

ANALISA PENGARUH PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN TERHADAP EROSI, SEDIMEN, DAN LIMPASAN DI DAS REJOSO KABUPATEN PASURUAN MENGGUNAKAN ARCSWAT

Ratu Husniah¹, Moh. Sholichin², Dian Chandrasasi²

¹Mahasiswa Program Sarjana Teknik Jurusan Pengairan Universitas Brawijaya

²Dosen Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

ABSTRAK

Salah satu untuk menyelesaikan masalah-masalah pada DAS Rejoso adalah pengelolaan DAS. Oleh karena itu, untuk mencapai kegiatan pengelolaan DAS diperlukan sebuah kajian tentang sampai sejauh mana dampak yang ditimbulkan akibat perubahan tata guna lahan terhadap erosi, sedimen, dan limpasan pada DAS Rejoso. Tujuan utama yang ingin dicapai adalah mengetahui perubahan tata guna lahan yang terjadi terhadap erosi, sedimen, dan limpasan.

Dalam kajian ini, untuk mengetahui nilai erosi, sedimen, dan limpasan yang diakibatkan oleh perubahan tata guna lahan adalah menggunakan program ArcSWAT. Dan untuk mengetahui setiap perubahan – perubahan tata guna lahan yang terjadi setiap tahunnya adalah menggunakan peta tata guna lahan yang telah dibuat dari hasil pengolahan citra satelit landsat tahun 2002, 2006, dan 2009.

Dari hasil kajian ini adalah dapat diketahui bahwa dari tahun 2002 sampai dengan 2013 terjadi perubahan pada tataguna lahan, permukiman bertambah sebesar 118,214%, sawah berkurang sebesar 48,924% dan hutan berkurang sebesar 43,587%. Dari perubahan tataguna lahan didapatkan hasil sedimen rata-rata sebesar 1413,795 ton/ha/th, erosi rata-rata sebesar 43017,291 ton/ha/th, dan limpasan rata-rata sebesar 52956,356 mm/th.

Kata kunci: Perubahan tata guna lahan, ArcSWAT, Daerah Aliran Sungai, Erosi, Sedimen, dan Limpasan.

ABSTRACT

One to solving the problems in the watershed Rejoso is watershed management. Therefore, to achieve watershed management activities required a study of the extent to which the impact caused by land use change to erosion, sediment and runoff in the watershed Rejoso. The main objective to be achieved is to know the change in land use that occurred to erosion, sediment and runoff.

In this study, to determine the value of erosion, sediment and runoff caused by land use change is the use ArcSWAT programme. And to determine any land use changes that occur each year are using land use maps that have been created from the processing of Landsat satellite imagery in 2002, 2006, and 2009.

From the results of this study is to note that from 2002 to 2013 changes in land use, settlements increased by 118.214%, rice fields reduced by 48.924% and forests reduced by 43.587%. Of land use changes showed average sediments of 1413.795 tons/ha/year, average erosion of 43017.291 tons/ha/year, and average runoff of 52956.356 mm/year.

Key words: Land use changes, ArcSWAT, Watershed, Erosion, Sediment, and Run off.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latarbelakang

Daerah Aliran Sungai (DAS) didefinisikan sebagai suatu hamparan wilayah/kawasan yang dibatasi oleh pembatas topografi (punggung bukit) yang menerima, mengumpulkan air hujan, sedimen dan unsur hara serta mengalirkannya melalui anak-anak sungai dan keluar pada sungai utama ke laut atau danau.

DAS di Indonesia semakin mengalami kerusakan lingkungan dari tahun ke tahun. Kerusakan lingkungan pada DAS meliputi kerusakan pada aspek biofisik atau pun kualitas air. Gejala kerusakan lingkungan DAS dapat dilihat dari penyusutan luas hutan dan kerusakan lahan terutama kawasan lindung di sekitar DAS. Hal tersebut dikarenakan jumlah penduduk yang terus meningkat menyebabkan intensitas pemanfaatan lahan dan air semakin meningkat.

Salah satu untuk menyelesaikan masalah-masalah pada DAS tersebut adalah pengelolaan DAS. Oleh karena itu, untuk mencapai kegiatan pengelolaan DAS diperlukan sebuah kajian tentang sampai sejauh mana dampak yang ditimbulkan akibat perubahan tataguna lahan terhadap erosi, sedimen, dan limpasan pada suatu DAS tersebut. Dan dalam studi ini akan mengkaji DAS Rejoso di Kabupaten Pasuruan.

1.2. Identifikasi masalah

DAS Rejoso merupakan Daerah Aliran Sungai yang bermuara di wilayah Kecamatan Rejoso Kabupaten Pasuruan. DAS Rejoso memiliki luas 437,49 km². Persentase kondisi eksisting tataguna lahan di Kabupaten Pasuruan meliputi luas kawasan yang telah dibangun sebesar 55% dari luas wilayah administrasi dan luas ruang terbuka merupakan sisa dari kawasan yang telah dibangun yaitu sebesar 45% dari luas wilayah administrasi (Balai Besar Wilayah Sungai Brantas).

DAS Rejoso di Kabupaten Pasuruan di musim kemarau dimanfaatkan sebagai pemasok kebutuhan air irigasi untuk areal

persawahan, disamping fungsi utamanya sebagai saluran pembuangan (*afvour*). Permasalahan yang sangat merisaukan masyarakat di sekitar DAS Rejoso adalah pada saat musim penghujan dimana terjadi debit yang besar, penampang sungai tidak mampu menampungnya sehingga menyebabkan banjir. Hal ini karena daya tampung penampang sungainya sendiri sudah berkurang dan adanya tanggul-tanggul yang kritis di beberapa tempat.

Permasalahan-permasalahan yang terjadi pada DAS Rejoso tersebut disebabkan oleh perubahan tataguna lahan yang tidak terencana dengan baik (Balai Besar Wilayah Sungai Brantas). Sehingga mengakibatkan terjadinya erosi dan sedimentasi yang menyebabkan banjir dan tanah longsor.

Oleh karena itu diperlukan adanya penelitian mengenai dampak dari perubahan tataguna lahan terhadap erosi, sedimen, dan limpasan pada DAS Rejoso.

1.3. Tujuan dan manfaat

Tujuan dari studi ini adalah:

1. Untuk mengetahui perubahan tataguna lahan yang terjadi pada DAS Rejoso dari tahun 2002 sampai dengan tahun 2013.
2. Untuk menduga erosi, sedimen, dan limpasan pada DAS Rejoso.
3. Mengetahui pengaruh perubahan tataguna lahan yang terjadi terhadap erosi, sedimen, dan limpasan.

Manfaat dari studi ini adalah:

1. Mengimplementasikan teknologi program ArcSWAT dan program Sistem Informasi Geografis (SIG).

Hasil dari studi ini diharapkan bisa dijadikan bahan rujukan bagi instansi terkait dalam pengambilan kebijakan tentang pengendalian, pemulihan dan pengelolaan DAS Rejoso.

2. DASAR TEORI

2.1. Erosi

Erosi adalah akibat interaksi kerja antara faktor-faktor iklim, topografi, tumbuh-tumbuhan (vegetasi), dan manusia

terhadap tanah (Arsyad, 1989:102) yang dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

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

dimana :

E = Erosi

i = Iklim

v = Vegetasi

m = Manusia

f = fungsi

r = Topografi

t = Tanah

2.2. Metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) atau Persamaan Umum Kehilangan Tanah (PUKT)

Model USLE adalah metode yang paling umum digunakan. Metode USLE dapat dimanfaatkan untuk memperkirakan besarnya erosi untuk berbagai macam kondisi tata guna lahan dan kondisi iklim yang berbeda. USLE memungkinkan perencana memprediksi laju erosi rata-rata lahan tertentu pada suatu kemiringan dengan pola hujan tertentu untuk setiap jenis tanah dan penerapan pengelolaan lahan (tindakan konservasi lahan). (Suripin, 2002:69). Persamaan USLE adalah sebagai berikut:

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

dimana:

E_a = banyaknya tanah tererosi per satuan luas per satuan waktu (ton/ha/tahun)

R = faktor erosivitas hujan dan aliran permukaan

K = faktor erodibilitas tanah

LS = faktor panjang-kemiringan lereng

C = faktor tanaman penutup lahan dan manajemen tanaman

P = faktor tindakan konservasi praktis

2.3. Sedimentasi

Sedimentasi adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap dibagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, di saluran air, sungai dan waduk (Asdak, 2004:392). Dari proses sedimentasi, hanya sebagian aliran sedimen di sungai yang

diangkut keluar dari DAS, sedangkan yang lain mengendap dilokasi tertentu dari sungai.

Hasil sedimen (*sediment yield*) adalah besarnya sedimen yang berasal dari erosi baik yang terjadi di sungai ataupun di daerah tangkapan air yang diukur pada periode waktu dan tempat tertentu. *Sediment yield* biasanya sedimen yang berasal dari pengeukuran sedimen terlarut dalam sungai (*suspended load*) atau dengan pengukuran langsung di waduk.

2.4. Limpasan permukaan (*surface runoff*)

Untuk menentukan besarnya volume limpasan permukaan dengan menggunakan model SWAT (*Soil And Water Assessment Tool*), metode yang digunakan adalah metode SCS (*Soil Conservation Service Curve Number* (SCS, 1972). *The Soil Conservation Service* (1972) atau metode SCS adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan nilai abstraksi dari curah hujan. Metode ini berasumsi bahwa rasio dari abstraksi dari curah hujan. Metode ini berasumsi bahwa rasio dari abstraksi langsung dengan simpanan air permukaan (*retention*) sama dengan rasio nilai limpasan permukaan langsung (*direct runoff*) dengan nilai potensial limpasan (*potential runoff*) (Chow, 1988:147).

Secara terinci perumusan dari metode ini adalah sebagai berikut:

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_1 + S)}$$

dimana:

Q = Kedalaman hujan berlebih (*accumulated runoff/rainfall excess*) (mm)

I_a = Abstraksi awal (*initial abstraction*)

P = Kedalaman hujan harian (mm)

S = Volume dari total simpanan permukaan (*retention parameter*) (mm)

2.5. Program arcSWAT (*Arc Soil Water Assessment Tool*)

ArcSWAT adalah sebuah *software* yang berbasis Sistem Informasi Geografis

(SIG) ArcGIS 10.1 (ESRI) sebagai ekstensi (*graphical user interface*) di dalamnya. Program ini dikeluarkan oleh *Texas Water Resources Institute, College Station, Texas, USA*. ArcGIS sendiri adalah salah satu dari sekian banyak program yang berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG).

Program ArcSWAT merupakan perkembangan dari AVSWAT, SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) sendiri adalah model DAS yang digunakan untuk mensimulasikan kualitas dan kuantitas dan air permukaan dan air tanah, dan memprediksi akibat lingkungan dari tata guna lahan, praktek manajemen lahan dan perubahan iklim. SWAT digunakan secara luas dalam penilaian dan pengontrolan pencegahan erosi tanah dan manajemen wilayah dalam DAS.

ArcSWAT dirancang untuk memprediksi pengaruh manajemen lahan pada aliran air, sedimen, dan lahan pertanian dalam suatu hubungan yang kompleks pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) termasuk didalamnya jenis tanah, tata guna lahan dan manajemen kondisi lahan secara periodik. Untuk tujuan pemodelan, program ArcSWAT memudahkan pengguna dengan melakukan pembagian suatu wilayah DAS yang luas menjadi beberapa bagian sub DAS-sub DAS untuk memudahkan dalam perhitungan.

Struktur data yang digunakan sebagai representasi dari kondisi asli kenampakan objek yang ada di bumi. Di dalamnya pengolahan database, ArcSWAT dibagi dalam 2 kelompok data base: jenis data spasial yaitu basis data dalam struktur vektor dan basis data dalam struktur *grid/raster*.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Letak administratif dan geografis

Studi ini dilakukan pada wilayah DAS Rejoso beserta anak-anak sungainya. Kali Rejoso sebagai wilayah kegiatan SID pengendalian daya rusak air merupakan salah satu dari sungai besar di Kabupaten

Pasuruan. Kali Rejoso memiliki panjang sungai sepanjang 21 km. Sedangkan, DAS Rejoso memiliki luas sebesar 437.4958 km². DAS Rejoso melewati wilayah Kecamatan Rejoso yang bermuara di Selat Madura.

Letak geografi Kabupaten Pasuruan antara 112° 33' 00" hingga 113° 06' 00" Bujur Timur dan antara 7° 30' 00" hingga 8° 00' 00" Lintang Selatan. Batas-batas administrasi wilayah Kabupaten Pasuruan adalah:

- a) Utara : Kota Pasuruan, Kabupaten Sidoarjo, dan Selat Madura
- b) Timur : Kabupaten Probolinggo
- c) Selatan: Kabupaten Malang dan Kabupaten Lumajang
- d) Barat : Kabupaten Mojokerto dan Kota Batu

3.2. Data – data yang diperlukan

1. Data curah hujan harian tahun 2002 sampai dengan 2013 dari stasiun hujan Kedawung, Kawisrejo, Gading, Ranugrati, Kwd. Grati, dan Winongan.
2. Data debit DAS Rejoso tahun 2002 sampai dengan 2013 pada AWLR Winongan untuk DAS Rejoso Hilir.
3. Peta Rupa Bumi skala 1:25000.
4. Peta jenis tanah untuk areal Sub DAS Rejoso.
5. Citra Satelit landsat TM tahun 2002, 2006, dan 2009.

3.3. Langkah-langkah penyelesaian studi

Langkah-langkah penyelesaian dalam studi ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengumpulan data-data yang diperlukan.
2. Analisis hidrologi untuk menguji konsistensi data hujan yang diperoleh dengan menggunakan Kurva Massa Ganda.
3. Pengolahan DEM (*Digital Elevation Model*) untuk pemodelan DAS, seperti untuk mendapatkan peta batas DAS, jaringan sungai, parameter sungai.

4. Membangkitkan jaringan sungai sintetis (*stream network*) dari DEM.
5. Membuat daerah tangkapan sungai (*Catchment Area*).
6. Interpretasi peta tataguna lahan
Interpretasi peta tataguna lahan dilakukan dengan mengubah data citra landsat menjadi peta tataguna lahan dengan menggunakan perangkat lunak ArcMap 10.1. Data yang digunakan adalah citra landsat TM untuk daerah DAS Rejoso, peta pola aliran sungai dan jaringan jalan yang berasal dari peta rupa bumi Indonesia yang merupakan data vektor, dan peta batas DAS Rejoso.
7. Pengolahan peta jenis tanah:
Setelah membuat ArcSWAT *Landuse Class* dan ArcSWAT *Soil Class*, dilakukan *overlay* antara peta *grid* tataguna lahan dengan peta *grid* jenis tanah. Dari hasil *overlay* tersebut akan menghasilkan *Landuse Soil Report* yang mendeskripsikan secara detail distribusi tataguna lahan dan jenis tanah pada DAS.
8. Menjalankan menu HRU (*Hydrologic Response Unit*):
9. Pengolahan database pada ArcSWAT 2012, meliputi curah hujan dan klimatologi.
10. *Input* ArcSWAT dengan menjalankan menu *Write all* yang akan melakukan *input* dari hasil proses data-data yang telah didefinisikan sebelumnya.
11. Pengecekan data-data dari menu *sub basins data* pada menu *toolbar Edit input* ArcSWAT.
12. Menjalankan menu *Run SWAT* dari menu *simulation* pada *toolbar* ArcSWAT 2012.
 - a. Melakukan *Set Up* untuk periode waktu simulasi, dan frekuensi waktu hasil *running*.
 - b. *Running* SWAT dari tool *setup SWAT Run*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Penentuan Batas DAS

Penentuan batas DAS pada studi ini menggunakan bantuan software *ArcGIS 10.1*. Dalam menentukan batas DAS dibutuhkan data DEM terlebih dahulu. Data DEM yang digunakan adalah *SRTM* yang diambil dari *gdem.ersdac.SRTM* (*Shuttle Radar Topographic Mission*) merupakan misi untuk membuat data topografi (DEM) dengan menggunakan system radar dari wahana pesawat ulang alik antariksa.

4.2. Interpretasi citra satelit

Interpretasi citra satelit diperlukan untuk mengolah data citra menjadi peta tataguna lahan. Interpretasi ini menggunakan ArcMap 10.1. Hasil interpretasi yang berupa peta tata guna lahan digunakan untuk melengkapi data spasial dalam melakukan analisis terhadap limpasan permukaan dan erosi di daerah studi.

4.3. Peta tataguna lahan

Hasil dari klasifikasi citra satelit adalah informasi tentang tataguna lahan di daerah studi. Peta sebaran tataguna lahan yang diperoleh dari hasil klasifikasi yang format *filenya* belum *.shp* selanjutnya diekspor ke *file* berformat *.shp*. Perubahan format file ini sesuai dengan kebutuhan analisis berikutnya.

Tabel 4.1 Luasan tataguna lahan DAS Rejoso

Tataguna Lahan	2002		2006		2009	
	Luas (Ha)	Luas (%)	Luas (Ha)	Luas (%)	Luas (Ha)	Luas (%)
Air Danau	172	0.393	177	0.405	179	0.409
Empang	553	1.264	554	1.266	553	1.264
Hutan Rimba	2838	6.487	2431	5.557	1601	3.660
Perkebunan	1747	3.993	1306	2.985	916	2.094
Permukiman	1120	2.560	1677	3.833	2444	5.586
Sawah	11011	25.169	8750	20.000	5624	12.855
Semak Belukar	1777	4.062	1409	3.221	580	1.326
Tegalan/Ladang	24531	56.072	27445	62.733	31852	72.806
Total Luas	43749.58 Ha					

Sumber:Perhitungan

4.4. Peta jenis tanah

Tabel 4.2 Jenis tanah di DAS Rejoso

No	Jenis Tanah	Ha	(%)
1	Asosiasi Andosol coklat kekuningan dan Regosol coklat kekuningan	9.149,686	20,923
2	Asosiasi Andosol coklat dan Regosol coklat	683,557	1,563
3	Kompleks Regosol kelabu dan Litosol	827,844	1,893
4	Aluvial coklat kekelabuan	6.450,055	14,749
5	Mediteran coklat	894,660	2,046
6	Latosol coklat kemerahan	23.141,102	52,917
7	Regosol coklat kekelabuan	835,960	1,912
8	Aluvial kelabu tua	988,749	2,261
9	Kompleks Mediteran coklat dan Litosol	759,333	1,736

Sumber: Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya

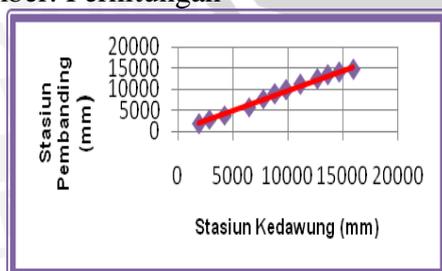
4.5. Uji konsistensi data

Data-data hujan harian tiap-tiap stasiun selama 12 tahun terlebih dahulu diuji kekonsistenan datanya dengan teknik lengkung massa ganda. Uji ini bertujuan untuk membandingkan data dari stasiun yang diamati dengan stasiun sekitarnya. Adapun stasiun pengamatan hujan yang digunakan untuk mengambil data hujan dari DAS Rejoso meliputi 6 stasiun hujan.

Tabel 4.3. Uji konsistensi data stasiun hujan Kedawung

Tahun	Stasiun Kedawung (mm)	Stasiun Kawisrejo (mm)	Stasiun Gading (mm)	Stasiun Ranugrati (mm)	Stasiun Kwd. Grati (mm)	Stasiun Winongan (mm)	Kumulatif Stasiun Kedawung (mm)	Rata-rata Stasiun Perbandingan (mm)	Kumulatif Stasiun Perbandingan (mm)
2013	1818	2196	1945	2002	1873	1428	1818	1889	1889
2012	1089	931	1139	1130	1117	730	2907	1009	2898
2011	894	1323	1508	1345	1202	1403	3801	1356	4254
2010	1990	2234	2614	1681	1901	2666	5791	2219	6474
2009	1949	1173	1315	1187	1399	1394	7740	1294	7767
2008	1036	1197	1205	929	986	956	8776	1055	8822
2007	1058	1006	1225	844	872	1243	9834	1038	9860
2006	1327	991	1172	1342	1320	1435	11161	1252	11112
2005	1130	1277	1563	1656	1544	1631	12291	1534	12646
2004	1011	861	910	1296	990	756	13302	962	13608
2003	717	874	977	1211	1097	1037	14019	1039	14647
2002	602	1147	1124	1357	1336	1501	14621	1293	15940

Sumber: Perhitungan



Gambar 4.1 Grafik uji konsistensi data stasiun hujan Kedawung

Sumber: Perhitungan

4.6. Hasil simulasi

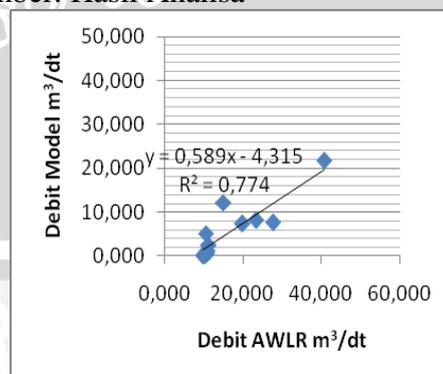
4.6.1. Hasil simulasi sebelum kalibrasi

Simulasi awal dilakukan tanpa merubah parameter-parameter yang terdapat dalam program. Parameter tersebut dibiarkan dalam kondisi awal untuk menguji hasilnya dengan data lapangan di titik kontrol. Dengan adanya simulasi awal ini, maka akan terlihat apakah parameter-parameter yang dalam program sesuai dengan kondisi daerah studi atau tidak. Jika tidak sesuai maka akan dilakukan kalibrasi untuk mendapatkan parameter-parameter yang berpengaruh dalam DAS.

Tabel 4.4 Perbandingan debit model ArcSWAT dengan debit AWLR sebelum kalibrasi pada tahun 2002

Bulan	Total Debit (m ³ /dt)	
	AWLR	Model
Januari	14,990	12,110
Februari	19,980	7,284
Maret	27,700	7,544
April	23,310	8,063
Mei	10,510	5,063
Juni	11,200	2,502
Juli	11,020	1,223
Agustus	10,850	0,549
September	10,120	0,171
Oktober	9,683	0,064
November	10,390	0,115
Desember	40,720	21,708

Sumber: Hasil Analisa



Gambar 4.2 Grafik korelasi debit model terhadap data terukur tahun 2002

Sumber: Hasil Analisa

4.6.2. Kalibrasi parameter model

Tabel 4.5 Parameter input pada tahap kalibrasi tahun 2002

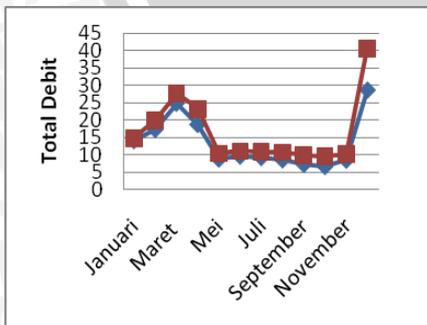
Parameter		Lower Bound	Upper Bound	Nilai Kalibrasi
Mgt	CN2	35	98	80
HRU	ESCO	0	1	1
Sol	SOL_AWC	0	1	0.01
GW	GW_DELAY	0	500	31
	ALPHA_BF	0	1	1
	GWQMN	0	5000	100
	GW_REVAP	0.02	0.2	0.2
	REVAPMN	0	1000	950

4.6.3. Hasil simulasi model setelah kalibrasi

Tabel 4.6 Hasil simulasi periode I Debit ArcSWAT sesudah kalibrasi pada Tahun 2002

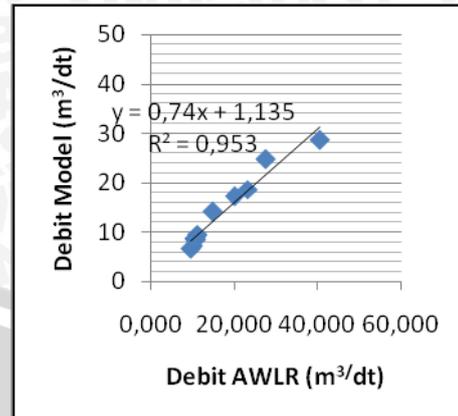
Bulan	Total Debit (m3/dt)	
	AWLR	Model
Januari	14,990	14,072
Februari	19,980	17,257
Maret	27,700	24,778
April	23,310	18,694
Mei	10,510	8,784
Juni	11,200	9,641
Juli	11,020	9,232
Agustus	10,850	8,57
September	10,120	7,258
Oktober	9,683	6,641
November	10,390	8,458
Desember	40,720	28,595

Sumber: Hasil Analisa



Gambar 4.3 Grafik debit model terhadap data terukur tahun 2002 sesudah kalibrasi

Sumber: Hasil Analisa



Gambar 4.4 Grafik korelasi debit model terhadap data terukur tahun 2002 sesudah kalibrasi

Sumber: Hasil Analisa

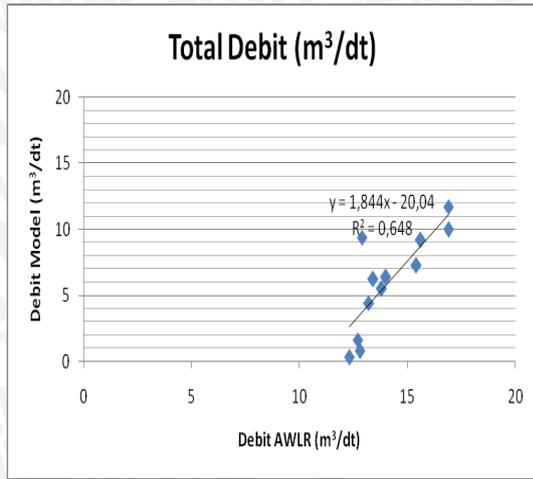
4.7. Validasi hasil simulasi ArcSWAT

Setelah dilakukan kalibrasi, pada tahap ini akan dilakukan validasi untuk hasil simulasi ArcSWAT. Validasi yaitu membandingkan hasil model dengan AWLR tanpa mengubah parameter – parameter yang sudah ada sebelumnya. Pada validasi ini simulasi yang digunakan adalah simulasi pada tahun 2013 dengan menggunakan parameter – parameter pada kalibrasi tahun 2009.

Tabel 4.7 Hasil debit ArcSWAT sebelum validasi pada Tahun 2013

Bulan	Total Debit (m3/dt)	
	AWLR	Model
Januari	13,4	6,203
Februari	14	6,372
Maret	16,9	11,69
April	15,6	9,207
Mei	15,4	7,282
Juni	16,9	9,982
Juli	13,2	4,434
Agustus	12,7	1,613
September	12,8	0,7886
Oktober	12,3	0,2756
November	12,9	9,387
Desember	13,8	5,509

Sumber: Hasil Perhitungan



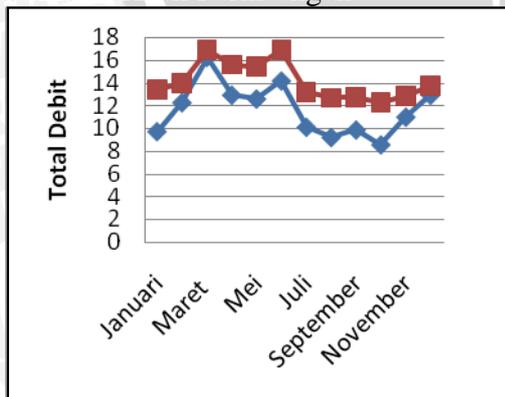
Gambar 4.5 Grafik korelasi debit model terhadap data terukur tahun 2013 sebelum validasi

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4.8 Hasil debit ArcSWAT setelah validasi pada Tahun 2013

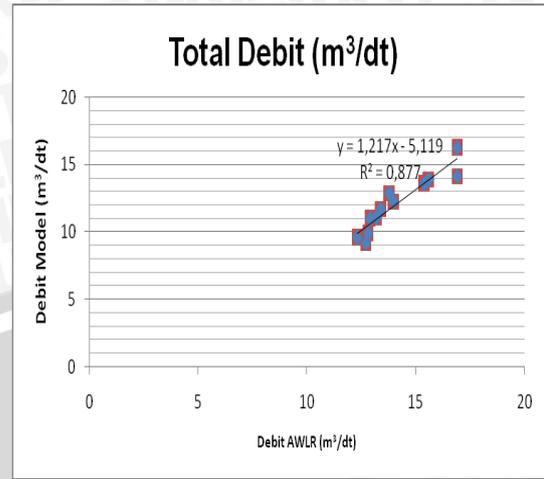
Bulan	Total Debit (m3/dt)	
	AWLR	Model
Januari	13,4	11,718
Februari	14	12,256
Maret	16,9	16,224
April	15,6	13,915
Mei	15,4	13,58
Juni	16,9	14,152
Juli	13,2	11,102
Agustus	12,7	9,207
September	12,8	9,866
Oktober	12,3	9,56
November	12,9	10,987
Desember	13,8	12,905

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 4.6 Grafik debit model terhadap data terukur tahun 2013 sesudah validasi

Sumber: Hasil Analisa



Gambar 4.7 Grafik korelasi debit model terhadap data terukur tahun 2013 sesudah validasi

Sumber: Hasil Analisa

4.8. Pengujian hasil simulai ArcSWAT

4.8.1. Nash Sutcliffe

Tabel 4.9 Hasil Nash - Sutcliffe debit model terhadap data terukur tahun 2002 sesudah kalibrasi

Bulan	Total Debit (m3/dt)		$(Q_o^t - Q_m^t)^2$	$(Q_o^t - \bar{Q}_o)^2$
	AWLR	Model		
Januari	14,990	14,072	0,843	2,945
Februari	19,980	17,257	7,415	10,719
Maret	27,700	24,778	8,538	120,866
April	23,310	18,694	21,307	43,612
Mei	10,510	8,784	2,979	38,391
Juni	11,200	9,641	2,430	30,317
Juli	11,020	9,232	3,197	32,332
Agustus	10,850	8,570	5,198	34,294
September	10,120	7,258	8,191	43,376
Oktober	9,683	6,641	9,254	49,324
November	10,390	8,458	3,733	39,893
Desember	40,720	28,595	147,016	576,668
Rata-rata	16,706	13,498	18,342	85,228
Jumlah	200,473	161,980	220,101	1022,736
NS				0,785

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil pengujian dengan menggunakan Metode Nash - Sutcliffe diperoleh nilai dari perbandingan debit model dengan debit AWLR secara keseluruhan memiliki hubungan yang baik. Dengan demikian, data debit model bisa dikatakan cukup akurat dan dijadikan patokan sebagai dasar dalam penentuan besarnya nilai erosi, sedimen, dan limpasan di daerah studi.

4.8.2. Index of agreement (d)

Tabel 4.10 Perhitungan *Index of agreement* (d) tahun 2002

Bulan	Total Debit (m ³ /dt)		$(O_i - P_i)^2$	$ P_i - \bar{O} $	$ P_i - \bar{P} $	$(P_i - \bar{O} + P_i - \bar{P})^2$
	AWLR	Model				
Januari	14,990	14,072	0,843	1,716	2,634	18,924
Februari	19,980	17,257	7,415	3,274	0,551	14,629
Maret	27,700	24,778	8,538	10,994	8,072	363,506
April	23,310	18,694	21,307	6,604	1,988	73,820
Mei	10,510	8,784	2,979	6,196	7,922	199,323
Juni	11,200	9,641	2,430	5,506	7,065	158,034
Juli	11,020	9,232	3,197	5,686	7,474	173,190
Agustus	10,850	8,570	5,198	5,856	8,136	195,781
September	10,120	7,258	8,191	6,586	9,448	257,095
Oktober	9,683	6,641	9,254	9,683	10,065	389,987
November	10,390	8,458	3,733	6,316	8,248	212,115
Desember	40,720	28,595	147,016	24,014	11,889	1289,013
Rata-rata	16,706	13,498	18,342	7,703	6,958	278,785
Jumlah	200,473	161,980	220,101	92,431	83,492	3345,416
d	0,934					

Sumber: Hasil Analisa

Dari hasil pengujian dengan menggunakan Metode *Index of agreement* (d) diperoleh nilai d dari perbandingan debit model dengan debit AWLR secara keseluruhan memiliki hubungan yang baik. Dengan demikian, data debit model bisa dikatakan cukup akurat dan dijadikan patokan sebagai dasar dalam penentuan besarnya nilai erosi, sedimen, dan limpasan di daerah studi.

4.8.3. Root Mean Square Error

Dari hasil pengujian dengan menggunakan Metode *Root Mean Square Error* diperoleh nilai *RMSE* dari perbandingan debit model dengan debit AWLR secara keseluruhan memiliki hubungan yang baik. Dengan demikian, data debit model bisa dikatakan cukup akurat dan dijadikan patokan sebagai dasar dalam penentuan besarnya nilai erosi, sedimen, dan limpasan di daerah studi.

Tabel 4.11 Perhitungan uji *Root Mean Square Error* tahun 2002

Bulan	Total Debit (m ³ /dt)		$(f_i - y_i)$	$(f_i - y_i)^2$
	AWLR	Model		
Januari	14,990	14,072	-0,918	0,842724
Februari	19,980	17,257	-2,723	7,414729
Maret	27,700	24,778	-2,922	8,538084
April	23,310	18,694	-4,616	21,30746
Mei	10,510	8,784	-1,726	2,979076
Juni	11,200	9,641	-1,559	2,430481
Juli	11,020	9,232	-1,788	3,196944
Agustus	10,850	8,57	-2,28	5,1984
September	10,120	7,258	-2,862	8,191044
Oktober	9,683	6,641	-3,042	9,253764
November	10,390	8,458	-1,932	3,732624
Desember	40,720	28,595	-12,125	147,0156
Jumlah	200,473	161,980	-38,493	220,101
RMSE	4,283			

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil pengujian dengan menggunakan Metode *Root Mean Square Error* diperoleh nilai *RMSE* dari perbandingan debit model dengan debit AWLR secara keseluruhan memiliki hubungan yang baik. Dengan demikian, data debit model bisa dikatakan cukup akurat dan dijadikan patokan sebagai dasar dalam penentuan besarnya nilai erosi, sedimen, dan limpasan di daerah studi.

4.9. Analisa perubahan tataguna lahan

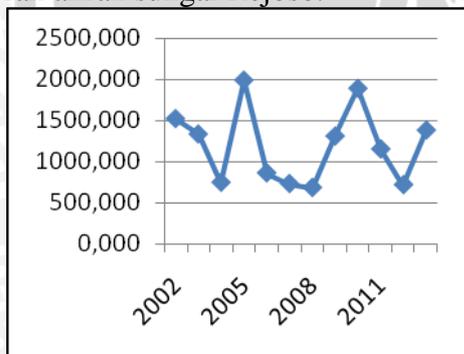
Dari hasil analisa diatas dapat diketahui bahwa telah terjadi perubahan hasil sedimen, erosi, dan limpasan pada setiap tahunnya. Perubahan-perubahan tersebut salah satunya dikarenakan oleh perubahan dari penggunaan lahan pada daerah aliran sungai Rejoso.

Tabel 4.12 Rekapitulasi nilai sedimen, erosi, dan limpasan tahun 2000-2013

Tahun	Luas (ha)	Sedimen (ton/ha/th)	Erosi (ton/ha/th)	Limpasan (mm/th)
2002	43749.58	1521.812	48198.86	33269.6
2003	43749.58	1333.751	41373.491	28242.53
2004	43749.58	744.449	22855.361	23942.04
2005	43749.58	1990.320	59819.068	55891.95
2006	43749.58	860.674	26186.802	51518.35
2007	43749.58	729.414	21922.177	39902.73
2008	43749.58	681.692	19647.728	40932.82
2009	43749.58	1308.979	40132.973	53483.64
2010	43749.58	1890.749	57395.581	99082.53
2011	43749.58	1152.452	34320.076	52678.87
2012	43749.58	716.221	20490.518	36469.71
2013	43749.58	1381.634	40154.392	66619.37

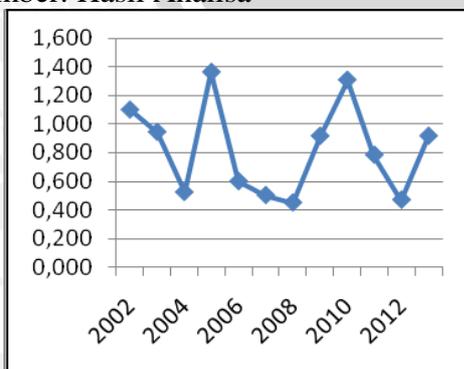
Sumber: Hasil Analisa

Dari hasil analisa diatas dapat diketahui bahwa telah terjadi perubahan hasil sedimen, erosi, dan limpasan pada setiap tahunnya. Perubahan-perubahan tersebut salah satunya dikarenakan oleh perubahan dari penggunaan lahan pada daerah aliran sungai Rejoso.



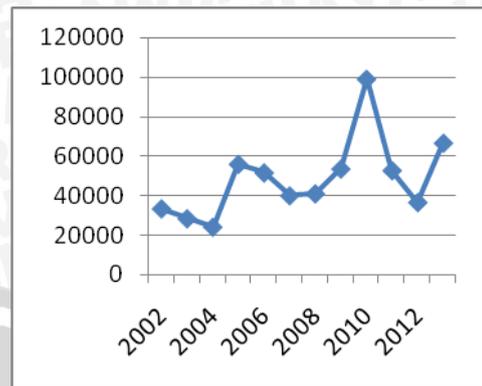
Gambar 4.8 Grafik sedimen yang terjadi setiap tahun

Sumber: Hasil Analisa



Gambar 4.9 Grafik erosi yang terjadi setiap tahun

Sumber: Hasil Analisa



Gambar 4.10 Grafik limpasan yang terjadi setiap tahun

Sumber: Hasil Analisa

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Dari hasil analisa citra satelit dengan menggunakan ArcMap 10.1 dapat dilihat jenis tataguna lahan di DAS Rejoso. Tataguna lahan terdiri dari 8 kelas yang meliputi air danau, air empang, hutan rimba, semak belukar, perkebunan, tegalan/ladang, permukiman, dan sawah. Kondisi tataguna lahan dari tahun 2002 hingga 2013 mengalami perubahan. Perubahan meliputi permukiman bertambah sebesar 118.214%, perkebunan berkurang sebesar 47.567%, sawah berkurang sebesar 48.924%, hutan rimba berkurang sebesar 43.587 %, semak belukar berkurang sebesar 67.361%, dan tegalan/ladang bertambah sebesar 29.844%.
2. Berdasarkan hasil dari model SWAT untuk pendugaan sedimen, erosi, dan limpasan pada DAS Rejoso tahun 2002 sampai dengan tahun 2013 dirangkum dalam bentuk jumlah atau total dan rata-rata dari hasil erosi, sedimen, dan limpasan per sub das dan perbulan. Dan rekapitulasinya adalah sebagai berikut:

Tabel 5.1 Rekapitulasi hasil sedimen, erosi, dan limpasan tahun 2002 - 2013

Tahun	Luas (Ha)	Sedimen (ton/ha/th)		Erosi (ton/ha/th)		Limpasan (mm/th)	
		Total	Rata-rata	Total	Rata-rata	Total	Rata-rata
2002	43749.58	1521.812	1.605	48198.86	50.843	33269.6	35.094
2003	43749.58	1333.751	1.407	41373.491	43.643	28242.53	29.792
2004	43749.58	744.449	0.785	22855.361	24.109	23942.04	25.255
2005	43749.58	1990.320	2.099	59819.068	63.100	55891.95	58.958
2006	43749.58	860.674	0.908	26186.802	27.623	51518.35	54.344
2007	43749.58	729.414	0.769	21922.177	23.125	39902.73	42.091
2008	43749.58	681.692	0.719	19647.728	20.725	40932.82	43.178
2009	43749.58	1308.979	1.381	40132.973	42.334	53483.64	56.417
2010	43749.58	1890.749	1.994	57395.581	60.544	99082.53	104.517
2011	43749.58	1152.452	1.206	34320.076	36.203	52678.87	55.568
2012	43749.58	716.221	0.756	20490.518	21.615	36469.71	38.471
2013	43749.58	1381.634	1.457	40154.392	42.357	66619.37	70.274
Total		16965.533	17.886	516207.494	544.129	635476.279	670.334

Sumber : Hasil Perhitungan

3. Dengan terjadinya perubahan luas tataguna lahan dari tahun 2002 sampai dengan tahun 2013, maka dapat mempengaruhi kondisi daerah aliran sungai. Nilai sedimen, erosi, dan limpasan pada DAS Rejoso mengalami kenaikan dan penurunan dari tahun ke tahun sebagai akibat dari perubahan tataguna lahan tersebut. Hal ini didukung berdasarkan hasil running simulasi model ArcSWAT. Terjadi kenaikan nilai sedimen, erosi, dan limpasan dari tahun 2002 sampai dengan tahun 2006. Akan tetapi, terjadi penurunan nilai sedimen, erosi, dan limpasan dari tahun 2006 sampai dengan tahun 2009. Dan penurunan nilai sedimen, erosi, dan limpasan dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2013. Simulasi ini menunjukkan hasil sedimen, erosi, dan limpasan terjadi saling berbanding lurus. Pada tahun 2002 sedimen yang didapatkan sebesar 1521.812 ton/ha/th, pada tahun 2006 mengalami penurunan sekitar 43.444% menjadi 860.674 ton/ha/th, pada tahun 2009 mengalami kenaikan sekitar 52.087% menjadi 1308.979 ton/ha/th, dan pada tahun 2013 mengalami kenaikan sekitar 5.550% menjadi 1381.634 ton/ha/th. Pada tahun 2002 erosi yang didapatkan sebesar 48198.86ton/ha/th, pada tahun 2006

mengalami penurunan sekitar 66.417% menjadi 26186.802 ton/ha/th, pada tahun 2009 mengalami kenaikan sekitar 53.256% menjadi 40132.973 ton/ha/th, dan pada tahun 2013 menalami kenaikan sekitar 0.053% menjadi 40154.392 ton/ha/th. Dan untuk limpasan pada tahun 2002 yang didapatkan sebesar 33269.6mm/th, pada tahun 2006 mengalami kenaikan sekitar 54.851% menjadi 51518.35 mm/th, pada tahun 2009 mengalami kenaikan sekitar 3.815% menjadi 53483.64 mm/th, dan pada tahun 2013 mengalami kenaikan sekitar 24.560% menjadi 66619.37 mm/th.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor.
- Asdak, Chay. 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Chow, V.T. 1988. *Handbook of Applied Hydrology*, Prentice Hall Inc, USA. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- S.I., Neitch, J. G. Arnold, J. R. Kiniry, J. R. William, K. W. King. 2002. *Soil and Water Assesment Tool Theoretical Documentation*. Grassland, Soil an Water Research Laboratory. Agricultural Research Service. Temple, Texas. Blackland Research Center. Texas Agricultural Experiment Station. Temple, Texas. Published 2002 by Texas Water Resources Institute, College Station, Texas.
- Soemarto, CD. 1999. *Hidrologi Teknik*. Jakarta : Erlangga.
- Suripin. 2004. *Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air*. Yogyakarta : ANDI.