

**PERBANDINGAN KINERJA METODE PREDIKSI INDEKS  
EROSIVITAS HUJAN DI DAS BRANTAS HULU KOTA BATU  
JAWA TIMUR**

Oleh

**ACHMAD WILDANUL KHAKIM**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
MALANG**

**2019**



**PERBANDINGAN KINERJA METODE PREDIKSI INDEKS EROSIVITAS  
HUJAN DI DAS BRANTAS HULU KOTA BATU JAWA TIMUR**

Oleh

**ACHMAD WILDANUL KHAKIM**

**145040200111012**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI  
MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYALAHAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana  
Pertanian Strata Satu (S-1)**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**JURUSAN TANAH**

**MALANG**

**2019**

**PERNYATAAN**

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, 29 November 2019

Achmad Wildanul Khakim  
145040200111012



**LEMBAR PERSETUJUAN**

Judul Penelitian : Perbandingan Kinerja Metode Prediksi Indeks Erosivitas Hujan di DAS Brantas Hulu, Kota Batu, Jawa Timur  
Nama Mahasiswa : Achmad Wildanul Khakim  
NIM : 145040200111012  
Jurusan : Tanah  
Program Studi : Agroekoteknologi



Disetujui  
Pembimbing Utama,

Prof. Ir. Wani Hadi Utomo, Ph. D  
NIP. 19491204 197412 1 001

Diketahui,  
Ketua Jurusan Tanah,

Syahrul Kurniawan, SP., MP., Ph.D  
NIP. 19791018 20051 1 002

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Novalia Kusumarini, SP., MP  
NIP. 19891108 201504 2 001

Prof. Ir. Wani Hadi Utomo, Ph. D  
NIP. 19491204 197412 1 001

Penguji III

Penguji IV

Dr. Ir. Yulia Nuraini, MS  
NIP. 19611109 198503 2 001

Christanti Agustina, SP., MP  
NIP. 201709 820826 2 001

Tanggal Lulus :



## RINGKASAN

**Achmad Wildanul Khakim. 145040200111012. Perbandingan Kinerja Metode Prediksi Indeks Erosivitas Hujan di DAS Brantas Hulu, Kota Batu, Jawa Timur. Di bawah Bimbingan Wani Hadi Utomo.**

Perubahan penggunaan lahan (alih fungsi lahan) di DAS Brantas sebenarnya sudah berlangsung sejak awal abad 20, tetapi terjadi secara lambat (*gradual*). Wilayah DAS Brantas Hulu memiliki permasalahan penurunan kuantitas dan kualitas air yang diindikasikan dari seringnya terjadi banjir dan kekeringan di wilayah Kota Batu maupun bagian hilirnya. Berkurangnya lahan hutan sebagai resapan, dapat mempengaruhi besarnya erosi permukaan, sehingga ketika hujan turun terjadi peningkatan dan percepatan aliran permukaan. Kemampuan suatu hujan untuk dapat menimbulkan erosi disebut dengan erosivitas hujan. Erosivitas hujan dapat dihitung melalui model pendugaan erosi. Model pendugaan erosi yang banyak digunakan di berbagai negara termasuk Indonesia adalah pemodelan erosi *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Indonesia memerlukan adaptasi dan modifikasi terhadap rumus USLE, modifikasi yang banyak dikembangkan adalah metode perhitungan indeks erosivitas hujan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara curah hujan dengan besarnya erosi, mengetahui kelayakan kinerja dari model prediksi erosivitas hujan dan untuk menganalisis efektifitas kinerja metode prediksi erosivitas dalam memprediksi nilai erosivitas hujan di DAS Brantas Hulu.

Penelitian ini dilaksanakan di DAS Brantas Hulu Kota Batu khususnya di Desa Junrejo, Kecamatan Junrejo pada bulan Januari hingga Mei 2018. Penelitian membutuhkan data curah hujan dari Klimatologi BMKG Karangploso. Penelitian ini menggunakan prediksi nilai indeks erosivitas dengan 2 metode persamaan, yaitu : Persamaan Bols dan Persamaan Lal. Sedangkan perhitungan erosivitas hujan menggunakan metode Wischmeier dan Smith merupakan nilai acuan dalam penelitian ini yang dinotasikan dalam bentuk  $EI_{30}$ . Data hasil pengamatan yang diperoleh dianalisis menggunakan uji statistik dengan menggunakan uji t.

Hasil penelitian menunjukkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) 0,8487 dimana dapat dikatakan tergolong tinggi yang dapat diartikan bahwa hubungan curah hujan dengan erosi dapat digunakan sebagai faktor erosi. Nilai korelasi ( $r$ ) antara erosi lapangan dengan erosivitas metode Bols sebesar 0,933 dan nilai korelasi antara erosi lapangan dengan erosivitas Lal sebesar 0,915. Hal ini menunjukkan prediksi indeks erosivitas metode Bols dan metode Lal masih layak digunakan untuk memprediksi erosivitas hujan dari curah hujan. Hasil analisa pengujian koefisien determinasi ( $R^2$ ) antara erosivitas Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ) dengan erosivitas prediksi Bols ( $R_{Bols}$ ) dengan persamaan  $EI_{30} = 0,1961(R_{Bols}) + 0,0704$  dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,7944 menunjukkan hubungan positif baik atau hubungan yang sangat kuat, sedangkan erosivitas prediksi Lal ( $R_{Lal}$ ) dengan nilai erosivitas Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ) dengan persamaan  $EI_{30} = 0,0035(R_{Lal}) + 0,3883$  dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,2486 menunjukkan hubungan positif lemah atau hubungan yang cukup. Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode Bols tidak berbeda jauh bila dibandingkan dengan metode Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ), sehingga metode Bols masih sangat layak digunakan untuk memprediksi erosivitas dari data curah

hujan harian. Hasil ini didukung dengan adanya perbandingan metode antara persamaan Bols dan Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ) dengan persamaan Lal dan Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ) dianalisis lanjut uji statistik dengan menggunakan uji t memiliki hasil t hitung erosivitas prediksi Bols ( $R_{Bols}$ ) sebesar 0,19 dan erosivitas prediksi Lal ( $R_{Lal}$ ) sebesar 6,78 dimana kedua persamaan tersebut memiliki nilai t tabel 2,05. Apabila hasil perhitungan Uji t berada pada daerah batas penerimaan hipotesis, yaitu jika t hitung  $<$  t tabel maka model yang digunakan memiliki akurasi yang baik. Hal ini menunjukkan bahwa nilai prediksi dengan erosivitas prediksi Bols ( $R_{Bols}$ ) masih dianggap sama dengan nilai erosivitas Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ), sedangkan erosivitas prediksi Lal ( $R_{Lal}$ ) dianggap tidak sama dengan nilai erosivitas acuan ( $EI_{30}$ ). Perbedaan ini menunjukkan bahwa indeks erosivitas hujan tidak sama untuk setiap tempat dan metode prediksi Bols lebih baik digunakan untuk menghitung nilai erosivitas hujan dibandingkan dengan metode prediksi Lal pada lokasi penelitian yang berada pada iklim tropis khususnya di Indonesia.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## SUMMARY

**Achmad Wildanul Khakim. 145040200111012. Comparison of Performance Prediction Methods for Rain Erosivity Index in the Upper Brantas Watershed, Batu City, East Java. Supervised by Wani Hadi Utomo.**

Changes in land use (land use change) in the Brantas watershed have actually been going on since the early 20th century, but it happens slowly (gradual). Besides that, the Upper Brantas Watershed area has a problem of decreasing the quantity and quality of water that is indicated from frequent floods and droughts in the Batu City area and its downstream areas. Reduced forest land as a catchment, can affect the amount of surface erosion, so that when it rains there is an increase and acceleration of surface flow. The ability of a rain to cause erosion is called rain erosivity. Rain erosivity can be calculated through the erosion estimation models. Erosion estimation model which is widely used in various countries including Indonesia is erosion modeling Universal Soil Loss Equatin (USLE). Indonesia needs adaptation and modification of the USLE formula, modifications that are widely developed are rain erosivity index calculation method. The purpose of this research is to analyze the relationship between rainfall and erosion, to understand the feasibility of the performance of the rain erosivity prediction model and to analyze the effectiveness of erosivity prediction methods in predicting the value of rain erosivity in the Upper Brantas Watershed.

The study was conducted in the Upper Brantas Watershed of Batu City, especially in the Village of Junrejo, District Junrejo in January to May 2018. Research requires rainfall data from BMKG Karangploso Climatology. This study uses the prediction value of the erosivity index with 2 methods of equations, that is: Bols Equation and Lal Equations. While the calculation of rain erosivity using the Wischmeier and Smith method is a reference value in this study which is notated in the form of  $EI_{30}$ . Observation data obtained were analyzed using a statistical test using the t test.

The results showed the coefficient of determination ( $R^2$ ) 0,8487 which can be said to be relatively high which can be interpreted that the relationship of rainfall with erosion can be used as an erosion factor. Correlation value ( $r$ ) between field erosion and Bols erosivity is 0,933 and the correlation value between field erosion and Lal erosivity is 0,915. This shows the prediction of the Bols method erosivity index and the Lal method is still feasible to be used to predict the erosivity of rain from rainfall. The results of the analysis of the coefficient of determination ( $R^2$ ) between Wischmeier and Smith erosivity ( $EI_{30}$ ) with Bols prediction erosivity ( $R_{Bols}$ ) has equation  $EI_{30} = 0,1961 (R_{Bols}) + 0,0704$  with a coefficient of determination ( $R^2$ ) of 0,7944 shows a relationship good positivity or a very strong relationship, while the predictive erosivity of Lal ( $R_{Lal}$ ) with Wischmeier and Smith erosivity ( $EI_{30}$ ) has equation  $EI_{30} = 0,0035 (R_{Lal}) + 0,3883$  with a coefficient of determination ( $R^2$ ) of 0,2486 indicates a weak positive or sufficient relationship. This shows that using the Bols method is not much different when compared to the Wischmeier and Smith ( $EI_{30}$ ) methods, so the Bols method is still very feasible to use to predict erosivity from daily rainfall data. This result is supported by the comparison of the method between the Bols and Wischmeier and Smith ( $EI_{30}$ ) equations with the Lal and Wischmeier and Smith ( $EI_{30}$ ) equations further analyzed

statistical tests using the t test has the results of the calculated Bols prediction erosivity ( $R_{Bols}$ ) of 0,19 and prediction erosivity Lal ( $R_{Lal}$ ) of 6,78 where both equations have a t table value of 2,05. If the results of the t-test are in the area of acceptance of the hypothesis, that is if  $t_{arithmatic} < t_{table}$  then the model used has good accuracy. This shows that the predictive value with Bols prediction erosivity ( $R_{Bols}$ ) is still considered the same as the Wischmeir and Smith erosivity values ( $EI_{30}$ ), while the predictive erosivity of Lal ( $R_{Lal}$ ) is considered not the same as the reference erosivity value ( $EI_{30}$ ). This difference shows that the rain erosivity index is not the same for each place and the Bols prediction method is better used to calculate the rain erosivity value than the Lal prediction method in the research location that has tropical climate, especially in Indonesia.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT karna dengan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perbandingan Kinerja

Metode Prediksi Indeks Erosivitas Hujan di DAS Brantas Hulu, Kota Batu, Jawa Timur”.

Penyusunan skripsi tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak.

Kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Syahrul Kurniawan, SP.,

MP., Ph. D selaku Ketua Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya

Malang, Prof. Ir. Wani Hadi Utomo, Ph. D. selaku pembimbing utama, Bunda,

Ayah serta keluarga tercinta yang telah memberi dukungan, rekan-rekan

Agroekoteknologi 2014 dan semua pihak yang telah memberikan bantuan dan

dukungan dalam penyusunan skripsi penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat

kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis

harapkan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat yang besar bagi penulis

sendiri, bagi banyak pihak dan sumbangan pemikiran bagi kemajuan ilmu

pengetahuan.

Malang, 29 November 2019

Penulis

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Pasuruan pada tanggal 13 Juli 1996 sebagai anak pertama dari tiga bersaudara, dari Bapak Abdul Chalim dan Ibu Nur Anisah. Penulis menempuh pendidikan sekolah dasar di SDN Kebonagung Pasuruan pada tahun 2002 sampai tahun 2008, kemudian penulis melanjutkan sekolah menengah pertama di SMPN 1 Pasuruan pada tahun 2008 dan selesai pada tahun 2011. Pada tahun 2011 sampai tahun 2014 penulis melanjutkan sekolah menengah atas di SMAN 1 Pasuruan dan menempuh Pendidikan Strata-1 di Program Studi Agroekoteknologi, Minat Manajemen Sumber Daya Lahan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya pada tahun 2014 melalui jalur SBMPTN.

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam kegiatan non-akademik dan akademik. Kegiatan non-akademik dengan mengikuti organisasi FORKANO 2014 dan FORKANO 2015. Serta aktif dalam kegiatan kepanitiaan Pasca Rantai V, KOPDAR FORKANO 2015, Cita Bangsa 2015, AVG (*Agriculture Vaganza*) 2015, RANTAI VI, Kaldera 2016, RANTAI VII, PASCA GATRAKSI 2016, GATRAKSI 2017, dan GATRAKSI 2018. Kegiatan akademik magang kerja di kebun PTPN XII Bangelan pada tahun 2017, asisten mata kuliah Survei Tanah dan Evaluasi Lahan (STELA) pada tahun 2017 hingga 2018, Teknologi Konservasi Sumber Daya Lahan (TKSDL) pada tahun 2018, dan Pertanian Berlanjut (PB) pada tahun 2018 dan 2019,



<b>DAFTAR ISI</b>	
RINGKASAN.....	i
SUMMARY.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
RIWAYAT HIDUP.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Hipotesis.....	4
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Alur Pikir Penelitian.....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Daerah Aliran Sungai.....	6
2.2 Erosi.....	7
2.3 Faktor yang Mempengaruhi Erosi.....	9
2.4 Metode Prediksi Erosi.....	10
2.5 Metode Prediksi USLE.....	11
2.6 Prediksi Nilai Indeks Erosivitas Hujan.....	13
3. BAHAN DAN METODE.....	16
3.1 Tempat dan Waktu.....	16
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.3 Metode Penelitian.....	16
3.4 Tahapan Penelitian.....	17
3.5 Analisa Data.....	21
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Hasil.....	24
4.2 Pembahasan.....	31
5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA.....	40



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Interpretasi koefisien korelasi .....	23
2.	Hasil uji t erosivitas prediksi ( $R_{Bols}$ ) .....	30
3.	Hasil uji t erosivitas prediksi ( $R_{Lal}$ ) .....	31



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Alur pikir penelitian.....	5
2.	Rumus USLE.....	12
3.	Instalasi ombrometer sederhana.....	16
4.	Penampang petak penelitian.....	18
5.	Uji t dua arah.....	22
6.	Data curah hujan 2006-2015.....	25
7.	Hubungan curah hujan dengan erosi lapang.....	25
8.	Nilai korelasi erosi lapangan dengan erosivitas metode Bols.....	26
9.	Nilai korelasi erosi lapangan dengan erosivitas metode Lal.....	27
10.	Hubungan curah hujan dengan erosivitas metode Wischmeir dan Smith (EI <sub>30</sub> ).....	27
11.	Hubungan antara curah hujan dengan erosivitas metode Bols.....	28
12.	Hubungan antara curah hujan dengan erosivitas metode Lal.....	29
13.	Hubungan antara erosivitas Wischmeir dan Smith (EI <sub>30</sub> ) dengan erosivitas prediksi (R <sub>blos</sub> ).....	30
14.	Hubungan antara erosivitas Wischmeir dan Smith (EI <sub>30</sub> ) dengan erosivitas prediksi (R <sub>Lal</sub> ).....	31
15.	Pengukuran kemiringan lahan.....	54
16.	Pemasangan alat drum plot erosi.....	54
17.	Saluran pembagi.....	55
18.	Pemasangan talang plot erosi.....	55
19.	Plot erosi.....	56
20.	Drum penampung erosi.....	56
21.	Ombrometer sederhana.....	57
22.	Pengukuran air hujan.....	57



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Data perhitungan erosititas harian bulan Februari 2018.....	42
2.	Perhitungan metode prediksi erosititas hujan harian bulan Februari 2018 .....	43
3.	Perhitungan t hitung .....	48
4.	Contoh perhitungan EI <sub>30</sub> .....	52
5.	Hasil perhitungan EI <sub>30</sub> .....	53
6.	Dokumentasi kegiatan penelitian .....	54



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kerusakan di Daerah Aliran Sungai (DAS) pada umumnya disebabkan karena perubahan lahan yang tidak terkontrol di bagian hulu DAS sehingga mengakibatkan terjadinya perubahan siklus hidrologi di DAS tersebut (Trisakti, 2014). Hancurnya daya dukung DAS merupakan faktor dominan yang menyebabkan terjadinya kekeringan dan banjir. Banjir yang terjadi selain disebabkan oleh faktor alam juga dipicu oleh kegiatan alih fungsi lahan di daerah atas atau hulu DAS, berupa alih fungsi lahan hutan menjadi lahan pertanian dan pemukiman yang tidak memperhatikan syarat-syarat konservasi tanah dan air yang mana secara hidrologis merupakan daerah resapan untuk wilayah tersebut. Pemanfaatan lahan yang tidak memperhatikan kaidah-kaidah konservasi tanah dan air berpotensi menyebabkan terjadinya degradasi lahan yang pada akhirnya akan menimbulkan lahan kritis (Asriadi dan Pristianto, 2018).

DAS Brantas adalah salah satu DAS paling kritis dari 29 DAS yang ada di Jawa Timur dengan wilayah lahan kritis yang hampir mencapai 50% separuh dari wilayah DAS. Permasalahan yang paling menonjol di kawasan ini adalah (a) alih-guna lahan dari hutan menjadi tanaman sayur-sayuran, (b) penurunan kuantitas dan kualitas air, dan (c) degradasi lahan. Perubahan penggunaan lahan (alih fungsi lahan) di DAS Brantas telah berlangsung sejak awal abad 20, namun terjadi secara lambat (*gradual*) (Widianto, Suprayogo, Sudarto, dan Lestariningsih, 2010). Alih fungsi lahan hutan menjadi lahan budidaya pertanian tidak saja memicu peningkatan erosi dan sedimentasi, tetapi juga mengakibatkan banjir dan kekeringan. Semakin banyak warga masyarakat tergantung dan terlibat dalam pengelolaan tanah/lahan di kawasan hulu sehingga permasalahan DAS Brantas semakin kompleks. Kondisi terkini mengharuskan semua pihak baik masyarakat di hulu, tengah maupun hilir Kali Brantas untuk memikul tanggung jawab bersama dalam memelihara DAS dengan melakukan pengelolaan DAS secara tepat.

Kondisi kerusakan hidrologi DAS Brantas sebenarnya telah dirasakan sejak awal tahun 1980-an, terutama oleh Proyek Brantas (sekarang Perum Jasa Tirta), yang membangun dan mengelola beberapa bendungan di sepanjang Kali Brantas sejak tahun 1970-an. Permasalahan yang dihadapi Proyek Brantas adalah besarnya

tingkat sedimentasi di waduk-waduk akibat erosi yang terjadi di bagian hulu (Widiyanto *et al.*, 2010). Kerusakan lahan diyakini oleh banyak pihak berawal dari proses pembukaan lahan hutan yang memiliki kelerengan curam untuk ditanami tanaman semusim terutama sayuran. Selain itu wilayah Sub DAS Brantas Hulu memiliki permasalahan penurunan kuantitas dan kualitas air yang diindikasikan dari seringnya terjadi banjir dan kekeringan di wilayah Kota Batu maupun bagian hilirnya yang mulai terjadi pada tahun 2000, selanjutnya terjadi hampir setiap musim penghujan dan yang paling besar terjadi pada tahun 2004. Berkurangnya kemampuan resapan tanah dan peningkatan aliran permukaan ini berdampak pada berkurangnya air pada musim kemarau dan meningkatnya erosi tanah pada musim hujan (Widiyanto *et al.*, 2010). Erosi tanah yang tinggi di Sub DAS Brantas Hulu yang dibawa oleh sungai ke danau atau waduk mengakibatkan tingginya tingkat kekeruhan perairan dan penurunan kualitas air. Adanya perubahan tutupan lahan merupakan salah satu faktor pemicu terjadinya penumpukan sedimen di kawasan tersebut. Berkurangnya lahan hutan sebagai resapan, dapat mempengaruhi besarnya erosi permukaan (Ahmad dan Verma, 2013), sehingga ketika hujan turun terjadi peningkatan dan percepatan aliran permukaan. Erosi merupakan peristiwa berpindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lain oleh media alami. Faktor-faktor yang mempengaruhi erosi tanah adalah hujan, tanah, kemiringan, vegetasi dan manusia (Utomo, 1994; Gelagay dan Minale, 2016). Erosi dapat menyebabkan penurunan kemampuan lahan (degradasi lahan) akibat hilangnya unsur hara dan kedalaman solum, dan penurunan kemampuan tanah untuk meresap air (infiltrasi). Hal ini meningkatkan limpasan air permukaan, penurunan kualitas air dan pendangkalan sungai. Erosi akan semakin besar jika curah hujan yang terjadi semakin tinggi (Man, 2016).

Kemampuan suatu hujan untuk dapat menimbulkan erosi disebut dengan erosivitas hujan. Erosivitas hujan menunjukkan kemampuan atau kapasitas hujan untuk menyebabkan erosi tanah (Blanco dan Lal, 2008). Besarnya erosivitas hujan sangat penting untuk memahami proses erosi tanah. Erosivitas hujan dapat dihitung melalui model pendugaan erosi. Model pendugaan yang banyak digunakan diberbagai negara termasuk Indonesia adalah model prediksi erosi *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Metode USLE merupakan metode untuk memprediksi

besarnya kehilangan tanah yang disebabkan oleh air. Metode USLE pertama kali diformulasikan oleh Wischmeier dan Smith pada tahun 1978. Dalam metode USLE, terdapat berbagai faktor yang mempengaruhi erosi, salah satunya adalah faktor erosivitas yang menggambarkan kemampuan air hujan merusak partikel-partikel tanah. Semakin besar nilai indeks erosivitas, maka semakin tinggi pula potensi erosi yang dihasilkan. Salah satu modifikasi yang banyak dikembangkan di Indonesia dalam pendugaan erosi adalah perhitungan erosivitas hujan (faktor R) karena mayoritas data hujan yang tersedia hanya data yang diperoleh dari Ombrometer, sedangkan data hujan yang digunakan dalam metode USLE diperoleh secara otomatis.

Energi kinetik intensitas hujan maksimum selama 30 menit ditetapkan sebagai indeks erosivitas hujan berdasarkan hasil penelitian jangka panjang di daerah beriklim sedang (*temperate*). Menurut Wischmeier dan Smith (1978) terdapat suatu hubungan yang erat antara intensitas curah hujan maksimum 30 menit ( $I_{30}$ ) dengan indeks erosivitas hujan. Nilai indeks erosivitas hujan dapat dicari dengan menggunakan data intensitas curah hujan maksimum 30 menit, dan data curah hujan dapat diperoleh dengan menggunakan alat penakar hujan otomatis. Hanya saja tidak semua tempat memiliki alat hujan otomatis, sehingga ketersediaan data intensitas curah hujan 30 menit sangat terbatas bahkan dapat dikatakan tidak tersedia. Umumnya data curah hujan yang banyak tersedia adalah data curah hujan hasil pencatatan direkapitulasi dalam periode harian, bulanan atau tahunan, sedangkan perhitungan  $EI_{30}$  memerlukan data hujan hasil pengukuran secara kontinu atau periodik jangka pendek <15 menit. Parameter  $EI_{30}$  tidak selalu menjadi indeks erosivitas hujan terbaik untuk wilayah lainnya, terutama di luar daerah beriklim sedang (*temperate*). Pada wilayah yang tidak tersedia data curah hujan 30 menit, indeks erosivitas hujan dapat diprediksi dengan menggunakan metode-metode prediksi indeks erosivitas hujan yang telah dimodifikasi sehingga dapat menggunakan data curah hujan harian. Sebagaimana di jelaskan pada Gambar 1, penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui kinerja dari metode prediksi indeks erosivitas yang telah dimodifikasi untuk memprediksi nilai erosivitas hujan di daerah Sub DAS Brantas Hulu. Metode prediksi erosivitas yang digunakan

adalah metode prediksi Bols dan metode prediksi Lal dengan menggunakan metode Wischmeier dan Smith (EI30) sebagai metode acuan.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan beberapa rumusan masalah antara lain:

1. Bagaimana hubungan antara curah hujan dengan besarnya nilai erosi?
2. Apakah model prediksi erosivitas hujan masih layak digunakan untuk menghitung nilai erosivitas hujan?
3. Bagaimana kinerja metode perhitungan erosivitas hujan jika diterapkan di Sub DAS Brantas Hulu?

### 1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Menganalisis hubungan antara curah hujan dengan erosi.
2. Mengetahui kelayakan kinerja dari model prediksi erosivitas hujan.
3. Menganalisis efektifitas kinerja metode prediksi erosivitas dalam memprediksi nilai erosivitas curah hujan di Sub DAS Brantas Hulu.

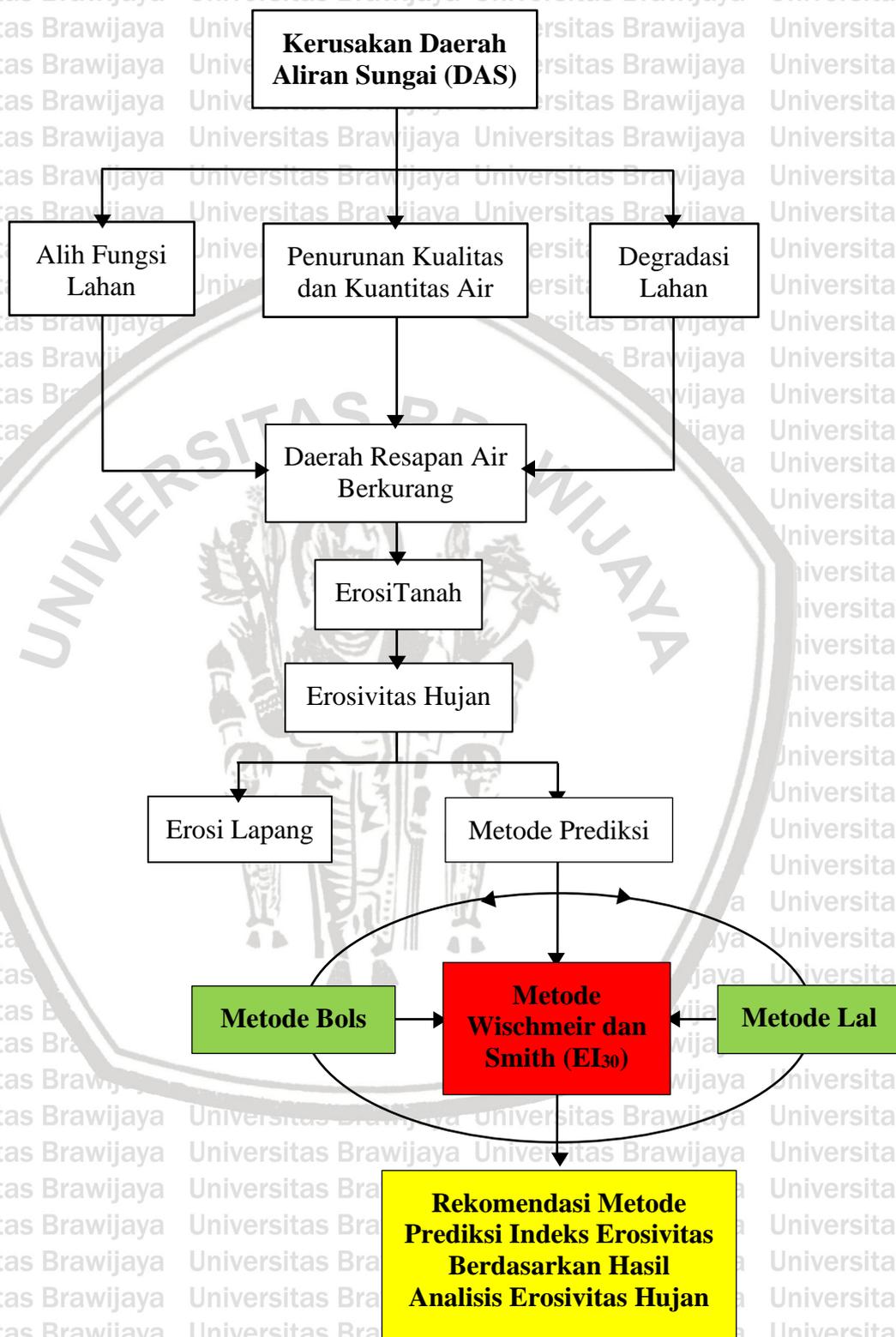
### 1.4 Hipotesis

1. Terdapat hubungan antara besarnya curah hujan dengan nilai erosi.
2. Model prediksi erosivitas hujan masih layak digunakan untuk menghitung nilai erosivitas hujan.
3. Metode prediksi erosivitas hujan dari Bols memiliki kinerja yang baik ketika diterapkan di Sub DAS Brantas Hulu.

### 1.5 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dalam menentukan penggunaan metode prediksi indeks erosivitas hujan yang efektif digunakan dalam penentuan nilai prediksi erosi.

### 1.6 Alur Pikir Penelitian



Gambar 1. Alur Pikir Penelitian

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Daerah Aliran Sungai

Daerah aliran sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau laut secara alami yang batas di darat merupakan pemisah topografi dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas di daratan. Daerah aliran sungai merupakan satuan wilayah tangkapan air (*catchment area*) yang dibatasi oleh pemisah topografi yang menerima hujan, menampung dan mengalirkan ke sungai dan seterusnya ke danau dan laut serta mengisi air bawah tanah (Antika, 2011). DAS merupakan suatu sistem sehingga bagian-bagian DAS mempunyai hubungan saling ketergantungan. DAS bagian hilir sangat tergantung pada DAS bagian hulu dalam hal penyediaan air (Tampubolon, 2008), dan setiap DAS terbagi habis ke dalam sub-sub. Sub DAS adalah bagian dari DAS yang menerima air hujan dan mengalirkannya melalui anak sungai ke sungai utama.

Lahan merupakan bagian bentang alam (*landscape*) yang mencakup pengertian dari fisik termasuk iklim, topografi (*relief*), hidrologi dan keadaan vegetasi alami (*natural vegetation*) yang semuanya secara potensial berpengaruh terhadap penggunaan lahan. Kemampuan penggunaan lahan merupakan kesanggupan lahan untuk memberikan hasil penggunaan pertanian pada tingkat produksi tertentu (Wirosoedarmo, Suharto, dan Hijriyanti, 2009), sehingga keberadaan DAS menjadi kebutuhan manusia baik untuk keperluan industri, pengairan pertanian dan konsumsi rumah tangga. Fungsi dari suatu DAS merupakan fungsi gabungan yang dilakukan oleh seluruh faktor yang ada dalam DAS tersebut, yaitu vegetasi, bentuk wilayah topografi, tanah dan pemukiman. Apabila salah satu faktor tersebut mengalami perubahan, maka hal tersebut akan berpengaruh pada ekosistem DAS dan dampaknya adalah terjadinya erosi. Menurut Maryanto, Murtiaksano, dan Rachman (2014) bahwa perubahan penggunaan lahan berdampak pada menurunnya fungsi DAS ditandai dengan menurunnya produktifitas lahan dan menurunnya daya resap air dalam tanah. Perencanaan penggunaan lahan diharapkan dapat memperbaiki kondisi tersebut dan meningkatkan kembali fungsi DAS. Pengelolaan DAS adalah upaya manusia dalam

mengendalikan hubungan timbal balik antara sumber daya alam dengan manusia di dalam DAS dan segala aktifitasnya, dengan tujuan membina kelestarian dan keserasian ekosistem serta meningkatkan kemanfaatan sumber daya alam bagi manusia secara berkelanjutan. Pemanfaatan lahan yang tidak memperhatikan kaidah-kaidah konservasi tanah dan air menyebabkan terjadinya degradasi lahan yang pada akhirnya akan menimbulkan lahan kritis (Asriadi dan Pristianto, 2018).

DAS Brantas dikenal sebagai kawasan yang terdapat beberapa mata air yang dinyatakan sebagai titik awal aliran Kali Brantas. DAS Sumber Brantas adalah salah satu DAS paling kritis dari sekitar 29 DAS yang ada di Jawa Timur. Hampir separuh dari wilayah DAS ini termasuk dalam kategori lahan kritis. Isu lingkungan yang paling menonjol di kawasan ini adalah (a) alih-guna lahan dari hutan menjadi tanaman sayur-sayuran, (b) penurunan kuantitas dan kualitas air, dan (c) degradasi lahan. Penurunan kuantitas dan kualitas air di DAS Sumber Brantas diindikasikan dari seringnya terjadi banjir dan kekeringan di wilayah Kota Batu maupun bagian hilirnya. Kerusakan lahan diyakini oleh banyak pihak berawal dari proses pembukaan lahan hutan yang memiliki kelerengan curam untuk ditanami tanaman semusim terutama sayuran. Kehilangan tanah akibat erosi di beberapa kawasan DAS Mikro ditaksir sebesar  $1,500 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{thn}^{-1}$  (Widianto *et al.*, 2010).

## 2.2 Erosi

Erosi merupakan peristiwa berpindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lain oleh media alami. Macam-macam erosi berdasarkan bentuknya, dibedakan menjadi (1) erosi percikan, yaitu erosi hasil dari percikan atau benturan air hujan secara langsung pada partikel tanah dalam keadaan basah, (2) erosi lembaran, yaitu erosi akibat terlepasnya tanah dari lereng dengan tebal lapisan yang tipis, (3) erosi alur, yaitu erosi akibat pengikisan tanah oleh aliran air yang membentuk parit atau saluran kecil, (4) erosi parit, proses yang terjadi sama seperti erosi alur, terjadi bila aluralur menjadi semakin lebar dan dalam yang membentuk parit dengan kedalaman yang mencapai 1 sampai 2,5 meter atau lebih, dan (5) erosi sungai atau saluran, terjadi akibat terkikisnya permukaan tanggul sungai dan gerusan sedimen di sepanjang dasar saluran (Asriadi dan Pristianto, 2018). Erosi tanah terjadi melalui tiga tahap, yaitu tahap pelepasan partikel tunggal dari massa tanah dan tahap pengangkutan oleh media yang erosif

seperti aliran air dan angin. Pada kondisi dimana energi yang tersedia tidak lagi cukup untuk mengangkut partikel, maka akan terjadi tahap yang ketiga yaitu pengendapan (Vadari, Subagyo, dan Sutrisno, 2004). Secara umum erosi merupakan fungsi dari iklim, topografi, vegetasi, tanah dan aktivitas manusia. Topografi merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap erosi, salah satunya kelerengan. Padang rumput yang tebal atau hutan yang lebat dapat menghilangkan pengaruh hujan dan topografi terhadap erosi. Akar-akar tanaman dapat menyebabkan agregat tanah menjadi stabil secara mekanik dan kimia. Akar serabut mengikat butir-butir tanah, sedangkan sekresi dari bagian tanaman memberikan zat-zat kimia yang berfungsi sebagai pemantap agregat (Asriadi dan Pristiando, 2018).

Sedimentasi juga dipengaruhi oleh energi yang ditimbulkan oleh kecepatan aliran air, debit air yang mengalir dan juga mudah tidaknya material-material (partikel-partikel terangkut). Periode paling rawan terhadap erosi adalah pada saat pengolahan tanah dan pada awal pertumbuhan tanaman. Pada periode ini sebagian besar permukaan tanah terbuka menyebabkan butir-butir hujan dapat memecah bongkah-bongkah tanah menjadi hancur dan mudah terbawa aliran permukaan, karena proses erosi sangat dipengaruhi oleh gerakan air, angin dan kegiatan geologis lainnya (Jhonson, Julien, Molar, dan Watson, 2000). Kemampuan hujan untuk dapat menghancurkan agregat tanah ditentukan oleh besarnya energi kinetik dari air hujan yang jatuh di atas permukaan tanah. Tinggi rendahnya intensitas hujan akan mencerminkan besar kecilnya energi kinetik yang dihasilkan yang dapat menentukan besar kecilnya erosi yang akan diakibatkannya. Semakin tinggi intensitas hujan maka akan semakin banyak proses pelepasan butiran tanah dari agregatnya melalui erosi percikan (*Splash Erosion*). Intensitas hujan yang tinggi maka limpasan permukaan akan tinggi pula, sehingga kombinasi antara percikan air hujan dan laju limpasan permukaan merupakan dua kekuatan yang saling mempengaruhi untuk menyebabkan terjadinya erosi tanah. Penataan lahan dan tanaman dapat membantu memperkecil erosi sekaligus dapat meningkatkan produktivitas tanah, karena jika permukaan tanah tertutup oleh tanaman maka pukulan butiran air hujan tidak langsung dapat menghantam permukaan tanah tersebut sehingga erosi percikan yang terjadi sangat kecil (Vadari *et al.*, 2004).

Selain itu dengan penataan lahan seperti penterasan maka laju limpasan permukaan menjadi lambat sehingga daya gerus limpasan permukaan terhadap permukaan tanah akan menjadi kecil. Akibatnya pada daerah yang telah mengalami penataan lahan dan tanaman dengan baik maka bahaya erosi dapat dihindarkan (Baumhardt dan Blanco, 2014).

Erosi sangat menentukan berhasil tidaknya suatu pengelolaan lahan. Maka dari itu erosi merupakan faktor yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan penggunaan lahan atau pengelolannya (Vadari *et al.*, 2004). Dampak erosi adalah penurunan kesuburan tanah dan penurunan kapasitas tanah dalam menyerap dan menyimpan air. Hilangnya *top soil* yang merupakan lapisan tanah atas yang subur akan menyebabkan penurunan kesuburan tanah (Morgan, 2005). Penurunan kesuburan tanah merupakan suatu keadaan yang menyebabkan produktivitas tanah berkurang karena adanya kemunduran sifat tanah baik fisik, kimiawi dan biologis (Asriadi dan Pristianto, 2018). Penurunan tingkat produktivitas akan berakibat semakin banyaknya input hara (pupuk) yang dibutuhkan untuk mencapai tingkat produksi tertentu, yang berarti biaya yang diperlukan meningkat. Hal penting lain yang dapat di perhatikan adalah erosi menyebabkan pengurangan ketebalan tanah terutama lapisan tanah atas yang subur dan merupakan media untuk tumbuh, padahal proses pembentukan tanah memerlukan waktu yang sangat lama sehingga kerusakan sifat fisik tersebut sulit untuk diperbaiki (Morgan, 2005).

### 2.3 Faktor yang Mempengaruhi Erosi

Erosi yang terjadi tidak hanya karena adanya faktor hujan dan kepekaan tanah saja, tetapi juga dipengaruhi oleh vegetasi, kemiringan dan manusia. Menurut Utomo (1994) erosi dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$E = f(i, r, v, t, m)$$

Keterangan: E adalah erosi, i (iklim), r (topografi), v (vegetasi), t (tanah) dan m (manusia).

#### 1. Iklim

Faktor utama yang mempengaruhi terjadinya erosi pada beriklim tropis seperti Indonesia yaitu hujan. Air hujan dapat menimbulkan erosi jika intensitasnya cukup tinggi dan jatuhnya dalam waktu relatif lama. Ukuran butir hujan juga sangat berperan dalam menentukan erosi. Hal tersebut

disebabkan karena dalam proses erosi, energi kinetik merupakan penyebab utama dalam penghancuran agregat-agregat tanah. Agregat tanah yang hancur tersebut akan menutup pori-pori tanah dan menyebabkan infiltrasi rendah sehingga berakibat terjadi limpasan permukaan (Vadari *et al.*, 2004). Besarnya energi kinetik hujan bergantung pada jumlah hujan, intensitas, dan kecepatan jatuhnya hujan. Kecepatan jatuhnya butir-butir hujan itu sendiri ditentukan ukuran butir-butir hujan dan angin.

## 2. Topografi

Faktor topografi yang berpengaruh pada erosi adalah kemiringan, panjang dan bentuk lereng. Semakin curam kemiringan lereng maka semakin besar juga kemungkinan terjadinya erosi.

## 3. Vegetasi

Fungsi vegetasi terhadap erosi yaitu melindungi permukaan tanah dari air hujan secara langsung, menurunkan kecepatan dan volume air larian, mempertahankan kemantapan tanah dalam menyerap air.

## 4. Tanah

Sifat-sifat tanah yang berpengaruh terhadap erosi yaitu tekstur, struktur, bahan organik tanah, kedalaman tanah, sifat lapisan tanah dan tingkat kesuburan tanah. Sifat tanah yang mempengaruhi erosi yaitu erodibilitas. Erodibilitas adalah daya tahan terhadap pengurai dan pengangkutan oleh tenaga erosi.

## 5. Manusia

Manusia memiliki peran dalam mempercepat laju erosi, hal tersebut dikarenakan kegiatan manusia yang kurang memperhatikan lingkungan seperti penebangan hutan, sistem pertanian yang salah yang hanya mementingkan diri sendiri.

## 2.4 Metode Prediksi Erosi

Pemodelan erosi tanah adalah penggambaran secara matematik proses-proses penghancuran, *transport*, dan deposisi partikel tanah di atas permukaan lahan. Menurut Vadari *et al.*, (2004) terdapat tiga alasan dilakukannya pemodelan erosi, yaitu:

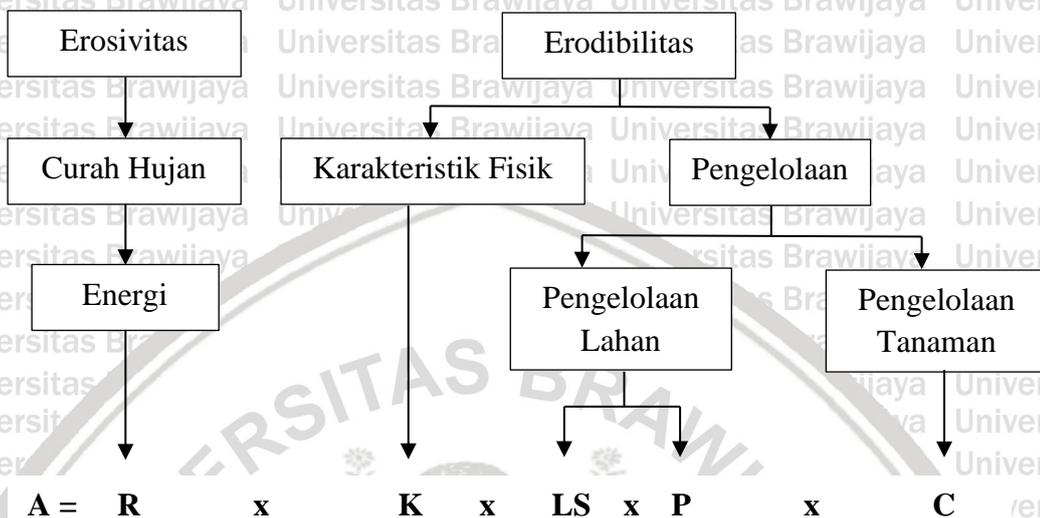
1. Model erosi dapat digunakan sebagai alat prediksi untuk menilai/menaksir kehilangan tanah yang berguna untuk perencanaan konservasi tanah (*soil conservation planning*), inventarisasi erosi tanah, dan untuk dasar pembuatan peraturan (*regulation*);
2. Model-model matematik yang didasarkan pada proses fisik (*physically based mathematical models*) dapat memprediksi erosi di mana dan kapan erosi terjadi, sehingga dapat membantu para perencana konservasi tanah dalam menentukan targetnya untuk menurunkan erosi, dan;
3. Model dapat dijadikan sebagai alat untuk memahami prose-proses erosi dan interaksinya, dan untuk penetapan prioritas penelitian.

Banyak model erosi yang telah dikembangkan, dimulai dengan *Universal Soil Loss Equation* (USLE), dan beberapa model empiris lainnya, misalnya *Revised Universal Soil Loss Equation* (RUSLE), *modified universal soil loss equation* (MUSLE) yang dikembangkan atau berpatokan pada konsep USLE. Beberapa model fisik dikembangkan setelah USLE, salah satu diantaranya adalah model fisik *griffith university erosion system template* (GUEST) (Rose, Coughland, Ciesiolka, dan Fentie, 1997).

### 2.5 Metode Prediksi USLE

*Universal Soil Loss Equation* (USLE) merupakan salah satu persamaan yang pertama kali dikembangkan untuk mempelajari erosi lahan, yang berkembang terus menjadi persamaan yang disebut memungkinkan perencana memprediksi laju erosi rata-rata lahan tertentu pada suatu kemiringan dengan pola hujan tertentu untuk setiap macam-macam jenis tanah dan penerapan pengelolaan lahan (tindakan konservasi lahan) (Vadari *et al.*, 2004). USLE dirancang untuk memprediksi erosi jangka panjang. Model penduga erosi USLE merupakan model empiris yang dikembangkan di Pusat Data Aliran Permukaan dan Erosi Nasional, Dinas Penelitian Pertanian, Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA). Model tersebut dikembangkan berdasarkan hasil penelitian erosi di petak kecil (Wischmeier plot) dalam jangka panjang yang dikumpulkan dari 49 lokasi penelitian. Berdasarkan data dan informasi yang diperoleh dibuat model penduga erosi dengan menggunakan data curah hujan, tanah, topografi dan pengelolaan lahan (Wischmeier dan Smith, 1978).

Perhitungan bahaya erosi sangat dipengaruhi oleh faktor curah hujan, panjang lereng, kemiringan lereng, tanah, serta penutupan lahan berikut tindakan pengelolannya. Dengan faktor-faktor tersebut, maka besar erosi dapat ditentukan dengan rumus USLE yang dikembangkan Wischmeier dan Smith (1978).



Gambar 2. Rumus USLE

Keterangan:

- A = Erosi tanah tahunan (ton.ha<sup>-1</sup>.th<sup>-1</sup>)
- R = Erosivitas hujan (ton m<sup>2</sup> cm/ha<sup>-1</sup>.jam<sup>-1</sup>)
- K = Erodibilitas (kepekaan) tanah
- LS = Faktor panjang dan kemiringan lereng
- P = Tindakan konservasi
- C = Faktor pengelolaan tanaman

Rumus ini diperoleh dan dikembangkan dari kenyataan bahwa erosi adalah fungsi erosivitas dan erodibilitas. Penggunaan rumus ini di satu wilayah dimana curah hujan dan jenis tanahnya relatif sama sedangkan yang beragam adalah faktor-faktor panjang lereng, kemiringan, serta pengelolaan lahan dan tanaman (L, S, P dan C). Sedangkan erosivitas hujan (R) dan erodibilitas (K) relatif sama.

Implikasinya adalah bahwa pengendalian erosi dapat dilakukan melalui pengendalian faktor L, S, P dan C. Pengendalian faktor tersebut digabungkan dalam dua macam pengelolaan yakni pengelolaan lahan dan pengelolaan tanaman. Rumus

USLE tidak bisa digunakan untuk menduga erosi tanah dari suatu lembah, sebab faktor-faktor tersebut tidak cocok untuk erosi parit dan atau erosi bantaran sungai.

Rumus ini juga tidak dapat dengan tepat menghitung erosi satu kali kejadian. Model penduga erosi USLE juga telah secara luas digunakan di Indonesia, selain digunakan sebagai model penduga erosi wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS), model tersebut juga digunakan sebagai landasan pengambilan kebijakan pemilihan teknik konservasi tanah dan air yang akan diterapkan walaupun ketepatan penggunaan model tersebut dalam memprediksi erosi DAS masih diragukan. Hal ini disebabkan karena model USLE hanya dapat memprediksi rata-rata kehilangan tanah dari erosi lembar dan erosi alur, tidak mampu memprediksi pengendapan sedimen pada suatu *landscape* dan tidak menghitung hasil sedimen dari erosi parit, tebing sungai dan dasar sungai (Wischmeier dan Smith, 1978).

Berdasarkan hasil perbandingan besaran erosi hasil pengukuran di petak erosi standar (Wischmeier plot) dan erosi hasil pendugaan diketahui bahwa model USLE memberikan dugaan yang lebih tinggi untuk tanah dengan laju erosi rendah, dan erosi dugaan yang lebih rendah untuk tanah dengan laju erosi tinggi (Vadari *et al.*, 2004). Dengan kata lain kurang keakuratan hasil pendugaan erosi pada skala plot, mencerminkan hasil dugaan model ini pada skala DAS akan mempunyai keakuratan yang kurang baik. Alasan utama penggunaan model USLE untuk memprediksi erosi DAS karena model tersebut relatif sederhana dan input parameter model yang diperlukan mudah diperoleh (biasanya tersedia dan dapat dengan mudah diamati di lapangan) (Tarigan dan Sinukaban, 2001).

## 2.6 Prediksi Nilai Indeks Erosivitas Hujan

Kemampuan hujan untuk menimbulkan atau menyebabkan erosi dinamai daya erosi hujan atau erosivitas hujan. Indeks erosivitas hujan adalah pengukur kemampuan suatu hujan untuk menimbulkan erosi (Blanco dan Lal, 2008; Unger, 2006). Sedangkan prediksi erosi adalah metode untuk memperkirakan laju erosi yang akan terjadi dari tanah dengan penggunaan dan pengelolaan lahan tertentu.

Perkiraan laju erosi yang masih dapat ditoleransi, maka dapat ditentukan kebijaksanaan penggunaan lahan dan tindakan konservasi yang diperlukan untuk areal tersebut (Vadari *et al.*, 2004).

Sifat hujan yang mempengaruhi erosivitas antara lain: jumlah, intensitas, kecepatan jatuh, distribusi ukuran butir hujan. Parameter tersebut mempengaruhi total erosivitas hujan. Namun kenyataannya data terukur terhadap parameter diatas

tidak selalu tersedia pada semua wilayah sehingga mempengaruhi tingkat keakuratan hasil analisis erosivitas hujan. Erosivitas hujan penting untuk memahami proses erosi, memperkirakan tingkat erosi tanah, dan merancang cara untuk mengendalikan erosi. Erosivitas hujan dan pengaruhnya dibedakan oleh wilayah iklim. Distribusi tahunan curah hujan juga mempengaruhi erosivitas hujan (Blanco dan Lal, 2008). Persamaan yang digunakan untuk menghitung indeks erosivitas hujan beragam, antara lain;

**2.5.1 Metode Wischmeier dan Smith (EI<sub>30</sub>)**

Model USLE menggunakan energi kinetik intensitas hujan maksimum selama 30 menit (EI<sub>30</sub>) yang merupakan hasil perkalian antara energi kinetik (E) dari satu kejadian dengan intensitas hujan maksimum 30 menit (I<sub>30</sub>) (Asdak, 2002; Morgan, 2005). Energi kinetik intensitas hujan maksimum selama 30 menit ditetapkan sebagai indeks erosivitas berdasarkan hasil penelitian jangka panjang di daerah beriklim sedang. Nilai E dapat dihitung menggunakan persamaan 1:

$$E = 210.3 + 89 \log I \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

E = Energi kinetik hujan (ton m.ha<sup>-1</sup>.cm<sup>-1</sup> hujan)

I = Intensitas hujan (cm.jam<sup>-1</sup>)

Besarnya nilai I<sub>30</sub> diperoleh dari hasil pengukuran curah hujan dilapangan menggunakan alat pencatat curah hujan otomatis. Besarnya nilai I<sub>30</sub> dapat dicari dengan persamaan 2:

$$EI_{30} = E (I_{30} / 100) \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

EI<sub>30</sub> = Indeks erosivitas hujan maksimum selama 30 menit

E = Energi kinetik hujan (ton m.ha<sup>-1</sup>.cm<sup>-1</sup> hujan)

I<sub>30</sub> = Intensitas hujan maksimum selama 30 menit (cm.jam<sup>-1</sup>)

**2.5.2 Metode Bols**

Nilai R metode Bols dapat dihitung dengan menggunakan data curah hujan maksimum selama 24 jam. Nilai erosivitas hujan harian (Rh) dapat dihitung menggunakan persamaan 3 (Bols, 1978):



$$Rh = (2,476 (Ph)^2)/(0,02727 Ph + 0,725) \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

Rh = Erosivitas hujan harian

Ph = Curah hujan harian (cm)

### 2.5.3 Metode Lal

Metode Lal atau indeks AIm didapat dari hasil perkalian data jumlah curah hujan ke-m dengan intensitas hujan maksimal pada kejadian ke-m. Nilai erosivitas hujan harian (Rh) dapat dihitung menggunakan persamaan 4 dan 5 (Lal, 1976):

$$RAIm = \frac{\sum_{m=1}^n (AIm)m}{N} \dots \dots \dots (4)$$

$$AIm = \sum_{m=1}^n A \times Im \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :

RAIm = Indeks erosivitas hujan

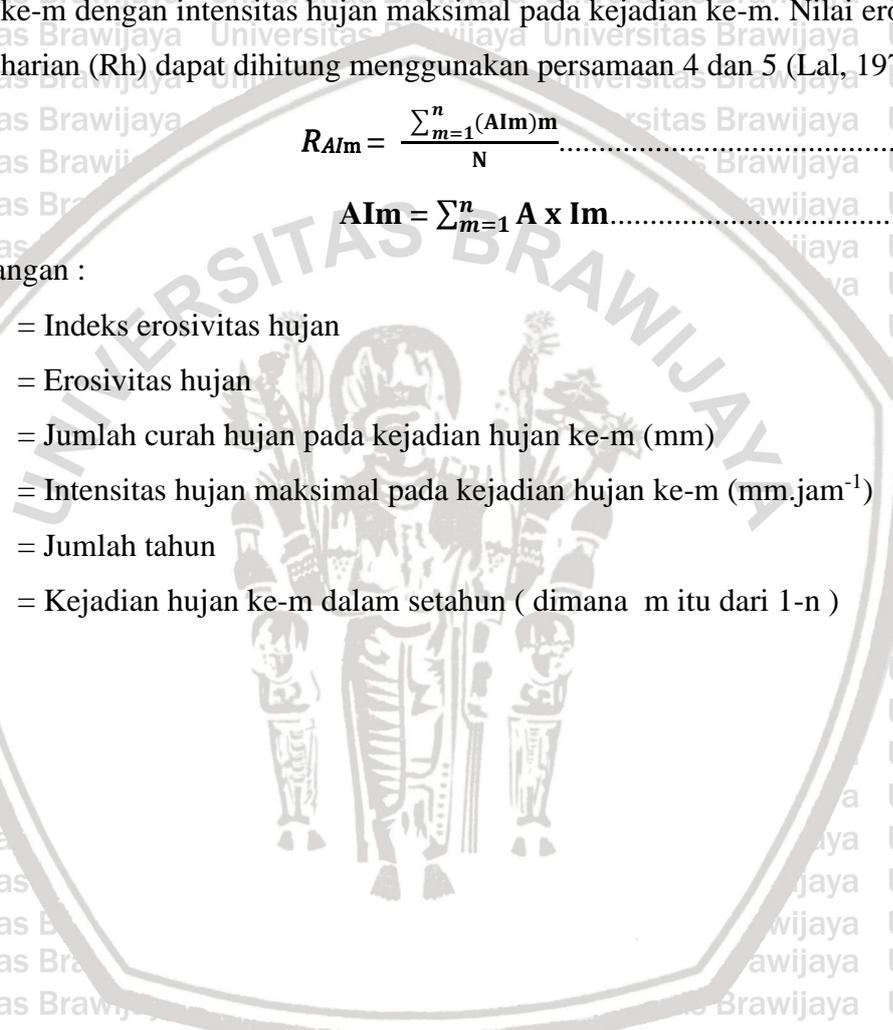
AIm = Erosivitas hujan

A = Jumlah curah hujan pada kejadian hujan ke-m (mm)

Im = Intensitas hujan maksimal pada kejadian hujan ke-m (mm.jam<sup>-1</sup>)

n = Jumlah tahun

m = Kejadian hujan ke-m dalam setahun ( dimana m itu dari 1-n )



### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di DAS Brantas Hulu Desa Junrejo, Kecamatan Junrejo, Kota Batu pada bulan Januari hingga Mei 2018 dan analisis sampel tanah dilaksanakan di laboratorium Fisika Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

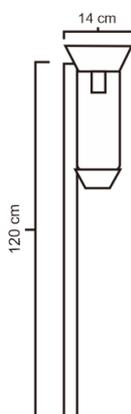
#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan penelitian ini meliputi alat yang digunakan untuk kegiatan lapangan dan alat laboratorium untuk analisis sampel tanah. Alat yang digunakan dalam kegiatan lapangan antara lain plot erosi yang terdiri dari drum penampung dan apron, klinometer, *Global Positioning System* (GPS), *waterpass*, meteran, plastik rol, gelas ukur, plastik ukuran 1kg, karet gelang, kertas saring, botol plastik, alat tulis, dan ombrometer. Alat yang digunakan untuk analisis laboratorium adalah timbangan analitik, dan oven. Sedangkan alat yang digunakan untuk Analisa data adalah *software* (*Excel 2010*, dan *Word 2010*).

Bahan yang digunakan penelitian ini ialah sampel tanah erosi yang di dapat dari plot pengamatan, serta data curah hujan dan intensitas hujan selama 30 menit dari stasiun klimatologi yang terletak di DAS Brantas Batu.

#### 3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode observasi lapangan dan analisis laboratorium. Observasi lapang dilakukan dengan menggunakan plot yang berukuran 22,1 x 3 m. Petak penelitian juga disiapkan ombrometer sederhana untuk mendapatkan nilai curah hujan yang terjadi di lahan.



Gambar 3. Instalasi Ombrometer Sederhana

Alat penakar hujan atau ombrometer sederhana dibuat dengan menggunakan corong dengan diameter 14 cm dan penampung dari botol dengan volume 1,5l, tinggi 120 cm di atas permukaan tanah.

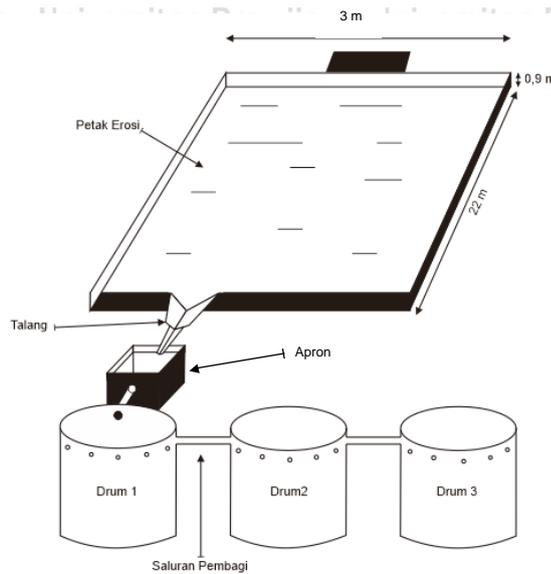
### 3.4 Tahapan Penelitian

Penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahap kegiatan yaitu persiapan petak penelitian, pengambilan data lapangan, pengambilan sampel tanah, analisis sampel tanah di laboratorium, dan perhitungan nilai erosivitas dengan berbagai model pendugaan yang sudah ada.

#### 3.4.1. Persiapan Petak Penelitian

Persiapan petak penelitian terdiri dari penentuan lokasi penelitian dan pemasangan plot penelitian. Lokasi penelitian berada di Desa Junrejo, Kecamatan Junrejo, Kota Batu. Lokasi dipilih berdasarkan metode *purposive sampling*. Metode *purposive sampling* adalah metode penentuan lokasi yang ditentukan secara sengaja oleh peneliti karena memiliki kriteria tertentu. Kriteria yang dimaksud dalam penelitian ini diantaranya adalah Kecamatan Junrejo secara administrasi masuk ke dalam Kota Batu yang merupakan bagian hulu dari DAS Brantsa, lokasi penelitian diketahui mengalami degradasi lahan yang bersumber dari erosi sehingga perlu diestimasi nilai erosi di lokasi penelitian, serta keanekaragaman lahan yang dapat mewakili faktor-faktor erosi yang diamati.

Plot penelitian adalah lahan kosong yang memiliki panjang minimal 22,1 m yang kemudian di tiap sisinya dibuat gulud dari tanah agar air yang dari dalam plot tidak mengarah keluar, dan air yang berasal dari luar tidak masuk kedalam plot penelitian. Plot penelitian kemudian dipasangkan alat berupa drum yang telah disatukan dengan apron yang dipasang searah kemiringan lereng dengan tujuan agar aliran air mengarah kedalam drum tersebut. Drum penampung ditutup menggunakan plastik dengan tujuan agar plastik air yang masuk kedalam drum hanya air yang berasal dari limpasan permukaan dari lahan.



Gambar 4. Penampang Petak Penelitian

### 3.4.2. Pengamatan Data Lapangan

Pengambilan data lapangan dilakukan untuk mengumpulkan data primer di lokasi penelitian. Pengamatan di lapangan terdiri dari pengukuran curah hujan dengan menggunakan ombrometer, pengukuran massa tanah tererosi, kemiringan lahan, panjang lereng.

#### 1. Curah Hujan

Pengamatan curah hujan menggunakan alat ombrometer sederhana yang telah dipasangkan di plot penelitian. Pengamatan curah hujan dilaksanakan setiap pagi hari setelah kejadian hujan pada daerah plot penelitian. Ombrometer dibuat dengan menggunakan corong berdiameter 14,5 cm dan penampung yang terbuat dari botol dengan volume 1,5 L. Alat ombrometer diletakkan pada lahan terbuka daerah plot penelitian agar air hujan yang tertampung tidak dipengaruhi oleh bangunan dan pepohonan. Pengamatan curah hujan dilakukan dengan cara mengukur volume air yang telah tertampung di dalam ombrometer yang kemudian dikonversi menjadi kedalaman hujan ekuivalen (mm). Konversi dilakukan dengan rumus:

$$P = \frac{PV}{A} \times 10 \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan:

P = Kedalaman hujan ekuivalen (mm)

P<sub>v</sub> = Volume hujan yang tertampung dalam ombrometer (ml)

A = Luas permukaan ombrometer (cm<sup>2</sup>)



2. Massa Tanah Tererosi

Masa tanah tererosi didapatkan dari limpasan permukaan dan erosi yang terjadi di plot penelitian, sehingga pengamatan masa tanah tererosi dilaksanakan setiap pagi setelah kejadian hujan. Limpasan permukaan diukur sebagai bahan perhitungan massa tanah tererosi. Pengukuran volume total limpasan permukaan dilakukan dengan menjumlah volume air pada plot drum yang tertampung.

**Volume apron (Vap)** =  $p_{ap} \times l_{ap} \times t_{ap}$ .....(7)

**Volume drum 3 (Vd3)** =  $\pi \times r_{d3}^2 \times t_{d3}$ .....(8)

**Volume drum 2 (Vd2)** =  $(\pi \times r_{d2}^2 \times t_{d2}) + (9 \times Vd3)$ .....(9)

**Volume drum 1 (Vd1)** =  $(\pi \times r_{d1}^2 \times t_{d1}) + (8 \times Vd2)$ .....(10)

**Volume total (Vtotal)** =  $V_{ap} + Vd1 + Vd2 + Vd3$ .....(11)

Keterangan:

$P_{ap}$  = Panjang apron (m)

$l_{ap}$  = Lebar apron (m)

$t$  = Tinggi permukaan air (m)

$r$  = Jari-jari drum (m)

$V$  = Volume limpasan (l)

Pengukuran erosi dilakukan dengan cara mengambil sampel 1 L pada plot penelitian masing-masing drum dan apron yang telah dihomogenkan. Sampel air tersebut kemudian diendapkan dan disaring menggunakan kertas saring. Material endapan yang tertinggal pada kertas saring kemudian dioven dan ditimbang masa keringnya (Bksp). Massa sedimen kemudian dikonversikan untuk memperoleh massa tanah tererosi setiap satuan petak penelitian dan kemudian dikonversi kembali untuk memperoleh satuan  $ton.ha^{-1}$  dengan persamaan:

**Berat sedimen ( $A_{ap,d1,d2,d3}$ )** =  $\frac{(\frac{V_{total}}{V_{sp}} \times Bksp)}{Luas Lahan}$ .....(12)

**Total berat sedimen tanah (Ap)** =  $\frac{A_{ap}+A_{d1}+A_{d2}+A_{d3}}{100}$ .....(13)

Keterangan:

$A$  = Berat sedimen pada penampung ( $g.m^2$ )

$A_p$  = Total berat sedimen ( $ton.ha^{-1}$ )

$V_{sp}$  = Volume air sub sampel yang tertampung (l)

$Bksp$  = Berat kering sedimen sub sampel (g)



### 3. Kemiringan Lahan

Kemiringan lahan di amati dilahan dengan menggunakan alat klinometer dengan cara membidik searah lereng sehingga posisi lereng dengan klinometer sejajar dengan kemiringan lereng, sehingga didapatkan nilai kemiringan lereng dalam bentuk persen dan derajat.

#### 3.4.3. Perhitungan Metode Prediksi Erosivitas Hujan

Data curah hujan yang digunakan dalam perhitungan metode prediksi erosivitas hujan adalah data curah hujan otomatis yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Stasiun Klimatologi Malang. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan dalam bulan Februari 2018 sesuai dengan kegiatan pengamatan lapang. Metode prediksi erosivitas yang digunakan terdiri dari 3 metode, yaitu metode Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ) yang kemudian digunakan sebagai model acuan, model prediksi erosivitas Bols dan model prediksi erosivitas Lal yang kemudian digunakan sebagai model yang akan diamati.

#### 1. Persamaan Wischmeier dan Smith

Perhitungan erosivitas hujan menggunakan metode Wischmeier dan Smith yang kemudian nilai tersebut menjadi nilai acuan yang dinotasikan dalam bentuk  $EI_{30}$ . Indeks erosivitas hujan dapat diperoleh dengan menghitung besarnya energi kinetik hujan ( $E_k$ ) yang ditimbulkan oleh intensitas hujan maksimum selama 30 menit ( $EI_{30}$ ). Nilai  $E$  dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$E = 210.3 + 89 \log I \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

$E$  = Energi kinetik hujan ( $\text{ton m.ha}^{-1}.\text{cm}^{-1}$  hujan)

$I$  = Intensitas hujan ( $\text{cm.jam}^{-1}$ )

Besarnya nilai  $I_{30}$  diperoleh dari hasil pengukuran curah hujan dilapangan menggunakan alat pencatat curah hujan otomatis. Besarnya nilai  $I_{30}$  dapat dicari dengan persamaan:

$$EI_{30} = E (I_{30} / 100) \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

$EI_{30}$  = Indeks erosivitas hujan maksimum selama 30 menit

$E$  = Energi kinetik hujan ( $\text{ton m.ha}^{-1}.\text{cm}^{-1}$  hujan)

$I_{30}$  = Intensitas hujan maksimum selama 30 menit ( $\text{cm.jam}^{-1}$ )

**2. Persamaan Bols**

Berdasarkan perhitungan erosivitas hujan harian didapatkan nilai curah hujan harian yang kemudian dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Rh = (2,476 (Ph)^2) / (0,02727 Ph + 0,725) \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

$Rh$  = Erosivitas hujan harian

$Ph$  = Curah hujan harian (cm)

**3. Persamaan Lal**

Berdasarkan perhitungan erosivitas hujan harian didapatkan nilai curah hujan harian yang kemudian dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$RAIm = \frac{\sum_{m=1}^n (AIm)m}{N} \dots \dots \dots (4)$$

$$AIm = \sum_{m=1}^n A \times Im \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan:

$RAIm$  = Indeks erosivitas hujan

$Aim$  = Erosivitas hujan

$A$  = Jumlah curah hujan pada kejadian hujan ke-m (mm)

$Im$  = Intensitas hujan maksimal pada kejadian hujan ke-m ( $\text{mm.jam}^{-1}$ )

$n$  = Jumlah tahun

$m$  = Kejadian hujan ke-m dalam setahun (dimana  $m$  itu dari 1-n)

**3.5 Analisa Data**

Data pengamatan yang diperoleh dianalisis menggunakan uji Statistik dilakukan untuk menguji hipotesis awal yang menyatakan bahwa nilai erosivitas hasil prediksi tidak berbeda dengan nilai erosivitas acuan yang dapat ditulis sebagai berikut:

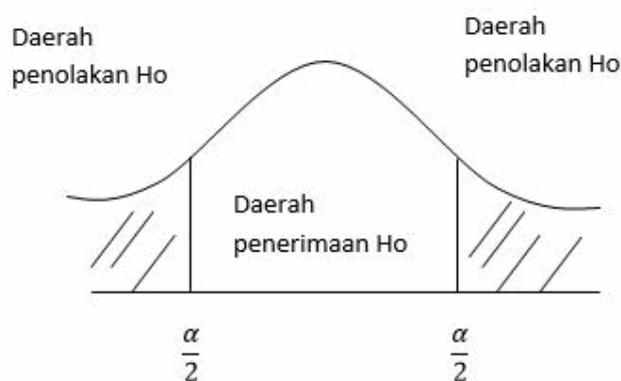


$$H_0 : x = y$$

$$H_1 : x \neq y$$

Dimana x merupakan erosititas yang diprediksikan menggunakan persamaan Bols, dan persamaan Lal, sedangkan y merupakan erosititas acuan yang merupakan nilai erosititas yang diperoleh dari persamaan Weschmeir dan Smith.

Nilai tingkat signifikan  $\alpha$  yang digunakan dalam pengujian untuk uji t sebesar 1% (0.01). daerah kritis, merupakan daerah dimana  $H_0$  ditolak, sehingga kesimpulannya membenarkan hipotesis alternatif  $H_1$ .



Gambar 5. Uji t Dua Arah

Daerah kritis dibentuk antara dua nilai t tabel yang mana nilai tersebut diperoleh dengan menunjukkan tabel t. Apabila nilai t hasil perhitungan (t hitung) masuk dalam daerah kritis maka hipotesis awal ( $H_0$ ) diterima, begitu pula sebaliknya. Nilai t hitung dapat dicari dengan menggunakan persamaan:

$$t = \frac{D}{SD \sqrt{n}} \dots \dots \dots (14)$$

Dimana:

$$D = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n Di \dots \dots \dots (15)$$

$$SD = \left( \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Di - D)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (16)$$

$$Di = x - y \dots \dots \dots (17)$$

Koefisien korelasi antara (X, Y,) adalah menunjukkan hubungan linier antara variabel X, dan Y. Menurut Soewarno (1995) bahwa dalam analisis hidrologi hubungan antara fenomena, berdasarkan nilai koefisien korelasi dapat dinyatakan sebagai berikut:



Tabel 1. Interpretasi Koefisien Korelasi (r)

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0	Tidak Ada Korelasi
0,00 – 0,25	Korelasi Sangat Lemah
0,25 – 0,50	Korelasi Cukup
0,50 – 0,75	Korelasi Kuat
0,75 – 0,99	Korelasi Sangat Kuat
1	Korelasi Sempurna



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

#### 4.1.1 Deskripsi Wilayah Penelitian

DAS Brantas terletak di Provinsi Jawa Timur, dengan luas sekitar 17.344 ha. Wilayah DAS Brantas sebagian besar berada di wilayah Kota Batu dan sebagian kecil berada di Kabupaten Malang (Kecamatan Pujon dan Karangploso). Bagian hulu DAS Brantas termasuk kawasan Taman Hutan Raya. Secara geografik terletak pada  $115^{\circ}17'0''$  hingga  $118^{\circ}19'0''$  Bujur Timur dan  $7^{\circ}55'30''$  hingga  $7^{\circ}57'30''$  Lintang Selatan (Widianto *et al.*, 2010). Daerah aliran sungai Brantas memiliki tangkapan hujan seluas 11.800 km<sup>2</sup>, memiliki panjang 320 km dengan potensi air 315 juta m<sup>3</sup> (Subijanto, Harianto, dan Ruritan, 2013). Sungai Brantas bermula di pegunungan di sekitar kota Malang dan berakhir di lautan yang berjarak sekitar 30 km sebelah selatan kota Surabaya (Bullock dan Burton, 1988).

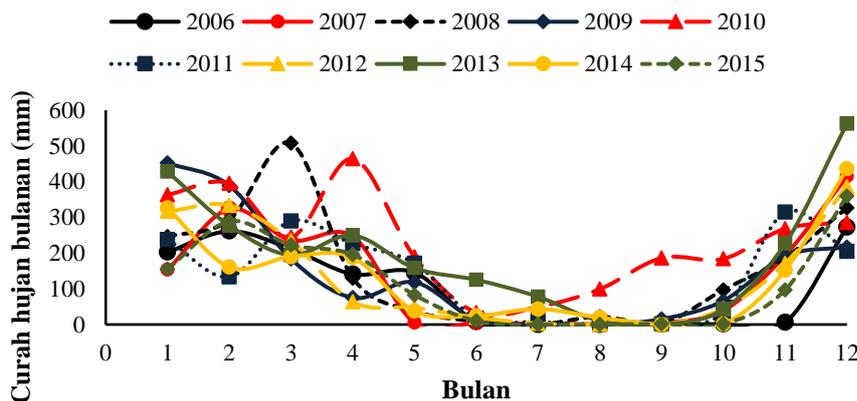
#### 4.1.2 Kondisi Lahan Penelitian

Kemiringan lereng di lokasi penelitian memiliki kemiringan 7% , dimana termasuk lereng datar sampai agak datar (<8%). Kemantapan agregat tanah sebesar 2,16 mm yang berarti agregatnya sangat stabil, serta memiliki tekstur tanah yang terdiri dari pasir 18,62%, debu 37,13%, dan liat 44,25%. Serta nilai indeks C atau jenis tutupan lahan sebesar 1 dan nilai indeks p atau jenis pengelolaan dan konservasi sebesar 1 yang berarti lokasi penelitian merupakan lahan kosong dengan pengolahan.

#### 4.1.3 Kondisi Iklim

Curah hujan adalah salah satu unsur iklim yang paling mencirikan iklim di Indonesia, karena keragaman dan fluktuatif yang tinggi di Indonesia. Setiap daerah di Indonesia memiliki karakteristik curah hujan yang berbeda (Anisa dan Sutikno, 2015). Berdasarkan data pengamatan curah hujan Kota Batu (DAS Brantas) dari 2006 hingga 2015 (Balai Pengelolaan Sumber Daya Air (BPSDA)) pada Gambar 5. Tampak bahwa hujan di wilayah tersebut rata-rata terdapat 4 bulan kering dan 6 bulan basah, maka iklimnya termasuk dalam kelas “sedang” (klasifikasi Schimidt-Ferguson). Pada tahun 2013 bulan Desember terjadi curah hujan ekstrim basah rata-rata 563 mm.bln<sup>-1</sup>, dan 2 bulan terjadi sangat kering. Selanjutnya pada tahun 2015 terdapat bulan basah dan bulan kering, dengan curah

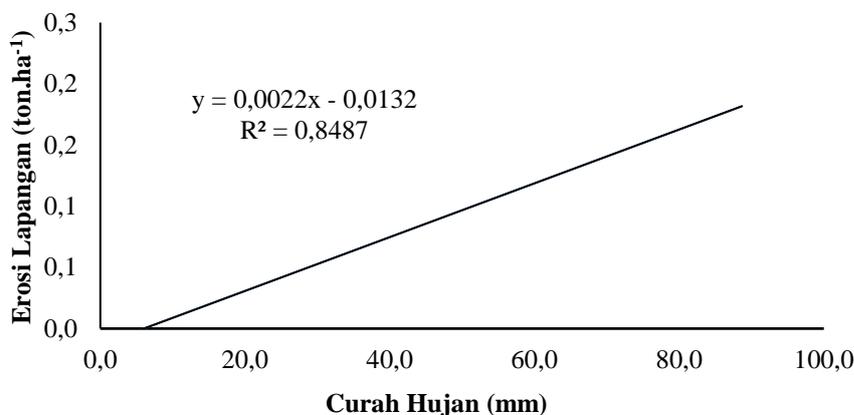
hujan pada bulan November hingga Mei rata-rata  $>200 \text{ mm.bln}^{-1}$ , sedangkan bulan kering terjadi pada bulan Juni hingga Oktober. Selain itu curah hujan pada bulan September sampai Oktober 2014 tidak terjadi hujan, hujan lebat baru dimulai pada bulan Desember dengan curah hujan mencapai 437 mm, hal ini menyebabkan kondisi cuaca tahun 2014 hingga 2015 lebih kering dibandingkan tahun 2013.



Gambar 6. Data Curah Hujan 2006-2015

#### 4.1.4 Hubungan Curah Hujan dengan Erosi

Erosi adalah suatu proses terangkutnya atau berpindahnya partikel-partikel tanah yang di pengaruhi oleh faktor alam, salah satunya adalah hujan. Curah hujan adalah total hujan yang terjadi setiap kejadian hujan selama 24 jam. Curah hujan di lapangan didapatkan dari pengamatan ombrometer dan nilai erosi lapang di dapatkan dari perhitungan total sedimentasi pada plot penelitian. Adapun hubungan antara erosi lapangan dengan curah hujan dapat dilihat pada Gambar 7.



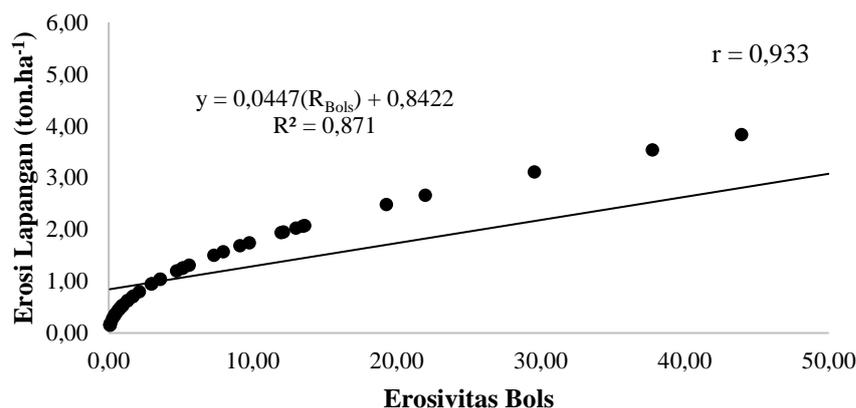
Gambar 7. Hubungan Curah Hujan dengan Erosi Lapangan

Gambar 7. menunjukkan bahwa semakin besar curah hujan maka akan semakin tinggi erosi lapang yang dihasilkan oleh akumulasi. Erosi tertinggi diperoleh sebesar 0,22 yang dihasilkan oleh akumulasi curah hujan sebesar 88,67 mm. Hubungan erosi lapangan dengan curah hujan dapat dinyatakan oleh suatu persamaan  $y = 0,0022x - 0,0132$  dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,8487.

#### 4.1.5 Hubungan Erosi Lapangan dengan Prediksi Erosivitas Hujan

##### 1. Erosivitas Model Bols

Nilai koefisien korelasi membahas tentang derajat hubungan erosivitas Bols (X) dan erosi lapangan (Y). Apabila korelasi mempunyai nilai yang besar artinya pasangan koordinat erosivitas Bols (X) dan erosi lapangan (Y) dekat dengan garis regresi. Hubungan antara nilai korelasi erosi lapangan dengan erosivitas Bols yang menjadi nilai acuan disajikan dalam Gambar 8.

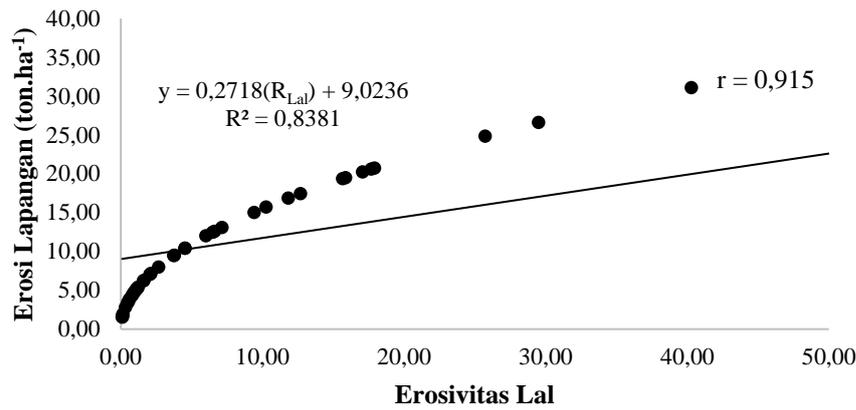


Gambar 8. Nilai Korelasi Erosi Lapangan dengan Erosivitas Metode Bols

Gambar 8. menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang sangat kuat antara erosi lapangan dengan erosivitas hujan. Hubungan tersebut dapat dinyatakan oleh nilai korelasi ( $r$ ) sebesar 0,933 dengan persamaan  $y = 0,0447(R_{Bols}) + 0,8422$  dengan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,871.

##### 2. Erosivitas Model Lal

Nilai koefisien korelasi membahas tentang derajat hubungan erosivitas Lal (X) dan erosi lapangan (Y). Apabila korelasi mempunyai nilai yang besar artinya pasangan koordinat erosivitas Lal (X) dan erosi lapangan (Y) dekat dengan garis regresi. Hubungan antara nilai korelasi erosi lapangan dengan erosivitas Lal yang menjadi nilai acuan disajikan dalam Gambar 9.



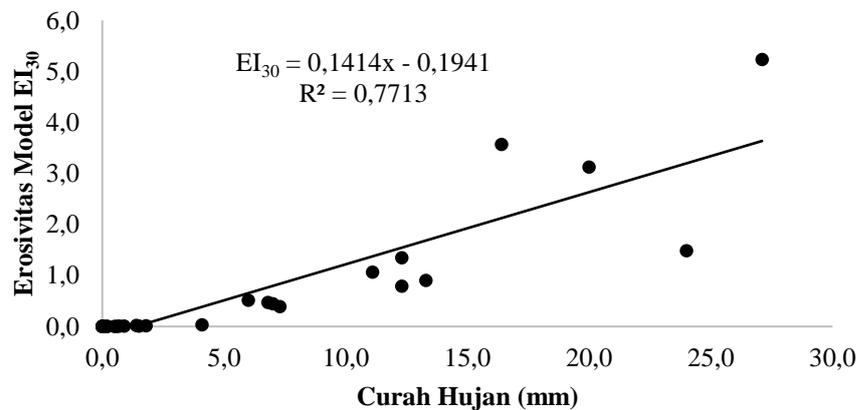
Gambar 9. Nilai Korelasi Erosi Lapangan dengan Erosivitas Metode Lal

Gambar 9. menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang sangat kuat antara erosi lapangan dengan erosivitas hujan. Hubungan tersebut dapat dinyatakan oleh nilai korelasi ( $r$ ) sebesar 0,915 dengan persamaan  $y = 0,2718(R_{Lal}) + 9,0236$  dengan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,8381.

#### 4.1.6 Prediksi Erosivitas Hujan

##### 1. Erosivitas Metode Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ )

Hasil indeks erosivitas perkejadian hujan disajikan dalam Lampiran 1. Indeks erosivitas hujan berdasarkan metode Wischmeier dan Smith untuk setiap kejadian hujan diperoleh dengan menggunakan data pencatatan curah hujan per 30 menit. Adapun hubungan antara akumulasi curah hujan dengan erosivitas Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ) yang menjadi nilai acuan disajikan dalam Gambar 10.

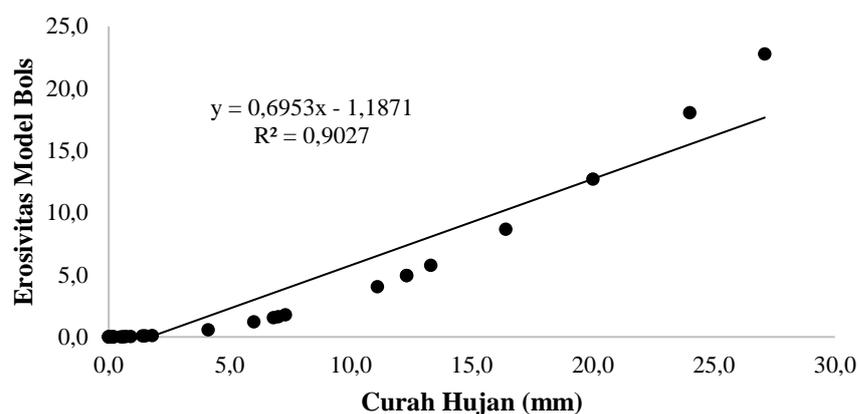


Gambar 10. Hubungan Curah Hujan dengan Erosivitas Metode Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ )

Gambar 10. menunjukkan bahwa semakin besar curah hujan maka akan semakin tinggi erosivitas hujan yang dihasilkan oleh akumulasi. Erosivitas hujan tertinggi diperoleh sebesar 5,23 yang dihasilkan oleh akumulasi curah hujan sebesar 27,1 mm. Hubungan curah hujan dengan erosivitas hujan dapat dinyatakan oleh suatu persamaan  $EI_{30} = 0,1414x - 0,1941$  dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,7713.

## 2. Erosivitas Metode Bols

Hasil erosivitas hujan perkejadian hujan disajikan dalam Lampiran 1. Erosivitas hujan merupakan akumulasi erosivitas hujan yang dihasilkan setiap kejadian hujan selama 24 jam. Erosivitas untuk setiap kejadian hujan dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan Bols. Adapun hubungan antara akumulasi curah hujan dengan erosivitas hujan ( $R_{Bols}$ ) disajikan dalam Gambar 11.



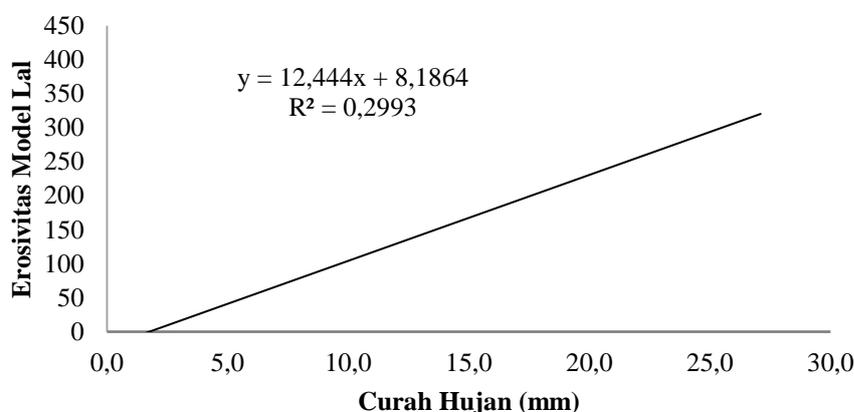
Gambar 11. Hubungan Antara Curah Hujan dengan Erosivitas Metode Bols

Gambar 11. menunjukkan bahwa semakin besar curah hujan maka akan semakin tinggi erosivitas hujan yang dihasilkan oleh akumulasi. Erosivitas hujan tertinggi diperoleh sebesar 22,76 yang dihasilkan oleh akumulasi curah hujan sebesar 27,1 mm. Hubungan curah hujan dengan erosivitas hujan dapat dinyatakan oleh suatu persamaan  $y = 0,6953x - 1,1871$  dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,9027.

## 3. Erosivitas Metode Lal

Hasil erosivitas perkejadian hujan disajikan dalam Lampiran 1. Erosivitas hujan metode Lal menggunakan hasil dari perkalian data curah hujan pada kejadian hujan ke-m dengan intensitas hujan maksimal pada kejadian hujan ke-m. Erosivitas untuk setiap kejadian hujan dapat diperoleh dengan menggunakan

persamaan Lal. Adapun hubungan antara akumulasi curah hujan hari dengan erosivitas hujan ( $R_{Lal}$ ) disajikan dalam Gambar 12.



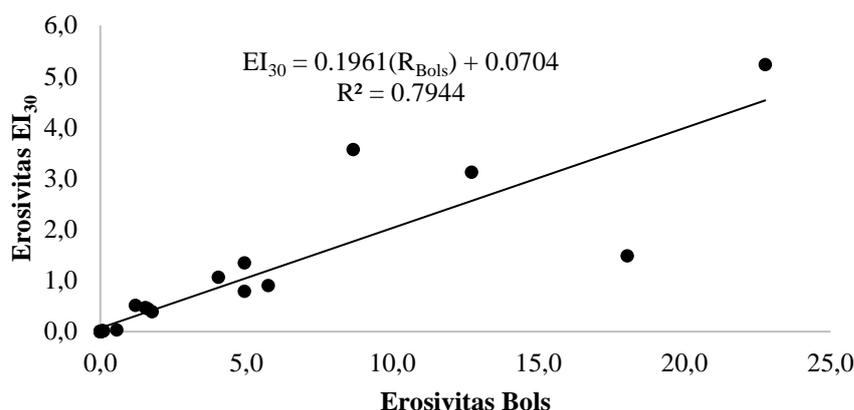
Gambar 12. Hubungan Antara Curah Hujan dengan Erosivitas Metode Lal

Gambar 12. menunjukkan bahwa semakin besar curah hujan maka akan semakin tinggi erosivitas hujan yang dihasilkan oleh akumulasi. Erosivitas hujan tertinggi diperoleh sebesar 828 yang dihasilkan oleh akumulasi curah hujan sebesar 6,0 mm. Hubungan curah hujan dengan erosivitas hujan dapat dinyatakan oleh suatu persamaan  $y = 12,444x + 8,1864$  dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,2993.

#### 4.1.7 Hubungan Prediksi Indeks Erosivitas Hujan

##### 1. Erosivitas Metode Bols

Besarnya indeks erosivitas dapat diprediksi menggunakan data curah hujan dengan menggunakan persamaan Bols. Metode ini sangat lazim digunakan di Indonesia karena tidak membutuhkan parameter yang banyak. Hubungan antara nilai erosivitas prediksi Bols ( $R_{bols}$ ) dengan nilai erosivitas Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ) disajikan dalam Gambar 13.



Gambar 13. Hubungan Antara Erosivitas Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ) dengan Erosivitas Prediksi Bols ( $R_{Bols}$ )

Gambar 13. menunjukkan bahwa terdapat hubungan positif baik atau hubungan yang sangat kuat antara erosivitas Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ) dengan erosivitas prediksi Bols ( $R_{Bols}$ ). Hubungan tersebut dapat dinyatakan oleh koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,7944 dengan suatu persamaan  $EI_{30} = 0,1961(R_{Bols}) + 0,0704$ . Hasil uji t antara nilai erosivitas hujan yang diperoleh dengan metode  $EI_{30}$  dan Bols disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji t prediksi erosivitas ( $R_{Bols}$ )

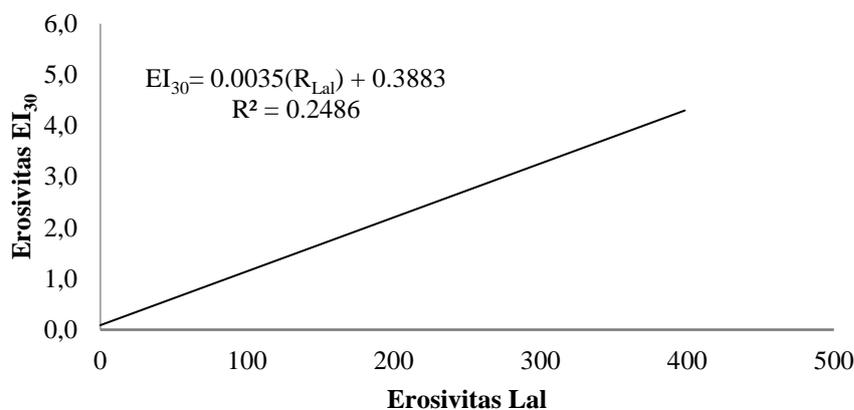
Uji t	Bols
Derajat Kebebasan (n-1)	27
Tingkat Signifikan ( $\alpha$ )	0,01
t Hitung	0,19
t Tabel	2,05
Kesimpulan	Terima $H_0$

Hasil uji t test yang disajikan dalam Tabel 2. menunjukkan bahwa derajat kebebasan yang dihasilkan yaitu sebesar 27 dengan tingkat signifikan yaitu sebesar 0,01. t hitung yang diperoleh adalah sebesar 0,19 dengan nilai t tabel yang didapatkan yaitu sebesar 2,05 sehingga menghasilkan kesimpulan terima  $H_0$ , yaitu metode erosivitas Bols tidak berbeda nyata dengan metode erosivitas Wischmeier dan Smith.

## 2. Erosivitas Metode Lal

Besarnya indeks erosivitas hujan dapat diprediksi menggunakan data curah hujan dengan menggunakan persamaan Lal metode ini sangat lazim digunakan di Indonesia karena tidak membutuhkan parameter yang banyak. Hubungan antara

nilai erosivitas prediksi Lal ( $R_{Lal}$ ) dengan nilai erosivitas Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ) disajikan dalam Gambar 14.



Gambar 14. Hubungan Antara Erosivitas Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ) dengan Erosivitas Prediksi Lal ( $R_{Lal}$ )

Berdasarkan Gambar 14. menunjukkan bahwa terdapat hubungan positif lemah atau hubungan yang cukup antara erosivitas Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ) dengan erosivitas hujan prediksi ( $R_{Lal}$ ). Hubungan tersebut dapat dinyatakan oleh koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,2486 dengan suatu persamaan  $EI_{30} = 0,0035(R_{Lal}) + 0,3883$ . Hasil uji t antara nilai erosivitas hujan yang diperoleh dengan metode  $EI_{30}$  dan Lal disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji t prediksi erosivitas ( $R_{Lal}$ )

Uji t	Lal
Derajat Kebebasan (n-1)	27
Tingkat Signifikan ( $\alpha$ )	0,01
t Hitung	6,78
t Tabel	2,05
Kesimpulan	Terima $H_1$

Berdasarkan uji t test pada Tabel 3. menunjukkan bahwa derajat kebebasan yang dihasilkan yaitu sebesar 27 dengan tingkat signifikan yaitu sebesar 0,01. t hitung yang diperoleh adalah sebesar 6,78 dengan nilai t tabel yang didapatkan yaitu sebesar 2,05 sehingga menghasilkan kesimpulan terima  $H_1$ , yaitu metode prediksi erosivitas Lal berbeda nyata dengan metode Wischmeier dan Smith.

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Hubungan Curah Hujan dengan Erosi

Jumlah curah hujan merupakan parameter hujan yang paling tersedia dalam setiap data stasiun klimatologi dan jarang sekali para pakar

menghubungkan antara jumlah curah hujan dengan besarnya erosi yang terjadi, sebab jumlah curah hujan yang besar tidak selalu menyebabkan erosi berat jika intensitasnya rendah dan sebaliknya hujan lebat dalam waktu singkat mungkin hanya akan menyebabkan sedikit erosi karena jumlah curah hujan yang sedikit. Jika jumlah dan intensitas hujan tinggi maka erosi tanah yang terjadi cenderung tinggi. Pengaruh iklim terhadap erosi bersifat langsung melalui tenaga kinetis air hujan, terutama intensitas dan diameter butiran air hujan. Pada hujan yang intensif dan berlangsung dalam waktu pendek, erosi yang terjadi biasanya lebih besar daripada hujan dengan intensitas lebih kecil dengan waktu hujan yang lebih lama. Hal ini menunjukkan bahwa curah hujan dapat digunakan sebagai faktor penentu erosi (Asriadi dan Pristianto, 2018).

Hasil hubungan antara curah hujan dengan erosi lapangan yang terjadi di plot penelitian disajikan dalam Gambar 7. memberikan nilai  $R^2$  sebesar 0,8487 dengan persamaan  $y = 0,0022x - 0,0132$  yang dapat disimpulkan antara kedua variabel tersebut dimana koefisien determinasi hubungan tersebut menunjukkan suatu hubungan positif baik atau hubungan yang sangat kuat antara erosi lapangan dengan curah hujan dimana nilai  $R^2$  mendekati angka 1 (Soewarno, 1995). Besarnya pengaruh ditentukan oleh koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,8487 atau 84,87% yang berarti besarnya nilai erosi sebesar 84,87% dapat dijelaskan oleh hubungan linier antara curah hujan dan erosi lapangan, sedangkan sisanya sekitar 15,13% disebabkan faktor lain yang tidak termasuk dalam analisis regresi ini.

#### 4.2.2 Hubungan Erosi Lapangan dengan Prediksi Erosivitas Hujan

Suatu analisis yang membahas hubungan dua variabel atau lebih disebut dengan analisis regresi. Analisis regresi adalah menentukan seberapa kuat hubungan antara variabel (X) dan variabel (Y) atau dengan kata lain harus ditentukan derajat hubungannya. Derajat hubungan tersebut umumnya dinyatakan secara kuantitatif sebagai koefisien korelasi (*correlation coefficient*). Nilai koefisien korelasi yang tinggi tidak berarti menunjukkan kesamaan kejadian fenomena hidrologi akan tetapi lebih cenderung menunjukkan kesamaan waktu kejadian atau keserempakan kejadian fenomena hidrologi (Soewarno, 1995).

Hasil hubungan antara erosivitas Bols (X) dan erosi lapangan (Y) serta erosivitas Lal (X) dan erosi lapangan (Y) disajikan dalam Gambar 8 dan 9.

memberikan nilai korelasi erosivitas Bols (X) dan erosi lapangan (Y) yaitu (r) sebesar 0,933 dan nilai korelasi erosivitas Lal (X) dan erosi lapangan (Y) yaitu (r) sebesar 0,915. Hal ini dapat disimpulkan antara kedua variabel dimana koefisien korelasi tersebut menunjukkan suatu hubungan yang sangat kuat antara erosivitas Bols dan erosi lapangan maupun erosivitas Lal dan erosi lapangan dengan menggunakan nilai acuan dimana nilai r mendekati angka 1 (Soewarno, 1995).

Hal ini menunjukkan bahwa prediksi nilai indeks erosivitas metode Bols dan Lal masih layak digunakan untuk memprediksi erosivitas hujan dari curah hujan di sub DAS Brantas Hulu.

#### 4.2.3 Prediksi Erosivitas Hujan

Stasiun curah hujan yang ada di Indonesia sebagian besar hanya mencatat data curah hujan harian sehingga untuk menghitung erosivitas hujan dengan metode Wischmeier dan Smith tidak dapat digunakan. Alternatifnya adalah dengan mencari hubungan antara curah hujan dengan erosivitas hujan. Metode yang dapat digunakan untuk menghitung erosivitas hujan menggunakan data jangka pendek atau data harian adalah metode Bols dan metode Lal. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan tiap 30 menit yang diperoleh dari BMKG Karangploso Malang pada bulan Februari 2018.

Hasil analisa hubungan curah hujan dengan metode erosivitas Wischmeier dan Smith disajikan dalam Gambar 10. Memberikan nilai  $R^2$  sebesar 0,7713 artinya kedua variabel tersebut memiliki hubungan positif baik atau hubungan yang sangat kuat antara curah hujan dan erosivitas Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ), dimana hasil tersebut dapat disimpulkan perubahan curah hujan mempengaruhi besarnya erosivitas Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ) yang signifikan. Nilai  $R^2$  sebesar 0,7713 atau pengaruhnya 77,13% yang dapat dijelaskan oleh hubungan linier antara curah hujan dan erosivitas Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ), sedangkan 22,87% disebabkan oleh faktor lain yang tidak termasuk dalam analisis regresi ini. Hubungan tersebut dapat dinyatakan dengan persamaan  $EI_{30} = 0,1414x - 0,1941$ .

Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode Wischmeier dan Smith dapat digunakan untuk menentukan erosivitas lapang dan dapat digunakan sebagai metode acuan dalam penelitian ini.

Perbandingan metode erosivitas Bols dan metode erosivitas Lal disajikan pada Gambar 11, dan Gambar 12. Hasil pada kedua grafik tersebut menunjukkan bahwa nilai erosivitas Bols masih sangat baik digunakan karena nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,9027, sedangkan nilai erosivitas Lal didapatkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,2993, bila dibandingkan dengan nilai erosivitas Bols cukup besar perbedaannya. Hasil tersebut dapat disimpulkan dimana erosivitas Bols memiliki nilai koefisien determinasi menunjukkan hubungan positif baik atau hubungan yang sangat kuat antara curah hujan dengan erosivitas hujan metode Bols, berbeda dengan erosivitas Lal dimana nilai koefisien determinasi menunjukkan hubungan positif lemah atau hubungan yang cukup antara curah hujan dengan erosivitas hujan metode Lal. Perbedaan ini menunjukkan bahwa indeks erosivitas hujan tidak sama untuk setiap tempat. Hasil menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode Bols tidak berbeda jauh bila dibandingkan dengan metode Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ). Nilai  $R^2$  dengan menggunakan metode Bols masih tergolong tinggi dibandingkan dengan metode Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ). Sehingga metode Bols masih sangat layak digunakan untuk memprediksi erosivitas dari data curah hujan. Hal ini disebabkan karena nilai R metode Bols dihitung dengan menggunakan data curah hujan selama 24 jam. Berbeda dengan metode lain, seperti metode Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ) data yang digunakan adalah data curah hujan energi kinetik air hujan yang dikalikan dengan intensitas hujan maksimal 30 menit, sedangkan metode Lal didapat dari hasil perkalian data jumlah curah hujan pada kejadian hujan ke-m dengan intensitas hujan maksimal pada kejadian hujan ke-m. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga rumus berbeda secara signifikan sebagaimana disajikan pada Gambar 10, Gambar 11 dan Gambar 12. Berdasarkan hal tersebut, pemakaian rumus Bols dipandang lebih baik karena lebih mudah dan praktis dalam penafsiran indeks erosivitas hujan.

Hasil di atas menunjukkan bahwa semakin besar intensitas hujan semakin besar pula energi kinetik yang dihasilkan (Wischmeier dan Smith, 1978; Lal, 1976), hal ini sependapat dengan Dijk, Bruijnzeel, dan Rosewell (2002) bahwa intensitas hujan sangat berpengaruh terhadap energi kinetik hujan. Namun berbeda dengan pendapat Hudson (1973) yang menyatakan bahwa nilai curah

hujan yang tinggi belum tentu menghasilkan nilai erosi atau erosivitas hujan yang tinggi, karena hujan yang terjadi di alam tidak selalu menimbulkan erosi tanah.

Namun hujan dengan intensitas rendah yang berlangsung sangat lama akan menghasilkan aliran permukaan yang sangat besar sehingga menimbulkan erosi dan sebaliknya bila hujan dengan intensitas yang tinggi namun berlangsung sangat singkat tidak dapat menimbulkan erosi. Erosivitas hujan dapat diartikan sebagai faktor kepekaan tanah yang dapat tererosi oleh suatu kejadian hujan tertentu (Meusburger, Steel, Panagos, Montanarella, dan Alewell, 2012). Intensitas hujan merupakan besarnya curah hujan yang jatuh per satuan waktu tertentu. Biasanya intensitas hujan dinyatakan dalam satuan  $\text{mm.jam}^{-1}$  atau  $\text{cm.jam}^{-1}$ .

#### 4.2.4 Hubungan Prediksi Erosivitas Hujan

Persamaan Bols dan Lal dapat digunakan untuk memprediksi nilai erosivitas hujan dari curah hujan sesuai dengan hasil yang ditunjukkan pada hubungan metode prediksi erosivitas dengan erosi yang diperoleh di lapang. Kedua persamaan tersebut kemudian dihubungkan dengan metode prediksi acuan yaitu metode Wischmeier dan Smith. Hasil analisa menunjukkan bahwa nilai prediksi Bols yang dapat digambarkan dengan persamaan  $EI_{30} = 0,1961(R_{\text{Bols}}) + 0,0704$  memberikan nilai prediksi yang lebih baik dibandingkan dengan nilai prediksi Lal yang digambarkan dengan persamaan  $EI_{30} = 0,0035(R_{\text{Lal}}) + 0,3883$  dan koefisien determinasi ( $R^2$ ) Bols sebesar 0,7944 sedangkan koefisien determinasi ( $R^2$ ) Lal sebesar 0,2486. Hasil pengujian menunjukkan hubungan positif baik atau sangat kuat antara erosivitas Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ) dengan erosivitas prediksi Bols ( $R_{\text{Bols}}$ ) dimana nilai  $R^2$  mendekati angka 1 (Soewarno, 1995), dan hubungan antara nilai erosivitas prediksi Lal ( $R_{\text{Lal}}$ ) dengan nilai erosivitas Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ) menunjukkan bahwa terdapat hubungan positif lemah atau hubungan yang cukup antara erosivitas Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ) dengan erosivitas prediksi ( $R_{\text{Lal}}$ ) dimana nilai  $R^2$  tidak mendekati angka 1 (Soewarno, 1995). Hasil tersebut juga didukung oleh hasil uji t statistik. Pada uji t jika hasil perhitungan berada pada daerah batas penerimaan hipotesis, yaitu jika  $t_{\text{hitung}} < t_{\text{tabel}}$  maka model yang digunakan memiliki akurasi yang baik (Soewarno, 1995). Sehingga hasil uji t antara nilai erosivitas Bols dengan nilai erosivitas Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ) memberikan kesimpulan terima  $H_0$  (Tabel

2). Hasil tersebut menunjukkan bahwa model prediksi erosivitas Bols tidak berbeda nyata dengan metode acuan yaitu Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ) dan dianggap memiliki nilai yang hampir sama. Hasil untuk uji  $t$  antara nilai erosivitas Lal dengan nilai erosivitas Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ) memberikan hasil  $t$  hitung  $>$   $t$  tabel sehingga hasil uji  $t$  tersebut memberikan kesimpulan terima  $H_1$  (Tabel 3). Hasil tersebut menunjukkan bahwa model prediksi erosivitas Lal memperoleh hasil yang berbeda nyata dengan metode acuan. Berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai erosivitas hujan yang diprediksi dengan persamaan Bols ( $R_{Bols}$ ) masih dianggap sama dengan nilai erosivitas Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ), sedangkan prediksi dengan persamaan Lal ( $R_{Lal}$ ) dianggap tidak sama dengan nilai erosivitas hujan Wischmeier dan Smith ( $EI_{30}$ ).

Hasil dari kedua persamaan tersebut maka metode prediksi Bols lebih baik digunakan untuk menghitung nilai erosivitas hujan dibandingkan dengan metode prediksi Lal pada daerah/lokasi penelitian atau tropis atau Indonesia. Hal tersebut disebabkan karena curah hujan pengamatan yang sangat kecil. Menurut Man (2016) parameter  $EI_{30}$  tidak selalu menjadi indeks erosivitas hujan yang terbaik dalam suatu wilayah, dalam penelitian di daerah tropika (afrika) menemukan indeks erosivitas hujan yang lebih baik adalah  $EI_{30}$ , sedangkan dalam penelitian Lal (1976) di Nigeria menemukan indeks erosivitas hujan yang terbaik adalah Aim, yaitu penjumlahan hasil kali jumlah hujan dengan intensitas, dan di Indonesia khususnya pulau Jawa-Madura telah dikembangnya pendugaan erosivitas hujan yang dikenal dengan indeks erosivitas Bols (Bols, 1978) Perbedaan ini menunjukkan bahwa indeks erosivitas hujan tidak sama untuk setiap tempat.

Wilayah Indonesia meliputi kawasan yang sangat luas dan termasuk dalam wilayah dengan ciri-ciri pola hujan yang sangat beragam dengan wilayah yang beriklim tropika atau beriklim sedang (*temperate*), yang dipengaruhi oleh kondisi topografis dan geografis wilayah masing-masing. Nilai erosivitas juga dapat dipengaruhi oleh besarnya intensitas hujan berbeda-beda, tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya (Dariah, Agus, Arsyad, Sudarsono, dan Maswar, 2004). Metode prediksi erosivitas yang dapat digunakan untuk

menghitung nilai erosivitas berbeda-beda pada setiap tempat, tergantung dari pola dan tipe hujan pada masing-masing daerah.



## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian di DAS Brantas Hulu Desa Junrejo, Kecamatan Junrejo, Kota Batu menunjukkan bahwa curah hujan yang sama di suatu daerah dalam suatu rentang waktu tertentu memiliki ragam indeks erosivitas jika dihitung menggunakan rumus pendekatan yang berbeda. Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Hubungan curah hujan dengan erosi lapang dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,8487 menunjukkan bahwa semakin besar curah hujan maka akan semakin tinggi erosi lapang yang dihasilkan oleh akumulasi.
2. Hubungan antara erosivitas Bols dengan erosi lapangan memiliki nilai korelasi ( $r$ ) sebesar 0,933 dan erosivitas Lal dengan erosi lapangan memiliki nilai korelasi ( $r$ ) sebesar 0,915 yang mana menunjukkan hubungan yang sangat kuat, sehingga persamaan erosivitas Bols dan persamaan erosivitas Lal masih layak digunakan untuk memprediksi erosivitas hujan dari curah hujan di sub DAS Brantas Hulu.
3. Hasil analisa pengujian koefisien determinasi ( $R^2$ ) menunjukkan hubungan positif baik atau hubungan yang sangat kuat antara erosivitas acuan ( $EI_{30}$ ) dengan erosivitas prediksi Bols ( $R_{Bols}$ ) dengan persamaan  $EI_{30} = 0,1961(R_{Bols}) + 0,0704$  dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,7944, sedangkan erosivitas prediksi Lal ( $R_{Lal}$ ) dengan nilai erosivitas acuan ( $EI_{30}$ ) dengan persamaan  $EI_{30} = 0,0035(R_{Lal}) + 0,3883$  dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,2486 menunjukkan hubungan positif lemah atau hubungan yang cukup.
4. Hasil uji statistik dari kedua metode menunjukkan bahwa nilai prediksi dengan erosivitas prediksi Bols ( $R_{Bols}$ ) masih dianggap sama dengan nilai erosivitas Wischmeir dan Smith ( $EI_{30}$ ), sedangkan erosivitas prediksi Lal ( $R_{Lal}$ ) dianggap tidak sama dengan nilai erosivitas acuan ( $EI_{30}$ ). Perbedaan ini menunjukkan bahwa indeks erosivitas hujan tidak sama untuk setiap tempat dan metode prediksi Bols lebih baik digunakan untuk menghitung

nilai erosivitas hujan dibandingkan dengan metode prediksi Lal pada daerah/lokasi penelitian atau tropis atau Indonesia.

### 5.2 Saran

Dikarenakan keterbatasan data yang ada, pada penelitian ini untuk perbandingan metode dengan metode acuan hanya menggunakan data harian dalam satu bulan, sehingga disarankan untuk penelitian selanjutnya agar menggunakan variabel data yang lebih beragam sehingga dapat diperoleh model pendugaan erosivitas curah hujan yang lebih baik.



## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, I., dan M.K. Verma. 2013. Application of USLE Model and GIS in Estimation of Soil Erosion For Tandula Reservoir. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 3 (4) : 570- 576.
- Anisa, K.N., dan Sutikno. 2015. Analisis Hubungan Curah Hujan dan Indikator El-Nino Southern Oscillation di Sentra Produksi Padi Jawa Timur dengan Pendekatan Copula. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4 (1) : 2337-3520.
- Antika, A.P. 2011. Analisis Willingness To Accept Masyarakat Terhadap Pembayaran Jasa Lingkungan DAS Brantas. Skripsi S1 Fakultas Ekonomi dan Manajemen IPB. Bogor.
- Asdak, C. 2002. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. UGM Press. Yogyakarta. 168 pp.
- Asriadi, A., dan H. Pristianto. 2018. Ringkasan Teori dan Sedimentasi. Universitas Muhammadiyah Sorong. Sorong.
- Baumhardt, R.L., and H. Blanco. 2014. Soil: Conservation Practices. *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems*, 5 : 153-165.
- Blanco, H., and R. Lal. 2008. Principles of Soil Conservation and Management. Springer. USA. 617 pp.
- Bols, P.L. 1978. The Iso-Erodent Map of Java and Madura. Report of the Belgian Technical Assistance Project ATA 105-Soil Research Institute, Bogor, Indonesia. 39 pp.
- Bullock, N., and M.A. Burton. 1988. Spreadsheets For Water Management – a Case Study The Brantas Delta, East Java. *Irrigation and Drainage System*, 2 (3) : 259-278.
- Dariah, A., F. Agus, S. Arsyad, Sudarsono, dan Maswar. 2004. Erosi dan Aliran Permukaan Pada Lahan Pertanian Berbasis Tanaman Kopi di Sumberjaya Lampung Barat. *Jurnal Agrivita*, 26 (1) : 54-41.
- Dijk, A.I.J.M.V., L.A. Bruijnzeel, and C.J. Rosewell. 2002. Rainfall Intesity Kinetic Energy Relationship: a Critical Literature Appraisal. *Journal of Hydrology*, 261 (1-4) : 1-23.
- Gelagay, H.S. and A.S. Minale. 2016. Soil Loss Estimation Using GIS and Remote Sensing Techniques : a Case of Koga Watershed, Northwestern Ethiopia, 4 (20) : 126-136.
- Hudson, N.W. 1973. Soil Conservation. Batsford. London.
- Jhonson, B.E., P.Y. Julien, D.K. Molar, and C.C. Watson. 2000. The Two Dimensional Upland Erosion Model CASC2D-SED. *Journal of The American Water Resources Association*, 36 (1) : 31-42.
- Lal, R. 1976. Soil Erosion Problems on an Alfisols in Western Nigeria and Their Control: 1. Effects of Slope, Crop Rotation And Residue Management. *Geoderma*, 16 (5) : 363-375.
- Man, S. 2016. Ragam Indeks Erosivitas Hujan di Stasiun Hujam Camp KM 53 di Areal Kerja PT Sari Bumi Kusuma, Kalimantan Tengah. Skripsi S1 Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.

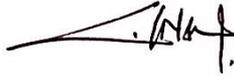
- Maryanto, A., K. MurtiLaksano, dan L.M. Rachman. 2014. Perencanaan Penggunaan Lahan dan Pengaruhnya Terhadap Sumberdaya Air di DAS Way Besai Lampung. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 3 (2) : 85-95.
- Meusburger, K., A. Steel, P. Panagos, L. Montanarella, and C. Alewell. 2012. Spatial and Temporal Variability of Rainfall Erosivity Factor For Switzerland. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 16 (1) : 167-177.
- Morgan, R.P.C. 2005. *Soil Erosion and Conservation*. Blackwell Publishing, Ltd. UK.
- Rose, C.W., K.J. Coughland, C.A.A. Ciesiolka, and B. Fentie. 1997. Program GUEST (Griffith University Erosion System Template) In: *A New Soil Conservation Methodology and Application to Cropping Systems in Tropical Steeplands*. (Ed.: Coughlan, K.J. and C.W. Rose). ACIAR Technical Reposrts, No. 40, Canberra. 34-58 p.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. NOVA. Bandung. 271 pp.
- Subijanto, T.W., Harianto, and R.V. Ruritan. 2013. Key Success Factors For Capacity Development in The Brantas River Basin Organisations in Indonesia. *Water Policy* 15 (2) : 183-205.
- Tampubolon, R. 2008. *Studi Jasa Lingkungan di Kawasan Danau Toba*. Centre of Forest and Nature Conservation Research and Development (CFNCRD) and International Tropical Timber Organization (ITTO). Japan.
- Tarigan, S.D., dan N. Sinukaban. 2001. Peran Sawah Sebagai Filter Sedimen, Studi Kasus di DAS Way Besai, Lampung. *Prosiding Seminar Nasional Multifungsi Lahan Sawah*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat Bekerjasama dengan Maff Jepang dan Sekretariat ASEAN.
- Trisakti, B. 2014. Pendugaan Laju Erosi Tanah Menggunakan Data Satelit Landsat dan Spot. *Jurnal Penginderaan Jauh*, 11 (2) : 88-101.
- Utomo, W. H. 1994. *Erosi dan Konservasi Tanah*. IKIP Malang. Malang.
- Vadari, T., K. Subagyono dan N. Sutrisno. 2004. *Model Prediksi Erosi: Prinsip, Keunggulan, dan Keterbatasan*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Widianto, D. Suprayogo, Sudarto, dan I. D. Lestariningsih. 2010. *Implementasi Kaji Cepat Hidrologi (RHA) di Hulu DAS Brantas, Jawa Timur*. World Agroforestry Centre. Bogor, Indonesia.
- Wirosoedarmo, R., B. Suharto, dan W.R. Hijriyati. 2009. *Evaluasi Laju Infiltrasi Pada Beberapa Penggunaan Lahan Menggunakan Metode Infiltrasi Horton di Sub DAS Coban Rondo Kecamatan Pujon Kabupaten Malang*. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 10 (2) : 88-96.
- Wischmeier, W.H. and D.D Smith. 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planning*. U. S Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 537.

**LEMBAR PENGESAHAN**

Mengesahkan

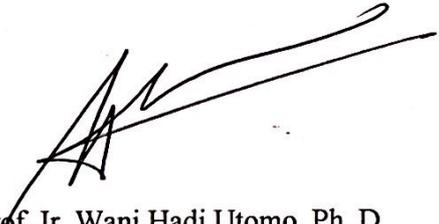
**MAJELIS PENGUJI**

Penguji I



Novalia Kusumarini, SP., MP  
NIP. 19891108 201504 2 001

Penguji II



Prof. Ir. Wani Hadi Utomo, Ph. D  
NIP. 19491204 197412 1 001

Penguji III



Dr. Ir. Yulia Nuraini, MS  
NIP. 19611109 198503 2 001

Penguji IV



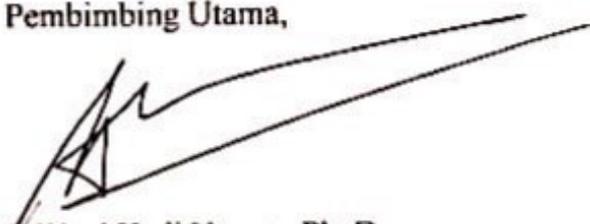
Christanti Agustina, SP., MP  
NIP. 201709 820826 2 001

Tanggal Lulus :

## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Perbandingan Kinerja Metode Prediksi Indeks  
Erosivitas Hujan di DAS Brantas Hulu, Kota Batu,  
Jawa Timur  
Nama Mahasiswa : Achmad Wildanul Khakim  
NIM : 145040200111012  
Jurusan : Tanah  
Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui  
Pembimbing Utama,



Prof. Ir. Wani Hadi Utomo, Ph. D  
NIP. 19491204 197412 1 001

Diketahui,  
Ketua Jurusan Tanah,



Syaiful Kurniawan, SP., MP., Ph.D  
NIP. 19791018 20051 1 002

Tanggal Persetujuan :