



**PEMETAAN TINGKAT BAHAYA EROSI
DI SUB-SUB DAS GARAHAN
KABUPATEN JEMBER**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Pendidikan Program Strata Satu
Jurusan Tanah Program Studi Ilmu Tanah
Fakultas Pertanian Universitas Jember

Asal :	Hadiah	Klass 631.45 PRA P
	Pembelian	
Terima ngi :	05 MAR 2005	
Oleh :	Pengkatalog :	

IWAN PRASETYO
NIM. 981510301109

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS PERTANIAN**

Juni, 2004

KARYA ILMIAH TERTULIS BERJUDUL
PEMETAAN TINGKAT BAHAYA EROSI DI SUB-SUB
DAS GARAHAN KABUPATEN JEMBER

Dipersiapkan dan disusun oleh

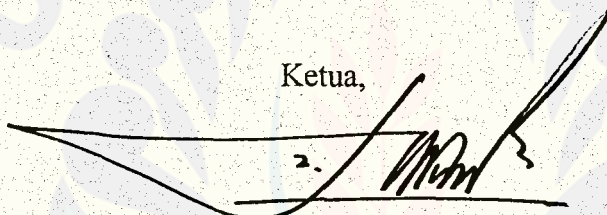
Iwan Prasetyo
NIM. 981510301109

Telah diuji pada tanggal
16 Juni 2004

dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

TIM PENGUJI

Ketua,



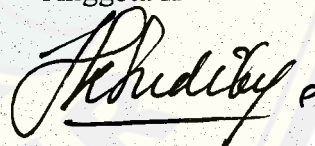
Ir. Gatot Sukarno, MP
NIP. 131 403 351

Anggota I



Drs. Yagus Wijayanto, MA, PhD
NIP. 131 975 311

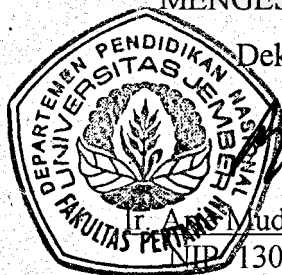
Anggota II



Ir. Joko Sudibya, M.Si
NIP. 131 658 016

MENGESAHKAN

Dekan,



Ir. Ardi Mudiharjati, MS
NIP. 130 609 808

Motto

- ☺ Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan
(Q.S Alam Nasyrah : 6)
- ☺ Dan dia mendapatimu sebagai seorang yang bingung
lalu memberi petunjuk
(Q.S Adh dhuhaa : 7)
- ☺ Berdoalah kepada Allah dengan keyakinan bahwa doamu itu akan
dikabulkan Allah. Dan ketahuilah bahwa Allah tidak akan mengabulkan
doa yang tertib dari hati yang hampa dan tidak sungguh-sungguh
(H.R Tirmidzi dan Al Hakim)

**Karya Ilmiah Tertulis ini merupakan sesuatu
yang berharga bagiku untuk itu
kupersembahkan kepada :**

- ❖ Ayahanda Barman dan Ibunda tercinta Elly Yuwerni yang telah banyak berkorban dan doa tulusnya demi keberhasilanku. Semoga keberhasilanku menjadi kebahagiaan tersendiri bagimu.
- ❖ Saudaraku (Mbak Pur dan Mas Suminto, Mbak Dwi, Adik Edi dan Dian) atas segala perhatian dan kasih sayangnya.
- ❖ Diah Permatasari yang telah memberi motivasi, cinta dan kasih sayang serta kesabarannya menemani hari-hariku yang penuh suka maupun duka
- ❖ Almamater Universitas Jember

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah tertulis yang berjudul **“Pemetaan Tingkat Bahaya Erosi di Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember”**. Penulisan karya ilmiah tertulis ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan sarjana program strata satu pada Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember yang telah memberikan ijin penelitian.
2. Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember sekaligus sebagai Ketua Komisi Pendidikan.
3. Ir. Gatot Sukarno, MP selaku Dosen Pembimbing Utama dan Drs. Yagus Wijayanto, MA, PhD selaku Dosen Pembimbing Anggota I yang telah memberikan bimbingan, arahan dan petunjuk dalam penyusunan karya ilmiah tertulis ini.
4. Ir Joko Sudibyo, M.Si selaku Dosen Pembimbing Anggota II yang telah memberi petunjuk dan saran dalam penyelesaian karya ilmiah tertulis ini.
5. Diah Permatasari, SP yang telah memberikan saran dan masukan dalam penulisan karya ilmiah tertulis ini.
6. Teman-temanku yang tergabung dalam tim penelitian di Garahan yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian di lapang dan laboratorium.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian karya ilmiah tertulis ini.

Akhir kata penulis mengharap agar karya ilmiah tertulis ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca.

Jember, Juni 2004

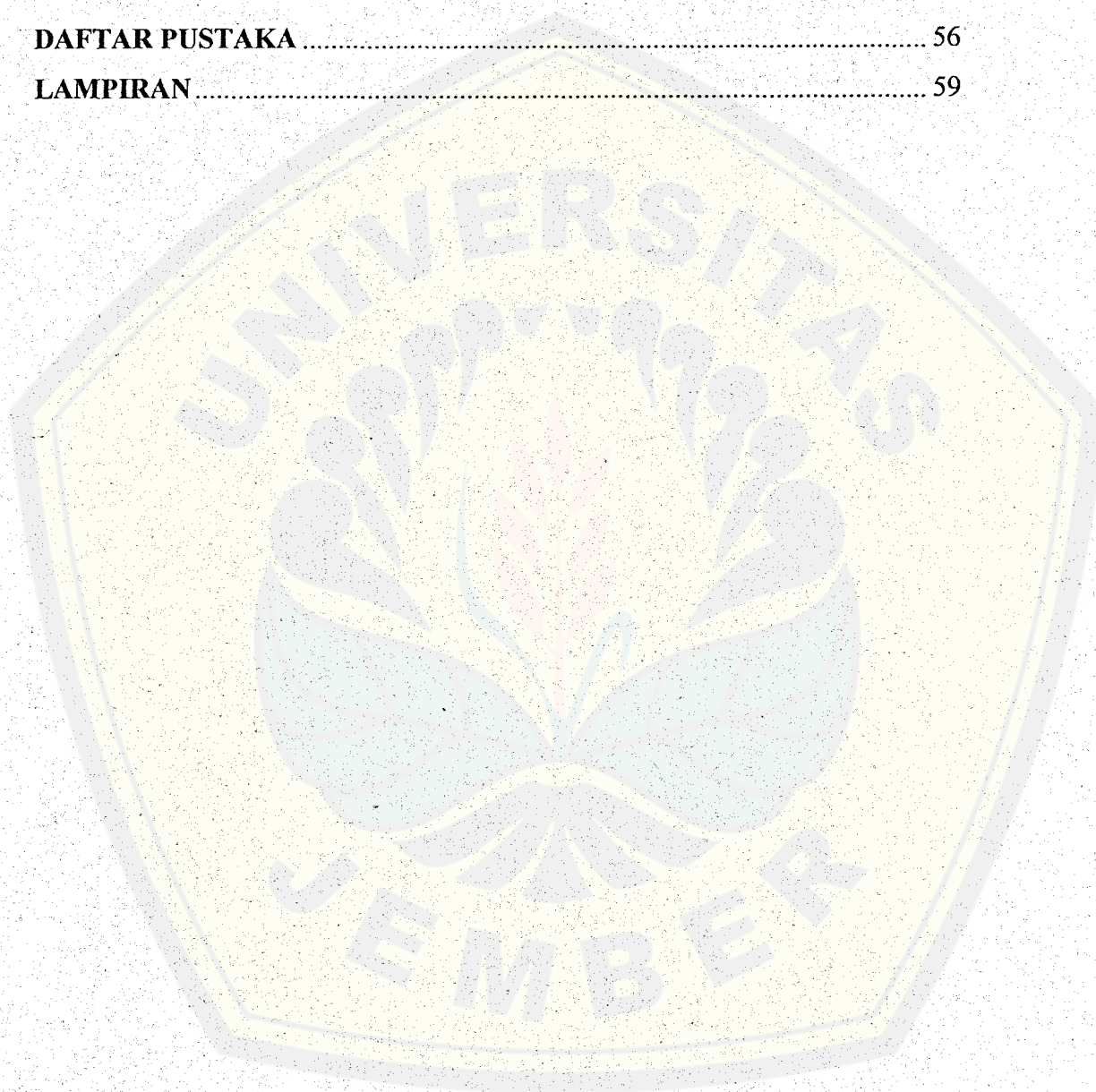
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN DOSEN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN MOTTO.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
RINGKASAN.....	xiv
 I. PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Proses Terjadinya Erosi.....	4
2.2 Faktor-faktor Yang Menyebabkan Erosi.....	4
2.2.1 Iklim.....	5
2.2.2 Tanah.....	5
2.2.3 Topografi.....	7
2.2.4 Vegetasi.....	8
2.2.5 Manusia.....	8
2.3 Pengukuran dan Peramalan Erosi.....	9
2.4 Sistem Informasi Geografi (SIG).....	11

III. METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Waktu dan Tempat	13
3.2 Bahan dan Alat	13
3.2.1 Penelitian di Lapang	13
3.2.2 Penelitian di Laboratorium	13
3.3 Metode Penelitian	13
3.3.1 Penentuan Satuan Pemetaan Terkecil	13
3.3.2 Pengambilan Contoh Tanah	14
3.3.3 Analisis Sifat-Sifat Tanah di Laboratorium	14
3.4 Perhitungan Tingkat Bahaya Erosi	14
3.4.1 Perhitungan Tingkat Erosi Dengan Rumus USLE	15
3.4.1.1 Indeks Erosivitas Curah Hujan (R)	15
3.4.1.2 Indeks Erodibilitas Tanah (K)	16
3.4.1.3 Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)	17
3.4.1.4 Indeks Pengelolaan Tanaman (C)	18
3.4.1.5 Faktor Upaya Pengelolaan Konservasi	21
3.4.2 Menentukan dan Memetakan Tingkat Bahaya Erosi	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Satuan Pemetaan Terkecil (SPT) dan Sebaran Faktor Pendukung SPT	23
4.2 Indeks Tingkat Bahaya Erosi	30
4.2.1 Indeks Erosivitas Hujan (R)	30
4.2.2 Indeks Erodibilitas Tanah (K)	30
4.2.3 Indeks Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)	41
4.2.4 Indeks Pengelolaan Tanaman (C)	44
4.2.5 Indeks Upaya Konservasi Tanah (P)	46
4.3 Tingkat Erosi	49
4.3.1 Solum Tanah	49
4.3.2 Evaluasi Tingkat Bahaya Erosi	49
4.3.3 Upaya Konservasi Tanah	53

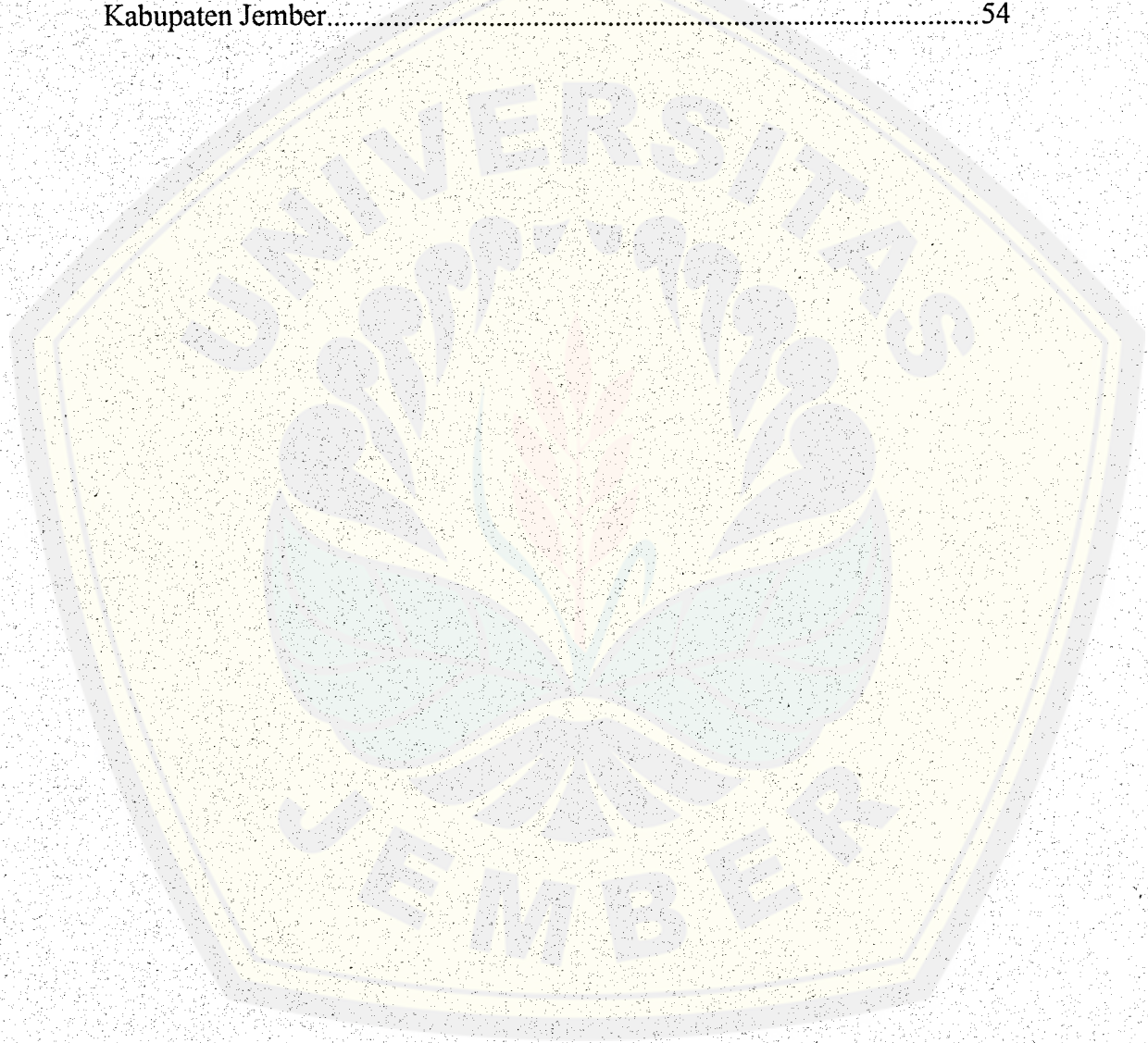
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN.....	59



DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	Nilai Struktur Tanah	16
2.	Nilai Permeabilitas Tanah.....	17
3.	Klasifikasi Kelas Erodibilitas Tanah	17
4.	Indeks Pengelolaan Tanaman (Nilai C) Untuk Pertanaman Tunggal	19
5.	Indeks Pengelolaan Tanaman (Nilai C) Untuk Pertanaman Tumpangsari dan Pergiliran Tanaman.....	20
6.	Indeks Konservasi Tanah (Nilai P)	21
7.	Kelas Tingkat Bahaya Erosi.....	22
8.	Satuan Pemetaan Terkecil (SPT) Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember.....	23
9.	Klasifikasi Tekstur Tanah Pada Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember.....	31
10.	Klasifikasi Permeabilitas Tanah Pada Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember.....	33
11.	Klasifikasi Struktur Tanah Pada Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember.....	34
12.	Kandungan Bahan Organik Tanah Pada Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember.....	36
13.	Rata-Rata Nilai Erodibilitas Tanah (K) Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember.....	38
14.	Nilai Indeks Panjang dan Kemiringan Lereng (LS) Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember.....	41
15.	Nilai Indeks Pengelolaan Tanaman (C) Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember.....	44

16.	Nilai Indeks Upaya Konservasi Tanah (P) Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember.....	46
17.	Sebaran Nilai dan Kelas Tingkat Bahaya Erosi Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember.....	49
18.	Perencanaan Tindakan Konservasi Tanah Untuk Kelas Tingkat Bahaya Erosi (TBE) Berat Sampai Sangat Berat di Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember.....	54



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
1.	Peta Jenis Tanah Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember	26
2.	Peta Kelas Lereng Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember.....	27
3.	Peta Penggunaan Lahan Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember.....	28
4.	Peta Satuan Pemetaan Terkecil dan Pengambilan Contoh Tanah Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember	29
5.	Peta Indeks Erodibilitas Tanah (K) Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember.....	40
6.	Peta Panjang dan Kemiringan Lereng (LS) Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember.....	43
7.	Peta Indeks Pengelolaan Tanaman (C) Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember.....	45
8.	Peta Indeks Upaya Konservasi Tanah (P) Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember.....	48
9.	Peta Tingkat Bahaya Erosi Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember	52

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan jumlah penduduk Indonesia yang semakin cepat dapat menyebabkan terjadinya peningkatan kebutuhan hidup baik secara kualitas maupun kuantitas. Ketersediaan sumberdaya lahan semakin lama semakin terbatas namun kebutuhan manusia selalu tetap dan semakin bertambah. Dengan adanya pertentangan tersebut dapat menyebabkan peningkatan tekanan penduduk atas sumberdaya lahan. Tekanan penggunaan lahan yang melebihi daya dukung lahan dapat menyebabkan terjadinya kerusakan lahan.

Contoh terjadinya kerusakan lahan adalah penggunaan lahan yang kurang sesuai seperti pembukaan lahan pertanian baru yang berasal dari hutan lindung maupun lahan dengan kelerengan curam akan menyebabkan terganggunya keseimbangan alam. Penggunaan lahan yang terus menerus ditanami tanpa cara pengolahan tanah dan air yang tepat juga dapat menyebabkan terjadinya kerusakan lahan, terutama di daerah pertanian dengan curah hujan yang melebihi 1500 mm/th akan mengalami penurunan produktivitas tanah. Penurunan produktivitas tanah ini secara cepat maupun lambat disebabkan oleh menurunnya kesuburan tanah dan gejala erosi (Sarief, 1986).

Akibat yang ditimbulkan erosi beragam dan dampaknya sangat luas. Dampak tersebut meliputi penurunan produktivitas tanah, pengendapan bahan endapan pada sumber-sumber air, danau dan bendungan-bendungan yang sejak dasawarsa enam puluhan banyak dibangun di beberapa sungai besar di Indonesia, serta banjir (Rahim, 2000). Prediksi tingkat bahaya erosi adalah upaya untuk menduga laju rata-rata erosi suatu tanah tertentu pada suatu kecuraman lereng dengan pola hujan tertentu untuk setiap macam pertanaman dan tindakan pengelolaan (konservasi tanah) yang mungkin dilakukan atau yang sedang dipergunakan (Arsyad, 1989).

Menurut Soeharto (1998) untuk memprediksi erosi tersebut dapat diperkirakan baik secara aktual maupun potensial. Tingkat bahaya erosi aktual

dipengaruhi oleh indeks curah hujan, erodibilitas tanah, faktor panjang dan kemiringan lereng, faktor vegetasi penutup tanah dan pengelolaan tanaman dan faktor tindakan konservasi tanah. Untuk tingkat bahaya erosi potensial dipengaruhi oleh indeks curah hujan, erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng namun pengaruh tanaman dan tindakan konservasi terhadap erosi diabaikan.

Pada penelitian ini dipilih sub-sub DAS Garahan sebagai tempat penelitian dengan pertimbangan bahwa pada daerah tersebut belum pernah dilakukan penelitian tentang tingkat bahaya erosi. Sub-sub DAS Garahan terletak di kecamatan Silo, kabupaten Jember dengan luas lahan sekitar 8.599 ha. Sub-sub DAS Garahan memiliki kondisi geologi, tanah, topografi dan penggunaan lahan yang bervariasi. Formasi geologi di sub-sub DAS Garahan meliputi formasi batuan gunung api Raung, formasi batu ampar, formasi batuan terobosan Granudiorit dan formasi Kalibaru. Untuk kelas kemiringan lereng terdapat kelas kemiringan I sampai dengan V, sedang untuk penggunaan lahan di sub-sub DAS Garahan meliputi hutan lindung, hutan pinus, kebun karet, kebun campuran, ladang dan tanaman campuran.

Dalam penelitian ini metode pemetaan sangat efektif dalam pengambilan data yang berkaitan dengan tingkat bahaya erosi di lapang (Young and Hammer, 2000). Metode pemetaan ini menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah suatu sistem komputer yang dapat memberikan informasi berdasarkan ruang geografi. Input data untuk sistem ini dapat berupa data hasil pemantauan jarak jauh (remote sensing), data sekunder atau data primer yang sesuai atau suatu lokasi, sehingga menghasilkan output berupa informasi yang khas untuk setiap ruang atau lokasi tersebut. Informasi tersebut akan berguna dalam pengambilan keputusan mengenai informasi nilai tingkat bahaya erosi dan tindakan konservasi yang harus dilakukan (Sachommar, 1996).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proses Terjadinya Erosi

Menurut Sarief (1985) dan Arsyad (1989) erosi tanah merupakan suatu proses atau peristiwa hilang atau terkikisnya lapisan permukaan tanah atas dari suatu tempat ke tempat lain yang disebabkan oleh pergerakan air maupun angin. Proses erosi ini dapat menyebabkan merosotnya produktivitas tanah, daya dukung tanah untuk produksi pertanian dan kualitas lingkungan hidup. Indonesia yang memiliki rata-rata curah hujan melebihi 1500 mm/tahun, air menjadi faktor utama penyebab terjadinya erosi.

Kemampuan tanah yang minimal untuk menginfiltrasi air ke lapisan lebih dalam pada saat hujan atau ada aliran permukaan akan mengakibatkan peristiwa hilangnya lapisan permukaan tanah. Hilangnya lapisan tersebut melalui beberapa proses yaitu *detachment* (pelepasan), *transportation* (penghanyutan) dan *deposition* (pengendapan) (Russell, 1973 ; Sarief, 1986).

Proses *detachment* terjadi akibat adanya pukulan air hujan yang memiliki energi lebih besar daripada pori-pori tanah. Hancuran dari tanah ini dapat menyumbat pori-pori tanah sehingga kapasitas infiltrasi tanah akan menurun, akibatnya air mengalir di permukaan tanah yang disebut dengan limpasan permukaan. Limpasan permukaan memiliki energi untuk mengikis dan mengangkut partikel tanah yang sudah dihancurkan. Selanjutnya jika tenaga limpasan permukaan sudah tidak mampu lagi untuk mengangkut bahan-bahan hancuran tersebut maka bahan-bahan ini akan diendapkan (Utomo, 1989).

2.2 Faktor – faktor yang menyebabkan erosi

Erosi terjadi jika ada proses dispersi dan pengangkutan oleh aliran permukaan. Terjadinya aliran permukaan dan erosi dipengaruhi oleh iklim, tanah, topografi, vegetasi dan manusia. Masing-masing faktor yang menentukan erosi akan diuraikan sebagai berikut.

2.2.1 Iklim

Indonesia yang beriklim tropika humida dengan rata-rata curah hujan melebihi 1500 mm/th, maka faktor iklim yang sangat berperan dalam menentukan besarnya erosi adalah hujan (Kartosapoetra, et al, 2000). Hal senada juga dikemukakan oleh Utomo (1989) bahwa hujan merupakan faktor terpenting meskipun ada faktor iklim lain yang juga berpengaruh terhadap erosi seperti temperatur, angin, kelembaban dan radiasi matahari. Sifat hujan yang berpengaruh adalah curah hujan, intensitas hujan dan distribusi hujan. Ketiga sifat hujan ini secara bersama-sama akan menentukan kemampuan hujan untuk menghancurkan butir-butir tanah serta jumlah dan kecepatan limpasan permukaan.

Hujan akan menimbulkan erosi jika intensitasnya cukup tinggi dan jatuhnya dalam waktu yang relatif lama. Ukuran butir hujan juga sangat berperan dalam menentukan erosi. Kemampuan hujan untuk menyebabkan terjadinya erosi disebut erosivitas. Arsyad (1989) berpendapat bahwa di daerah yang beriklim tropik kemampuan hujan untuk menimbulkan erosi lebih besar daripada di daerah sedang.

2.2.2 Tanah

Tanah dengan berbagai macam tipe memiliki kepekaan yang berbeda-beda terhadap erosi. Kepekaan tanah terhadap daya penghancuran dan daya penghanyutan oleh air hujan disebut erodibilitas tanah. Jika nilai erodibilitas tanah tinggi maka tanah peka atau mudah tererosi namun bila nilai erodibilitas tanah rendah maka tanah tahan terhadap erosi (Kartasapoetra et al, 2000). Menurut Wischmeier and Smith (1978) sifat-sifat tanah yang dominan dalam menentukan nilai erodibilitas dan berpengaruh terhadap erosi antara lain tekstur, struktur, bahan organik dan permeabilitas tanah.

Tekstur merupakan ukuran dan proporsi kelompok ukuran butir primer bagian mineral tanah yaitu liat (*clay*), debu (*silt*) dan pasir (*sand*). Tanah bertekstur kasar memiliki kapasitas infiltrasi tinggi, sedangkan tanah bertekstur halus memiliki kapasitas infiltrasi kecil, sehingga dengan curah hujan yang cukup rendah juga dapat menimbulkan limpasan permukaan. Jika tanah memiliki tekstur

yang mantap dengan kapasitas infiltrasi yang tinggi dapat menyebabkan aliran permukaan dan erosi tidak begitu besar (Arsyad, 1989).

Metode kualitatif untuk menghitung nilai kepekaan erosi tanah menggunakan metode rasio liat (*clay ratio*) yaitu rasio antara persen pasir dan persen debu terhadap persen liat, hal ini dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Ratio liat (E)} = \frac{\% \text{ pasir} + \% \text{ debu}}{\% \text{ liat}}$$

(Bouyoucos, dalam Sutedjo dan Kartasapoetra, 2002).

Menurut Bryan (dalam Arsyad, 1989) tanah yang mempunyai rasio rendah (% liat tinggi) umumnya kurang peka terhadap erosi daripada yang hasil rasio tinggi (% liat rendah). Bandingan liat tidak selalu secara tepat ada hubungannya dengan erosi yang terjadi di lapang. Fraksi debu dan pasir halus sulit membentuk struktur yang mantap sehingga lebih peka terhadap erosi.

Pembentukan struktur tanah dipengaruhi oleh jenis kation yang terabsorpsi oleh liat (*clay*) dan adanya bahan pengikat (Arsyad, 1989). Struktur tanah yang mantap tahan terhadap pemecahan agregat karena tanah tersebut akan tetap porus dan mempunyai kapasitas infiltrasi yang tinggi (Utomo, 1989). Lebih lanjut Utomo (1994) mengatakan bahwa kapasitas infiltrasi dipengaruhi oleh distribusi pori, kemantapan pori (juga oleh kemantapan agregat tanah) serta kedalaman efektif tanah. Adanya mineral liat yang mempunyai kemampuan mengembang akan menurunkan kapasitas infiltrasi. Oleh karena itu tanah dengan mineral liat montmorilonit akan mempunyai nilai erodibilitas yang tinggi jika dibandingkan dengan tanah yang didominasi oleh mineral kaolinit.

Pengaruh bahan organik dalam mengurangi aliran permukaan adalah untuk memperlambat aliran permukaan, peningkatan infiltrasi dan pemantapan agregat tanah. Bahan organik yang telah mengalami pelapukan mempunyai kemampuan untuk menyerap dan menahan air yang tinggi, sedangkan bahan organik berupa daun, ranting dan sebagainya yang belum hancur yang menutupi permukaan tanah merupakan pelindung tanah terhadap kekuatan perusak butir-

butir hujan yang jatuh. Bahan organik tersebut juga menghambat aliran air diatas permukaan tanah sehingga mengalir dengan lambat (Arsyad, 1989).

Permeabilitas tanah ditentukan oleh tekstur dan struktur tanah. Tanah-tanah yang dalam dan permeabel kurang peka terhadap erosi dibandingkan dengan tanah yang mempunyai solum dangkal. Kedalaman tanah sampai lapisan kedap air menentukan banyaknya air yang diserap oleh tanah dan akan mempengaruhi besarnya aliran permukaan. Sifat lapisan bawah yang menentukan kepekaan terhadap erosi adalah permeabilitas lapisan tersebut (Arsyad, 1989).

Menurut Wischmeier dan Smith (dalam Utomo, 1989) nilai erodibilitas tanah dapat dihitung melalui nilai kandungan pasir kasar, pasir halus, debu, bahan organik dan permeabilitas tanah yang dianalisis di laboratorium dapat dihitung dengan persamaan

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

Keterangan :

- M = ukuran partikel (% debu + % pasir halus)
- a = kandungan bahan organik
- b = Kelas struktur tanah
- c = Kelas permeabilitas

2.2.3 Topografi

Unsur topografi yang paling berpengaruh terhadap tingkat bahaya erosi yaitu kemiringan (*slope*) dan panjang lereng. Unsur lain yang mungkin berpengaruh adalah konfigurasi, keseragaman dan arah lereng (Arsyad, 1989).

Kemiringan suatu lereng dinyatakan dalam persen (%) atau sudut kemiringan. Lereng dikatakan memiliki kemiringan 10% jika perbandingan panjang kaki dengan tingginya adalah 10 : 1. Kecuraman lereng 100 persen sama dengan kecuraman lereng 45°.

Menurut Arsyad (1989) panjang lereng dihitung mulai dari titik pangkal aliran permukaan sampai suatu titik tempat air masuk ke dalam saluran atau sungai. Air yang mengalir di permukaan tanah akan berkumpul di ujung lereng. Semakin panjang lereng maka volume kelebihan air yang berakumulasi diatas

lebih besar dan kemudian semua akan turun dengan volume dan kecepatan yang meningkat. Akibatnya pada bagian bawah lereng akan mengalami erosi yang lebih besar dibandingkan pada lereng bagian atas (Foth, 1998).

Pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa kemiringan lereng lebih penting daripada panjang lereng, karena pergerakan air serta kemampuannya memecahkan dan membawa partikel tanah akan bertambah dengan bertambahnya sudut ketajaman lereng. Pendapat ini telah dibuktikan oleh Abujamin dan Soewardjo (1979) dalam penelitiannya di Bogor mengenai “Pengaruh teras, sistem pengelolaan tanaman dan sifat-sifat hujan terhadap erosi dan aliran permukaan pada tanah latosol Darmaga”, yang mengemukakan bahwa semakin besar kemiringan lereng maka erosi yang terjadi lebih besar (Utomo, 1989).

2.2.4 Vegetasi

Suatu vegetasi penutup tanah yang baik seperti rumput yang tebal akan menghilangkan pengaruh hujan dan topografi terhadap erosi. Selain itu jenis tanaman yang diusahakan juga berperan penting dalam pencegahan erosi.

Pengaruh vegetasi terhadap aliran permukaan dan erosi terbagi menjadi lima bagian yaitu intersepsi hujan oleh tajuk tanaman dan adsorpsi melalui energi air hujan sehingga memperkecil erosi, pengaruh terhadap struktur tanah melalui penyebaran akar-akarnya, pengaruh terhadap limpasan permukaan, peningkatan aktivitas biologi dalam tanah dan peningkatan kecepatan kehilangan air karena transpirasi (Utomo, 1989).

2.2.5 Manusia

Manusia merupakan faktor terpenting dalam menentukan erosi, karena manusia yang dapat menentukan apakah tanah yang diusahakan akan rusak atau tidak atau menjadi baik. Perbuatan manusia dalam mengelola tanah dengan cara yang salah dapat menyebabkan intensitas erosi meningkat atau menurun, misalnya pembukaan lahan.

Menurut Notohadiprawiro (dalam Hermanto dkk, 1997) untuk mengurangi erosi dapat dilakukan dengan cara pengolahan tanah menurut kontur, pembuatan teras, dan menanam tanah dengan tanaman penutup atau memberi mulsa ke dalam tanah. Menurut Bayer (1959) penanaman menurut arah lereng, perladangan dan penggunaan lahan tanpa memperhatikan konservasinya merupakan tindakan yang akan meningkatkan erosi.

2.3 Pengukuran dan Peramalan Erosi

Pengukuran dan peramalan bahaya erosi perlu dilakukan untuk meramalkan besarnya erosi yang telah, sedang dan yang akan terjadi pada suatu lahan dengan atau tanpa pengolahan tertentu dan untuk memilih praktek penggunaan lahan. Dari hasil pengukuran dan peramalan ini diharapkan kualitas tanah akan tetap terjaga sehingga produktivitas dapat meningkat dan berkelanjutan (Rahim, 2000).

Suatu model parametrik untuk memprediksi erosi dari suatu bidang tanah telah dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith (1978) yang disebut dengan The Universal Soil Loss Equation (USLE). USLE dapat digunakan untuk menduga rata-rata erosi suatu tanah tertentu pada suatu kecuraman lereng dengan pola hujan tertentu untuk setiap macam pertanaman dan tindakan pengelolaan (konservasi tanah). Persamaan USLE adalah sebagai berikut :

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

dimana :

A = banyaknya tanah tererosi (ton/ha/th)

R = nilai indeks erosivitas hujan

K = faktor erodibilitas tanah (ton/ha)

L = faktor panjang lereng (meter)

S = slope atau kemiringan lereng dalam persen

C = faktor sistem pengelolaan tanaman

P = faktor tindakan khusus konservasi tanah

(Kurnia, dalam Sukarno, 2002).

Metode Universal Soil Loss Equation (USLE) sering digunakan karena dianggap paling tepat untuk menduga erosi terutama erosi permukaan dan erosi alur. Menurut Arsyad (1989) USLE bersifat universal karena mudah dipergunakan dengan data yang minimum, komprehensif dalam hal faktor-faktor yang dipergunakan dan mempunyai kemampuan untuk mengikuti perubahan-perubahan tata guna tanah dan tindakan konservasi. Metode ini bermanfaat untuk (1) memprediksi kehilangan tanah tahunan dari lahan miring dengan penggunaan lahan tertentu, (2) petunjuk pemilihan sistem manajemen dan teknik konservasi untuk kondisi lahan tertentu dan (3) memprediksi perubahan kehilangan tanah karena adanya perubahan vegetasi atau tanah dan teknik konservasi (Mustiko, 2002).

Lebih lanjut Arsyad (1989) menyatakan bahwa USLE tidak dapat memprediksi pengendapan serta tidak memperhitungkan hasil sedimen dari hasil erosi parit, tebing sungai dan sedimen dasar sungai (*bed load*). Menurut Rahim (2000) USLE tidak dapat digunakan untuk menduga erosi tanah dari suatu lembah karena faktor C dan P tidak cocok untuk erosi parit dan tidak dapat dengan tepat menghitung erosi satu kali kejadian.

Menurut Arsyad (1989) untuk memperkirakan besarnya erosi potensial yang akan terjadi pada sebidang tanah dengan mengasumsikan nilai C dan P sama dengan satu, dalam keadaan ini pengaruh tanaman dan tindakan konservasi tidak ada, sehingga persamaan USLE diatas menjadi :

$$A = R \times K \times L \times S$$

Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) merupakan pengembangan dari USLE untuk memprediksi erosi dalam jangka waktu yang lama dan waktu yang dapat ditentukan. Penggunaan RUSLE sama halnya dengan USLE yaitu dengan mengkombinasikan faktor-faktor erosi. RUSLE memiliki kelebihan yaitu lebih fleksibel dan lebih tepat karena memiliki banyak data faktor-faktor erosi yang diperlukan untuk mendeteksi erosi (Yoder and Lown, dalam Rahardjo, 2003).

2.4 Sistem Informasi Geografi (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan suatu sistem manajemen database yang menyangkut data keruangan (spatial data) atau data lokasi. Sistem Informasi Geografis mencakup proses perekaman, penyimpanan, pengecekan, penyatuan data yang masuk, penganalisisan serta penyajian hasil olahan data tersebut ke layar komputer dalam bentuk nilai digit, penyatuan beberapa peta maupun tabel sesuai dengan tujuan pemakai (Paryono, 1994).

Teknik Sistem Informasi Geografis terdiri dari teknik tumpang tindih berbagai data geografis mengenai suatu wilayah yang meliputi informasi topografi, ketinggian suatu tempat, keadaan tanah, kependudukan, transportasi, tipe hutan, sebaran sungai dan lain-lain. Semua data dibuat dalam bentuk data digital dimana elemen data dalam bentuk koordinat x,y (Machfudh, 1996).

Menurut Dirgahayu dkk (1996) Sistem Informasi Geografis dapat digunakan dalam perencanaan, pemantauan dan evaluasi land use (penggunaan lahan). Hal ini bertujuan untuk mengetahui penggunaan lahan yang beralih fungsi menjadi daerah pemukiman dan kawasan industri.

Kegunaan Sistem Informasi Geografis untuk tingkat bahaya erosi dengan pembuatan peta tingkat bahaya erosi yang bertujuan untuk mengetahui sebaran tingkat bahaya erosi dan tindakan konservasi tanah yang dapat diusahakan untuk memperkecil tingkat bahaya erosi pada suatu wilayah (Sundarta, 2002).

Pemetaan tingkat bahaya erosi menggunakan alat bantu Sistem Informasi Geografi dilakukan dengan cara menggabungkan data atribut yaitu data indeks curah hujan, data erodibilitas tanah, data indeks kemiringan tanah dan panjang lereng, data pengelolaan tanaman dan data indeks konservasi tanah. Penggabungan ini bertujuan untuk menentukan jumlah tanah yang hilang melalui proses analisis data menggunakan *Arc/Info 7.2.1* dan dilakukan reclas pada *Arc/Info 7.2.1* (Rahardjo, 2003).



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahap yaitu tahap pertama penentuan lokasi pengambilan contoh tanah dan pengambilan contoh tanah di Sub-sub DAS Garahan Kabupaten Jember yang dimulai pada Mei 2003 sampai Oktober 2003 dan tahap kedua dilanjutkan dengan analisis di Laboratorium Fisika Tanah Jurusan Tanah Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember sejak Nopember 2003 sampai Januari 2004.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Penelitian di Lapang

Bahan dan alat yang dipergunakan meliputi ajir/tongkat sebagai patokan tempat pengambilan sampel, peta wilayah, pisau lapang, *roll meter*, *altimeter*, kompas, kantong plastik, tali rafia, ring sampel, *range finder*, bor tanah, H_2O_2 dan aquadest.

3.2.2 Penelitian di Laboratorium

Bahan dan alat yang dipergunakan meliputi oven tanah Herauss (spesifikasi 400V; 6A; 4,2 KW), gelas piala 800 ml, alat pengaduk batang gelas, tabung sedimentasi 100 ml, termometer, *stop watch*, ring sampel, timbangan analitik, ayakan, botol semprot, set alat pipet tekstur, *eksikator*, *piknometer*, *hotplate*, komputer, H_2O_2 30% ($Na_2P_2O_7$) 0,2 N, aquadest.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Penentuan Satuan Pemetaan Terkecil (SPT)

Satuan Pemetaan Terkecil (SPT) diperoleh melalui proses tumpang tindih (*overlay*) antara 3 jenis peta yaitu peta jenis tanah, peta kelerengan dan peta penggunaan lahan dengan skala 1 : 100.000. Penetapan Satuan Pemetaan Terkecil

didasarkan pada wilayah yang memiliki kesamaan dalam jenis tanah, kelas lereng dan penggunaan lahan.

3.3.2 Pengambilan Contoh Tanah

Pengambilan contoh tanah dilakukan dengan menggunakan bor tanah pada kedalaman 20 cm. Contoh tanah yang diambil pada kedalaman lapis olah yang terdiri dari 2 macam contoh tanah yaitu contoh tanah terusik dan contoh tanah tidak terusik. Contoh tanah terusik digunakan untuk menentukan kadar lengas tanah, tekstur tanah, kelas struktur tanah dan penentuan bahan organik tanah. Contoh tanah tidak terusik digunakan untuk menentukan permeabilitas tanah dengan menggunakan ring sampel.

3.3.3 Analisis Sifat-Sifat Tanah di Laboratorium

Analisis sifat-sifat fisik tanah di laboratorium dilakukan untuk menentukan sifat fisik dan sifat kimia tanah. Sifat fisik tanah meliputi tekstur dengan metode *pipet*, struktur tanah dengan metode pengamatan, permeabilitas tanah dengan metode *haube tunggal*. Sifat kimia tanah yaitu kandungan bahan organik tanah dengan metode *Kurmis*.

3.4 Perhitungan Tingkat Bahaya Erosi

Tingkat Bahaya Erosi (TBE) dapat dihitung dengan cara membandingkan tingkat erosi suatu satuan lahan (*land unit*) dan kedalaman tanah efektif dengan mempergunakan bor tanah pada satuan lahan tersebut. Tingkat Bahaya Erosi dapat diketahui dengan cara menghitung perkiraan rata-rata tanah hilang tahunan akibat erosi lapis dan alur dengan rumus USLE.

3.4.1 Perhitungan Tingkat Erosi Dengan Rumus USLE

Rumus USLE dapat dinyatakan sebagai $A = R \times K \times LS \times C \times P$

Dimana A : jumlah tanah hilang (ton/ha/tahun)

R : erosivitas curah hujan tahunan rata-rata (dinyatakan sebagai energi dampak curah hujan (MJ/ha x intensitas hujan maksimal selama 30 menit (mm/jam)

K : indeks erodibilitas tanah (ton x ha x jam) dibagi (ha x mega joule x mm)

LS : indeks panjang dan kemiringan lereng

C : indeks pengelolaan tanaman

P : indeks upaya konservasi tanah

(Yusmandhany, 2002).

3.4.1.1 Indeks Erosivitas Curah Hujan (R)

Metode Perhitungan erosivitas curah hujan tergantung pada jenis data curah hujan yang tersedia. Jika diketahui jumlah curah hujan bulanan rata-rata, jumlah dari hujan dalam bulan tertentu, dan curah hujan harian rata-rata maksimal pada bulan tertentu sebaiknya menggunakan rumus Bols (1978). Rumus Lenvain (1975) digunakan apabila hanya tersedia data curah hujan bulanan rata-rata yang dinyatakan dengan :

$$R_m = 2,21 (\text{Rain})_m^{1,36}$$

Keterangan : R_m = erosivitas curah hujan bulanan

$(\text{Rain})_m$ = curah hujan bulanan dalam cm

$$R = \sum_{m=1}^{12} (R_m) = \text{jumlah } R_m \text{ selama 12 bulan}$$

Perlu diperhatikan bahwa data curah hujan bulanan rata-rata yang digunakan adalah data jangka panjang minimal 10 tahun dan akan lebih baik jika 20 tahun atau lebih.

3.4.1.2 Indeks Erodibilitas Tanah (K)

Indeks erodibilitas tanah ini ditentukan untuk tiap satuan lahan. Untuk mengukur indeks erodibilitas diperlukan data tekstur tanah (kandungan pasir sangat halus, debu dan liat), kandungan bahan organik (% BO), struktur tanah dan permeabilitas tanah. Data tersebut di dapat dari analisis laboratorium contoh-contoh tanah yang diambil di lapangan atau dari data dalam laporan survei tanah yang dilakukan sebelumnya pada peta tanah.

Erodibilitas tanah menunjukkan tingkat kepekaan tanah terhadap daya rusak hujan. Nilai Indeks erodibilitas tanah dapat ditentukan dengan rumus Wischmeier and Smith (1978) :

$$K = \{2,71 \times 10^{-4} \times (12 - OM) \times M^{1,14} + 420 \times (s - 2) + 3,23 \times (p - 3)\} / 100$$

K : faktor erodibilitas tanah dalam satuan SI (metrik) ton.ha.jam/ha.Mj.mm

OM : persentase bahan organik

s : kelas struktur tanah (berdasarkan USDA Soil Survey Manual 1951) pada tabel 1

p : kelas permeabilitas tanah (berdasarkan USDA Soil Survey Manual 1951) pada tabel 2

M : (persen debu + persen pasir sangat halus) x (100 – persen lempung)

Tabel 1. Nilai Stuktur Tanah

Stuktur	Nilai
Granuler sangat halus	1
Granuler halus	2
Granuler kasar	3
Gumpal, lempeng, pejal	4

Sumber : Pedoman Penyusunan RTL-RLKT DAS, Dirjen RRL Dephut, 1998

Tabel 2. Nilai Permeabilitas Tanah

Kelas Permeabilitas	(cm/jam)	Nilai
Cepat	> 12,7	1
Sedang sampai cepat	6,3 – 12,7	2
Sedang	2,0 – 6,3	3
Sedang sampai lambat	0,5 – 2,0	4
Lambat	0,125 – 0,5	5
Sangat lambat	< 0,125	6

Sumber : *Pedoman Penyusunan RTL-RLKT DAS, Dirjen RRL Dephut, 1998*

Nilai erodibilitas tanah diklasifikasikan menurut Utomo (1994) sebagaimana terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi Kelas Erodibilitas Tanah

Nilai K	Tingkat Erodibilitas	Kelas
< 0,10	Sangat rendah	1
0,10 – 0,15	Rendah	2
0,15 – 0,20	Agak rendah	3
0,20 – 0,25	Sedang	4
0,25 – 0,30	Agak tinggi	5
0,30 – 0,35	Tinggi	6
> 0,35	Sangat tinggi	7

Sumber : *Utomo (1994)*

3.4.1.3 Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Panjang lereng harus ditentukan di lapang. L merupakan panjang lereng dari batas atas lapangan hingga ke titik dimana aliran air terkonsentrasi pada saluran di lapangan, jurang atau sungai. Nilai panjang rata-rata dan nilai kemiringan lereng dapat digunakan untuk satu satuan lahan yang tidak mempunyai banyak variasi (Departemen Kehutanan RI, 1998).

Untuk menghitung indeks kemiringan lereng dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$LS = (\lambda / 72,6)^m (65,41 \sin^2 \theta + 4,56 \sin \theta + 0,065)$$

Keterangan :

λ : panjang lereng (feet)

θ : derajat kemiringan

m : 0,5 jika derajat kemiringan 5% atau lebih, 0,4 jika derajat kemiringan 3,5%- 4,5%, 0,3 jika derajat kemiringan 1%-3% dan 0,2 jika derajat kemiringan kurang dari 1%

(Wischmeier and Smith, 1978).

3.4.1.4 Indeks Pengelolaan Tanaman (C)

Pada awalnya faktor C dalam USLE disusun untuk Amerika Serikat, dirumuskan dengan menggabungkan distribusi erosivitas curah hujan musiman dengan berbagai variabel. Di Indonesia sulit untuk menerapkan faktor C dengan akurat karena usaha taninya berskala kecil, dengan berbagai macam tanaman pangan yang ditanam pada areal yang sempit. Nilai faktor C berkisar antara 0,001 pada hutan tak terganggu hingga 1,0 pada tanah kosong.

Informasi tentang penutup lahan yang ada harus dicek secara intensif dan dipetakan lebih terinci dengan menggunakan interpretasi foto udara dan kerja lapangan. Indeks pengelolaan tanaman umum tertera pada tabel 4 dan 5. Nilai C rata-rata ditentukan untuk tiap satuan lahan dengan pertimbangan areal yang ditutup oleh tiap jenis tanaman/ vegetasi (Departemen Kehutanan RI, 1998).

Tabel 4. Indeks Pengelolaan Tanaman (Nilai C) Untuk Pertanaman Tunggal

Jenis Tanaman	C
1	2
Padi sawah	0,01
Tebu	0,2 – 0,3*
Padi gogo (lahan kering)	0,53
Jagung	0,64
Sorgum	0,35
Kedelai	0,4
Kacang tanah	0,4
Kacang Hijau	0,35
Kacang tunggak	0,3
Kacang gude	0,3
Ubi kayu	0,7
Talas	0,7
Ketang di tanam searah lereng	0,9
Kentang ditanam menurut kontur	0,35
Ubi jalar	0,4
Kapas	0,7
Tembakau	0,4 – 0,6*
Jahe dan sejenisnya	0,8
Cabe, bawang, sayuran lainnya	0,7
Nanas	0,4
Pisang	0,4
Teh	0,35
Jambu mete	0,5
Kopi	0,6
Coklat	0,8
Kelapa	0,7
Kelapa sawit	0,5
Cengkeh	0,5
Karet	0,6-0,75*
Serai wangi	0,45
Rumput <i>Brachiaria decumbens</i> , tahun 1	0,29
Rumput <i>Brachiaria decumbens</i> , tahun 2	0,02
Rumput gajah, tahun 1	0,5
Rumput gajah, tahun 2	0,1
Padang rumput (permanen) bagus	0,04
Padang rumput (permanen) jelek	0,4
Alang-alang, permanen	0,02
Alang-alang, dibakar sekali/tahun	0,1
Tanah kosong, tak diolah	0,95
Tanah kosong diolah	1,0
Ladang berpindah	0,4

Lanjutan Tabel 4

1	2
Pohon reboisasi, tahun 1	0,32
Pohon reboisasi, tahun 2	0,1
Tanaman perkebunan, tanah ditutup dengan bagus	0,1
Tanaman perkebunan, tanah berpenutupan jelek	0,5
Semak tak terganggu	0,01
Hutan tak terganggu, sedikit seresah	0,005
Hutan tak terganggu, banyak seresah	0,001

* nilai lebih rendah untuk produksi ^ nilai berasal dari Vis.'87 diasumsikan perkebunan penutup tanah yang rendah

Sumber : Pedoman Penyusunan RTL-RLKT DAS, Dirjen RRL Dephut, 1998

Tabel 5. Indeks Pengelolaan (Nilai C) Untuk Penanaman Tumpang Sari dan Pergiliran Tanaman

Pengelolaan tanaman	C
Ubi kayu + kedelai	0,3
Ubi kayu + kacang tanah	0,26
Ubi kayu + jagung – kacang tanah	0,45
Padi gogo + jagung	0,5
Padi gogo + sorgum	0,3
Padi gogo – kedelai	0,55
Padi gogo – kacang gude	0,45
Padi gogo – kacang tunggak	0,50
Kacang tanah – kacang hijau	0,45
Kacang tanah – kacang gude	0,40
Jagung + kacang-kacangan/ ke tanah	0,40
Jagung + ubi jalar	0,40
Jagung + padi gogo + ubi kayu – kedelai/kacang tanah	0,35
Padi gogo – jagung – kacang tanah	0,45
Sorgum – sorgum	0,45
Kebun campuran, rapat	0,1
Kebun campuran, ubi kayu + kedelai	0,2
Kebun campuran, kacang gude + kacang tanah(jarang)	0,4

Catatan : (+) = tumpang sari ; (-) = pergiliran tanaman

Sumber : Pedoman Penyusunan RTL-RLKT DAS, Dirjen RRL Dephut, 1998

3.4.1.5 Faktor Upaya Pengelolaan Konservasi (P)

Jumlah tanah hilang akibat erosi pada dasarnya dapat dikurangi dengan adopsi pengelolaan lahan yang baik dan upaya konservasi tanah. Nilai P didapat dari tabel 6 yang menyajikan nilai P untuk upaya konservasi tanah yang terbatas.

Tabel 6. Indeks Konservasi Tanah (Nilai P)

Teknik konservasi tanah	P
Teras Bangku, baik	0,04
Teras Bangku, sedang	0,15
Teras Bangku, jelek	0,40
Teras Tradisional	0,35
Teras Gulud, baik	0,15
Hillside ditch atau field pits	0,30
Kontur cropping kemiringan 1 – 3%	0,40
Kontur cropping kemiringan 3 – 8%	0,50
Kontur cropping kemiringan 8 – 15%	0,60
Kontur cropping kemiringan 15 – 25%	0,80
Kontur cropping kemiringan > 25%	0,90
Srip rumput permanen, baik, rapat dan berlajur	0,04
Srip rumput permanen, jelek	0,40
Strip Crotolaria	0,50
Mulsa jerami sebanyak 6 t/ha/th	0,15
Mulsa jerami sebanyak 3 t/ha/th	0,25
Mulsa jerami sebanyak 1 t/ha/th	0,60
Mulsa jagung 3 t/ha/th	0,35
Mulsa Crotolaria 3 t/ha/th	0,50
Mulsa kacang tanah	0,75
Bedengan untuk sayur	0,15

Sumber : Pedoman Penyusunan RTL-RLKT DAS, Dirjen RRL Dephut, 1998

3.4.2 Menentukan dan Memetakan Tingkat Bahaya Erosi

Perkiraan erosi tahunan rata-rata dalam kedalaman tanah dipertimbangkan untuk menentukan Tingkat Bahaya Erosi (TBE) untuk tiap satuan lahan. Kelas Tingkat Bahaya Erosi diberikan pada tiap satuan lahan dengan ‘matrik’ atau ‘nomograf’ sederhana dengan menggunakan informasi kedalaman tanah dan perkiraan erosi tahunan dari USLE. Kelas Tingkat Bahaya Erosi dapat juga ditentukan dengan menggunakan matriks yang disajikan pada tabel 7.

Tabel 7. Kelas Tingkat Bahaya Erosi

Solum Tanah (cm)	Kelas Erosi				
	I	II	III	IV	V
	Erosi (ton/ha/tahun)				
	< 15	15-60	60-180	180-480	> 480
Dalam > 90	SR 0	R I	S II	B III	SB IV
Sedang 60 – 90	R I	S II	B III	SB IV	SB IV
Dangkal 30 – 60	S II	B III	SB IV	SB IV	SB IV
Sangat Dangkal < 30	B III	SB IV	SB IV	SB IV	SB IV

Sumber : Pedoman Penyusunan RTL-RLKT DAS, Dirjen RRL Dephut, 1998

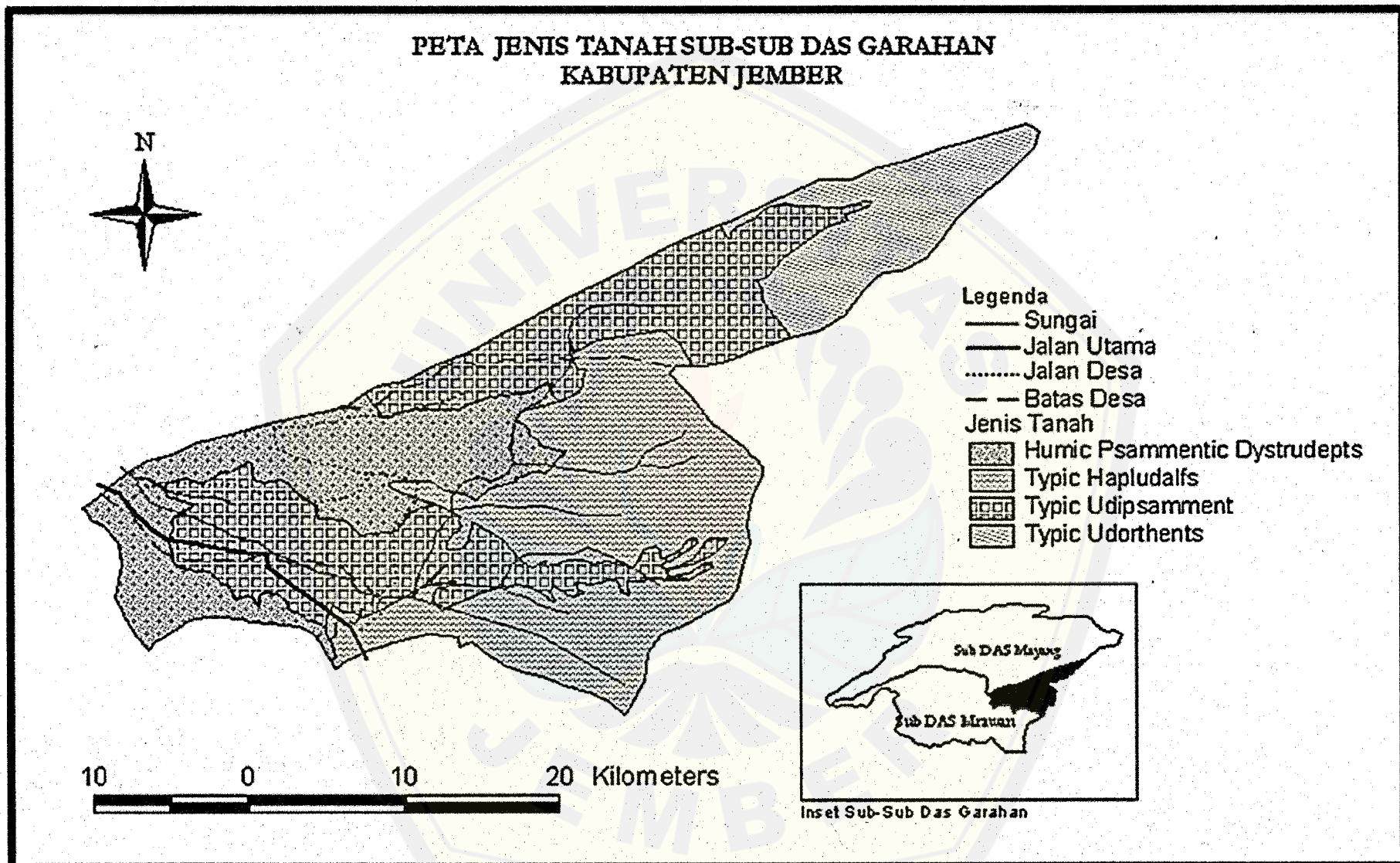
Keterangan : 0 – SR = Sangat ringan
 I – R = Ringan
 II – S = Sedang
 III – B = Berat
 IV – SB = Sangat berat

Peta tingkat bahaya erosi dibuat berdasarkan Tingkat Bahaya Erosi tersebut. Teknik pelaksanaan pemetaan TBE dengan cara menumpang tindihkan peta tingkat erosi dan peta kedalaman solum tanah ataupun langsung mencantumkan TBE pada setiap satuan lahan yang TBE-nya telah dievaluasi dengan menggunakan matriks.

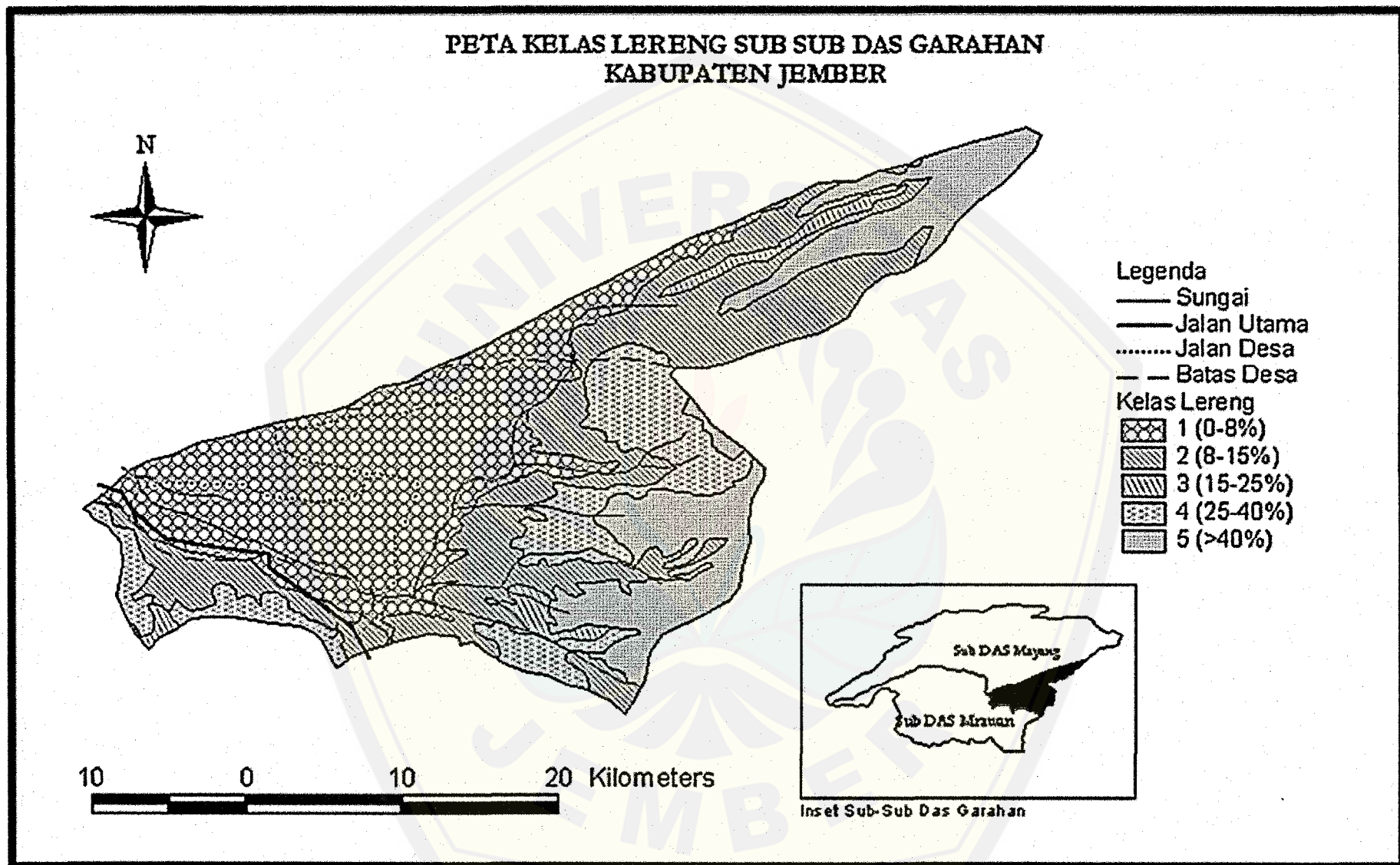
Wilayah Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember jenis tanah didominasi oleh *Typic Hapludalfs* seluas 3404 ha atau sebesar 39,59% dari keseluruhan lahan. Peta sebaran jenis tanah Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember memiliki 5 kelas lereng yaitu kelas I (0-8%), kelas II (8-15%), kelas III (15-25%), kelas IV (25-40%) dan kelas V (>40%). Kelas lereng yang dominan di Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember adalah kelas lereng I dengan luasan sebesar 2925 ha atau 34,02% dari keseluruhan lahan. Peta sebaran kelas lereng Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember dapat dilihat pada Gambar 4.2.

Penggunaan lahan Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember terdiri dari 6 macam meliputi hutan lindung (Hl), hutan pinus (Hp), tanaman campuran (Tc), kebun campuran (Kc), kebun karet (Kr) dan ladang (L). Penggunaan lahan yang dominan adalah hutan pinus dengan luas lahan sebesar 2865 ha atau 33,32% dari keseluruhan luas lahan. Peta sebaran penggunaan lahan Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember dapat dilihat pada Gambar 4.3. Setelah ketiga peta tersebut di *overlay* maka akan diperoleh peta SPT yang dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.1 Peta Jenis Tanah Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember



Gambar 4.2 Peta Kelas Lereng Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember

4.2 Indeks Tingkat Bahaya Erosi

Prediksi Tingkat Bahaya Erosi (TBE) Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember menggunakan rumus Universal Soil Loss Equation (USLE) dilakukan berdasarkan hasil penelitian di lapang dan laboratorium. Nilai Tingkat Bahaya Erosi dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut :

4.2.1 Indeks Erosivitas Hujan (R)

Erosivitas hujan dihitung berdasarkan data curah hujan dari penakar di daerah Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember. Dalam penelitian ini menggunakan data curah hujan bulanan selama 10 tahun yaitu mulai tahun 1994 sampai dengan tahun 2003 yang dapat dilihat pada Lampiran 1.

Nilai erosivitas hujan bulanan (R_m) dihitung dengan metode Lenvin (1975). Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember memiliki erosivitas curah hujan bulanan berkisar antara 775,15 mm/tahun (1996) sampai dengan 2159,56 mm/tahun (2000) yang dapat dilihat pada Lampiran 1.

Daerah penelitian tergolong daerah basah dan memiliki kelas curah hujan tahunan yang tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Storie (dalam Mandala, 1991) bahwa curah hujan tergolong dalam kelas tinggi jika memiliki curah hujan per tahun > 750 mm dan dapat dikategorikan dalam daerah basah. Intensitas dan curah hujan berpengaruh terhadap indeks erosivitas hujan

Nilai erosivitas hujan (R) diperoleh dari rata-rata curah hujan bulanan (R_m) selama 10 tahun. Nilai erosivitas hujan (R) di wilayah Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember sebesar 1392,13. Intensitas curah hujan yang tinggi menggambarkan bahwa lahan tersebut memiliki nilai erosivitas yang tinggi sehingga lahan tersebut rentan terhadap erosi. Semakin besar nilai erosivitas hujan (R) maka semakin besar pula kemampuan hujan untuk menghancurkan agregat tanah, sehingga tanah untuk tererosi akan semakin besar pula.

4.2.2 Indeks Erodibilitas Tanah (K)

Erodibilitas tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu tekstur tanah, permeabilitas tanah, struktur tanah dan bahan organik tanah. Masing-masing faktor dikelaskan sebagai berikut :

A. Tekstur Tanah

Tekstur tanah merupakan perbandingan antara persen pasir, persen debu dan persen lempung. Tanah bertekstur kasar mempunyai kapasitas infiltrasi yang tinggi, sedangkan tanah yang bertekstur halus mempunyai kapasitas infiltrasi yang kecil, sehingga dengan curah hujan yang cukup rendah akan menimbulkan limpasan permukaan (Utomo, 1989). Hasil analisis tekstur tanah menggunakan metode pipet dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Klasifikasi Tekstur Tanah Pada Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember

SPT	No Sample	Pasir (%)	Debu (%)	Lempung (%)	Pasir Halus (%)	Tekstur
1	2	3	4	5	6	7
1	1.A-1	46,29	37,53	16,18	15,44	loam
	1.B-1	47,13	36,93	15,95	15,70	loam
	1.C-1	47,17	37,21	15,62	15,72	loam
	1.D-1	45,08	36,67	18,24	15,02	loam
2	2.A-1	45,39	29,27	25,34	15,12	loam
	2.B-1	44,05	32,60	23,35	14,68	loam
	2.C-1	39,14	39,35	21,52	13,05	loam
3	3.A-1	38,20	39,32	22,48	12,73	loam
	3.B-1	39,47	43,93	16,60	13,15	loam
4	4.A-1	51,82	33,37	14,81	17,27	loam
5	5.A-1	49,11	39,52	11,37	16,37	loam
	5.B-1	47,80	39,00	13,20	15,93	loam
6	6.A-1	49,88	22,04	28,08	16,62	sandy clay loam
	6.B-1	51,43	16,39	32,19	17,13	sandy clay loam
7	7.A-1	43,16	45,20	11,64	14,38	loam
	7.B-1	43,24	45,39	11,36	14,41	loam
8	8.A-1	49,64	42,27	12,28	14,41	loam
	8.B-1	48,19	41,35	12,79	16,37	loam
	8.C-1	45,87	42,27	12,28	14,96	loam
9	9.A-1	45,46	38,65	13,16	15,18	loam
10	10.A-1	43,22	45,90	10,87	14,40	loam
	10.B-1	48,91	41,35	12,79	16,60	loam
11	11.A-1	26,29	65,24	8,47	8,75	silt loam
12	12.A-1	63,93	20,42	15,65	21,30	sandy loam
	12.B-1	61,01	24,94	14,05	20,33	sandy loam
13	13.A-1	24,00	61,36	14,65	8,00	silt loam
	13.B-1	22,75	62,52	14,72	7,58	silt loam
14	14.A-1	33,73	60,07	6,20	11,24	silt loam
	14.B-1	28,67	66,33	5,00	9,55	silt loam
	14.C-1	36,78	58,89	4,33	12,26	silt loam

Lanjutan Tabel 9

1	2	3	4	5	6	7
15	15.A-1	71,68	23,65	4,67	23,89	loamy sand
	15.B-1	75,53	15,88	8,59	25,17	loamy sand
16	16.A-1	66,76	20,36	12,88	22,25	sandy loam
	16.B-1	66,02	13,61	20,38	22,00	sandy loam
17	17.A-1	23,84	57,32	18,84	7,94	silt loam
18	18.A-1	59,57	23,68	16,75	19,85	sandy loam
	18.B-1	43,22	55,18	1,60	14,40	silt loam
19	19.A-1	38,75	50,94	10,30	12,91	silt loam
20	20.A-1	62,71	14,25	23,04	20,90	sandy clay loam
21	21.A-1	69,00	9,76	21,24	23,00	sandy clay loam
22	22.A-1	62,69	21,18	16,13	20,89	sandy loam
23	23.A-1	72,64	10,30	17,06	24,20	sandy loam
24	24.A-1	34,98	20,99	44,03	11,65	clay
25	25.A-1	72,13	11,05	16,83	24,04	sandy loam
26	26.A-1	28,51	53,76	17,73	9,50	silt loam

Sumber: Pengolahan Data, 2004

Tekstur tanah Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember umumnya masuk pada kelas tekstur *loam* (geluh). Sundarta (dalam Rahardjo, 2003) berpendapat bahwa tekstur *loam* (geluh) mempunyai sifat meloloskan air yang relatif cepat, hal ini dapat memberi kesempatan pada air hujan untuk meresap ke dalam tanah dan mengurangi besarnya laju aliran permukaan, sehingga pengaruh nyata dari tekstur ini adalah menurunkan erosi. Berbeda halnya dengan tanah yang memiliki tekstur *clay* (lempung). *Clay* (lempung) cenderung sulit untuk meloloskan air sehingga laju aliran permukaan meningkat dan erosi mudah terjadi (Kartasapoetra, 1988).

B. Permeabilitas Tanah

Permeabilitas tanah menunjukkan kemampuan tanah dalam meloloskan air. Cepat atau lambatnya permeabilitas tanah dipengaruhi oleh tekstur tanah dan bahan organik tanah. Kedua hal tersebut berperan dalam pembentukan agregat tanah sehingga dapat mempengaruhi besar kecilnya kapasitas infiltrasi. Klasifikasi permeabilitas tanah di daerah penelitian dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Klasifikasi Permeabilitas Tanah Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember

SPT	No Sample	Permeabilitas (cm/jam)	Kelas	Kriteria
1	2	3	4	5
1	1.A-1	8,25	2	sedang-cepat
	1.B-1	8,39	2	sedang-cepat
	1.C-1	8,30	2	sedang-cepat
	1.D-1	8,11	2	sedang-cepat
2	2.A-1	7,82	2	sedang-cepat
	2.B-1	7,64	2	sedang-cepat
	2.C-1	7,36	2	sedang-cepat
3	3.A-1	5,93	3	sedang
	3.B-1	5,75	3	sedang
4	4.A-1	8,30	2	sedang-cepat
5	5.A-1	8,32	2	sedang-cepat
	5.B-1	7,14	2	sedang-cepat
6	6.A-1	4,58	3	sedang
	6.B-1	4,68	3	sedang
7	7.A-1	6,78	2	sedang-cepat
	7.B-1	5,68	3	sedang
8	8.A-1	8,24	2	sedang-cepat
	8.B-1	7,68	2	sedang-cepat
	8.C-1	7,89	2	sedang-cepat
9	9.A-1	6,65	2	sedang-cepat
10	10.A-1	6,35	2	sedang-cepat
	10.B-1	6,81	2	sedang-cepat
11	11.A-1	3,81	3	sedang
12	12.A-1	10,04	2	sedang-cepat
	12.B-1	10,15	2	sedang-cepat
13	13.A-1	3,56	3	sedang
	13.B-1	3,65	3	sedang
14	14.A-1	2,56	3	sedang
	14.B-1	2,83	3	sedang
	14.C-1	2,69	3	sedang
15	15.A-1	10,40	2	sedang-cepat
	15.B-1	10,29	2	sedang-cepat
16	16.A-1	10,04	2	sedang-cepat
	16.B-1	10,06	2	sedang-cepat
17	17.A-1	2,42	3	sedang
18	18.A-1	4,80	3	sedang
	18.B-1	4,20	3	sedang
19	19.A-1	3,17	3	sedang
20	20.A-1	4,43	3	sedang
21	21.A-1	4,48	3	sedang

Lanjutan Tabel 10

1	2	3	4	5
22	22.A-1	9,99	2	sedang-cepat
23	23.A-1	10,09	2	sedang-cepat
24	24.A-1	1,21	2	sedang-lambat
25	25.A-1	10,08	2	sedang-cepat
26	26.A-1	3,73	3	sedang

Sumber: Pengolahan Data, 2004

Kurnia dan Soewardjo (dalam Utomo, 1989) berpendapat bahwa tanah dengan permeabilitas sedang disertai dengan agregat yang mantap memiliki nilai erodibilitas yang rendah, dan akan memperkecil kemungkinan terjadinya erosi. Hal ini diperkuat oleh pendapat Sutedja dan Kartasapoetra (1991) yang menyatakan bahwa tanah dengan permeabilitas rendah dan jika pada tanah tersebut terjadi peningkatan air permukaan relatif menjadi mudah tererosi.

Nilai permeabilitas tanah di daerah Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember berkisar antara 1,21 cm/jam sampai dengan 10,39 cm/jam dengan kelas permeabilitas antara 2 sampai 3. Nilai permeabilitas tanah daerah Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember rata-rata sedang sampai cepat untuk meloloskan air sehingga kemungkinan untuk terjadinya erosi kecil karena aliran permukaan yang terjadi kecil.

C. Struktur Tanah

Struktur tanah berpengaruh terhadap erodibilitas tanah (Kartasapoetra, 1988). Klasifikasi struktur tanah di daerah Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Klasifikasi Struktur Tanah Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember

SPT	No Sample	Struktur	Kriteria
1	2	3	4
1	1.A-1	granuler-halus	2
	1.B-1	granuler-halus	2
	1.C-1	granuler-halus	2
	1.D-1	granuler-halus	2
2	2.A-1	granuler-halus	2
	2.B-1	granuler-halus	2
	2.C-1	granuler-halus	2

Lanjutan Tabel 11

1	2	3	4
3	3.A-1	granuler-halus	2
	3.B-1	granuler-halus	2
4	4.A-1	granuler-halus	2
5	5.A-1	granuler-halus	2
	5.B-1	granuler-halus	2
6	6.A-1	granuler-halus	2
	6.B-1	granuler-halus	2
7	7.A-1	granuler-halus	2
	7.B-1	granuler-halus	2
8	8.A-1	granuler-halus	2
	8.B-1	granuler-halus	2
	8.C-1	granuler-halus	2
9	9.A-1	granuler-halus	2
10	10.A-1	granuler-halus	2
	10.B-1	granuler-halus	2
11	11.A-1	granuler-halus	2
12	12.A-1	granuler-halus	2
	12.B-1	granuler-halus	2
13	13.A-1	granuler-halus	2
	13.B-1	granuler-halus	2
14	14.A-1	granuler-halus	2
	14.B-1	granuler-halus	2
	14.C-1	granuler-halus	2
15	15.A-1	granuler-halus	2
	15.B-1	granuler-halus	2
16	16.A-1	granuler-halus	2
	16.B-1	granuler-halus	2
17	17.A-1	granuler-halus	2
18	18.A-1	granuler-halus	2
	18.B-1	granuler-halus	2
19	19.A-1	granuler-halus	2
20	20.A-1	granuler-halus	2
21	21.A-1	granuler-halus	2
22	22.A-1	granuler-halus	2
23	23.A-1	granuler-halus	2
24	24.A-1	gumpal	4
25	25.A-1	granuler-halus	2
26	26.A-1	granuler-halus	2

Sumber: *Pengolahan Data, 2004*

Struktur tanah daerah Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember didominasi oleh struktur granuler halus. Struktur tanah granuler halus dapat menurunkan indeks erodibilitas tanah karena berstruktur butir dan kelas

strukturnya kecil. Semakin kecil kelas struktur tanah menyebabkan semakin kecilnya indeks erodibilitas tanah. Hal ini sesuai dengan pendapat Sutedjo dan Kartasapoetra (1991) tanah yang berstruktur butir memiliki erodibilitas lebih kecil dibandingkan tanah berstruktur pejal.

D. Bahan Organik Tanah

Kandungan bahan organik tanah daerah Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Kandungan Bahan Organik Tanah Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember

SPT	No Sample	Bahan Organik (%)	Kriteria
1	2	3	4
1	1.A-1	3,62	Tinggi
	1.B-1	2,79	Sedang
	1.C-1	3,38	Tinggi
	1.D-1	2,99	Sedang
2	2.A-1	3,48	Tinggi
	2.B-1	1,26	Rendah
	2.C-1	4,16	Tinggi
3	3.A-1	3,79	Tinggi
	3.B-1	1,85	Rendah
4	4.A-1	3,75	Tinggi
5	5.A-1	2,94	Sedang
	5.B-1	2,48	Sedang
6	6.A-1	2,64	Sedang
	6.B-1	2,49	Sedang
7	7.A-1	2,33	Sedang
	7.B-1	1,55	Rendah
8	8.A-1	1,96	Rendah
	8.B-1	2,92	Sedang
	8.C-1	3,13	Tinggi
9	9.A-1	2,49	Sedang
10	10.A-1	2,64	Sedang
	10.B-1	2,46	Sedang
11	11.A-1	2,31	Sedang
12	12.A-1	1,26	Rendah
	12.B-1	1,36	Rendah
13	13.A-1	2,15	Sedang
	13.B-1	2,46	Sedang
14	14.A-1	3,67	Tinggi
	14.B-1	3,08	Tinggi
	14.C-1	1,97	Rendah

Lanjutan Tabel 12

1	2	3	4
15	15.A-1	0,95	Sangat Rendah
	15.B-1	1,11	Rendah
16	16.A-1	2,51	Sedang
	16.B-1	1,05	Rendah
17	17.A-1	1,34	Rendah
18	18.A-1	1,30	Rendah
	18.B-1	1,69	Rendah
19	19.A-1	1,29	Rendah
20	20.A-1	2,73	Sedang
21	21.A-1	1,78	Rendah
22	22.A-1	2,09	Sedang
23	23.A-1	2,45	Sedang
24	24.A-1	1,19	Rendah
25	25.A-1	1,84	Rendah
26	26.A-1	3,38	Tinggi

Sumber: Pengolahan Data, 2004

Menurut Pusat Penelitian Tanah (1983) kandungan bahan organik tanah dapat digolongkan menjadi lima (5): Sangat tinggi (>5%), tinggi (3,01%-5%), sedang (2,01%-3%), rendah (1,01%-2%) dan sangat rendah (<1%). Kandungan Bahan organik tanah Sub-sub DAS Garahan Kabupaten Jember berkisar antara sangat rendah (0,95%) pada SPT 15 sampai tinggi (4,16%) pada SPT 2, kandungan bahan organik tanah yang paling dominan adalah sedang dan rendah.

Pada umumnya tanah yang memiliki kandungan bahan organik rendah memiliki kepekaan erosi yang tinggi. Untuk menurunkan kepekaan tanah dapat ditempuh dengan perbaikan struktur melalui peningkatan bahan organik tanah (Yusmandhany, 2002).

Semakin tinggi kandungan bahan organik tanah semakin sulit untuk tererosi, karena bahan organik tanah bersifat sebagai penyemen dalam pembentukan dan pemantapan agregat tanah sehingga akan berpengaruh terhadap kemantapan pori karena dapat meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah dan menjadikan berkurangnya nilai erodibilitas tanah (Sutedjo dan Kartasapoetra, 1991).

E. Evaluasi Indeks Erodibilitas Tanah (K)

Sebaran nilai, tingkat dan kelas erodibilitas tanah pada tiap satuan lahan Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember dapat dilihat pada Lampiran 4. Rata-rata sebaran nilai, tingkat dan kelas erodibilitas tanah pada tiap satuan lahan daerah Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Rata-Rata Nilai Erodibilitas Tanah (K) Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember

SPT	Nilai K	Kelas K	Kriteria
1	0,31	6	Tinggi
2	0,25	5	Agak Tinggi
3	0,36	7	Sangat Tinggi
4	0,28	5	Agak Tinggi
5	0,37	7	Sangat Tinggi
6	0,19	3	Agak Rendah
7	0,46	7	Sangat Tinggi
8	0,35	7	Sangat Tinggi
9	0,40	7	Sangat Tinggi
10	0,40	7	Sangat Tinggi
11	0,61	7	Sangat Tinggi
12	0,31	6	Tinggi
13	0,53	7	Sangat Tinggi
14	0,59	7	Sangat Tinggi
15	0,36	7	Sangat Tinggi
16	0,26	5	Agak Tinggi
17	0,51	7	Sangat Tinggi
18	0,50	7	Sangat Tinggi
19	0,56	7	Sangat Tinggi
20	0,21	5	Agak Tinggi
21	0,18	3	Agak Rendah
22	0,27	5	Agak Tinggi
23	0,19	3	Agak Rendah
24	0,21	4	Sedang
25	0,25	4	Sedang
26	0,31	6	Tinggi

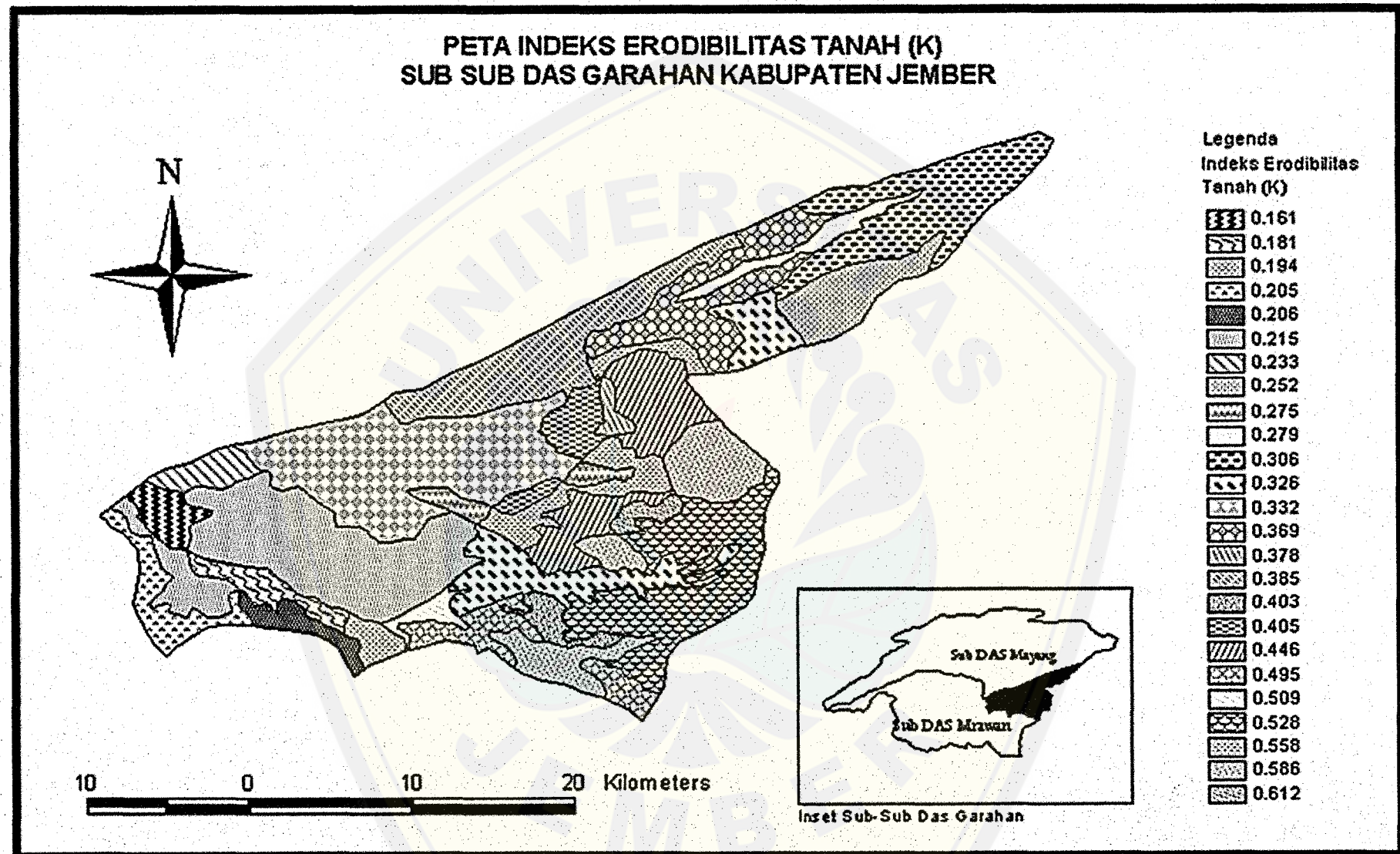
Sumber: Pengolahan Data, 2004

Nilai erodibilitas tanah (K) daerah Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember bervariasi, berkisar dari tingkat erodibilitas agak rendah (SPT 6, SPT 21, SPT 23), sedang (SPT 24 dan SPT 25), agak tinggi (SPT 2, SPT 4, SPT 16, SPT 20 dan SPT 22), tinggi (SPT 1, SPT 12 dan SPT 26) dan sangat tinggi (SPT 3, SPT 5, SPT 7, SPT 8, SPT 9, SPT 10, SPT 11, SPT 13, SPT 14, SPT 15, SPT 17,

SPT 18, SPT 19). Sebaran nilai erodibilitas daerah Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember dapat dilihat pada Gambar 4.5.

Dari gambar 4.5 menunjukkan bahwa sebaran nilai erodibilitas tanah pada jenis tanah *Typic Udipsamment* lebih rendah dibandingkan dengan *Humic Psammentic Dystrudepts* dan *Typic Hapludalfs*. Pada jenis tanah *Typic Udorthents* menunjukkan nilai erodibilitas yang lebih rendah dibandingkan *Typic Udipsamment*, sehingga *Typic Udorthents* lebih resisten terhadap erosi.

Tanah di daerah Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember menunjukkan bahwa sebagian SPT tingkat erodibilitas tanahnya beresiko terhadap erosi, kecuali SPT 6, SPT 21 dan SPT 23 yang agak rendah tingkat erodibilitas tanahnya. Pada umumnya tanah yang mempunyai tingkat erodibilitas sekitar sedang sampai sangat tinggi menunjukkan sifat fisik tanah yang kurang baik. Hal ini disebabkan oleh tekstur tanah yang mengandung pasir, kandungan bahan organik sangat rendah dan sedikit mengalami perkembangan struktur. Tanah dengan tingkat erodibilitas tinggi sangat mudah menyebabkan terjadinya erosi apalagi dengan tingkat erodivitas yang tinggi (Kartasapoetra, 1985). Hal ini sesuai dengan pendapat Arsyad (1989) bahwa jika erodibilitas tanah tinggi, maka tanah akan mudah tererosi. Sebaliknya jika erodibilitas tanah rendah, maka tanah tahan terhadap erosi. Untuk menurunkan tingkat erodibilitas tanah dapat ditempuh dengan perbaikan struktur melalui penambahan kandungan bahan organik.



Gambar 4.5 Peta Indeks Erodibilitas Tanah (K) Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember

4.2.3 Indeks Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Nilai indeks panjang dan kemiringan lereng (LS) diperoleh dari pengukuran dan perhitungan panjang dan kemiringan lereng di tiap-tiap Satuan Pemetaan Terkecil (SPT). Nilai indeks panjang dan kemiringan lereng daerah Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Nilai Indeks Panjang dan Kemiringan Lereng (LS) Daerah Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember

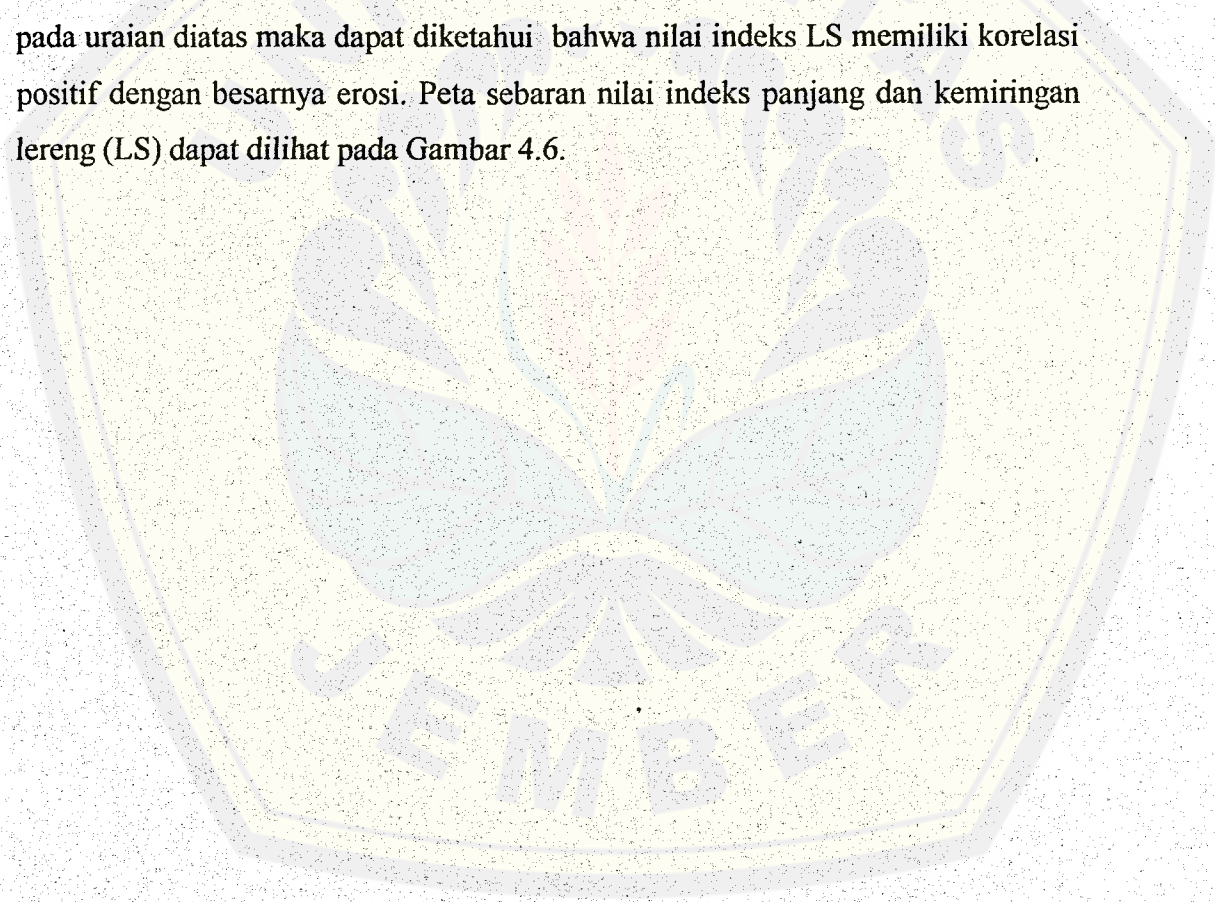
SPT	Panjang Lereng (feet)	Persen Kemiringan (%)	LS
1	287.61	86.93	62.12
2	265.49	10.51	2.40
3	296.46	8.75	1.94
4	274.34	24.93	9.71
5	243.36	9.28	1.91
6	190.27	12.28	2.58
7	362.83	28.68	14.07
8	353.98	3.49	0.49
9	340.71	36.40	20.10
10	336.28	12.88	3.74
11	333.19	55.43	37.81
12	185.84	6.12	0.94
13	353.98	67.45	50.93
14	230.09	30.57	12.44
15	331.86	5.24	1.03
16	334.07	3.49	0.48
17	380.53	6.99	1.61
18	442.48	14.05	4.86
19	300.89	9.63	2.25
20	323.01	30.57	14.74
21	424.78	11.39	3.43
22	278.76	3.49	0.46
23	314.16	3.49	0.47
24	309.74	26.80	11.63
25	327.43	9.28	2.22
26	106.20	21.26	4.64

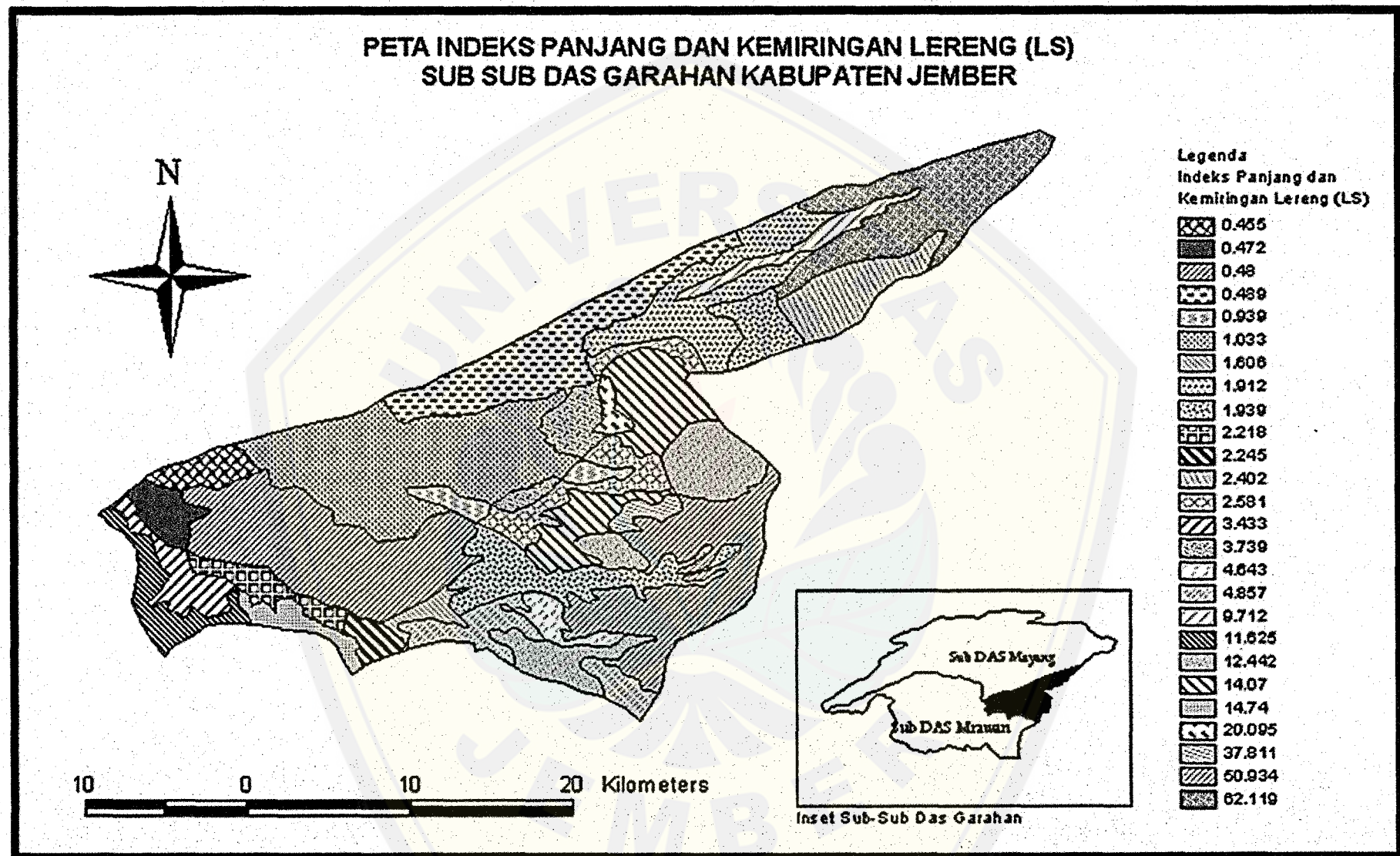
Sumber: Pengolahan Data, 2004

Pengukuran panjang lereng (L) pada daerah penelitian berkisar antara 106,20 feet (SPT 26) sampai 442,48 feet (SPT 18). Semakin besar nilai indeks panjang lereng (L) akan berpengaruh terhadap erosi yang terjadi, dimana semakin besar nilai indeks panjang lereng (L) akan menyebabkan semakin besarnya erosi yang terjadi. Hal ini sesuai dengan penelitian Thompson (dalam Arsyad, 1989)

bahwa penambahan panjang lereng menjadi dua kali lipat, maka jumlah tanah yang tererosi menjadi lebih dari dua kali lipat.

Kemiringan lereng (S) pada daerah penelitian berada antara 3,49% (SPT8) sampai 86,93% (SPT1). Indeks panjang lereng (L) dan kemiringan lereng (S) tidak dapat dipisahkan, keduanya berinteraksi satu sama lainnya dalam menentukan besar kecilnya erosi yang terjadi. Hal ini sesuai dengan pendapat Abujamin dan Soewardjo (dalam Utomo, 1989) yang mengemukakan bahwa semakin besar kemiringan lereng maka erosi yang terjadi akan lebih besar. Hal ini diikuti dengan pendapat Kohnke dan Bertrand (dalam Utomo, 1989) bahwa erosi meningkat 1,5 kali bila panjang lereng menjadi 2 kali lebih panjang. Mengacu pada uraian diatas maka dapat diketahui bahwa nilai indeks LS memiliki korelasi positif dengan besarnya erosi. Peta sebaran nilai indeks panjang dan kemiringan lereng (LS) dapat dilihat pada Gambar 4.6.





Gambar 4.6 Peta Panjang dan Kemiringan Lereng (LS) Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember

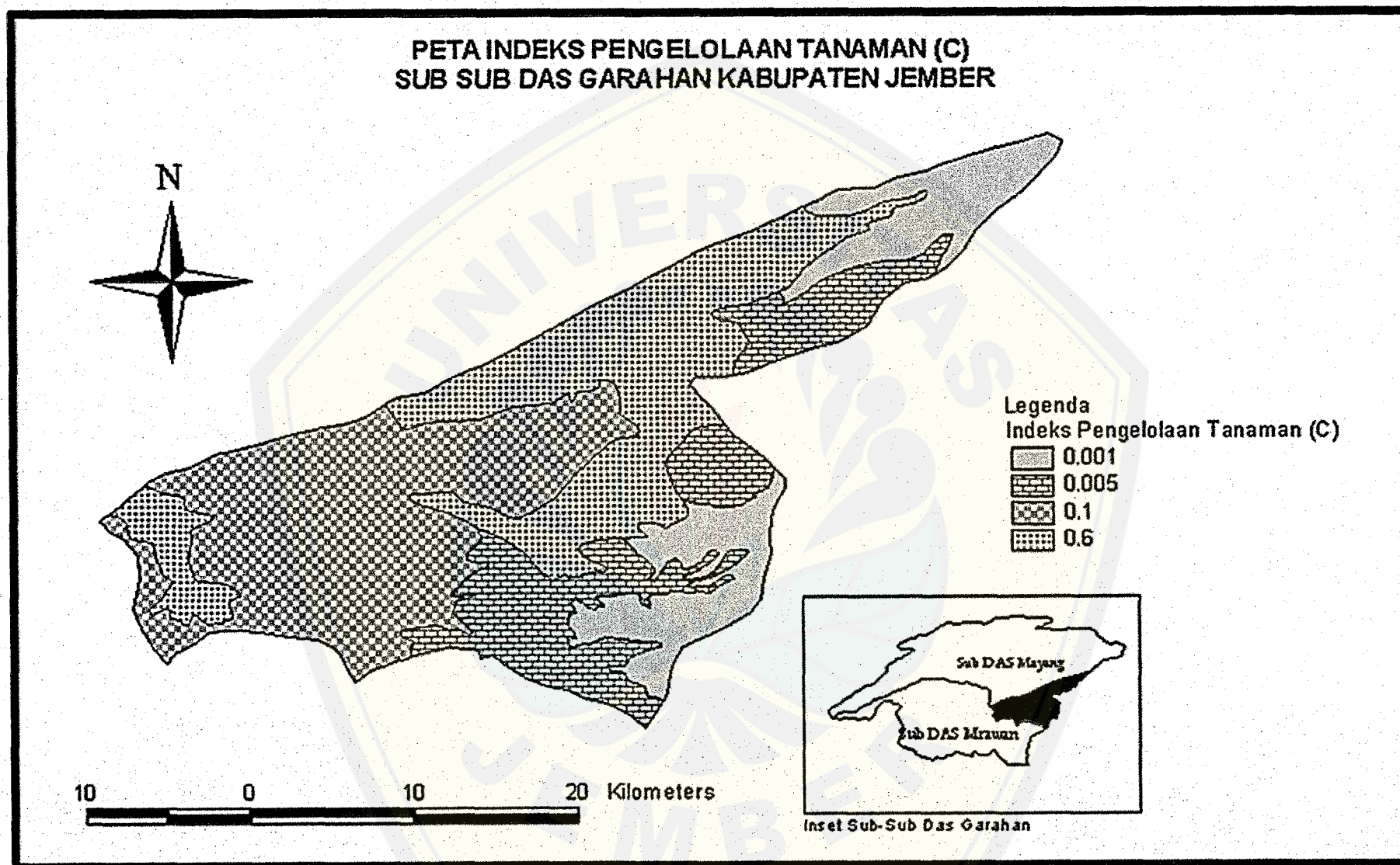
4.2.4 Indeks Pengelolaan Tanaman (C)

Nilai Indeks Pengelolaan Tanaman (C) di Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember adalah 0,001 untuk hutan tak terganggu dan banyak seresah, 0,005 untuk hutan tak terganggu sedikit seresah, 0,6 untuk hutan pinus dan kebun karet, serta 0,1 untuk kebun campuran rapat. Peta Nilai Indeks Pengelolaan Tanaman (C) di Sub - Sub DAS Garahan Kabupaten Jember dapat dilihat pada Gambar 4.7. Nilai Indeks Pengelolaan Tanaman (C) di Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Nilai Indeks Pengelolaan Tanaman (C) di Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember

SPT	Pengelolaan Tanaman (C)	Indeks C
1	Hutan tak terganggu banyak seresah	0.001
2	Hutan tak terganggu sedikit seresah	0.005
3	Hutan tak terganggu sedikit seresah	0.005
4	Hutan pinus	0.6
5	Hutan pinus	0.6
6	Hutan pinus	0.6
7	Hutan pinus	0.6
8	Hutan pinus	0.6
9	Kebun campuran rapat	0.1
10	Kebun campuran rapat	0.1
11	Hutan pinus	0.6
12	Hutan pinus	0.6
13	Hutan tak terganggu banyak seresah	0.001
14	Hutan tak terganggu sedikit seresah	0.005
15	Kebun campuran rapat	0.1
16	Kebun campuran rapat	0.1
17	Kebun campuran rapat	0.1
18	Hutan tak terganggu sedikit seresah	0.005
19	Kebun campuran rapat	0.1
20	Kebun campuran rapat	0.1
21	Kebun karet	0.6
22	Kebun campuran rapat	0.1
23	Kebun karet	0.6
24	Kebun campuran rapat	0.1
25	Kebun campuran rapat	0.1
26	Hutan tak terganggu sedikit seresah	0.005

Sumber : Pengolahan Data 2004 Disesuaikan Dengan Pedoman Penyusunan RTL-RLKT DAS, Dirjen RRL Dephut, 1998



Gambar 4.7 Peta Indeks Pengelolaan Tanaman (C) Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember

Nilai Indeks Pengelolaan Tanaman (C) masih banyak ditentukan oleh pola tanam dan populasi tanaman. Semakin besar nilai Pengelolaan Tanaman (C) maka semakin besar pula nilai indeks erosi. Sebaliknya semakin rendah nilai pengelolaan tanaman (C) menyebabkan rendahnya indeks erosi.

4.2.5 Indeks Upaya Konservasi Tanah (P)

Upaya konservasi tanah (P) di Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember meliputi konservasi berupa penggunaan teras bangku, teras tradisional, dan strip rumput permanen. Nilai indeks upaya konservasi tanah (P) dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Nilai Indeks Upaya Konservasi Tanah (P) Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember

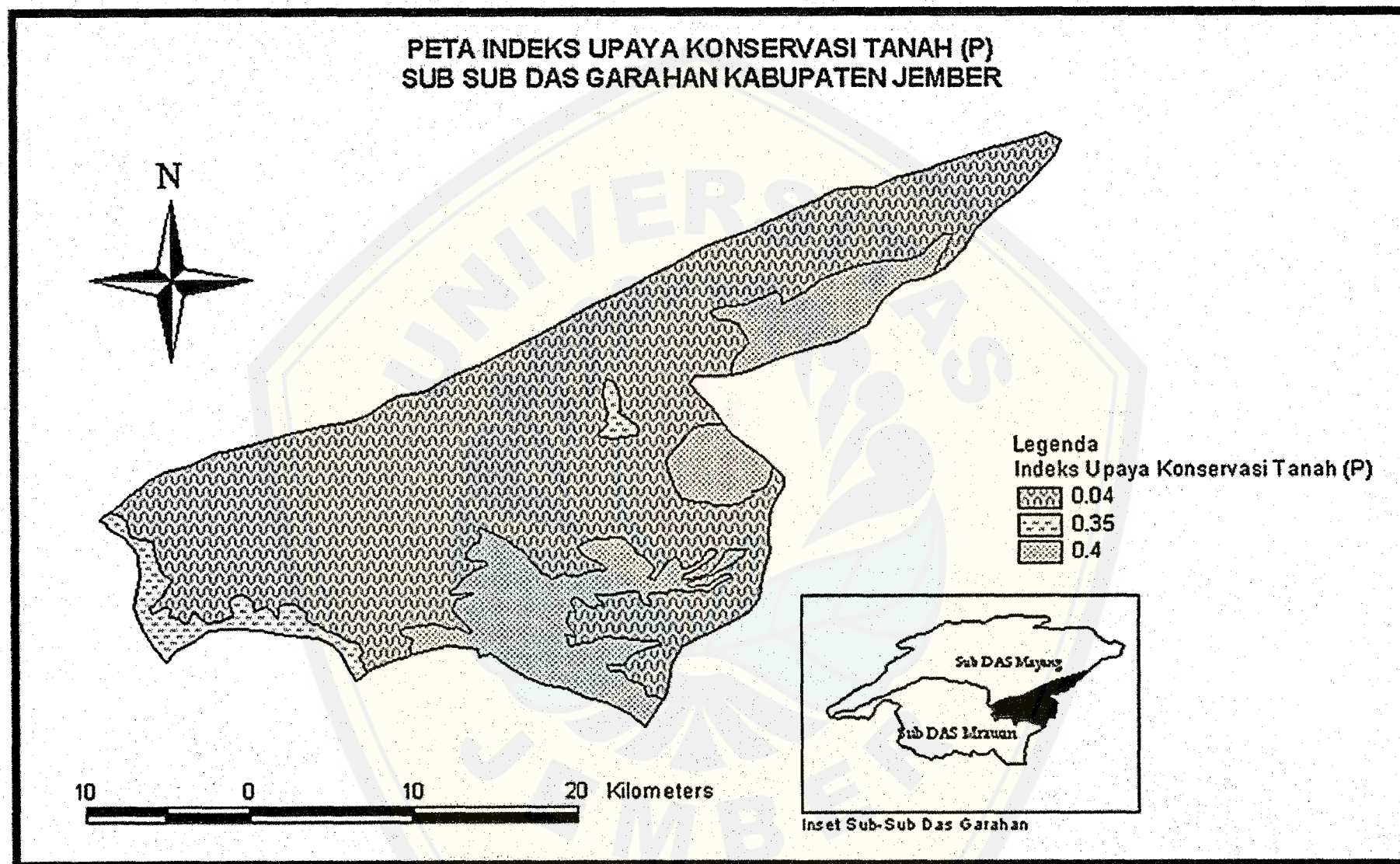
SPT	Upaya Konservasi Tanah (P)	Indeks P
1	2	3
1	Strip rumput permanen baik	0.04
2	Strip rumput permanen jelek	0.4
3	Strip rumput permanen jelek	0.4
4	Strip rumput permanen baik, rapat dan berlajur	0.04
5	Strip rumput permanen baik, rapat dan berlajur	0.04
6	Strip rumput permanen baik, rapat dan berlajur	0.04
7	Strip rumput permanen baik, rapat dan berlajur	0.04
8	Strip rumput permanen baik, rapat dan berlajur	0.04
9	Teras tradisional	0.35
10	Teras bangku baik	0.04
11	Strip rumput permanen baik, rapat dan berlajur	0.04
12	Strip rumput permanen baik, rapat dan berlajur	0.04
13	Strip rumput permanen baik, rapat dan berlajur	0.04
14	Strip rumput permanen jelek	0.4
15	Teras bangku baik	0.04
16	Teras bangku baik	0.04
17	Teras bangku baik	0.04
18	Strip rumput permanen jelek	0.4
19	Teras bangku baik	0.04
20	Teras tradisional	0.35
21	Strip rumput permanen baik, rapat dan berlajur	0.04
22	Teras bangku baik	0.04

Lanjutan Tabel 16

1	2	3
23	Strip rumput permanen baik, rapat dan berlajur	0.04
24	Teras tradisional	0.35
25	Teras bangku baik	0.04
26	Strip rumput permanen jelek	0.4

Sumber : Pengolahan Data 2004 Disesuaikan Dengan Pedoman Penyusunan RTL-RLKT DAS, Dirjen RRL Dephut, 1998

Semakin besar nilai upaya konservasi tanah maka semakin besar pula kemungkinan erosi akan terjadi dan sebaliknya semakin kecil indeks upaya konservasi tanah maka semakin kecil kemungkinan terjadinya erosi. Menurut Purwanto (1999) bahwa tindakan pengelolaan tanaman dan upaya konservasi tanah yang baik dapat berperan untuk mengurangi besarnya erosi aktual. Peta indeks upaya konservasi tanah dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Peta Indeks Upaya Konservasi Tanah (P) Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember

4.3 Tingkat Erosi

4.3.1 Solum Tanah

Solum tanah menunjukkan kedalaman tanah dari permukaan tanah sampai pada horison bahan induk (horison R). Solum tanah di Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember tergolong dalam, karena pada masing-masing SPT memiliki kedalaman solum lebih dari 175 cm.

Tiap jenis tanah mempunyai daya atau kemampuan untuk menyerap air berbeda-beda. Jika tanah sudah mencapai batas maksimum untuk menyerap air, dan jika terjadi penambahan air hujan secara terus menerus maka terjadilah aliran permukaan yang akan menyebabkan terjadinya erosi (Wudianto, 2000). Solum tanah yang dalam dapat memberi kesempatan pada air hujan untuk terinfiltrasi ke dalam tanah dan mampu menampung air dalam jumlah yang tinggi, sehingga aliran permukaan akan semakin kecil dan dapat mengurangi laju erosi.

4.3.2 Evaluasi Tingkat Bahaya Erosi

Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember memiliki 5 kelas tingkat bahaya erosi yaitu tingkat bahaya erosi sangat ringan (< 15 ton/ha/tahun), ringan (15-60 ton/ha/tahun), sedang (60-80 ton/ha/tahun), berat (180-480 ton/ha/tahun) dan sangat berat (> 480 ton/ha/tahun). Sebaran nilai dan kelas tingkat bahaya erosi dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Sebaran Nilai dan Kelas Tingkat Bahaya Erosi Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember

SPT	Luas (Ha)	R	K	LS	C	P	A (ton/ha/th)	Kriteria
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	664	1392,13	0,31	62,12	0,001	0,04	1,06	SR
2	289	1392,13	0,25	2,40	0,005	0,4	1,69	SR
3	539	1392,13	0,36	1,94	0,005	0,4	1,93	SR
4	130	1392,13	0,28	9,71	0,6	0,04	90,53	S
5	503	1392,13	0,37	1,91	0,6	0,04	23,57	R
6	295	1392,13	0,19	2,58	0,6	0,04	16,73	R
7	499	1392,13	0,46	14,07	0,6	0,04	217,18	B
8	597	1392,13	0,35	0,49	0,6	0,04	5,75	SR
9	46	1392,13	0,40	20,10	0,1	0,35	395,56	B
10	173	1392,13	0,40	3,74	0,1	0,04	8,35	SR

Lanjutan Tabel 17

1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	57	1392,13	0,61	37,81	0,6	0,04	773,14	SB
12	100	1392,13	0,31	0,94	0,6	0,04	9,63	SR
13	761	1392,13	0,53	50,93	0,001	0,04	1,50	SR
14	500	1392,13	0,59	12,44	0,005	0,4	20,30	R
15	1112	1392,13	0,36	1,03	0,1	0,04	2,09	SR
16	971	1392,13	0,26	0,48	0,1	0,04	0,70	SR
17	68	1392,13	0,51	1,61	0,1	0,04	4,54	SR
18	245	1392,13	0,50	4,86	0,005	0,4	6,69	SR
19	73	1392,13	0,56	2,25	0,1	0,04	6,98	SR
20	112	1392,13	0,21	14,74	0,1	0,35	147,95	S
21	179	1392,13	0,18	3,43	0,6	0,04	20,88	R
22	122	1392,13	0,27	0,46	0,1	0,04	0,67	SR
23	123	1392,13	0,19	0,47	0,6	0,04	3,06	SR
24	201	1392,13	0,21	11,63	0,1	0,35	116,12	S
25	144	1392,13	0,25	2,22	0,1	0,04	3,04	SR
26	95	1392,13	0,31	4,64	0,005	0,4	3,96	SR

Sumber: Pengolahan Data, 2004

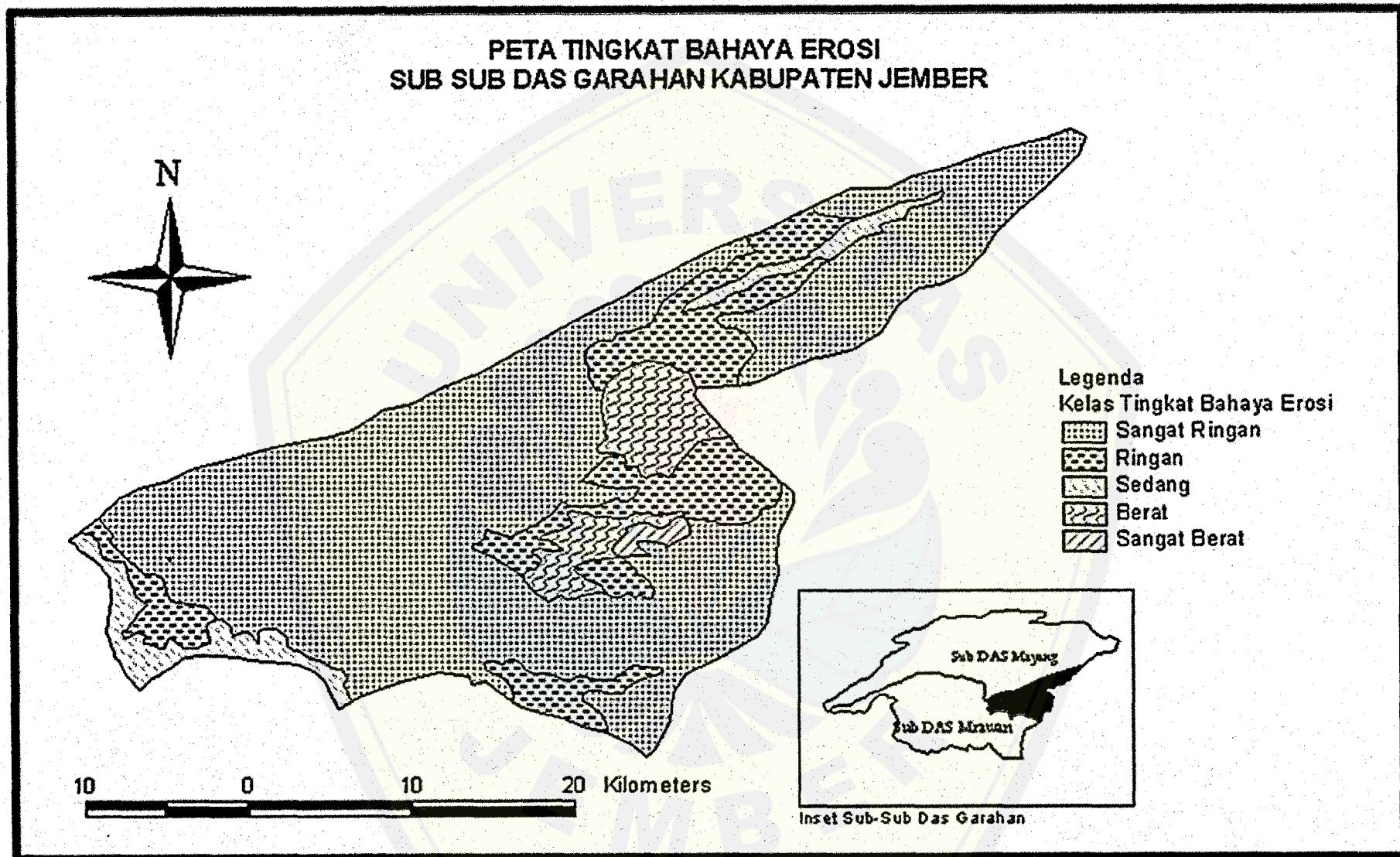
Keterangan : SR : Sangat Ringan R : Ringan S : Sedang
 B : Berat SB : Sangat Berat

Dari tabel 17 dapat diketahui bahwa kehilangan tanah yang akan terjadi berkisar antara 0,67 ton/ha/tahun (SPT 22) sampai dengan 773,14 to/ha/tahun (SPT 11). Kelas tingkat bahaya erosi sangat berat hanya terdapat pada SPT 11, hal ini dikarenakan nilai indeks erodibilitas tanah (K) yang sangat tinggi (0,61) dengan panjang dan kemiringan lereng (LS) yang tinggi pula yaitu sebesar 37,81. Kelas tingkat bahaya erosi berat terdapat pada SPT 7 dan SPT 9, karena besarnya nilai indeks panjang dan kemiringan lereng (LS) yaitu 14,07 (SPT 7) dan 20,10 (SPT 9). Kelas tingkat bahaya erosi sedang terdapat pada SPT 4, SPT 20 dan SPT 24, sebab besarnya panjang dan kemiringan lereng (LS) sebesar 9,71 (SPT 4), 14,74 (SPT 20) dan 11,63 (SPT 24). Kelas tingkat bahaya erosi rendah terdapat SPT 5, SPT 6, SPT 14 dan SPT 21, sebab tingginya indeks pengelolaan tanaman (C) sebesar 0,6 kecuali pada SPT 14. Pada SPT 14 indeks pengelolaan tanaman (C) kecil (0,005) namun nilai panjang dan kemiringan lereng (LS) tinggi (12,44) dan nilai indeks erodibilitas tanah (K) besar (0,59). Sedangkan 16 SPT lainnya memiliki tingkat bahaya erosi sangat rendah, hal ini karena pengaruh dari

beberapa faktor yaitu nilai indeks erodibilitas tanah (K), panjang dan kemiringan lereng (LS), indeks pengelolaan tanaman (C) dan upaya konservasi tanah (P), walaupun ada beberapa faktor nilai yang tinggi namun tingkat bahaya erosi mampu diminimalisasi oleh faktor yang lain. Sedangkan faktor indeks erosivitas hujan (R) tidak berpengaruh terhadap tingkat bahaya erosi (A), hal ini dikarenakan pada ke-26 SPT memiliki nilai yang sama (1392,13). Peta sebaran nilai tingkat bahaya erosi dapat dilihat pada Gambar 4.9.

Pada Gambar 4.9 menunjukkan bahwa daerah dengan nilai panjang dan kemiringan lereng (LS) yang tinggi belum tentu menunjukkan nilai Tingkat Bahaya Erosi (TBE) yang berat sebab nilai panjang dan kemiringan lereng (LS) mampu diminimalisasi oleh faktor yang lain seperti indeks erodibilitas tanah (K), indeks pengelolaan tanaman (C) dan indeks konservasi tanah (P).





Gambar 4.9 Peta Tingkat Bahaya Erosi Sub Sub DAS Garahan Kabupaten Jember

4.3.3 Upaya Konservasi Tanah

Pengendalian erosi sangat bergantung kepada pengelolaan yang baik melalui upaya penutupan lahan atau penanaman tanaman penutup tanah yang baik disertai dengan penyeleksian tindakan pengelolaan tanah yang tepat. Dengan demikian konservasi tanah sangat bergantung pada tindakan agronomis (pengelolaan tanaman) dan pengelolaan tanah yang baik (Rahim, 2000).

Upaya konservasi tanah di Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember dapat dilakukan dengan memperhatikan nilai erodibilitas tanah (K), panjang dan kemiringan lereng (LS), pengelolaan tanaman (C) dan Penggunaan lahan (P). Upaya konservasi tanah di Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember diutamakan pada daerah yang memiliki kelas tingkat bahaya erosi sangat berat dan berat, rekomendasi seperti pada tabel 18.

Upaya untuk mengurangi tingkat bahaya erosi dapat dilakukan dengan cara penanaman tanaman *Legume Cover Crop* (LCC) seperti lamtoro dan turi dimana tanaman tersebut dapat menambah kandungan bahan organik tanah bila indeks erodibilitas tanah (K) tinggi. Dengan meningkatnya kandungan bahan organik dalam tanah dapat meningkatkan kesuburan tanah, meningkatkan kapasitas tanah untuk meretensi air dan mampu menstabilkan agregat tanah (Rahim, 2000). Dari uraian diatas maka jelaslah bahwa bahan organik sampai batas tertentu dapat mengendalikan laju erosi.

Untuk kelas tingkat bahaya erosi berat yang disebabkan oleh nilai panjang dan kemiringan lereng (LS) yang besar dapat dimanipulasi dengan cara memperkecil indeks pengelolaan tanaman (C) dan indeks upaya konservasi tanah (P). Hal ini dapat dilakukan dengan memperbaiki sistem pengelolaan tanaman (C) dengan cara menanam tanaman yang disesuaikan dengan kondisi lahan dan menanam tanaman penutup tanah yang biasanya dari jenis *leguminosae*, selain itu untuk meminimalkan faktor indeks upaya konservasi tanah (P) perlu diadakan upaya konservasi khusus misalnya penanaman tanaman menurut kontur, perbaikan teras dengan jalan menanam tanaman teras (rumput gajah, tanaman legume dan rumput biasa sebagai penutup teras).

Tabel 18. Perencanaan Tindakan Konservasi Tanah Untuk Kelas Tingkat Bahaya Erosi (TBE) Berat Sampai Sangat Berat di Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember.

SPT	Kelas TBE, Indeks TBE (ton/ha/th)	Penggunaan Lahan	Alternatif Perencanaan Konservasi Tanah
1	2	3	4
7	Berat (271,18)	Kebun Campuran	- Penggunaan lahan tetap karena faktor indeks pengelolaan tanaman yang kecil memungkinkan tanah tahan terhadap erosi. - Perbaiki struktur tanah dengan jalan penambahan bahan organik sebagai bahan penyemen partikel tanah untuk kemantapan agregat tanah. - Perbaiki teras dan menanam tanaman penguat teras, misalnya rumput gajah serta membiarkan teras ditumbuhi rumput dalam artian ada tanaman penutup teras. - Penggunaan mulsa untuk melindungi tanah dari erosi akibat siraman air hujan langsung.
9	Berat (395,56)	Hutan Pinus	- Nilai indeks erodibilitas tanah yang tinggi memungkinkan perlu adanya peningkatan kandungan bahan organik tanah dengan cara menanam tanaman Legume Cover Crop (LCC) seperti lamtoro dan turi, juga perlu penanaman tanaman dari jenis leguminosae sebagai penutup tanah. - Perlu adanya pertanaman dengan kerapatan tinggi. - Pembuatan saluran-saluran air untuk memperlancar aliran permukaan guna mencegah erosi yang lebih besar.
10	Sangat Berat (773,14)	Hutan Pinus	- Penanaman tanaman yang sesuai kondisi lahan (perlu adanya penghutanan kembali) dengan diikuti tindakan konservasi mekanis seperti penterasan. - Jika tanaman pinus tetap dipertahankan perlu adanya pertanaman dengan kerapatan tinggi dan searah kontur. - Perbaiki struktur tanah dengan jalan penambahan bahan organik sebagai bahan penyemen partikel tanah untuk kemantapan agregat tanah. - Pembuatan saluran-saluran air untuk memperlancar aliran permukaan guna mencegah erosi yang lebih besar



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Sub-Sub DAS Garahan Kabupaten Jember memiliki kelas Tingkat Bahaya Erosi (TBE) sangat ringan (0,67 ton/ha/tahun) pada SPT 16 sampai sangat berat (773,14 ton/ha/tahun) pada SPT 11, yang didominasi oleh kelas Tingkat Bahaya Erosi sangat rendah.

5.2 Saran

Kelas Tingkat Bahaya Erosi (TBE) sangat berat dan berat perlu adanya upaya konservasi meliputi penanaman tanaman *Legume Cover Crop* (LCC) untuk tanah dengan indeks erodibilitas tinggi, penanaman tanaman yang sesuai dengan kondisi lahan, pengelolaan tanah menurut kontur, perbaikan teras dan penanaman tanaman penguat teras.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 1989. **Konservasi Tanah dan Air**. Bogor : IPB.
- Baver, L. D. 1959. **Soil Physis**. Third Edition. John Wiley and Sons, Inc, New York.
- Departemen Kehutanan RI. 1998. **Pedoman Penyusunan Rencana Teknik Lapang Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah Daerah Aliran Sungai**. Jakarta : Departemen Kehutanan Direktorat Jendral Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan.
- Dirgahayu, D, Ita Carolita dan Samsul Arifin. 1996. **Implementasi Sistem Informasi Geografis Untuk Menentukan Kesesuaian Lahan Padi Menggunakan Overlay Indeks Terbobot**. Warta Lapan. XX: 55-56.
- Foth, Henry D. 1998. **Dasar-Dasar Ilmu Tanah**. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Hermanto, A. Dhalimi dan M. Syakir. 1997. **Prediksi Erosi Serta Upaya Mempertahankan Produktivitas Lahan Melalui Tindakan Konservasi dan Pemanfaatan Tanaman Rempah dan Obat Pada Instalasi Penelitian Sukamulya, Kabupaten Sukabumi**. Dalam Prosiding Kongres Nasional VI HITI Tahun 1997. Bogor : Himpunan Ilmu Tanah Indonesia.
- Kartasapoetra A.G. 1988. **Kerusakan Tanah Pertanian dan Usaha Untuk Merehabilitasinya**. Jakarta : Bina Aksara.
- Kartasapoetra, G, A.G Kartasapoetra dan M. M Sutedja. 2000. **Teknologi Konservasi Tanah dan Air**. Jakarta : Rineka Cipta.
- Machfudh. 1996. **Pemanfaatan Sistem Informasi Geografi di Bidang Kehutanan**. Duta Rimba. 195-196(XX):43-48.
- Mandala, Marga. 1991. **Analisis Faktor-Faktor Erosi Pada Lahan Kering di Sub DAS Pakel Bondowoso**. Jember : Pusat Penelitian Universitas Jember.
- Mustiko, Seto Adi. 2002. **Pengukuran Erosi Dengan Metode Perangkap Sedimen Pada Micro-catchment Kalisidi Di Sub Das Babon Ungaran Jawa Tengah**. Skripsi (Tidak Dipublikasikan). Jember : Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Paryono, P. 1994. **Sistem Informasi Geografi**. Yogyakarta : Andi Offset.

- Purwanto, Edi. 1999. **Program Penghijauan dan Mitos Teras Bangku**. Duta Rimba. 201-202 (XXI) : 12-17.
- Pusat Penelitian Tanah. 1983. **Survai Kapabilitas Tanah Proyek P3MT**. Bogor : Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Bogor.
- Rafi'i, Sunyatna. 1987. **Ilmu Tanah**. Bandung : Angkasa.
- Rahardjo, Wahyu. 2003. **Pemetaan Tingkat Bahaya Erosi Pada Perkebunan Kaliklepuh/Gunung Pasang Afdeling Gunung Pasang Kecamatan Panti Jember**. Skripsi (Tidak Dipublikasikan). Jember : Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Rahim, Supli Effendi. 2000. **Pengendalian Erosi Tanah Dalam Rangka Pelestarian Lingkungan Hidup**. Jakarta : Bumi Aksara.
- Russel, E.W. 1973. **Soil Condition and Planth Growth**. 10 th Edition. London : Longmans.
- Sachoemar, Suhendar I. 1996. **Pemanfaatan Teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis Dalam Pemilihan dan Penentuan Lokasi Budi Daya Perairan**. Warta Lapan. XX : 140
- Sarief, E. Saifuddin. 1986. **Konservasi Tanah dan Air**. Bandung : Pustaka Buana.
- Soeharto, L. K. 1998. **Evaluasi Tingkat Bahaya Erosi Di Kecamatan Kalibagor Kabupaten Dati II Banyumas**. Jurnal Penelitian Pertanian "Agrin". 3(5): 40-49.
- Sukarno, Gatot. 2002. **Evaluasi Potensi Kesuburan Tanah dan Potensi Erosi di Daerah Aliran Sungai Bedadung Jember**. Jurnal Sains dan Teknologi. I : 17.
- Sundarta, H. G. 2002. **Kajian Nilai Erodibilitas Tanah dan Erosivitas di wilayah Sub DAS Bedadung Hulu**. Skripsi (Tidak di Publikasikan). Jember: Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Sutedjo, M.M. dan A.G. Kartasapoetra. 1991. **Pengantar ilmu tanah : Terbentuknya Tanah dan Tanah Pertanian**. Jakarta : Rineka Cipta
- Sutedjo, M.M. dan A.G. Kartasapoetra. 2002 **Pengantar ilmu tanah : Terbentuknya Tanah dan Tanah Pertanian**. Jakarta : Rineka Cipta
- Utomo, W.H. 1989. **Konservasi Tanah di Indonesia**. Jakarta : Rajawali Pers.