah Aliran Sungai (DAS)*. [serial online]. http://www.dephut.go.id/uploads/files/Siaran_Pers_Penyelamatan_DAS_09.pdf. [14 Februari 2015].
- Rahayu, P. 2006. *Mencegah Erosi dengan Metode Vegetasi Tanaman Kopi*. [serial online].<http://cybex.deptan.go.id/mencegah/erosi/dengan/metode/vegetasi/tanaman/kopi/index.html>. [15 Maret 2014].
- Rahim, S.E. 2003. *Pengendalian Erosi Tanah*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Ralph, C.A. dan Stone, J.H. 2005. *Textbook Neglect of the Constant Coefficient*. The Journal of Economic Education. Vol. 36, pp. 379-384.
- Sujana. 1992. *Metoda Statistika Edisi 5*. Bandung : Tarsito.
- Suparma, E. 2002. *Pengukuran Tingkat Bahaya Erosi SUB-DAS Cipamingkis Kabupaten Bogor*. Buletin Teknik Pertanian, Vol. 7 No.2
- Suripin. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah Dan Air*. Yogyakarta : Andi.
- Susanto, S. 2010. *Penilaian Tingkat Bahaya Erosi Tanah pada Lahan Kopi Robusta (Coffea Robusta) di Kecamatan Silo Kabupaten Jember dengan Menggunakan SIG*. Skripsi. Jember : Universitas Jember.
- Utomo, W.H. 1984. *Erosi dan Konservasi Tanah*. Malang : UB.
- Utomo, W.H. 1994. *Erosi dan Konservasi Tanah*. Malang : IKIP.
- Widianto, Suprayogo, Noveras, dan Noordwijk. 2001. "Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Lahan Pertanian : Apakah Fungsi Hidrologi Hutan Dapat Digantikan Sistem Kopi Monokultur". Tidak diterbitkan. Jurnal. Bogor : ICRAF-SEA.

Williams, J. R. 1975. *Sediment Routins For Agricultural Watersheds*. Jurnal. [serial online].http://www.readcube.com/articles/10.1111%2Fj.1752-1688.1975.tb01817.x?r3_referer=wol&show_checkout=1.html. [28 Oktober 2014].

Wischmeier, W. H. danSmith, D.D. 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planning*. New York : USDA.



LAMPIRAN A. Nilai Faktor CP dalam Penggunaan Lahan

No	Jenis Tutupan Lahan	Nilai Faktor CP
1	Hutan :	
	- Primer	0.01
	- Tanpa tutupan lahan dan seresah	0.05
	- Tanpa tutupan lahan	0.50
2	Semak Belukar :	
	- Primer	0.01
	- Rumput	0.20
3	Kebun :	
	- Kebun talun	0.01
	- Kebun pekarangan	0.07
4	Perkebunan :	
	- Tutupan lahan banyak	0.01
	- Sedang	0.02
	- Rumput	0.06
	- Akar	0.65
5	Tanaman pertanian :	
	- Umbi-umbian	0.51
	- Biji-bijian	0.51
	- Kacang-kacangan	0.36
	- Campuran	0.43
	- Padi irigasi	0.02
6	Penanaman :	
	- 1 tahun tanam – tidak tanam	0.28
	- 1 tahun tanam- 2 tahun tidak tanam	0.19
7	Pertanian dengan konservasi:	
	- Jerami	0.14
	- Bangku teras	0.04
	- Tanaman panen	0.14

Sumber : Abdurrachman et.al (1984).

LAMPIRAN B.**B.1a. Paramater Uji Distribusi Statistik**

No	R(Xi)	(Xi-Xr)	(Xi-Xr) ²	(Xi-Xr) ³	(Xi-Xr) ⁴
1	185	69,3	4802,49	332812,557	23063910,2
2	136	20,3	412,09	8365,427	169818,1681
3	135	19,3	372,49	7189,057	138748,8001
4	125	9,3	86,49	804,357	7480,5201
5	119	3,3	10,89	35,937	118,5921
6	117	1,3	1,69	2,197	2,8561
7	94	-21,7	470,89	-10218,313	221737,3921
8	93	-22,7	515,29	-11697,083	265523,7841
9	92	-23,7	561,69	-13312,053	315495,6561
10	61	-54,7	2992,09	-163667,323	8952602,568
JUMLAH	1157	0	10226,1	150314,76	33135438,54

Dari tabel di atas dapat dihitung faktor – faktor uji distribusi sebagai berikut :

1) Harga rata-rata

$$X \text{ rata-rata} = \frac{\sum_{i=1}^n Xi}{n} = Xr = \frac{1157}{10} = 115,7$$

2) Standar deviasi (Sx)

$$Sx = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xi - Xr \text{ rata-rata})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{10226,1}{10-1}} = 33,7$$

3) Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (Xi - Xr \text{ rata-rata})^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot S^3}$$

$$= \frac{10 \times 150314,76}{(10-1) \cdot (10-2) \cdot (33,7)^3} = \frac{1503147,6}{27755638,2} = 0,54$$

4) Koefisien Curtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n \sum_{i=1}^n (Xi - Xr \text{ rata-rata})^4}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot (n-3) \cdot S^3}$$

$$= \frac{10 \times 33135438,54}{9 \times 8 \times 7 \times (33,7)^3} = 17,17$$

5) Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{Sx}{Xr \text{ rata-rata}}$$

$$= \frac{33,7}{115,7} = 0,29$$

B.1b. Paramater Uji Distribusi Statistik dalam Log

No	R(Xi)	Log Xi	(LogXi - LogXr)	(LogXi - LogXr)^2	(LogXi - LogXr)^3	(LogXi - LogXr)^4
1	185	2,267171728	0,207171728	0,042920125	0,008891836	0,001842137
2	136	2,133538908	0,073538908	0,005407971	0,000397696	2,92462E-05
3	135	2,130333768	0,070333768	0,004946839	0,00034793	2,44712E-05
4	125	2,096910013	0,036910013	0,001362349	5,02843E-05	1,85599E-06
5	119	2,075546961	0,015546961	0,000241708	3,75783E-06	5,84228E-08
6	117	2,068185862	0,008185862	6,70083E-05	5,48521E-07	4,49012E-09
7	94	1,973127854	-0,086872146	0,00754677	-0,000655604	5,69537E-05
8	93	1,968482949	-0,091517051	0,008375371	-0,000766489	7,01468E-05
9	92	1,963787827	-0,096212173	0,009256782	-0,000890615	8,5688E-05
10	61	1,785329835	-0,274670165	0,0754437	-0,020722133	0,005691752
JUMLAH	1157	20,46241571	-0,137584294	0,155568623	-0,013342789	0,007802314

Dari tabel di atas dapat dihitung faktor – faktor uji distribusi sebagai berikut :

1) Harga rata-rata

$$X \text{ rata-rata} = \frac{\sum_i^n Xi}{n} = X_r = \frac{20,46}{10} = 2,04$$

2) Standar deviasi (Sx)

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xi - X_{rata-rata})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,155}{10-1}} = 0,131$$

3) Koefisien Skewness (Cs)

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (Xi - X_{rata-rata})^3}{(n-1) * (n-2) * S^3}$$

$$= \frac{10 * (-0,0133)}{(10-1) * (10-2) * (0,131)^3} = \frac{-0,133}{0,161} = -0,82$$

4) Koefisien Curtosis (Ck)

$$C_k = \frac{n \sum_{i=1}^n (Xi - X_{rata-rata})^4}{(n-1) * (n-2) * (n-3) * S^3}$$

$$= \frac{10 * 0,0078}{9 * 8 * 7 * (0,131)^3} = 0,068$$

5) Koefisien Variasi (Cv)

$$C_v = \frac{S_x}{X_{rata-rata}}$$

$$= \frac{0,131}{2,06} = 0,063$$

LAMPIRAN C. Uji Chi Kuadrat

Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter X^2 yang dihitung dengan rumus :

$$X^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f}$$

Hitung jumlah kelas :

$$\begin{aligned} k &= 1 + 3,322 \log n. \\ &= 1 + 3,322 \log 10 \\ &= 1 + 3,322 = 4,322 \approx 4 \end{aligned}$$

Rumus Derajat Kebebasan :

$$\begin{aligned} dk &= k - (R + 1) \\ &= 4 - (1+1) = 2 \end{aligned}$$

Untuk DK = 2, signifikansi = 5%, harga $X^2_{Cr} = 5,991$

Maka :

$$E_f = \frac{\sum n}{\sum k} = \frac{10}{4} = 2,5$$

$$\begin{aligned} D_x &= \frac{R_{\text{terbesar}} - R_{\text{terkecil}}}{k-1} \\ &= \frac{185-61}{4-1} = 41,33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{\text{awal}} &= X_{\text{min}} - (0,5 \times D_x) \\ &= 61 - (0,5 \times 41,33) \\ &= 40,34 \end{aligned}$$

Tabel Uji Chi Kuadrat

No	Nilai Batas Tiap Kelas	E_f	O_f	$(E_f - O_f)^2$	$(E_f - O_f)^2 / E_f$
1	$40,34 \leq X \leq 81,67$	2,5	1	2,25	0,9
2	$81,67 \leq X \leq 123$	2,5	5	6,25	2,5
3	$123 \leq X \leq 164,33$	2,5	3	0,25	0,1

4	$164,33 \leq X \leq 205,66$	2,5	1	2,25	0,9
	χ^2	10	10		4,4

LAMPIRAN D. Nilai C Berdasarkan Penutup Lahan

No	Tutupan Lahan	Nilai C
1	Hutan Primer	0,01
2	Hutan Sekunder	0,05
3	Kebun Campuran	0,5
4	Ladang – Tegalan	0,5
5	Perkebunan	0,5
6	Semak Belukar	0,3
7	Sawah	0,2
8	Jalan Aspal	0,7
9	Lahan Terbuka	0,95
10	Pemukiman	0,9

Sumber : Kironoto, 2000

LAMPIRAN E. Tabel Koefisien Aliran Permukaan

No	Penggunaan lahan	Luas (ha)	% luas	C	C x % luas
1	Pemukiman	368,74	10,91	0,9	9,80
2	Ladang	644,894	19,09	0,2	3,81
3	Kebun	1842,183	54,5	0,5	27,2
4	Hutan	300,61	8,89	0,05	0,44
5	Sawah irigasi	65,45	1,93	0,5	0,96
6	Semak Belukar	95,53	2,81	0,3	0,84
Jumlah		3377,81	100		41,34

(Sumber : hasil analisis spasial ArcGIS 10.0, 2014)

$$\begin{aligned}\text{Nilai C terhitung} &= \frac{\text{C x \% luas}}{\% \text{ luas}} \\ &= \frac{41,34}{100} = 0,41\end{aligned}$$

LAMPIRAN F. Tabel Nilai Parameter Chi Kuadrat Kritis, $\chi^2 C_r$

DK	α							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000928	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,1000	0,021	0,05806	0,103	5,991	7,378	9,210	10,579
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,4848	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	0,1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	0,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188

Sumber : Kamiana, 2010:207

LAMPIRAN G. Tabel Nilai *Reduced Variate* (Yt)

No	Periode Ulang T (tahun)	Yt
1	2	0,3065
2	5	1,4999
3	10	2,2504
4	20	2,9702
5	25	3,1255
6	50	3,9019
7	100	4,6001

Sumber : Kamiana, 2010:203

LAMPIRAN H. Tabel Nilai *Reduced Standart Deviation* (S_n) dan Nilai *Reduced Mean* (Y_n)

n	S_n	Y_n
10	0,9497	0,4952
15	1,0210	0,5128
20	1,0630	0,5236
25	1,0910	0,5390
30	1,1120	0,5362
35	1,1280	0,5403
40	1,1410	0,5436
45	1,1520	0,5463
50	1,1610	0,5485
60	1,1750	0,5521
70	1,1850	0,5548
80	1,1940	0,5567
90	1,2010	0,5586
100	1,2060	0,5600
200	1,2360	0,5672
500	1,2590	0,5724
1000	1,2690	0,5745

Sumber : Kamiana, 2010:203

