



**PENGARUH PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN TERHADAP
LAJU EROSI MENGGUNAKAN METODE *UNIVERSAL SOIL
LOSS EQUATION* (USLE) DI DAS BEDADUNG DAN
DAS TANGGUL**

SKRIPSI

oleh :

**Moh Kholilur Rohman
NIM 141710201003**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**PENGARUH PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN TERHADAP
LAJU EROSI MENGGUNAKAN METODE *UNIVERSAL SOIL
LOSS EQUATION* (USLE) DI DAS BEDADUNG
DAS TANGGUL**

SKRIPSI

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

oleh :

**Moh Kholilur Rohman
NIM 141710201003**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT, puji syukur kehadiratNya yang telah memudahkan segala urusan, semoga rahmat dan hidayah selalu mengiringi setiap langkah hamba dan berilah ampunan atas segala dosa hamba;
2. Rosulullah SAW, yang telah membimbing dan memperjuangkan umat manusia menjadi khalifah di bumi serta menjadi teladan untuk mencapai kebahagiaan di dunia maupun akhirat;
3. Orang tuaku tercinta, Ibunda Arsyami dan Ayahanda Ali Baba, terimakasih telah menjadi Orang Tua yang selalu memberikan motivasi dan mendidik Saya selama ini;
4. Adikku Faiqoturrohmah yang setia mendukung dan mendoakan, serta seluruh keluarga besar.

MOTTO

“(Ibrahim Berdoa), “Ya Tuhanku, berikanlah kepadaku ilmu dan masukanlah aku ke dalam golongan orang-orang yang saleh ”
(Terjemahan Q.S Asy-Syu’ara’: 83)

“ Dari Ibnu Mas’ud Ra bahwa Rosulullah SAW bersabda, barang siapa menunjukkan (seseorang) kepada kebaikan, ia mendapatkan pahala serupa dengan orang yang mengerjakannya ”
(HR. Muslim no. 1494)

“Selayaknya seseorang untuk senantiasa bersungguh-sungguh dalam menyibukkan diri dengan ilmu baik dengan cara membaca, dibacakan ataupun membacakan kepada orang lain, menelaah, dan memberikan catatan-catatan”
(Al – Imam An Nawawi)

^{*)} Kementerian Agama Republik Indonesia. 2013. Al-Qur’an dan Terjemahnya Ar-Rahman.

^{**)} Al Hafidz Ibnu Hajar Al Asqalani. 2011. Terjemahan Bulughul Maram Kitab Hukum-hukum Islam. Surabaya : Mutiara Ilmu.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Moh Kholilur Rohman

NIM : 141710201003

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Laju Erosi Menggunakan Metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE) di DAS Bedadung dan DAS Tanggul” adalah benar - benar hasil karya saya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, 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 adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 18 September 2018

Yang menyatakan,

Moh Kholilur Rohman
NIM 1417102010103

SKRIPSI

**PENGARUH PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN TERHADAP
LAJU EROSI MENGGUNAKAN METODE *UNIVERSAL SOIL
LOSS EQUATION* (USLE) DI DAS BEDADUNG DAN
DAS TANGGUL**

Oleh

Moh Kholilur Rohman
NIM 141710201003

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Idah Andriyani, S.TP., MT.

Dosen Pembimbing Anggota : Prof. Dr. Indarto, S.TP., DEA.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Laju Erosi Menggunakan Metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE) di DAS Bedadung dan DAS Tanggul” karya Moh. Kholilur Rohman telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Selasa, 18 September 2018

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Idah Andriyani, S.TP., M.T.
NIP 197603212002122001

Prof. Dr. Indarto, S.TP., DEA.
NIP 197001011995120001

Tim Penguji:

Ketua Penguji

Penguji Anggota

Dr. Ir. Soni Sisbudi Harsono, M.Eng., M.Phil.
NIP. 196412311989021040

Subhan Arif Budiman, S.P., M.P.
NIP. 197702072005011002

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.
NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

PENGARUH PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN TERHADAP LAJU EROSI MENGGUNAKAN METODE *UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION* (USLE) DI DAS BEDADUNG DAN DAS TANGGUL; Moh. Kholilur Rohman, 141710201003; 2018; 48 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Pertumbuhan penduduk semakin meningkat dan mencapai 262 juta jiwa pada tahun 2017. Hal ini menyebabkan alih fungsi lahan, seperti lahan pertanian atau hutan diubah menjadi lahan pemukiman baru. Alih fungsi lahan ini dapat mengakibatkan degradasi lahan. Contoh penyebab degradasi lahan yaitu erosi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui besarnya laju erosi yang disebabkan oleh perubahan tata guna lahan dalam beberapa periode. Penelitian dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Bedadung dan DAS Tanggul. Analisis perubahan tata guna lahan dilakukan dengan menggunakan *software* GIS. Prediksi laju erosi dihitung menggunakan metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Data input untuk penelitian adalah, curah hujan tahunan (1990-2014), peta jenis tanah, peta penggunaan lahan (Peta RBI tahun 2001, 2006, dan 2014), dan data DEM (*Digital Elevation Model*) dari ASTER-GDEM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lahan pemukiman, semak belukar, dan pasir mengalami banyak perubahan. Perubahan penggunaan lahan berdampak pada peningkatan tingkat bahaya erosi pada tipe sangat ringan, berat, dan sangat berat. Peningkatan tingkat erosi total pada daerah penelitian sebesar 312,45 ton/ha/tahun menjadi 327,86 ton/ha/tahun.

SUMMARY

THE INFLUENCE OF LAND USE ON EROSION RATE USING UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION (USLE) METHOD IN BEDADUNG OF WATERSHED AND TANGGUL OF WATERSHED; Moh. Kholilur Rohman, 141710201003; 2018; 48 Pages; Departemen of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Population growth in Indonesia increase rapidly and reach to 262 million people in 2017. It leads to land use change of forest or agriculture area to housing areas. These land use change cause environmental degradation. In example land degradation which caused erosion. The research aim is to analys land use change impact on erosion yield in some periods. Study area was located in Bedadung watershed and Tanggul watershed. Land use changed analyzed using tools analysis on GIS software, moreover prediction of erosion yield calculated using Universal Soil Loss Equation (USLE) method. Data for this research consists of annual rainfall (duration year 1990 to 2014), soil of map, land use map (RBI maps in 2001, 2006, and 2014), and DEM (*Digital Elevation Model*) from ASTER-GDEM. The results show that land settlement, scrub, and sand experienced many changes. Land use change increase the level of erosion in very mild, heavy, and very heavy levels. Total erosion rate in the research area increase from 312,45 ton/ha/year to 327,86 ton/ha/year.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufiq dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Laju Erosi Menggunakan Metode *Universal Soil Loss Equation (USLE)* di DAS Bedadung”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibunda Arsyami, Ayahanda Ali Baba, dan Adikku Faiqqoturrohmah serta segenap keluarga besar yang telah memberikan dorongan dan doa serta motivasi demi terselesaikannya skripsi ini;
2. Dr. Idah Andriyani, S.TP., MT., selaku Dosen Pembimbing Utama Skripsi yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam penyelesaian skripsi ini dengan penuh kesabaran;
3. Prof. Dr. Indarto, S.TP., DEA., selaku Dosen Pembimbing Anggota Skripsi yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam penyelesaian skripsi ini dengan penuh kesabaran;
4. Dr. Ir. Soni Sisbudi Harsono, M.Eng., M.Phil. dan Subhan Arif Budiman, S.P., M.P. selaku penguji yang telah memberikan saran, masukan, dan motivasi dalam penyelesaian dan penyempurnaan skripsi ini;
5. Askin, S.TP., M.MT., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan waktu dan motivasi dalam perkuliahan dan penyelesaian skripsi ini;
6. Dr. Dedy Wirawan S., S.TP., M.Si., selaku Komisi Bimbingan yang telah memberikan arahan dan dorongan dalam penyelesaian skripsi ini;
7. Segenap dosen, teknisi laboratorium, dan karyawan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember yang telah banyak membantu penyelesaian skripsi ini;

8. Tim penelitian “Konservasi Tanah” Rocky Andrianto, I Gede Ligar Dirgantara, Rofi Yanuar Asmi, Ibnu Sa’im, Muhammad Derajad Karim, Muhammad Faqih Zainur Rahman, Dwi Putra Ardani, Yaumul Zahro, Siska Suryaningtyas, dan Rosalina Sekar Arumsari, yang telah memberi motivasi dan tempat berbagi pikiran tentang skripsi ini;
9. Tim Irigasi 2014, Muhammad Kamil Abdillah dan Bagus Fiqri Sampurna, yang telah berjuang bersama dalam pengerjaan Proyek Irigasi Situbondo;
10. Duhri Ridho Faturrahman, R. Firman Putra Aditya, Muhammad Hilmi Muhalla, dan Rizaldi Tri Yulianto serta Agus Darmawan, yang telah memberikan waktunya untuk berbagi, baik dalam keadaan susah maupun senang selama di Jember;
11. Sahabat-sahabatku TEP-A 2014 yang telah berbagi manis pahit bersama;
12. Teman-teman Mahasiswa FTP angkatan 2014 yang selalu LUAR BIASA;
13. UK-PSM Symphony Choir dan UKM-O SAHARA FTP UNEJ tempat bertemu keluarga baru dan berproses belajar *Soft Skill*;
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan banyak bantuan dan dukungan, terima kasih banyak.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini sangat penulis harapkan. Akhirnya penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan serta pengetahuan bagi pembaca.

Jember, 24 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
LEMBAR PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)	4
2.2 Tata Guna Lahan	4
2.3 Erosi	4
2.3.1 Macam-macam Erosi.....	5
2.3.2 Faktor-faktor Erosi	5
2.4 Metode <i>Universal Soil Loss Equation</i> (USLE)	5
2.4.1 Aplikasi <i>Universal Soil Loss Equation</i> (USLE).....	6
2.4.2 Alasan Penggunaan Metode USLE	7
2.5 Perbandingan USLE, RUSLE, dan MUSLE	8
2.5.1 <i>Universal Soil Loss Equation</i> (USLE).....	8
2.5.2 <i>Revise Soil Loss Equation</i> (RUSLE)	8
2.5.3 <i>Modify Universal Soil Loss Equation</i> (MUSLE).....	9
2.6 Perkiraan Laju Erosi Menggunakan USLE	12
2.7 Tingkat Bahaya Erosi	15
BAB 3. METODOLOGI	17
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	17

3.2 Alat dan Bahan Penelitian	17
3.3 Diagram Alir Penelitian	19
3.3.1 Inventarisasi Data	20
3.3.2 Pengolahan Data Curah Hujan	20
3.3.3 Input Layer GIS (Data Obyek)	20
3.3.4 Pengolahan Layer GIS Menggunakan <i>Software</i> GIS	21
3.3.5 Penggabungan Layer GIS	22
3.3.6 Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi (TBE).....	22
3.3.7 Pembuatan Layout Peta Tingkat Bahaya Erosi (TBE)	22
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Deskripsi Daerah Aliran Sungai (DAS) Bedadung dan DAS Tanggul	23
4.2 Hasil Analisis Faktor-Faktor Erosi	24
4.2.1 Faktor Erosivitas Hujan (R)	24
4.2.2 Faktor Erodibilitas Tanah (K).....	27
4.2.3 Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)	29
4.2.4 Faktor Vegetasi Penutup Lahan dan Konservasi - Tanah (CP).....	33
4.3 Pendugaan Laju Erosi Menggunakan Metode USLE dan Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi (TBE)	36
BAB 5. PENUTUP	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	48

DAFTAR TABEL

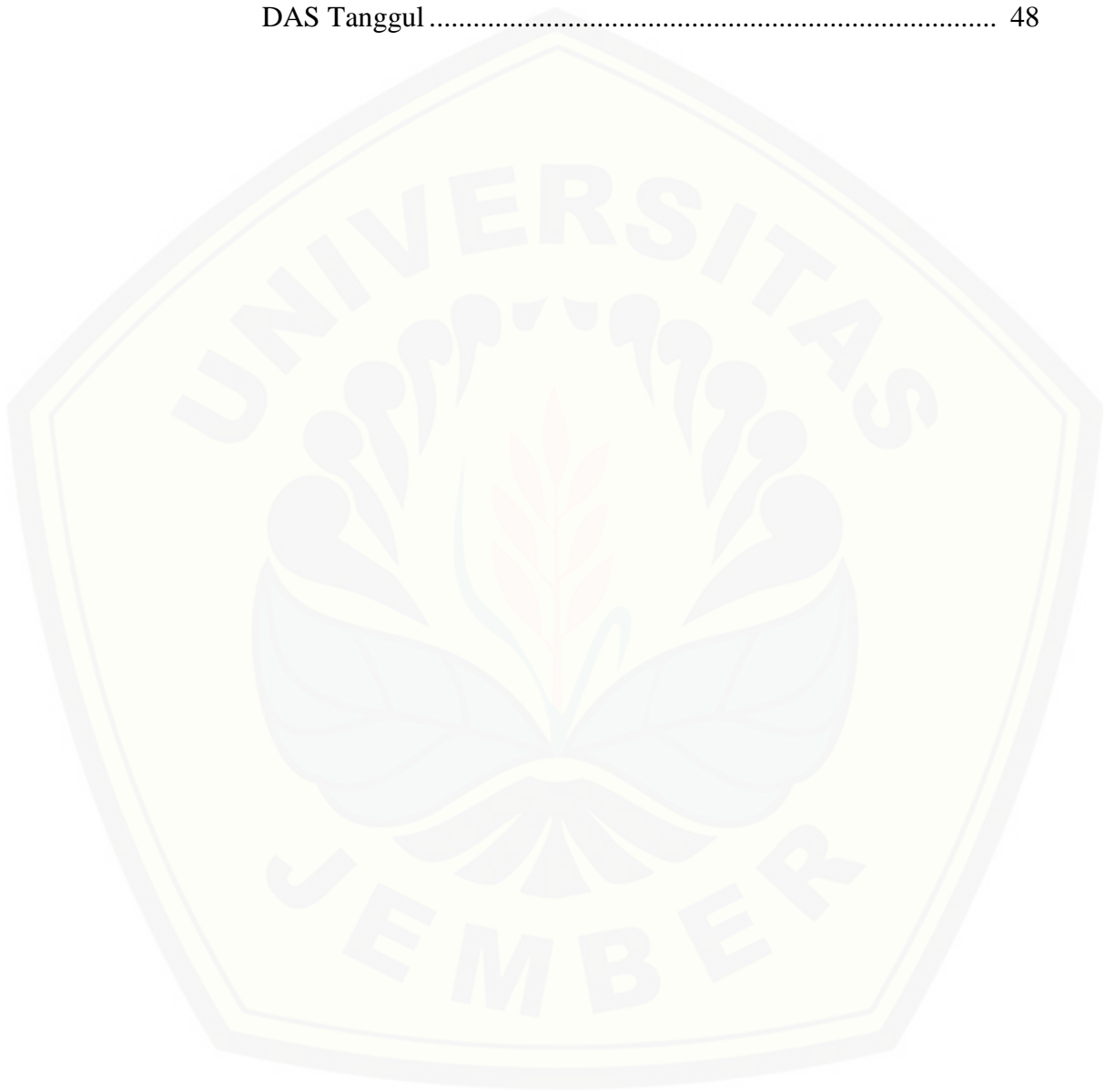
	Halaman
2.1 Perbandingan USLE, RUSLE, dan MUSLE.....	11
2.2 Nilai K berdasarkan jenis tanah	13
2.3 Skor kemiringan lereng	14
2.4 Prakiraan faktor CP pada berbagai jenis penggunaan lahan	15
2.5 Klasifikasi tingkat bahaya erosi	16
4.1 Nilai erosivitas DAS Bedadung dan DAS Tanggul	24
4.2 Sebaran Jenis Tanah di DAS Bedadung dan DAS Tanggul	27
4.3 Klasifikasi kemiringan lereng DAS Bedadung dan DAS Tanggul	29
4.4 Faktor panjang dan kemiringan lereng (LS) DAS Bedadung dan DAS Tanggul	31
4.5 Rekapitulasi penggunaan lahan tahun 2001, 2006, dan 2014.....	33
4.6 Tingkat bahaya erosi di wilayah DAS Bedadung dan DAS Tanggul pada tahun 2001, 2006, dan 2014.....	37
4.7 Laju erosi wilayah DAS Bedadung dan Sub-DAS Tanggul berdasarkan penggunaan lahan.....	39

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Lokasi penelitian di DAS Bedadung dan DAS Tanggul.....	17
3.2 Diagram alir penelitian.....	19
4.1 Peta batas administrasi DAS Bedadung dan DAS Tanggul.....	23
4.2 Peta Erosivitas Hujan Periode I (R1) DAS Bedadung dan DAS Tanggul.	26
4.3 Peta Erosivitas Hujan Periode I (R2) DAS Bedadung dan DAS Tanggul.	26
4.4 Peta Erosivitas Hujan Periode I (R3) DAS Bedadung dan DAS Tanggul.	27
4.5 Peta jenis dan erodibilitas tanah DAS Bedadung dan Sub-DAS Tanggul.	28
4.6 Peta Kemiringan lereng DAS Bedadung dan DAS Tanggul	30
4.7 Peta ketinggian tempat DAS Bedadung dan Sub-DAS Tanggul	31
4.8 Peta akumulasi aliran DAS Bedadung dan Sub-DAS Tanggul	32
4.9 Peta faktor LS (<i>Lenght Slope</i>) DAS Bedadung dan Sub-DAS Tanggul	32
4.10 Peta nilai faktor CP berdasarkan penggunaan lahan tahun 2001	34
4.11 Peta nilai faktor CP berdasarkan penggunaan lahan tahun 2006	35
4.12 Peta nilai faktor CP berdasarkan penggunaan lahan tahun 2014	35
4.13 Peningkatan total laju erosi di wilayah DAS Bedadung dan DAS Tanggul	38
4.14 Laju erosi berdasarkan penggunaan lahan	39
4.15 Peta tingkat bahaya erosi DAS Bedadung dan DAS Tanggul tahun 2001	40
4.16 Peta tingkat bahaya erosi DAS Bedadung dan DAS Tanggul tahun 2006.....	41
4.17 Peta tingkat bahaya erosi DAS Bedadung dan DAS Tanggul tahun 2014.....	41

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Sebaran stasiun hujan di DAS Bedadung dan DAS Tanggul	48



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki jumlah penduduk yang besar. Menurut Badan Pusat Statistik (2017) jumlah penduduk Indonesia sebesar 262 juta jiwa dan laju pertumbuhan penduduk Indonesia pada tahun 2017 mencapai 1,36 persen. Pertambahan penduduk tersebut akan berpengaruh terhadap semakin meningkatnya kegiatan pembangunan yang menyebabkan terjadinya perubahan penggunaan lahan (Dewi, 2012). Perubahan penggunaan lahan yang terus meningkat tanpa adanya kegiatan konservasi akan mengakibatkan lahan kritis. Menurut Barus (2012) tanah yang sudah kritis berarti sudah terganggunya fungsi tanah secara nyata. Salah satu penyebab kekritisian lahan adalah erosi. Erosi adalah proses penghancuran agregat-agregat tanah menjadi partikel-partikel tanah oleh pergerakan air atau angin, kemudian diangkut menuju tempat yang lebih rendah. Erosi menyebabkan hilangnya lapisan atas tanah yang subur dan baik bagi pertumbuhan tanaman, serta menyebabkan berkurangnya kemampuan tanah untuk menahan dan menyerap air (Banuwa, 2013).

Universal Soil Loss Equation (USLE) adalah model erosi empiris yang paling luas digunakan untuk memprediksi erosi tanah karena mempunyai persamaan yang sederhana dan bersifat umum (Nearing *et al.*, 1994; Arsyad, 1998). Pada skala yang lebih besar, Sistem Informasi Geografis (SIG) banyak digunakan untuk memprediksi erosi. Menurut Parveen dan Kumar (2012) SIG merupakan alat untuk memprediksi erosi pada skala yang lebih besar karena jumlah data yang diperlukan dan cakupan area yang besar. Selain itu, pada penelitian lainnya oleh Devata *et al.* (2015) menghasilkan bahwa model USLE yang dikombinasi dengan SIG, merupakan alat yang efisien untuk menangani data volume besar yang diperlukan untuk studi kehilangan tanah Daerah Aliran Sungai (DAS). SIG memfasilitasi aplikasi, pengeditan data, dan menyajikan hasil berupa peta tematik pada perhitungan USLE (Zivotic *et al.*, 2012).

Daerah Aliran Sungai (DAS) Bedadung dan DAS Tanggul merupakan DAS terbesar di Kabupaten Jember dengan luas 138.000 ha. Sedangkan kondisi lahan pada wilayah Kabupaten Jember dari tahun ke tahun semakin menurun. Menurut Sunartomo (2015) dari tahun 2005 sampai tahun 2013 luasan lahan pemukiman mengalami peningkatan sebesar 583,17 ha atau 1,67%, luasan lahan industri mengalami peningkatan sebesar 35,64 ha atau 36,77, dan luasan lahan fasilitas serta jasa mengalami peningkatan sebesar 96,77 ha atau 23,09%, sedangkan luasan lahan sawah mengalami penurunan sebesar 654,87 ha atau 0,88%. Kondisi tersebut diakibatkan oleh alih fungsi lahan yakni perubahan kawasan hutan dan lahan pertanian menjadi lahan pemukiman, industri dan berbagai peruntukan lainnya. Berkurangnya lahan dengan vegetasi penutup lahan akan meningkatkan potensi terjadinya erosi. Pengaruh vegetasi terhadap erosi adalah melindungi permukaan tanah dari tumbukan air hujan, menurunkan kecepatan dan volume air larian, serta menahan partikel-partikel tanah pada tempatnya melalui sistem perakaran dan seresah yang dihasilkan serta mempertahankan kemantapan kapasitas tanah dalam menyerap air (Tarigan, 2012).

Berdasarkan uraian di atas perlu dilakukan pendugaan laju erosi yang diakibatkan oleh perubahan tata guna lahan pada wilayah DAS Bedadung dan DAS Tanggul. Pendugaan laju erosi dilakukan dalam beberapa periode menggunakan *software* GIS dan metode perhitungan USLE.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan di atas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap laju erosi di wilayah DAS Bedadung dan DAS Tanggul pada tahun 2001, 2006, dan tahun 2014. Prediksi laju erosi dilakukan menggunakan *software* GIS dengan metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE).

1.3 Tujuan

Tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Mengetahui perubahan tata guna lahan di wilayah DAS Bedadung dan DAS Tanggul pada tahun 2001, 2006, dan tahun 2014;
- b. Mengetahui besar laju erosi yang disebabkan oleh perubahan tata guna lahan di wilayah DAS Bedadung dan DAS Tanggul.

1.4 Manfaat

- a. Menambah wawasan dan pengetahuan bagi peneliti mengenai dampak perubahan penggunaan lahan terhadap laju erosi;
- b. Diharapkan dapat menjadi acuan untuk perencanaan pembangunan dan konservasi sumberdaya lahan dengan melihat perubahan tata guna lahan terhadap besarnya laju erosi.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Menurut Kementerian Pertanian (2011), daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu daerah di hulu yang dibatasi oleh pembatas topografi tertinggi berupa punggung-punggung bukit atau gunung yang menampung air hujan yang jatuh di atasnya dan kemudian mengalirkannya melalui anak sungai dan sungai ke laut atau ke danau. Sedangkan menurut Asdak (2004), DAS adalah suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian disalurkan ke laut melalui sungai utama.

2.2 Tata Guna Lahan

Menurut FAO (1999: 7), tata guna lahan didefinisikan sebagai fungsi lahan yang ditentukan oleh kondisi alam maupun oleh campur tangan manusia, dan secara khusus sering merujuk pada pengelolaan lahan terhadap kebutuhan manusia. Tata guna lahan berguna untuk mengelompokkan lahan berdasarkan status dan penggunaan lahan, sebagai misal lahan pangan, lahan untuk kehutanan, cagar alam dan sebagainya.

2.3 Erosi

Erosi adalah peristiwa pindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari satu tempat ke tempat lain oleh media alami. Pada peristiwa erosi, tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat terkikis dan terangkut yang kemudian diendapkan pada suatu tempat lain oleh media air atau angin (Arsyad, 1989). Menurut Departemen Pertanian (2006) erosi adalah hilang atau terkikisnya tanah atau bagian-bagian tanah oleh media alami (air atau angin) dari suatu tempat ke tempat lain.

2.3.1 Macam-macam Erosi

Menurut Arsyad (1989) ada dua macam erosi, yaitu erosi normal dan erosi dipercepat. Erosi normal atau erosi alami merupakan erosi yang terjadi akibat keadaan vegetasi alami. Erosi normal biasanya memiliki laju erosi yang lambat. Sedangkan erosi dipercepat atau erosi geologi adalah erosi yang disebabkan oleh kegiatan manusia dan dapat menimbulkan kerusakan pada tanah. Berdasarkan bentuknya erosi dibedakan erosi lembar, erosi alur, erosi parit, erosi tebing sungai, longsor dan erosi percikan (Asdak, 2004).

2.3.2 Faktor-faktor Erosi

Erosi merupakan suatu proses terpindahkannya atau hilangnya bagian-bagian atau seluruh tanah lapisan permukaan (*Top Soil*) yang disebabkan oleh pergerakan air dan tanah. Empat faktor utama yang dianggap terlibat dalam proses erosi, mereka diantaranya adalah iklim, sifat tanah, topografi dan vegetasi penutup tanah (Asdak, 2004). Sedangkan menurut Arsyad (1989), faktor – faktor utama yang mempengaruhi erosi tanah adalah iklim, tanah, vegetasi, topografi, dan manusia.

2.4 Metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE)

Pemodelan erosi tanah adalah penggambaran secara matematik proses penghancuran, perpindahan, dan deposisi partikel tanah di atas permukaan lahan. Pemodelan erosi tanah dapat digunakan sebagai alat prediksi untuk memprediksi kehilangan tanah (Nearing *et al.*, 1994: 127). Pada dasarnya ada tiga jenis model erosi yaitu model empiris, model konseptual, dan model berbasis fisik. Model empiris didasarkan terutama pada observasi dan biasanya bersifat statistik. *Universal Soil Loss Equation* (USLE) adalah model erosi empiris yang telah digunakan paling luas untuk memprediksi erosi tanah (Nearing *et al.*, 1994: 128). USLE adalah model erosi yang dirancang untuk memprediksi rata-rata erosi tanah dalam jangka waktu yang panjang pada suatu areal atau bidang dengan sistem pertanian dan pengelolaan tertentu (Wischmeier dan Smith, 1978: 3).

2.4.1 Aplikasi *Universal Soil Loss Equation* (USLE)

Metode USLE bersifat universal dan telah banyak digunakan di Amerika Serikat. USLE juga telah secara luas digunakan di Indonesia. Beberapa penelitian terdahulu mengenai prediksi erosi menggunakan metode USLE di Indonesia pernah dilakukan oleh (Hariyadi, 2016; Rozidi, 2016; Asih, 2016). Hariyadi (2016) memperkirakan besar erosi dan mengklasifikasikan tingkat bahaya erosi serta membuat peta tingkat bahaya erosi di DAS Mayang dan DAS Wonorejo wilayah UPT PSDA Lumajang. Penelitian ini (Hariyadi, 2016) menghasilkan rata-rata laju erosi di DAS Mayang sebesar 18,5 ton/ha/tahun sedangkan DAS Wonorejo rata-rata laju erosi sebesar 13,1 ton/ha/tahun. Rozidi (2016) memperkirakan laju erosi dan mengklasifikasikan tingkat bahaya erosi serta membuat peta tingkat bahaya erosi di DAS Blega Telok, DAS Kali Sampang, DAS Samiran, dan DAS Klampok Ambunten wilayah UPT PSDA Madura. Penelitian ini (Rozidi, 2016) menghasilkan tingkat bahaya erosi pada keempat DAS didominasi oleh tingkat bahaya erosi ringan sebesar 0–15 ton/ha/tahun. Selain itu Asih (2016) juga memprediksi besar erosi dan mengklasifikasikan tingkat bahaya erosi serta membuat peta tingkat bahaya erosi di Wilayah UPT PSDA Bondowoso. Penelitian ini (Asih, 2016) menghasilkan tingkat bahaya erosi di UPT PSDA Bondowoso sebagian besar erosi sangat ringan sebesar 3,77 ton/ha/tahun dengan luas 366.866 ha atau 53,80% dari luas keseluruhan.

Aplikasi USLE juga sering digunakan di berbagai negara seperti India, Republik Ceko, China, dan negara-negara lainnya. USLE digunakan untuk memprediksi laju erosi pada Daerah Aliran Sungai (DAS) dengan *Remote Sensing* dan Informasi Sistem Geografis (SIG) di India (Devatha *et al.*, 2015). Devatha *et al.* (2015) memprediksi laju erosi menggunakan *Remote Sensing* dan Sistem Informasi Geografis (SIG) pada DAS Kulhan. Penelitian ini (Devatha *et al.*, 2015) menghasilkan erosi tanah pada DAS Kulhan sangat kecil sebesar 0,1783 ton/ha/tahun karena kemiringan pada DAS Kulhan berombak halus sekitar 10,49% dan sebagian besar wilayah atau 78% dari wilayah DAS Kulhan ditempati oleh lahan pertanian.

USLE juga digunakan untuk memprediksi laju erosi dalam skala nasional di China (Rao *et al.*, 2015), Hungaria (Pasztor *et al.*, 2016), dan Republik Ceko (Novotný *et al.*, 2016). Rao *et al.* (2015) memprediksi area terjadinya erosi dan jumlah total erosi yang terjadi di China. Penelitian ini (Rao *et al.*, 2015) menghasilkan total *Soil Erosion Area* (SEA) sebesar 173,06 juta ha dan *Soil Erosion Amount* (SEM) China sebesar 8,87 miliar Mg, dengan rata-rata *Soil Erosion Rate* (SER) 9,39 Mg/ha/tahun. Selain itu Pasztor *et al.* (2016) memetakan erosi tanah berbasis spasial di daerah Hungaria. Penelitian ini (Pasztor *et al.*, 2016) menghasilkan sekitar 26% dari total wilayah negara itu rentan terhadap tingkat erosi sedang sampai tinggi. Sedangkan Novotný *et al.* (2016) memprediksi besar erosi dan membuat peta erosi dengan metode USLE dan integrasi ArcGIS berdasarkan faktor CP di wilayah Republik Ceko. Penelitian ini (Novotný *et al.*, 2016) menghasilkan peta laju erosi berdasarkan faktor CP dan peta tersebut direkomendasikan untuk digunakan oleh petani, pejabat pemerintah negara bagian dan lokal, pemerintah daerah dan kotamadya.

2.4.2 Alasan Penggunaan USLE

USLE adalah persamaan erosi empiris pertama yang tidak terikat pada wilayah tertentu, sehingga berjudul "*Universal*" *Soil Loss Equation*. Meskipun terdapat beberapa kelemahan atau keterbatasan dari model-model empiris, khususnya USLE, sampai saat ini masih diaplikasikan secara luas di seluruh dunia, karena model tersebut mudah dikelola, relatif sederhana dan jumlah masukan atau parameter yang dibutuhkan relatif sedikit dibandingkan dengan model-model lainnya yang bersifat lebih kompleks (Nearing *et al.*, 1994; Lal, 1994; Schmitz dan Tameling, 2000; ICRAF, 2001 dalam Departemen Pertanian, 2004: 38).

USLE juga berguna untuk menentukan kelayakan tindakan konservasi tanah dalam perencanaan lahan dan untuk memprediksi *non-point sediment losses* dalam hubungannya dengan program pengendalian polusi. Pada skala lapang (*field scale*), USLE sangat berguna untuk merumuskan rekomendasi atau perencanaan yang berkaitan dengan bidang agronomi. USLE dapat digunakan sebagai dasar untuk pemilihan penggunaan lahan dan tindakan konservasi tanah yang ditujukan untuk

menurunkan *on-site effect* dari erosi (ICRAF, 2001 dan Lal, 1994 dalam Departemen Pertanian, 2004: 38).

2.5 Perbandingan USLE, RUSLE, dan MUSLE

Erosi tanah merupakan hal yang penting untuk dipertimbangkan dalam perencanaan dalam pembangunan Daerah Aliran Sungai (DAS). Diantara perhitungan erosi tanah dan model hasil sedimen yang tersedia, persamaan kehilangan tanah *universal* yaitu USLE, versi yang direvisi dari USLE yaitu RUSLE, dan versi yang dimodifikasi yaitu MUSLE digunakan dalam hidrologi dan teknik lingkungan untuk menghitung jumlah erosi tanah potensial dan hasil sedimen (Mishra *et al.*, 2006).

2.5.1 Universal Soil Loss Equation (USLE)

USLE adalah model erosi yang dirancang untuk memprediksi rata-rata erosi tanah dalam jangka waktu yang panjang dari suatu areal atau bidang dengan sistem pertanian dan pengelolaan tertentu. Model prediksi erosi USLE menggunakan persamaan empiris sebagai berikut (Wischmeier dan Smith, 1978: 3-4).

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

- A = jumlah tanah yang tererosi (ton/ha/tahun);
- R = faktor erosivitas curah hujan tahunan rata-rata (MJ.mm/tahun);
- K = faktor erodibilitas tanah (ton/ha/MJ.mm);
- LS = faktor panjang dan kemiringan lereng;
- C = faktor vegetasi penutupan lahan;
- P = faktor usaha-usaha pengelolaan dan konservasi.

2.5.2 Revised Soil Loss Equation (RUSLE)

RUSLE adalah model erosi yang dirancang untuk memprediksi kehilangan tanah tahunan rata-rata (A) yang dibawa oleh limpasan dari lereng bidang tertentu dalam sistem tanam dan pengelolaan tertentu serta dari berbagai lahan. RUSLE merupakan pengembangan dari USLE, namun tetap mempertahankan struktur

dasar persamaan USLE. Menurut Renard *et al.*, (1997: 15) persamaan RUSLE (*Revised Universal Soil Loss Equation*) dirumuskan sebagai berikut.

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

- A = jumlah tanah yang tererosi (ton/ha/tahun);
- R = faktor erosivitas curah hujan tahunan rata-rata (MJ.mm/tahun);
- K = faktor erodibilitas tanah (ton/ha/MJ.mm);
- LS = faktor panjang dan kemiringan lereng;
- C = faktor vegetasi penutupan lahan;
- P = faktor usaha-usaha pengelolaan dan konservasi.

Nilai faktor R yang digunakan pada RUSLE harus mengukur pengaruh dari pukulan curah hujan dan harus mencerminkan jumlah dan kecepatan dari *runoff* yang kemungkinan besar dihubungkan dengan hujan. Berikut adalah persamaan untuk mencari faktor erosivitas hujan (Nugraheni *et al*, 2013).

$$e = 0,29 (1 - 0,72^{(-0,082 \cdot I)}) \dots\dots\dots (2.3)$$

$$E = \sum_{k=1}^M ek \cdot \Delta V_k \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

- V = jumlah besarnya curah hujan yang terjadi pada saat hujan dengan satuan mm;
- e = satuan MJ/ha/mm, dan;
- I = intensitas curah hujan dengan satuan mm/jam.

$$R_i = \frac{\sum_{i=1}^j (EI30)_i}{N} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

- (EI30)_i = EI30 untuk hujan ke-i
- j = jumlah dari hujan dalam N periode

2.5.3 Modify Universal Soil Loss Equation (MUSLE)

Persamaan *Universal Soil Loss Equation*, USLE (Wischmeier dan Smith, 1978), adalah persamaan yang telah menerima pengakuan sebagai metode empiris yang berguna untuk tujuan perencanaan dan desain. Metode ini adalah pondasi untuk persamaan empiris lainnya yang kemudian diterapkan pada skala DAS untuk

memperkirakan hasil sedimen, seperti kejadian badai harian berdasarkan persamaan USLE yang dimodifikasi menjadi MUSLE (Williams, 1975; Schuzle *et al.*, 2007).

Metode MUSLE (*Modify Universal Soil Loss Equation*) adalah modifikasi dari metode USLE (*Unversal Soil Loss Equation*), yaitu dengan mengganti faktor erosivitas hujan (R) dengan faktor aliran atau limpasan permukaan (*Run Off*). Menurut Williams dan Berndt (1977) dan Sadeghi (2004) persamaan MUSLE adalah sebagai berikut.

$$S = 11.8(V.q_p)^{0.56} K.LS.C.P \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan :

- S = hasil Sedimen (ton/ha/tahun);
- V = volume limpasan (m³);
- q_p = aliran puncak (m³/s)
- K = faktor erodibilitas tanah (ton/ha/MJ.mm);
- LS = faktor panjang dan kemiringan lereng;
- C = faktor vegetasi penutupan lahan;
- P = faktor usaha-usaha pengelolaan dan konservasi.

Tabel 2.1 Perbandingan USLE, RUSLE, dan MUSLE

No	USLE	RUSLE	MUSLE
1	<p>Persamaan :</p> $A = R. K. LS. C. P$ <p>(Wischmeier dan Smith, 1978)</p>	<p>Persamaan :</p> $A = R. K. LS. C. P$ <p>(Renard <i>et al.</i>, 1997; Nugraheni <i>et al.</i>, 2013)</p>	<p>Persamaan :</p> $S = 11.8(V.q_p)^{0.56} K. LS. C. P$ <p>(Williams dan Berndt, 1977; Sadeghi, 2004)</p>
2	<p>Input utama :</p> <p>R = faktor erosivitas curah hujan K = faktor erodibilitas tanah</p> <p>LS = faktor panjang dan kemiringan lereng C = faktor vegetasi penutupan lahan P = faktor usaha pengelolaan dan konservasi</p>	<p>Input utama :</p> <p>R = faktor erosivitas curah hujan (<i>Run Off</i>) K = faktor erodibilitas tanah</p> <p>LS = faktor panjang dan kemiringan lereng C = faktor vegetasi penutupan lahan P = faktor usaha pengelolaan dan konservasi</p>	<p>Input utama :</p> <p>V = volume limpasan q_p = aliran puncak</p> <p>K = faktor erodibilitas tanah LS = faktor panjang dan kemiringan lereng C = faktor vegetasi penutupan lahan P = faktor usaha pengelolaan dan konservasi</p>
3	<p>Output utama :</p> <p>A = jumlah tanah tererosi (ton/ha/tahun)</p>	<p>Output utama :</p> <p>A = jumlah tanah tererosi (ton/ha/tahun)</p>	<p>Output utama :</p> <p>S = hasil sedimen (ton/ha/tahun)</p>

2.6 Perkiraan Laju Erosi Metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE)

Metode perkiraan laju erosi berdasarkan analisis spasial dapat dilakukan dengan menggunakan metode USLE. Hasil yang diperoleh dihitung dari faktor-faktor penyebab erosi itu sendiri. Persamaan USLE (Wischmeier dan Smith, 1978: 4) digunakan sebagai berikut.

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :

- A = jumlah tanah yang tererosi (ton/ha/tahun);
- R = faktor erosivitas curah hujan tahunan rata-rata (MJ.mm/tahun);
- K = faktor erodibilitas tanah (ton/ha/MJ.mm);
- LS = faktor panjang dan kemiringan lereng;
- C = faktor vegetasi penutupan lahan;
- P = faktor usaha-usaha pengelolaan dan konservasi.

Besarnya erosi diperoleh oleh perkalian faktor-faktor yang berkaitan dengan curah hujan, jenis tanah, panjang dan kemiringan lereng, sistem tanam, dan tindakan usaha-usaha pengelolaan dan konservasi. Berikut ini adalah uraian masing-masing faktor yang menjadi komponen penyusun persamaan USLE.

a. Faktor Erosivitas Hujan (R)

Erosivitas hujan adalah pengaruh dampak curah hujan dan juga air limpasan akibat curah hujan yang terjadi terhadap laju erosi (Xu *et al.*, 2008; Gelagay dan Minale, 2016). Di Indonesia, Bols (1978) menentukan persamaan untuk menghitung nilai R berdasarkan pada studi empiris dari rata-rata tahunan curah hujan (P) dalam satuan mm (Teh *et al.*, 2011: 21). Besarnya erosivitas hujan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$R = \frac{2,5P^2}{100(0,073P + 0,73)} \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan :

- R = Erosivitas hujan (MJ.mm/tahun);
- P = Curah hujan rata-rata tahunan (mm/tahun).

b. Faktor Erodibilitas Tanah (K)

Menurut Wischmeier dan Smith (1978), Gelagay dan Minale (2016), faktor erodibilitas tanah (K) adalah resistensi partikel tanah terhadap pengelupasan dan pengangkutan partikel-partikel tanah dari kekuatan air hujan. Meskipun besarnya

resistensi tersebut tergantung pada topografi, kemiringan lereng, dan besarnya gangguan oleh manusia, akan tetapi besarnya erodibilitas atau resistensi tanah juga ditentukan oleh karakteristik tanah seperti tekstur tanah, stabilitas agregat tanah, kapasitas infiltrasi, dan kandungan organik serta kimia tanah. Kepekaan erosi tanah ini sangat dipengaruhi oleh tekstur, kandungan bahan organik, permeabilitas dan kemantapan struktur tanah. Nilai erodibilitas tanah dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini (Wischmeier dan Smith, 1971: 10).

$$100K = (1,292 (2,1 M^{1,14} (10^{-4})(12 - a) + 3,25 (b - 2) + 2,5 (c - 3)) \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan :

- K = erodibilitas tanah
- M = kelas tekstur tanah (% pasir halus + % debu) (100 - % liat)
- a = % bahan organik
- b = kode struktur tanah
- c = kode permeabilitas profil tanah

Berdasarkan pendekatan jenis tanah pada peta tanah tinjau (Lembaga Penelitian Tanah, 1966), nilai K yang digunakan mengikuti ketentuan pada Tabel 2.2. Semakin besar nilai K maka nilai kepekaan tanah terhadap erosi semakin tinggi.

Tabel 2.2 Nilai K berdasarkan jenis tanah

No.	Jenis Tanah (<i>Type of Soil</i>)	Nilai K (<i>K Index</i>)
1	Alluvial	0,29
2	Andosol	0,28
3	Brown Forest	0,28
4	Glei	0,29
5	Granusol	0,16
6	Latosol	0,26
7	Litosol	0,13
8	Mediteran	0,16
9	Organosol	0,29
10	Podsol merah	0,2
11	Regosol	0,31

(Sumber : Arsyad, 2012: 143).

c. Faktor Panjang Lereng dan Kemiringan Lereng (LS)

Faktor LS merupakan rasio kehilangan tanah per satuan luas yang pada kondisi lapang didapat dari panjang lereng 72,6 ft (22,1 m) dengan kemiringan seragam 9% dan di bawahnya dinyatakan identik (Wischmeier dan Smith, 1978: 12). Berikut adalah persamaan faktor LS.

$$LS = (\lambda/72,6)^m \times (65,41 \sin^2\theta) + 4,56 \sin \theta + 0,065) \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan :

λ = panjang lereng (ft) atau 22,13 m;

θ = derajat kemiringan;

m = koefisien.

Dalam analisis spasial untuk memperoleh kemiringan dan panjang lereng (LS) maka dikembangkan dengan memanfaatkan data *Digital Elevation Model* (DEM). Data DEM dapat diperoleh dari ASTER-GDEM (<https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>).

Persamaan faktor LS dikembangkan menjadi persamaan untuk perhitungan analisis spasial. Persamaan baru ini dikembangkan karena keterbatasan yang dimiliki oleh persamaan lama dengan menggambarkan alur aliran di lereng yang curam (Soriano, 2013: 126). Persamaan yang telah dikembangkan adalah sebagai berikut.

$$LS = (m + 1) \times (X.r/22.13)^m (\sin(\theta. 0,01745)/0,09)^n \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

22,13 = panjang lereng pada kondisi lapang (m);

X = akumulasi aliran;

r = ketelitian pada ukuran piksel (30 m);

θ = derajat kemiringan ($^{\circ}$);

m,n = konstanta (m = 0,4 – 0,6 dan n = 1 – 1,3).

Nilai m dan n yang digunakan dalam perhitungan USLE dengan interpretasi *software* GIS yaitu m = 0,4 dan n = 1,3 (Csafordi *et al.*, 2012: 43). Klasifikasi kemiringan lereng dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.3 Skor kemiringan lereng

No.	Kemiringan (%)	Nilai Skor
1	0 – 5 %	Datar
2	5 – 15 %	Landai
3	15 – 35 %	Begelombang
4	35 – 50 %	Curam
5	> 50 %	Sangat Curam

(Sumber: BAPPENAS, 2012)

d. Faktor Vegetasi Penutupan Lahan dan Konservasi Tanah (CP)

Pengelolaan vegetasi penutupan lahan dan konservasi tanah ini mempengaruhi erosi dengan mengubah pola aliran dan arah dari limpasan permukaan dengan mengurangi jumlah dan laju limpasan. Pengaruh dari vegetasi

dan konservasi tanah dapat ditentukan dengan bantuan peta penggunaan lahan (Devatha *et al.*, 2014). Jenis penggunaan lahan terkait faktor CP dapat ditinjau dari peta Rupa Bumi Indonesia (RBI). Beberapa faktor CP telah dapat ditentukan berdasarkan penelitian di Jawa seperti Tabel 2.4 berikut ini.

Tabel 2.4 Prakiraan faktor CP pada berbagai jenis penggunaan lahan

No.	Konservasi dan pengelolaan tanaman	Nilai CP
1	Kebun	0,30
2	Tanah Kosong/Padang Rumput	0,02
3	Ladang	0,28
4	Hutan	0,001
5	Sawah Irigasi	0,02
6	Semak Belukar	0,10
7	Sungai	0,001
8	Pemukiman	1
9	Sawah Tadah Hujan	0,05
10	Empang	0,001
11	Rawa/Hutan Rawa	0,01
12	Danau/Bendungan	0,001
13	Pasir	1
14	Penggaraman	1
15	Baprik/Gedung	1
16	Bandar Udara/ Pelabuhan	1

(Sumber : BAPPENAS, 2012)

2.7 Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

Menurut Siswanto (2006: 24) erosi merupakan pembatas utama dari penggunaan lahan yang berkelanjutan. Pada umumnya erosi tanah banyak terjadi di lahan miring daripada di lahan datar. Dalam kaitannya dengan aspek tanaman, erosi juga akan banyak terjadi di lahan yang terbuka setelah penebangan sebelum adanya semak. Tingkat ancaman kerusakan yang diakibatkan oleh erosi pada suatu lahan disebut dengan tingkat bahaya erosi (TBE) (Prakoso *et al.*, 2015).

Tingkat bahaya erosi ditentukan berdasarkan perbandingan antara besarnya erosi aktual dan erosi tanah yang ditoleransi (Simanungkalit, 2015). Klasifikasi tingkat bahaya erosi ini dapat memberikan gambaran, apakah tingkat erosi yang terjadi pada suatu lahan ataupun DAS sudah termasuk dalam tingkatan yang membahayakan atau tidak, sehingga dapat dijadikan pedoman di dalam pengelolaan DAS (Sinaga *et al.*, 2014). Seperti yang disampaikan juga oleh Siregar *et al* (2017)

bahwa nilai erosi yang diperoleh selanjutnya dipergunakan untuk menentukan klasifikasi tingkat bahaya erosi, sehingga kerusakan lahan akibat erosi dapat dihindari sedini mungkin dengan tindakan konservasi tanah dan air yang tepat.

Erosi tidak bisa dihilangkan sama sekali atau tingkat erosinya nol. Tindakan yang dilakukan adalah dengan mengusahakan supaya erosi yang terjadi masih dibawah ambang batas yang maksimum (*soil loss tolerance*). Untuk memberikan gambaran tentang potensi erosi yang dihasilkan, *United States Department of Agriculture (USDA)* telah menetapkan klasifikasi bahaya erosi berdasarkan laju erosi yang dihasilkan dalam ton/ha/tahun seperti yang diperlihatkan pada Tabel 2.5 (Sinaga *et al.*, 2014; Kemenhut, 2013). Selain itu, bagi yang menggunakan *software GIS* dalam melakukan perhitungan laju erosi, klasifikasian TBE juga dapat dilakukan dengan mereklasifikasi data laju erosi sesuai ketentuan klasifikasi TBE.

Tabel 2.5 Klasifikasi tingkat bahaya erosi

No	Kelas	Tingkat Erosi (Ton/ha/th)	Klasifikasi
1	I	0-15	Sangat ringan
2	II	15-60	Ringan
3	III	60-180	Sedang
4	IV	180-480	Berat
5	V	>480	Sangat berat

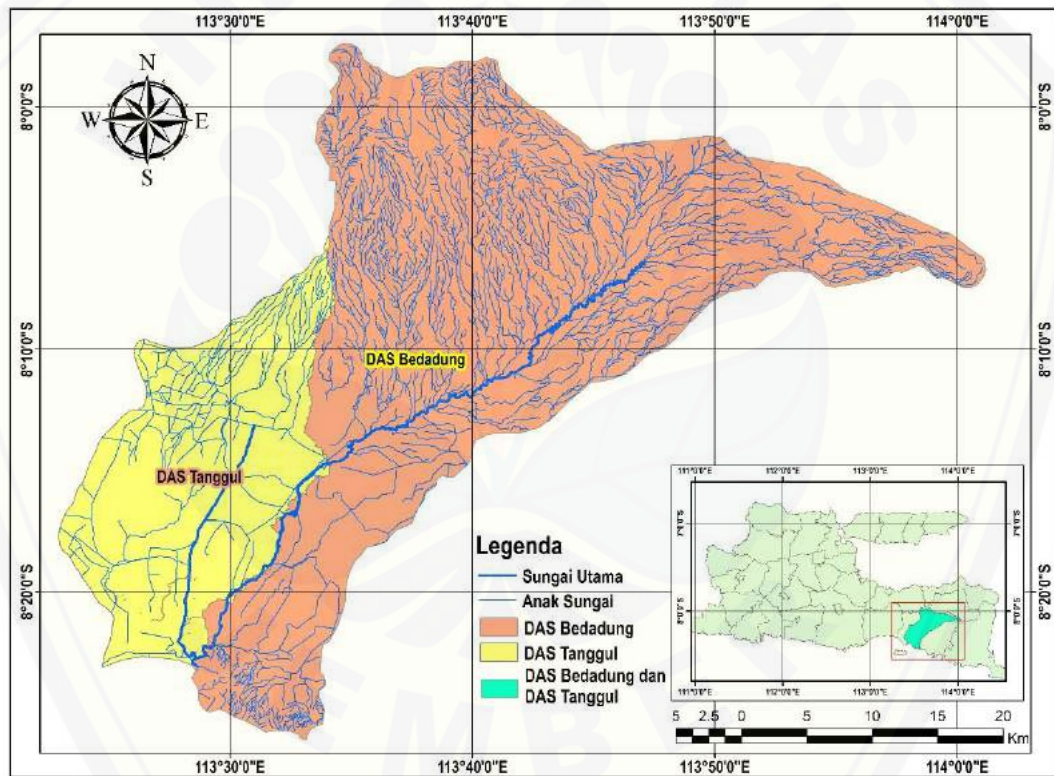
(Sumber: Sinaga *et al.*, 2014; Kementerian Kehutanan, 2013).

Penelitian tentang TBE telah banyak dilakukan sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Siregar *et al.* (2017) yang memprediksi TBE dengan metode USLE di perkebunan kelapa sawit di Desa Balian Kecamatan Mesuji Raya Kabupaten Ogan Komering Ilir Palembang. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki areal sebesar 91,21% atau 1.077,96 ha dengan tingkat bahaya erosi sangat ringan dan 8,79% atau 103,88 ha dengan tingkat bahaya erosi ringan. Selain itu pada penelitian yang dilakukan oleh Simanungkalit *et al.* (2015) tentang TBE tanah andisol pada beberapa tipe penggunaan lahan dengan Metode USLE dan SIG di Desa Kutaraja Kecamatan Namanteran Kabupaten Karo. Hasilnya adalah nilai erosi yang ditoleransikan tertinggi pada lahan tanaman tahunan yaitu sebesar 21,563 ton/ha/tahun dengan kemiringan lereng 8-15%, sedangkan yang terendah pada lahan tanaman semusim yaitu 8,9 ton/ha/tahun dengan kemiringan lereng 0-3%.

BAB 3. METODOLOGI

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak di daerah aliran sungai (DAS) Bedadung dan DAS Tanggul, Kabupaten Jember. Data hasil penelitian diolah di Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (TPKL) Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Kegiatan penelitian dilaksanakan pada bulan April hingga Juni 2018. Peta lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Peta lokasi Penelitian di DAS Bedadung dan DAS Tanggul

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Laptop atau *Personal Computer* (PC)

Sebagai media kerja yang didalamnya ditunjang dengan *software* pendukung penelitian.

b. ArcGIS Versi 10.3

Sebagai media untuk mengolah data geospasial.

c. Microsoft Office Excel 2016

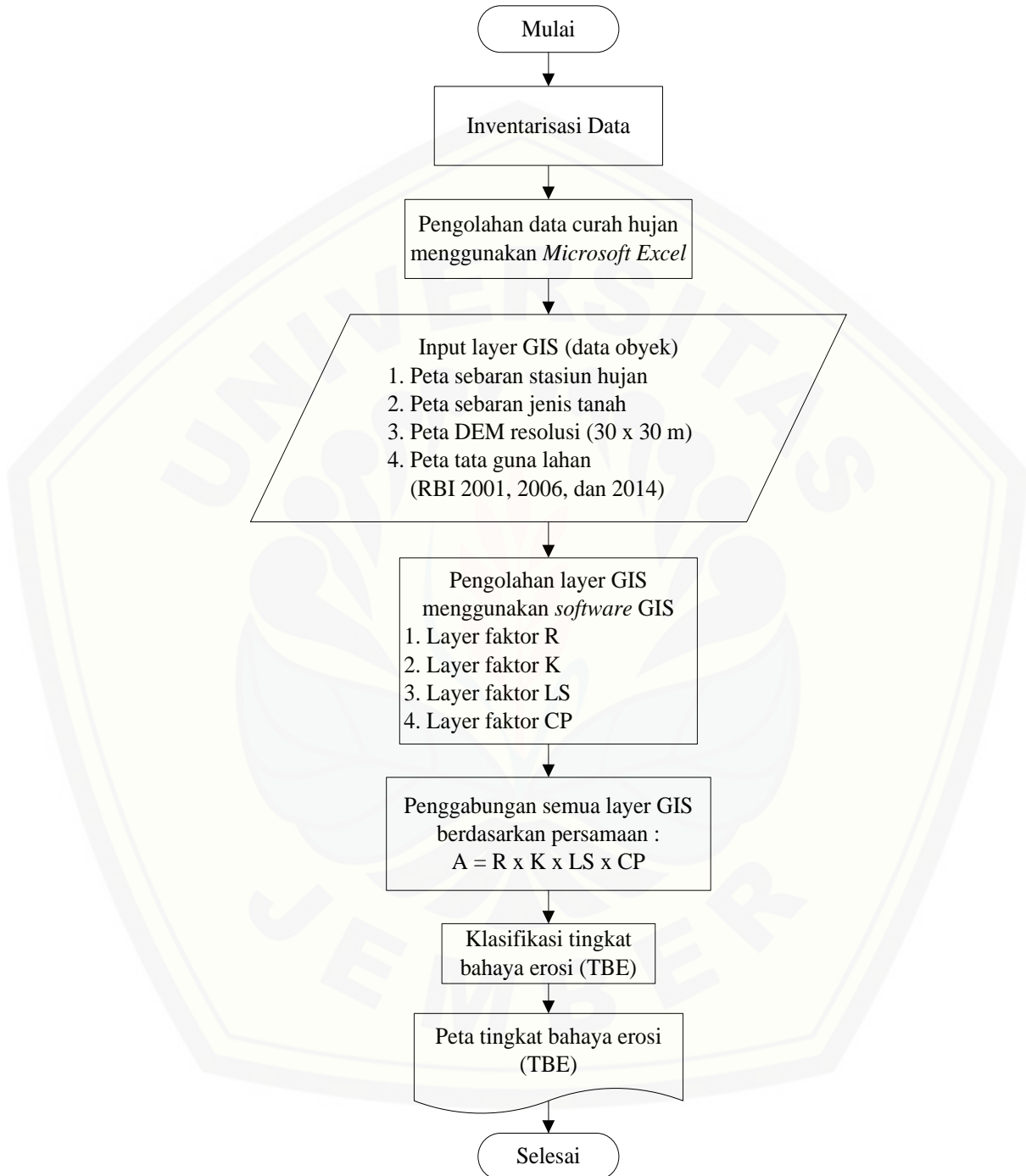
Sebagai media untuk menghitung hasil olahan data geospasial.

Sedangkan bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Batas DAS Bedadung dan DAS Tanggul (UPT Pengelolaan Sumber Daya Air DI Lumajang);
- b. Data Curah hujan tahunan pada Kabupaten Jember (Dinas PU Pengairan 1990 – 2014);
- c. Peta Jenis Tanah didapatkan dari intepretasi Peta Tanah Tinjau (Lembaga Penelitian Tanah, 1966);
- d. Data *Digital Elevaion Model* (DEM) (didapatkan dari ASTER-GDEM 2011);
- e. Peta Penggunaan Lahan di dapatkan dari Intepretasi Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1 : 25.000 (2001, 2006, dan 2014).

3.3 Diagram Alir Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan disajikan pada Gambar 3.2 berikut ini.



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

3.3.1 Inventarisasi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data rentang waktu (*time series*) dan data spasial. Data rentang waktu yaitu data curah hujan harian dari tahun 1990-2014. Data spasial terdiri dari data atribut dan data obyek. Data atribut terdiri dari tabel nilai erodibilitas tanah, tabel nilai faktor CP, dan nilai erosivitas curah hujan dari hasil perhitungan data curah hujan menggunakan *Microsoft Excel*. Sedangkan data obyek terdiri dari peta sebaran stasiun hujan, peta jenis tanah, peta penggunaan lahan (RBI tahun 2001, 2006, dan 2014), dan data *Digital Elevation Model* (DEM).

3.3.2 Pengolahan Data Curah Hujan

Data curah hujan yang dipakai pada penelitian ini yaitu data curah hujan tahunan mulai tahun 1990-2014. Penggunaan data hujan dibagi menjadi 3 periode yaitu periode I tahun 1990-2001, periode II tahun 2000-2006 dan periode III tahun 2007-2014. Pengolahan data hujan bertujuan untuk menghasilkan nilai erosivitas pada setiap stasiun hujan selama periode I, II, dan III. Pengolahan data curah hujan dilakukan menggunakan *Microsoft Excel* dengan Persamaan 2.8.

3.3.3 Input Layer GIS (Data Obyek)

Input layer-layer GIS (data obyek) yang sudah ada yaitu layer sebaran stasiun hujan, layer jenis tanah, dan data DEM serta layer tata guna lahan.

- a. Layer sebaran stasiun hujan digunakan untuk membuat layer erosivitas hujan berdasarkan hasil perhitungan erosivitas hujan;
- b. Layer jenis tanah digunakan untuk membuat layer erodibilitas tanah berdasarkan tabel nilai erodibilitas tanah;
- c. Data DEM digunakan untuk menentukan nilai faktor LS berdasarkan kemiringan lereng (*slope*) dan akumulasi aliran (*flow accumulation*);
- d. Layer tata guna lahan digunakan untuk membuat layer faktor CP berdasarkan tabel nilai faktor CP.

3.3.4 Pengolahan Layer GIS Menggunakan *Softaware* GIS

Pengolahan layer GIS bertujuan untuk memperoleh data faktor-faktor erosi secara spasial meliputi faktor erosivitas hujan, faktor erodibilitas, faktor panjang dan kemiringan lereng, serta faktor vegetasi penutup lahan dan konservasi tanah. Pengolahan layer faktor-faktor erosi dijabarkan sebagai berikut.

a. Faktor erosivitas hujan (R)

Hasil perhitungan erosivitas hujan periode I (1990-2001), periode II (2000-2006) dan periode III (2007-2014) diinput ke dalam layer sebaran stasiun hujan. kemudian dilakukan interpolasi *Inverse Distance Weighting* (IDW) untuk menentukan daerah sebaran dari erosivitas hujan periode I, II, dan III. Hasil dari interpolasi IDW berupa layer faktor R.

b. Faktor erodibilitas tanah (K)

Penentuan jenis tanah pada penelitian ini berdasarkan hasil intepretasi Peta Tanah Tinjau (Lembaga Penelitian Tanah, 1966). Berdasarkan jenis tanah pada daerah peneletian maka dapat ditentukan nilai faktor K berdasarkan Tabel 2.2. Kemudian peta jenis tanah daerah penelitian diubah ke format raster menggunakan *tool Polygon to Raster* untuk menghasilkan layer faktor K.

c. Faktor panjang dan kemiringan lereng (LS)

Penentuan faktor LS menggunakan DEM Jawa Timur dengan resolusi 30 x 30 m (ASTER-GDEM, 2011). Dari data DEM tersebut dicari kemiringan lereng (*slope*) dan akumulasi aliran (*flow accumulation*). Setelah ditemukan kedua faktor tersebut kemudian dilakukan perhitungan dengan Persamaan 2.11 menggunakan *tool raster calculator*. Penulisan pada *Raster Calculator* : $1.4 * \text{Power} ("flow\ accumulation" * 30 / 22.13, 0.4) * \text{Power}(\text{Sin}("slope^o" * 0.01745) / 0.0896, 1.3)$.

d. Faktor vegetasi penutup lahan dan konservasi tanah (CP)

Peta RBI merupakan acuan untuk menentukan penggunaan jenis lahan pada peneltian ini. Peta RBI yang digunakan yaitu tahun 2001, 2006, dan 2014. Peta RBI kemudian dipotong sesuai dengan daerah penelitian. Penentuan nilai CP setiap jenis penggunaan lahan pada peta RBI berdasar pada Tabel 2.4. Nilai CP pada peta RBI 2001 (CP I), peta RBI 2006 (CP II), dan peta RBI 2014 (CP III). Kemudian ketiga peta penggunaan lahan daerah penelitian diubah ke format raster

menggunakan *tool Polygon to Raster* pada menu *Toolbox Conversion Tools* (Indarto dan Faisol, 2013).

3.3.5 Penggabungan Layer GIS

Seluruh layer faktor penyebab erosi ditampilkan dalam bentuk raster, yaitu faktor erosivitas hujan (R), erodibilitas tanah (K), panjang dan kemiringan lereng (LS), dan vegetasi penutup lahan dan konservasi tanah (CP). Prediksi laju erosi dilakukan dengan mengalikan dari setiap faktor penyebab erosi menggunakan *raster calculator* sesuai dengan Persamaan 2.1. Perkalian faktor-faktor penyebab erosi tersebut dilakukan setelah dilakukan *overlay* (metode tumpang susun peta) dari peta penyebab erosi. Prediksi laju erosi dilakukan sebanyak tiga kali sesuai dengan dengan jumlah peta faktor CP yaitu 2001, 2006, dan 2014.

$$A_j = R_p \cdot K \cdot LS \cdot CP_j \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan :

- A_j = jumlah tanah yang tererosi pada tahun ke- j (ton/ha/tahun);
= ($j = 1$ (2001), $j = 2$ (2006), dan $j = 3$ (2014))
- R_p = faktor erosivitas curah hujan tahunan rata-rata pada periode ke- p (MJ.mm/tahun);
= ($p = 1$ (RI), $p = 2$ (RII), dan $p = 3$ (RIII))
- K = faktor erodibilitas tanah (ton/ha/MJ.mm);
- LS = faktor panjang dan kemiringan lereng;
- CP_j = faktor vegetasi penutupan lahan dan usaha pengelolaan dan konservasi pada tahun ke- j ;
= ($j = 1$ (2001), $j = 2$ (2006), dan $j = 3$ (2014)).

3.3.6 Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

Nilai laju erosi yang telah dihasilkan kemudian diklasifikasikan untuk mengetahui tingkat bahaya erosi sangat ringan, ringan, sedang, berat, dan sangat berat berdasarkan Tabel 2.5 dengan *tool Reclassify*.

3.3.7 Pembuatan Layout Peta Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

Pembuatan layout peta TBE dilakukan setelah proses klasifikasi TBE telah selesai. Layout peta menampilkan gambar klasifikasi TBE dan standart kelengkapang peta yaitu legenda, skala, grid, arah mata angin, dan judul peta. Setelah itu peta kemudian di *export* untuk menghasilkan peta berformat jpg.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dijelaskan di atas maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

- a. Penggunaan lahan di wilayah DAS Bedadung dan DAS Tanggul pada tahun 2001 sampai 2014 mengalami perubahan berupa meningkatnya luasan penggunaan lahan pemukiman, ladang, tanah, kosong, dan pasir serta menurunnya luasan penggunaan lahan kebun, hutan, sawah irigasi, semak belukar, sungai atau danau, sawah tadah hujan, dan empang.
- b. Perubahan penggunaan lahan pada tahun 2001 sampai 2014 pada DAS Bedadung dan DAS Tanggul berdampak terhadap perubahan tingkat TBE. Peningkatan TBE terjadi pada kelas erosi sangat ringan, berat dan sangat berat, sehingga tindakan konservasi perlu dilakukan pada wilayah DAS Bedadung dan DAS Tanggul.

5.2 Saran

- a. Perlu dilakukan perhitungan laju erosi dengan metode yang lain untuk membandingkan dengan hasil pendugaan erosi menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan *software* GIS.
- b. Pendugaan laju erosi berdasarkan tata guna lahan sebaiknya perlu diverifikasi terlebih dahulu sumber data yang digunakan untuk menghasilkan data laju erosi yang lebih akurat, misalnya dengan verifikasi langsung di lapang.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Cetakan II. Bogor : IPB Press.
- Arsyad, S. 2012. *Konservasi Tanah dan Air*. Cetakan III. Bogor : IPB Press
- Asdak, C. 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Asih, T. 2016. Prediksi Tingkat Bahaya Erosi di Wilayah UPT PSDA Bondowoso Menggunakan USLE (Universal Soil Loss Equation) Integrasi ArcGIS. *Skripsi*. Jember: Universitas Negeri Jember.
- ASTER-GDEM. 2011. *Aster Global Digital Elevation Map Announcement*. Jet propulsion laboratory. [Serial Online].
<https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp> [27 Januari 2018].
- Badan Pusat Statistik. 2017. *Laju Pertumbuhan Penduduk Menurut Provinsi*.
<https://www.bps.go.id/statictabel/2009/02/20/1268/laju-pertumbuhan-penduduk-menurut-provinsi> [05 April 2018].
- Bappenas. 2012. *Analisis Perubahan Penggunaan lahan dan Ekosistem DAS Dalam Menunjang Ketahanan Air Dan Ketahanan Pangan (Studi Kasus DAS Berantas)*. *ebook*. Jakarta : Direktorat Kehutanan dan Konservasi Sumber Daya Air.
- Banuwa, I.S. 2013. *Erosi*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Barus, B. 2012. Karakteristik Tanah / Lahan Kritis dalam Perspektif Penataan Ruang. *Bimbingan Teknis*. Cipanas : Bimbingan Teknis Pengendalian Kerusakan Lahan Kritis. 20-21 November 2012.
- Bols, P. 1978. The Iso-erodent Map of Java and Madura. *Belgian Technical Assistance Project ATA 105*. Soil Research Institute, Bogor.
- Csafordi, P., A. Podor., J. Bug., dan Z. Gribpvszki. 2012. Soil Erosion Analysis in a Small Forested Catchment Supported by ArcGIS Model Builder. *Acta Silv. Lign. Hung.* 8: 39–55.
- Departemen Kehutanan. 1998. *Pedoman Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Teknik Lapang dan Konservasi Tanah Daerah Aliran Sungai*. Jakarta: Departemen Kehutanan.

- Departemen Pertanian. 2004. *Teknologi Konservasi Tanah Pada Lahan Kering Berlereng*. Bogor: Pusat Pengembangan dan Penelitian Tanah dan Agroklimat.
- Departemen Pertanian. 2006. *Pedoman Umum Budidaya Pertanian Pada Lahan Pegunungan*. Jakarta : Departemen Pertanian.
- Departemen Pertanian. 2010. *Membalik Kecenderungan Degradasi Sumber Daya Lahan Dan Air*. Jakarta: Pusat Pengembangan dan Penelitian Tanah dan Agroklimat.
- Devatha, P. C., V. Desspande., dan M. S. Renukrapasad. 2015. Estimation of Soil loss using USLE model for Kulhan Watershed, Chattisgarh- A case study. International Conference On Water Resources, Coastal And Ocean Engineering (Icwrcoe 2015). *Elsevier*. 4: 1429-1436.
- Dewi, K. R., 2012. Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Permukiman Dengan Pemanfaatan Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis Di Kecamatan Grogol Kabupaten Sukoharjo Tahun 2002 Dan 2010. *Skripsi*. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- FAO/UNEP. 1999. *The Future of Our Land: Facing the Challenge. Guidelines for Integrated Planning for Sustainable Management of Land Resources*. Roma: FAO/AGLS.
- Ganasri, B. P., dan H. Ramesh. 2016. Assessment of soil erosion by RUSLE model using remote sensing and GIS - A case study of Nethravathi Basin. *Geoscience Frontiers*. 7: 953-961.
- Gelagay, S. H., dan S. A. Minale. 2016. Soil loss estimation using GIS and Remote sensing techniques: A case of Koga watershed, Northwestern Ethiopia. *International Soil and Water Conservation Research*. 4: 126-136.
- Haryadi. 2016. Perkiraan Tingkat Bahaya Erosi Menggunakan *Universal Soil Loss Equation (USLE)* Dan GIS Di Wilayah UPT PSDA Lumajang. *Skripsi*. Jember : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Indarto dan Faisal, A. 2013. *Konsep Dasar ArcGIS-10*. Yogyakarta : Andi.
- Kementerian Pertanian. 2011. *Pedoman Teknis Konservasi Lahan*. Jakarta : Kementerian Pertanian.
- Kemenhut. 2013. *Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis*. Jakarta: Kementerian Kehutanan.

- Mishra, S. K., J. V. Tyagi., V. P. Singh., dan R. Singh. 2006. SCS-CN-based modeling of sediment yield. *Journal of Hydrology*. 324 : 301–322.
- Morgan, R. P. C. 2005. *Soil Erosion and Conservation (third edition)*. England: National Soil Resources Institute, Cranfield University.
- Nama, A., U. Andawayanti., dan E. Suhartanto. 2016. Analisis Tingkat Bahaya Erosi dan Arahan Konservasi Lahan Dengan Aplikasi Gis di Das Manikin. *Jurnal Teknik Pengairan*. 7(2): 205-215.
- Nearing, M.A., L. J. Lane., dan V. L. Lopes. 1994. Modelling Soil Erosion. Soil Erosion Research Methods. *Soil and Water Conservation Society*. 6: 127-158.
- Novotný, I., D. Zizala., J. Kapicka., H. Beitlerova., M. Mistr., H. Kristenova., dan V. Papaj. 2016. Adjusting the CP max factor in the Universal Soil Loss Equation (USLE): areas in need of soil erosion protection in the Czech Republic. *Journal of Maps*. 12: 58-62.
- Nugraheni, A., Sobriyah., dan Susilowati. 2013. Perbandingan Hasil Prediksi Laju Erosi Dengan Metode Usle, Musle, Rusle Di Das Keduang. *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil*. 318-385.
- Parveen, R., dan U. Kumar. 2012. Integrated Approach of Universal Soil Loss Equation (USLE) and Geographical Information System (GIS) for Soil Loss Risk Assessment in Upper South Koel Basin, Jharkhand. *Journal of Geographic Information System*. 4: 588-596.
- Pásztor, L., I. Waltner., Cs. Centeri., M. Belenyesi., dan K. Takacs. 2016. Soil erosion of Hungary assessed by spatially explicit modelling. *Journal of Maps*. 12: 407-414.
- Prakoso, A., S. Marsudi., dan Sumiadi. 2015. Analisis Laju Erosi dan Usaha Konservasi Lahan di DAS Bogel Kabupaten Blitar Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). *Jurusan Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya*.
- Rao, E., Y. Xiao., Z. Ouyang., dan X. Yu. 2015. National assessment of soil erosion and its spatial patterns in china. *Ecosystem Health and Sustainability*. 4: 1-10.
- Renard, K.G., G.R. Foster, G.A. Weesies, D.K. McCool, and D.C. Yoder. 1997. Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning With The Revised Universal Soil Loss Equation-USDA Agric. *Handbook*.703. Washington D.C: USDA

- Rozidi, I, A., 2016. Aplikasi ArcGIS dan *Universal Soil Loss Equation* (USLE) Untuk memperkirakan Tingkat Bahaya Erosi di Wilayah UPT PSDA Madura (Studi Kasus DAS Blega Telok, DAS Kali Sampang, DAS Samiran, dan DAS Klampok Ambunten). *Skripsi*. Jember: Universitas Negeri Jember.
- Sadeghi, S. H., 2004. Application Of Musle In Prediction Of Sediment Yield In Iranian Conditions. International Soil Conservation Organization Conference-Brisbane. *Conserving Soil and Water for Society*. 998: 1-4.
- Sahuleka, W. 1993. Kajian Erosi Permukaan di Jazirah Leitimur Pulau Ambon. *Tesis*. Yogyakarta : Program Pasca Sarjana UGM.
- Saputro, S, E. 2009. Analisis Tingkat Bahaya Erosi (TBE) Pada Lahan Kering Tegalan di Kecamatan Tretep Kabupaten Temanggung. *Skripsi*. Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- Schulze, R. E., S. A. Lorentz., M. J. C. Horan., dan M. Maharaj. 2007. Sediment Yield. In: Schulze, R.E. (Ed). 2007. *South African Atlas of Climatology and Agrohydrology*. Water Research Commission, Pretoria, RSA, WRC Report 1489/1/06, Section 21.7.
- Simanungkalit, A., Z. Nasution., dan M. Sembiring. 2015. Tingkat Bahaya Erosi (TBE) Tanah Andisol pada beberapa Tipe Penggunaan Lahan dengan Metode USLE dan SIG di Desa Kutaraja Kecamatan Namanteran Kabupaten Karo. *Agroteknoteknologi*. 3(4): 1349-1360.
- Sinaga, J., Kartini, dan, Yuniarti. Analisis, 2014. Potensi Erosi pada Penggunaan Lahan Daerah Aliran Sungai Sedau di Kecamatan Singkawang Selatan. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. 1(1): 1-10.
- Siregar, M, M., T Sabrina., dan H. Hanum. 2017 Prediksi Tingkat Bahaya Erosi Dengan Metode USLE Di Perkebunan Kelapa Sawit Di Desa Balian Kecamatan Mesuji Raya Kabupaten Ogan Komering Ilir Palembang. *Agroteknoteknologi*. 5(3): 606-615.
- Siswanto. 2006. *Evaluasi Sumberdaya Lahan*. Surabaya : UPN Press.
- Soriano, M. C. H. 2013. Soil Procceses and Current Trends in quality Assessment. *Ebook*. Kroasia : InTech.
- Sunartomo, A, F. 2015. Perkembangan Konversi Lahan Pertanian Di Kabupaten Jember. *Agriekonomika*. 4(1): 22-36.

- Tarigan, R, D. 2012. Pengaruh Erosivitas Dan Topografi Terhadap Kehilangan Tanah Pada Erosi Alur Di Daerah Aliran Sungai Secang Desa Hargotirto Kecamatan Kokap Kabupaten Kulonprogo. *Lib.Geo.* 1(3).
- Teh, S, H. 2011. Soil Erosion Modeling Using RUSLE and GIS on Cameron Highlands, Malaysia For Hydropower Development. *Tesis.* Akureyri: University of Iceland dan University of Akureyri.
- Williams, J. R. 1975. *Sediment Yield Prediction With Universal Equation Using Runoff Energy Factor.* In: Present and Prospective Technology for Predicting Sediment Yields and Sources. USDA-ARS. Washington DC, USA, 40, 244 - 252.
- Williams, J. R. dan Berndt, H. D. 1977. Sediment Yield Prediction Based On Watershed Hydrology. *Trans. Am. Soc. Agric. Engrs.* 20(6): 1100–1104.
- Wischmeier, W. H., dan Smith L. D. 1978. *Predicting Rainfall-Erosion Losses : A Guide To Conservation Planning. Handbook.* Washington, D.C: U.S. Departement of Agriculture.
- Xu, Y., S. Xiao-Mei., X., K. Xiang-Bin., P. Jian., dan C. Yun-Long. 2008. Adapting The RUSLE and GIS To Model Soil Erosion Risk In A Mountains Karst Watershed, Guizhou Province, China. *Environmental Monitoring and Assesment.* 141: 275-286.
- Dewi, K, R. 2012. Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Permukiman dengan Pemanfaatan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Grogol Kabupaten Sukoharjo Tahun 2002 dan 2010. *Skripsi.* Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Životić, L., V. Perović., D. Jaramaz., A. Đorđević., R. Petrović., dan M. Todorović. 2012. Application of USLE, GIS, and Remote Sensing in the Assessment of Soil Erosion Rates in Southeastern Serbia. *Polish Journal of Environmental Studies.* 21(6): 405-411.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Sebaran stasiun hujan di DAS Bedadung

No	Nama	Kode	Lokasi	Kecamatan	Kabupaten	Provinsi
1	Tanggul	22	Tanggul Wetan	Tanggul	Jember	Jawa Timur
2	Semboro	22a	Sidomekar	Semboro	Jember	Jawa Timur
3	Darangan	22b	Klatakan	Tanggul	Jember	Jawa Timur
4	Kencong	28a	Wonorejo	Kencong	Jember	Jawa Timur
5	Menampu	104k	Mojomulyo	Puger	Jember	Jawa Timur
6	Pondok Dalem (KB.7)	21	Tanggul Kulon	Semboro	Jember	Jawa Timur
7	Gumuk Mas (BT)	28d	Bagorejo	Gumukmas	Jember	Jawa Timur
8	Dam Klatakan	2376	Tugusari	Bangsalsari	Jember	Jawa timur
9	Rambipuji	99	Pancakarya	Ajung	Jember	Jawa Timur
10	Rawatamtu	100	Kaliwining	Rambipuji	Jember	Jawa Timur
11	Curah Malang	100a	Nogosari	Rambipuji	Jember	Jawa Timur
12	Paleran	27	Karangduren	Balung	Jember	Jawa Timur
13	Puger	104	Wuluhan	Wuluhan	Jember	Jawa Timur
14	Grenden	104f	Puger Wetan	Puger	Jember	Jawa Timur
15	Jambearum	104e	Balung Kulon	Balung	Jember	Jawa Timur
16	Karangduren	27	Tutul	Balung	Jember	Jawa Timur
17	Bagorejo	104	Mlokorejo	Puger	Jember	Jawa Timur
18	Gumelar Timur	101	Nogosari	Rambipuji	Jember	Jawa Timur
19	Tamansari	103	Dukuh Dempok	Wuluhan	Jember	Jawa timur
20	Glundengan	102a	Tanjungrejo	Wuluhan	Jember	Jawa Timur
21	Lojejer	70	Wuluhan	Wuluhan	Jember	Jawa Timur
22	Ampel	104h	Tanjungrejo	Wuluhan	Jember	Jawa Timur
23	Sukowono	75a	Sukasari	Sukowono	Jember	Jawa Timur
24	Sumberkalong	75b	Kalisat	Kalisat	Jember	Jawa Timur
25	Sumberjambe	75c	Gunungmalang	Sumberjambe	Jember	Jawa Timur
26	Cumedak	75d	Sumberbulus	Ledokombo	Jember	Jawa Timur
27	Kottok	88a	Sumber Jeruk	Kalisat	Jember	Jawa Timur