

PENGARUH PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN TERHADAP SEDIMEN DI SUNGAI LESTI

Noor Dinda Febrianingrum^a, Aniek Masrevaniah^b, Ery Suhartanto^b

^aMahasiswa Jurusan Teknik Pengairan Universitas Brawijaya

^bDosen Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
e-mails : efidroon@yahoo.com, a.masrevani@yahoo.com, erysuhartanto@yahoo.com

ABSTRAK

Perubahan tata guna lahan yang terjadi di sungai Lesti merupakan sebuah dampak yang besar dari kegiatan manusia. Jumlah penduduk yang terus meningkat menyebabkan kebutuhan akan daerah pemukiman baru terus bertambah. Perubahan daerah hutan menjadi persawahan ataupun menjadikannya sebagai daerah pemukiman tentunya akan berpengaruh besar terhadap sedimen di sungai Lesti.

Software AVSWAT 2000 adalah program berbasis SIG yang bekerja sebagai ekstensi dalam software ArcView yang dirancang khusus untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi pada suatu DAS. Salah satu kemampuannya adalah untuk memprediksi sedimen yang ada di badan sungai dalam DAS. Untuk mendapatkan nilai dari sedimen yang ada di badan sungai dibutuhkan overlay dari peta tata guna lahan dan peta jenis tanah. Data hidrologi dan klimatologi dibutuhkan program guna memprediksi besar kandungan yang terdapat di badan sungai.

Dalam studi ini dikaji besaran sedimen di sungai Lesti berdasarkan 2 (dua) tata guna lahan tahun 2003 dan tahun 2005. Masing-masing tata guna lahan di bagi menjadi 20 sub DAS dengan total keseluruhan 59140.015 Ha. Perubahan luas tata guna lahan dari tahun 2003 ke tahun 2005 yang meliputi : Belukar/Semak berkurang sebesar 41,131%, Air Tawar berkurang sebesar 95,556%, Industri berkurang sebesar 99,345%, Kebun bertambah sebesar 121,707%, Pemukiman bertambah sebesar 157,848%, Rumput berkurang sebesar 97,580%, Sawah Irigasi bertambah sebesar 76.114%, Sawah Tadah Hujan berkurang sebesar 79,809%, Tegalan berkurang sebesar 64,244%, dan Hutan berkurang sebesar 99,796%. Dengan terjadinya perubahan luas tata guna lahan maka didapatkan nilai persentase perubahan dari perbandingan hasil simulasi tahun 2003 ke tahun 2005 yang menunjukkan terjadinya kenaikan konsentrasi sedimen sebesar 68,261%.

Hasil sedimen simulasi mempunyai kecenderungan mempunyai trend yang sama dengan sedimen terukur meskipun model memberikan nilai kesalahan relatif yang masih besar pada tahun-tahun tertentu. Hal ini dimungkinkan karena keterbatasan data yang ada sehingga input parameter kurang detail. Hasil simulasi untuk sedimen mendekati sedimen terukur dengan koefisien korelasi $0,6 < R < 1,0$ yang artinya mempunyai hubungan langsung positif baik. Melalui uji homogenitas dikatakan bahwa kedua model dikatakan 95 % betul bahwa sama jenis atau homogen dengan sedimen terukur. Tetapi menurut fungsi waktu antara bulan januari sampai dengan bulan desember pada tahun 2003 dan tahun 2005 dikatakan bahwa kedua model tidak sama.

Kata kunci : Tata guna lahan, Sedimen, Simulasi, AVSWAT 2000

ABSTRACT

Land use changes that occurred in the Lesti River is a large impact from human activities. The number of people that continue to rise, causing the water requirement for

new residential areas continue to grow. The changes from forestry areas into rice fields or make it as residential areas, would have a major effect on sedimentation in the Lesti River.

AVSWAT 2000 software is GIS-based program that works as an extension of Arc View software which designed specifically to solve problems that occur in a watershed. One of the program's ability is to predict sediment in the riverbanks on watershed. To get the value of the sediment in the riverbank, needed an overlay of land use maps and soil types maps. Hydrological and climatological data needed to predict the the amount of content contained in the riverbank.

In this study, assessed the amount of sediment in the Lesti River based on the two land use, land use in year of 2003 and 2005. Each land use was divided into 20 sub-watersheds for a total of 59140,015 Ha. Extensive changes of land use from the year of 2003 to 2005 include: scrub / shrubs decreased by 41.131%, freshwater reduced by 95.556%, industry decreased by 99.345%, garden increased by 121.707%, residential increased by 157,848%, grass was reduced by 97.580 %, irrigated fields increased by 76.114%, rainfed lowland reduced by 79.809%, fields reduced by 64.244%, and forest was reduced by 99.796%. With the occurrence of extensive changes in land use, obtain the percentage change from the comparison of simulation result on the year of 2003 to 2005 which showing the increase of sediment concentration by 68.261%.

The result from simulation of sediment has a tendency to have the same trend with the sediment measured, although the model gives a relative error values that still large in certain years. This is possible because of limited data, so they were less detailed input parameters. The simulation results for the sediments are near the measured sediment with a correlation coefficient of $0.6 < R < 1.0$, which means it having a positive direct relationship either. Through the homogeneity test, it is known that both model is 95% right, which is means that the both model have the same type or a homogeneous with the measured sediment. But according to a function of time between the months of January up to last December, in the year of 2003 and year 2005, it says that both models are not the same.

Keyword : *Land Use, Sediment, Simulation, AVSWAT 2000*

PENDAHULUAN

Pengelolaan DAS adalah suatu proses formulasi dan implementasi kegiatan atau program yang bersifat manipulasi sumber daya alam dan manusia yang terdapat di DAS untuk memperoleh manfaat produksi dan jasa tanpa menyebabkan terjadinya kerusakan sumber daya alam khususnya air dan tanah. Termasuk dalam pengelolaan DAS adalah identifikasi keterkaitan antara tata guna lahan, tanah dan air, dan keterkaitan antara daerah hulu dan hilir suatu DAS. Pengelolaan DAS perlu mempertimbangkan aspek-aspek sosial, ekonomi, budaya dan kelembagaan yang

beroperasi didalam dan diluar DAS yang bersangkutan (Asdak, 2007 : 5)

Pengelolaan sumber daya alam dalam hubungannya dengan prinsip-prinsip hidrologi dan pengelolaan DAS harus senantiasa memperhatikan kaidah-kaidah pengelolaan sumber daya alam dan keseimbangan ekosistem. Manusia merupakan salah satu komponen ekosistem. dalam kehidupan manusia melakukan berbagai bentuk aktivitas. Aktivitas manusia yang begitu dinamis mengakibatkan dampak pada suatu komponen lingkungan lainnya. Hal ini menunjukkan suatu hubungan timbal balik yang seharusnya seimbang. Jika tidak terjadi keseimbangan maka akan

menimbulkan permasalahan, seperti terjadinya banjir dan tanah longsor. Hal ini dikarenakan DAS tidak mampu menyerap, menyimpan, dan mendistribusikan air hujan di musim penghujan dan musim kemarau, selain itu kegiatan pengelolaan lahan yang tidak memperhatikan sistem konservasi dapat mengakibatkan peningkatan perubahan tutupan lahan yang mendorong terjadinya erosi yang berlebihan, selanjutnya tanah yang tererosi tersebut akan terbawa ke sungai dan menyebabkan pendangkalan sungai karena pengendapan sedimen yang berasal dari erosi lahan.

Tingginya tingkat erosi aktual merupakan permasalahan utama yang terjadi pada DAS Lesti. Kerusakan tanah akibat proses erosi tersebut apabila berlangsung terus menerus tanpa adanya kendali yang memadai akan berakibat kerusakan lingkungan yang sangat luas sehingga berpengaruh terhadap pengelolaan DAS.

Penyebab utama terjadinya erosi adalah penggunaan lahan yang kurang sesuai dengan fungsinya serta tingkat kepekaan tanahnya yang sangat peka terhadap erosi.

Hasil analisa dan pengamatan lapangan menunjukkan bahwa kerusakan lahan yang terjadi karena tingkat kepekaan tanah yang cukup tinggi terhadap erosi akibat praktek pengelolaan DAS yang tidak sesuai dengan kaidah konservasi.

Pada kawasan tegal dan pekarangan menunjukkan bahwa masih banyak terjadi penanaman tanaman semusim pada wilayah yang mempunyai kelerengan tinggi tanpa disertai dengan konservasi tanah yang sesuai. Kondisi demikian apabila dicermati lebih lanjut terlihat jelas bahwa lahan tegal dan pekarangan ini tingkat pengelolaan lahannya cukup intensif, namun konservasi tanahnya belum cukup optimal. Hal ini jelas menimbulkan ketidakseimbangan ekosistem di wilayah Sub DAS Lesti.

Erosi merupakan salah satu kejadian alami yang tidak akan dapat dihindari. Dengan adanya erosi maka akan mengakibatkan laju sedimen di sungai menjadi bertambah besar dan berakibat terjadi pengendapan di daerah hilir sungai. Dengan adanya sedimentasi di sungai juga mengakibatkan dangkalnya dasar sungai atau pengendapan sedimen di waduk.

Oleh sebab itu perlu adanya upaya pengelolaan DAS, dalam hal ini melalui software AVSWAT 2000 yang merupakan program berbasis GIS yang bekerja sebagai ekstensi (*Graphical User Interface*) dalam software ArcView. AVSWAT dirancang khusus untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi pada suatu DAS. Salah satu kemampuannya adalah untuk memprediksi sedimen yang ada di badan sungai DAS tersebut.

METODE PENELITIAN

Secara umum metode penelitian yang digunakan dalam memprediksi besar sedimen di badan air sungai Lesti yaitu untuk mengetahui bahwa metode perhitungan sedimen simulasi sesuai dengan data sedimen terukur sehingga korelasi yang dihasilkan mempunyai hubungan langsung positif baik.

Dengan diperolehnya informasi hasil studi ini diharapkan dapat menjadi bahan masukan dan pertimbangan dalam pengelolaan Sub DAS Lesti. Sehingga masalah keterbatasan data hujan untuk pengembangan manajemen sumber daya air suatu DAS dapat diselesaikan.

Langkah-langkah Penyelesaian Masalah Studi :

1. Menyiapkan data-data untuk input data yang diatur dan diolah sedemikian rupa sehingga sesuai dengan format yang diminta program AVSWAT agar dapat bekerja dengan baik pada saat menjalankan program simulasinya. Data-data yang disesuaikan formatnya adalah :

- a. Data curah hujan
- b. Data jenis tanah
- c. Data tataguna lahan
2. Menampilkan peta lokasi studi
 - a. Peta topografi
 - b. Peta tataguna lahan
 - c. Peta jenis tanah
 - d. Peta sungai
3. Metode pengolahan DEM (*Digital Elevation Model*)
 - a. Mempersiapkan peta topografi digital dengan skala 1:25.000 dari BAKOSURTANAL yang meliputi wilayah DAS Lesti, dimana peta dalam format file program autoCAD (*.dwg).
 - b. Meng-eksport polyline kontur peta topografi tersebut ke dalam format file program ArcView (*.shp) dengan bantuan program CHAD2Shape 1.0.
 - c. Menggabungkan theme dari peta kontur yang sudah dalam format file (*.shp) tersebut dengan program ArcView 3.3 dari fasilitas Geo Processing Wizard dengan pilihan option adalah *merge theme together*
 - d. Membangkitkan hasil gabungan (*merge*) peta kedalam DEM dalam bentuk 3 dimensi pada menu file, setelah aktif pada menu Surface pilih sub menu *Create TIN (Triangular Irregular Network)*.
 - e. Setelah berhasil membuat TIN, konversi DEM dari format TIN ke dalam struktur format grid. Identifikasi anomali atau yang disebut *sink* dari DEM dengan memilih menu *Theme*, kemudian pilih sub menu *Convert to grid*.
 - f. Pilih menu AVSWAT, pilih menu *Automatic Delineation* yang kemudian akan muncul *dialog box* berjudul *watershed delineation*.
 - g. Dalam DEM *Set Up*, pilih gambar map terbuka untuk membuka file peta, kemudian pilih peta yang ingin dijadikan DEM.
 - h. Pilih perintah *properties* untuk memproyeksikan gambar DEM yang telah berhasil dibuat. Proyeksi dalam studi ini menggunakan metode UTM 1983 dengan zona 49.
 - i. Pilih perintah *apply* untuk mengkonfirmasi.
4. Membangkitkan jaringan sungai sintetis (stream network) dari DEM
 - a. Pada *dialog box Watershed Delineation – Stream Definition*, pada baris *threshold area*, isikan suatu angka untuk mendefinisikan jaringan sungai (aliran sungai utama dan anak sungai) pada gambar. Terdapat batas minimal dan maksimal angka yang akan diisikan. Semakin kecil angka, maka semakin banyak anak sungai yang didefinisikan.
 - b. Pilih perintah *apply* untuk mengkonfirmasi.
 - c. Membandingkan/mengkoreksi peta jaringan sungai sintetis dengan peta sungai asli, apabila tidak terjadi perbedaan yang mencolok maka peta jaringan sungai sintetis dapat diterima.
5. Membuat daerah tangkapan sungai (*Catchment Area*)
 - a. Pada *dialog box Watershed Delineation – outlet and inlet definition*, pilih perintah *add/remove/redefine* untuk mendefinisikan *outlet* utama dari DAS daerah studi.
 - b. Pilih perintah *select* pada baris *Main watershed outlet(s) selection and definition* untuk memilih satu atau lebih *outlet* yang mendefinisikan untuk *outlet* utama dari *outlet-outlet* yang telah dibuat.
 - c. Pilih perintah *apply* untuk memproses deliniasi DAS daerah studi.

- d. Dari proses tersebut akan didapatkan peta batas DAS daerah studi dalam format vektor (*.shp).
 - e. Melakukan kalkulasi parameter DAS, untuk mendapatkan data topografi yang berisi data statistik distribusi luasan dan elevasi untuk setiap DAS dan sub DAS daerah studi.
6. Pengolahan peta tataguna lahan
 - a. Klasifikasi *polygon* tataguna lahan menurut model klasifikasi AVSWAT.
 - b. Menjalankan *extension* AVSWAT 2000 dari perangkat lunak ArcView 3.3.
 - c. Menjalankan menu *Land Use and Soil Definition* dari menu toolbar AVSWAT 2000, untuk melakukan analisa spasial peta tataguna lahan.
 - d. Dari peta tataguna lahan yang sudah ditambahkan ke dalam *view* didefinisikan menurut klasifikasi tataguna lahan AVSWAT sesuai dengan kategorinya.
 - e. Memproses klasifikasi ulang, sehingga akan didapatkan peta *grid* tataguna lahan menurut AVSWAT (AVSWAT *Landuse Class*)
 7. Pengolahan peta jenis tanah :
 - a. Klasifikasi *polygon* jenis tanah menurut model klasifikasi AVSWAT.
 - b. Menjalankan *extension* AVSWAT 2000 dari perangkat lunak ArcView 3.3.
 - c. Menjalankan menu *Land Use and Soil Definition* dari menu toolbar AVSWAT 2000, untuk melakukan analisa spasial peta jenis tanah.
 - d. Dari peta jenis tanah yang sudah ditambahkan ke dalam *view* didefinisikan menurut klasifikasi jenis tanah AVSWAT sesuai dengan kategorinya.
 - e. Memproses klasifikasi ulang, sehingga akan didapatkan peta *grid* jenis tanah menurut AVSWAT (AVSWAT *Soil Class*)
- Setelah membuat AVSWAT *Landuse Class* dan AVSWAT *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 setiap DAS dan daerah studi.
8. Menjalankan menu HRU (*Hydrologic Response Unit*) :

Menjalankan menu *HRU Distribution* dari toolbar AVSWAT 2000 untuk memproses distribusi *Hydrologic Response Unit* dari setiap sub DAS, sehingga akan dihasilkan database tabel *Distrswat* yang berisi informasi penyebaran distribusi tataguna lahan dan jenis tanah pada DAS dan sub DAS.
 9. Pengolahan database pada AVSWAT 2000, meliputi data-data sebagai berikut :

Pembuatan database curah hujan dan klimatologi meliputi :

 - a. Membuat koordinat-koordinat titik stasiun curah hujan dan database curah hujan hariannya.
 - b. Membuat koordinat-koordinat unsur titik stasiun klimatologi meliputi, data temperatur, kelembaban udara, lamanya penyinaran matahari, kecepatan angin, dan database klimatologi.
 - c. Menjalankan menu *Weather stations* dari menu *input* pada toolbar AVSWAT, untuk melakukan *import* tabel database.
 10. *Input* AVSWAT 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* AVSWAT 2000.

12. Menjalankan menu *Run SWAT* dari menu *simulation* pada *toolbar AVSWAT 2000*.

- a. Melakukan *Set Up* untuk periode waktu simulasi, dan frekuensi waktu hasil *running*.
- b. Running SWAT dari tool *setup SWAT Run*.

Analisa hasil simulasi pada tiap-tiap HRU (*Hydrologic Response Unit*), sub DAS, saluran utama di sub DAS, dan konsentrasi sedimen di DAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam studi ini kalibrasi aliran dan sedimen saja yang digunakan. Kalibrasi dimaksudkan agar hasil simulasi program dapat mendekati kondisi yang sebenarnya di lapangan dengan merubah data *input*.

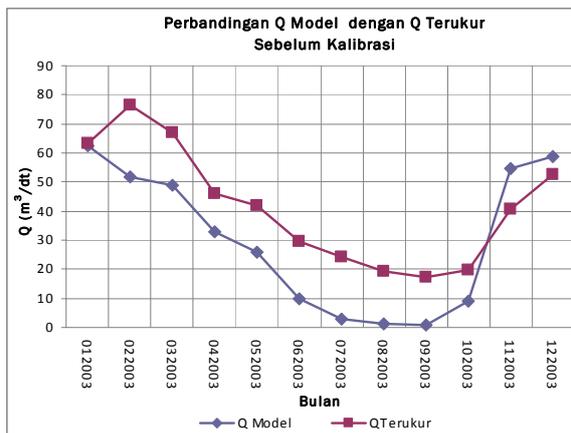
B. Kalibrasi Debit

Hasil running awal ditampilkan dalam tabel dan grafik di bawah ini yang diambil dari *AVSWAT RCH Output File* dan dibandingkan dengan data terukur :

Tabel Hasil *Running* awal Tahun 2003

| SUBBASIN | DATE | Q Model | Q Terukur | KR (%) |
|----------|--------|---------|-----------|--------|
| 20 | 012003 | 62.460 | 63.454 | 1.566 |
| 20 | 022003 | 51.650 | 76.561 | 32.538 |
| 20 | 032003 | 49.000 | 66.784 | 26.629 |
| 20 | 042003 | 32.820 | 46.111 | 28.824 |
| 20 | 052003 | 25.760 | 41.745 | 38.292 |
| 20 | 062003 | 9.997 | 29.720 | 66.363 |
| 20 | 072003 | 2.975 | 24.195 | 87.704 |
| 20 | 082003 | 1.051 | 19.410 | 94.585 |
| 20 | 092003 | 1.004 | 17.170 | 94.153 |
| 20 | 102003 | 8.849 | 19.846 | 55.412 |
| 20 | 112003 | 54.700 | 40.600 | 34.730 |
| 20 | 122003 | 58.820 | 52.409 | 12.233 |

Sumber : Pengolahan Data



Gambar 4.1 Perbandingan Debit Simulasi dengan Debit Terukur Tahun 2003 Sebelum Kalibrasi

Dari grafik diatas terlihat bahwa debit hasil simulasi rata-rata lebih kecil dari data pengukuran, untuk menangani masalah ini maka langkah-langkah kalibrasi yang dilakukan sesuai yang

dianjurkan dalam buku petunjuk AVSWAT 2000 adalah:

Langkah I:

1. Menambah/mengurangi bilangan kurva larian (*Curve Number*) dalam file (*.mgt)
2. Menambah/mengurangi AWC (*Available Water Capacity*) dalam file (*.sol)
3. Menambah/mengurangi faktor kompensasi evaporasi dalam file (*.hru)

Apabila belum mendapatkan hasil yang sesuai maka hal yang perlu diperhatikan adalah faktor-faktor air tanah yang tersimpan di data dalam file (*.gw)

Langkah II:

1. Menambah/mengurangi koefisien resap air tanah (GW_REVAP).

- Nilai maksimum 0,20 dan nilai minimum 0,02
2. Menambah/mengurangi angka kisaran kedalaman air pada *shallow aquifer* yang mengakibatkan terjadinya evaporasi (REVAPMN)
 3. Menambah/mengurangi angka kisaran kedalaman air pada *shallow aquifer* yang mengakibatkan terjadinya aliran dasar (GWQMIN). Nilai minimum 0,00

Langkah III:

Mengulang langkah I dan langkah II terus-menerus.

Untuk kalibrasi debit bulanan, ditemukan angka-angka kalibrasi sebagai berikut:

Tabel Parameter Kalibrasi Debit

| Parameter | Lower Limit | Upper Limit |
|-----------|-------------|-------------|
| CN2 | 36 | 98 |
| SOL AWC | 0 | 0.01 |
| ESCO | 0 | 1 |
| GW REVAP | 0.02 | 0.2 |
| REVAPMN | 0 | 500 |
| GWQMN | 0 | 5000 |

Sumber : Pengolahan Data

Skenario kalibrasi dapat ditampilkan sebagai berikut :

- Skenario I : Penurunan nilai CN 30 % untuk semua tata guna lahan, kecuali nilai CN = 35.

- Skenario II : Penurunan nilai CN 45 % untuk semua tata guna lahan, kecuali nilai CN = 35.
- Skenario III : Mencoba parameter HRU.dbf yaitu parameter yang mengandung informasi yang berkaitan dengan dampak nilai pada hasil aliran air surface maupun sub surface, masing-masing tata guna lahan yakni Lat (*Lateral Flow Travel Time* satuan hari) dan ESCO "*Soil Evapotranspiration Factor*" yaitu untuk hutan, tegalan, perkebunan nilai Lat = 180 hari dan ESCO = 1. Sedangkan untuk tata guna lahan sawah dan pemukiman Lat = 120 hari, dan ESCO = 0.

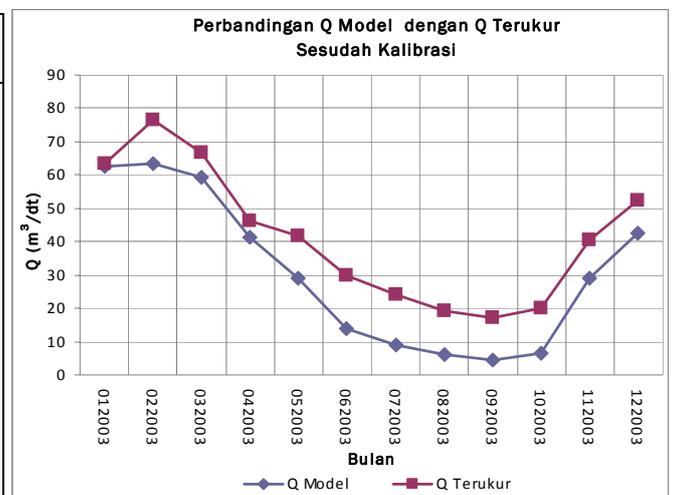
Analisa yang dapat ditarik adalah sebagai berikut :

- a. Untuk perlakuan parameter pada skenario I dan skenario II diketahui bahwa hidrograf bulanan masih belum menyerupai kondisi di lapangan, dimana pada saat bulan kering masih tetap pada kondisi dibawah debit lapangan sedangkan pada saat bulan basah jauh di atas debit lapangan.
- b. setelah coba-coba berbagai variasi didapatkan kesimpulan bahwa skenario III lebih mendekati pengukuran dilapangan dengan kesalahan relatif yang masih dapat ditolerir.

Tabel Hasil Kalibrasi Debit Tahun 2003

| SUBBASIN | DATE | Q Model | Q Terukur | KR (%) |
|----------|--------|---------|-----------|--------|
| 20 | 012003 | 62.710 | 63.454 | 1.173 |
| 20 | 022003 | 63.520 | 76.561 | 17.033 |
| 20 | 032003 | 59.200 | 66.784 | 11.356 |
| 20 | 042003 | 41.290 | 46.111 | 10.455 |
| 20 | 052003 | 29.150 | 41.745 | 30.171 |
| 20 | 062003 | 13.930 | 29.720 | 53.129 |
| 20 | 072003 | 8.907 | 24.195 | 63.187 |
| 20 | 082003 | 6.040 | 19.410 | 68.882 |
| 20 | 092003 | 4.656 | 17.170 | 72.883 |
| 20 | 102003 | 6.703 | 19.846 | 66.225 |
| 20 | 112003 | 28.900 | 40.600 | 28.818 |
| 20 | 122003 | 42.680 | 52.409 | 18.564 |

Sumber : Pengolahan Data



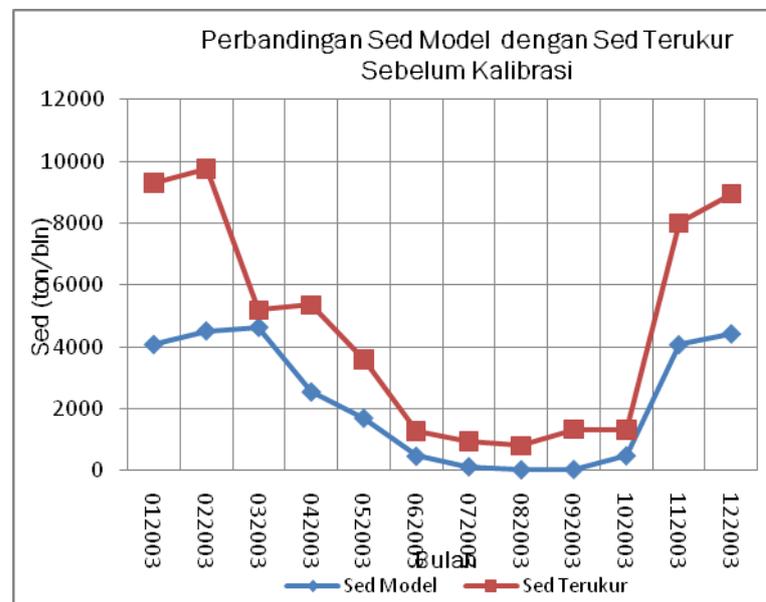
Gambar Perbandingan Debit Simulasi dengan Debit Terukur Tahun 2003 Sesudah Kalibrasi

C. Kalibrasi Sedimen

Tabel Hasil *Running* awal Tahun 2003

| SUBBASIN | Date | Sed Model | Sed Terukur | KR(%) |
|----------|--------|-----------|-------------|--------|
| 20 | 012003 | 4079.000 | 9301.942 | 56.149 |
| 20 | 022003 | 4517.000 | 9766.864 | 53.752 |
| 20 | 032003 | 4632.000 | 5189.592 | 10.744 |
| 20 | 042003 | 2547.000 | 5355.086 | 52.438 |
| 20 | 052003 | 1700.000 | 3592.005 | 52.673 |
| 20 | 062003 | 473.000 | 1276.887 | 62.957 |
| 20 | 072003 | 133.200 | 952.505 | 86.016 |
| 20 | 082003 | 34.840 | 808.956 | 95.693 |
| 20 | 092003 | 47.380 | 1338.466 | 96.460 |
| 20 | 102003 | 487.000 | 1313.437 | 62.922 |
| 20 | 112003 | 4072.000 | 8005.622 | 49.136 |
| 20 | 122003 | 4419.000 | 8948.615 | 50.618 |

Sumber : Pengolahan Data



Gambar Perbandingan Sedimen Simulasi dengan Sedimen Terukur Tahun 2003 Sebelum Kalibrasi

Dari grafik diatas terlihat bahwa hasil sedimen simulasi rata-rata lebih kecil dari data pengukuran, untuk menangani masalah ini maka langkah-langkah kalibrasi yang dilakukan sesuai yang dianjurkan dalam buku petunjuk AVSWAT 2000 adalah:

Langkah I:

1. Menambah/mengurangi faktor pengelolaan tanah (*USLE P*) dalam file (*.*mgf*)

2. Menambah/mengurangi faktor kemiringan sungai (*SLSUBBSN*) dalam file (*.*sub*)
3. Menambah/mengurangi kemiringan lahan (*SLOPE*) dalam file (*.*hru*)
4. Menambah/mengurangi faktor pengelolaan tanaman (*USLE C*) dalam file (*.*dat*)

Apabila belum mendapatkan hasil yang sesuai maka hal yang perlu diperhatikan adalah:

Langkah II:

1. Menambah/mengurangi faktor erodibilitas (CH_EROD) dalam file (*.rte)
2. Menambah/mengurangi faktor penutup saluran (CH_COVER) dalam file (*.rte)

Langkah III:

Mengulang langkah I dan langkah II terus-menerus.

Untuk kalibrasi Sedimen bulanan, ditemukan angka-angka kalibrasi sebagai berikut:

Tabel Parameter Kalibrasi Sedimen

| Parameter | Lower Limit | Upper Limit |
|-----------|-------------|-------------|
| USLE P | 0.10 | 1.00 |
| SLSUBBSN | 10.00 | 150.00 |
| SLOPE | 0.00 | 0.60 |
| USLE C | 0.001 | 0.500 |
| CH_EROD | -0.05 | 0.60 |
| CH_COVER | -0.001 | 1.000 |

Sumber : Pengolahan Data

Skenario kalibrasi dapat ditampilkan sebagai berikut :

- Skenario 1 : Penambahan nilai USLE P, SLSUBBSN, SLOPE sebesar 30 % untuk semua tata guna lahan.

- Skenario 2 : Penambahan nilai USLE P, SLSUBBSN, SLOPE sebesar 45 % untuk semua tata guna lahan.
- Skenario 3 : Mencoba parameter rte.dbf yaitu parameter yang mengandung informasi yang berkaitan dengan dampak nilai pada hasil sedimen disungai yakni penambahan nilai CH_EROD (Faktor erodibilitas saluran) pada tiap subbasin, bervariasi antara -0.005 – 0.6, nilai default 0 dan CH_COVER (Faktor penutup saluran) pada tiap subbasin, bervariasi antara -0.001 – 1.000, nilai default 0.

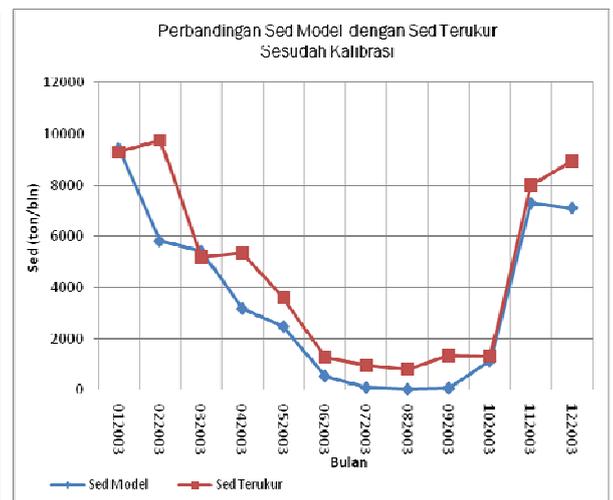
Analisa yang dapat ditarik adalah sebagai berikut :

- a. Untuk perlakuan parameter pada skenario 1 dan skenario 2 diketahui bahwa hidrograf bulanan masih belum menyerupai kondisi di lapangan.
- b. setelah coba-coba berbagai parameter didapatkan kesimpulan bahwa skenario 3 lebih mendekati pengukuran dilapangan dengan kesalahan relatif yang masih dapat ditolerir.

Tabel Hasil kalibrasi Sedimen Tahun 2003

| SUBBASIN | Date | Sed Model | Sed Terukur | KR(%) |
|----------|--------|-----------|-------------|--------|
| 20 | 012003 | 9432.000 | 9301.942 | 1.398 |
| 20 | 022003 | 5818.000 | 9766.864 | 40.431 |
| 20 | 032003 | 5427.000 | 5189.592 | 4.575 |
| 20 | 042003 | 3169.000 | 5355.086 | 40.823 |
| 20 | 052003 | 2474.000 | 3592.005 | 31.125 |
| 20 | 062003 | 524.200 | 1276.887 | 58.947 |
| 20 | 072003 | 77.260 | 952.505 | 91.889 |
| 20 | 082003 | 10.040 | 808.956 | 98.759 |
| 20 | 092003 | 50.640 | 1338.466 | 96.217 |
| 20 | 102003 | 1119.000 | 1313.437 | 14.804 |
| 20 | 112003 | 7304.000 | 8005.622 | 8.764 |
| 20 | 122003 | 7117.000 | 8948.615 | 20.468 |

Sumber : Pengolahan Data



Gambar Perbandingan Sedimen Simulasi dengan Sedimen Terukur Tahun 2003 Sesudah Kalibrasi

D. Uji Korelasi Hasil Simulasi

Uji Korelasi hasil simulasi dilakukan untuk menguji kekonsistenan

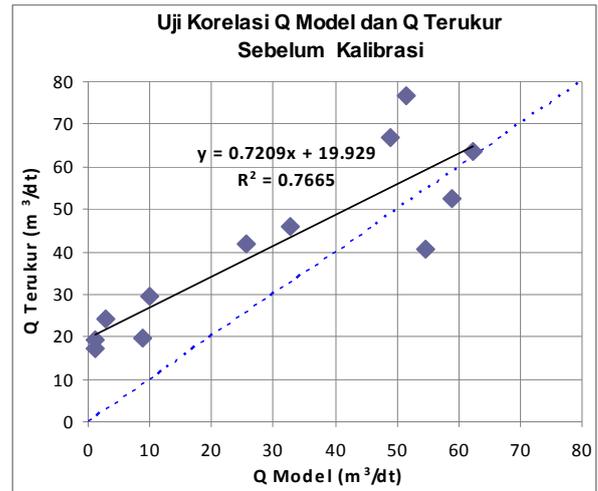
hasil sebelum di kalibrasi dengan hasil sesudah di kalibrasi.

Metode R-square (R^2)

Tabel 4.32 Uji korelasi debit dengan R² Tahun 2003 sebelum kalibrasi:

| SUBBASIN | DATE | Q Model | Q Terukur |
|----------|--------|---------|-----------|
| 20 | 012003 | 62.460 | 63.454 |
| 20 | 022003 | 51.650 | 76.561 |
| 20 | 032003 | 49.000 | 66.784 |
| 20 | 042003 | 32.820 | 46.111 |
| 20 | 052003 | 25.760 | 41.745 |
| 20 | 062003 | 9.997 | 29.720 |
| 20 | 072003 | 2.975 | 24.195 |
| 20 | 082003 | 1.051 | 19.410 |
| 20 | 092003 | 1.004 | 17.170 |
| 20 | 102003 | 8.849 | 19.846 |
| 20 | 112003 | 54.700 | 40.600 |
| 20 | 122003 | 58.820 | 52.409 |

Sumber : Pengolahan Data

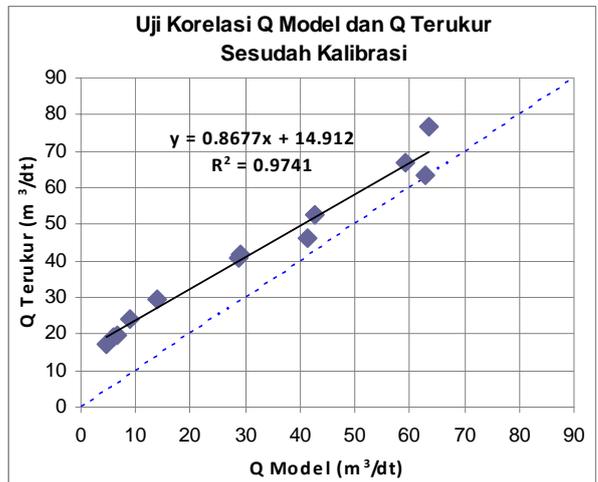


Gambar 4.2 Grafik Uji Korelasi Debit Simulasi dengan Debit Terukur Tahun 2003 Sebelum Kalibrasi

Tabel 4. 1 Uji korelasi debit dengan R² Tahun 2003 sesudah kalibrasi:

| SUBBASIN | DATE | Q Model | Q Terukur |
|----------|--------|---------|-----------|
| 20 | 012003 | 62.710 | 63.454 |
| 20 | 022003 | 63.520 | 76.561 |
| 20 | 032003 | 59.200 | 66.784 |
| 20 | 042003 | 41.290 | 46.111 |
| 20 | 052003 | 29.150 | 41.745 |
| 20 | 062003 | 13.930 | 29.720 |
| 20 | 072003 | 8.907 | 24.195 |
| 20 | 082003 | 6.040 | 19.410 |
| 20 | 092003 | 4.656 | 17.170 |
| 20 | 102003 | 6.703 | 19.846 |
| 20 | 112003 | 28.900 | 40.600 |
| 20 | 122003 | 42.680 | 52.409 |

Sumber : Pengolahan Data



Gambar 4.3 Grafik Uji Korelasi Debit Simulasi dengan Debit Terukur Tahun 2003 Sesudah Kalibrasi

Dari gambar grafik diatas dapat dilihat bahwa derajat hubungan tersebut umumnya dinyatakan secara kuantitatif sebagai koefisien korelasi. Nilai koefisien korelasi berkisar antara $-1,0 \leq R \leq 1,0$. Sehingga dari grafik hasil simulasi debit dan sedimen dapat di analisa bahwa nilai koefisien korelasi mempunyai hubungan langsung positif baik yaitu $0,6 < R < 1$.

E. Uji Homogenitas Data

Dalam uji homogenitas data ini, yang digunakan adalah uji F dan uji T.

Maksud dilakukan analisa uji ini adalah apakah data simulasi mempunyai perbedaan yang nyata atau tidak dengan data debit pengukuran.

Uji F

Prinsip uji hipotesis ini adalah membandingkan variansi gabungan antara kelompok sampel (*variance between group*) dengan varian kombinasi seluruh kelompok (*variance between group*) dimana dengan menghitung *F score*, lalu membandingkan dengan *F tabel*.

Tabel 4. 2 Uji F Hasil Debit Simulasi dan Debit Terukur Tahun 2003 dengan $\alpha = 5 \%$

| Bulan (Grup) | Debit | | Total Grup | Rerata Grup | Kesalahan Residu | |
|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------|-------------|------------------|-----------|
| | Terukur (m ³ /dt/bulan) | Model (m ³ /dt/bulan) | | | untuk k=1 | untuk k=2 |
| Januari | 63.454 | 62.710 | 126.164 | 63.082 | 25.583 | 25.583 |
| Februari | 76.561 | 63.520 | 140.081 | 70.041 | 1.189 | 1.189 |
| Maret | 66.784 | 59.200 | 125.984 | 62.992 | 2.683 | 2.683 |
| April | 46.111 | 41.290 | 87.401 | 43.701 | 9.116 | 9.116 |
| Mei | 41.745 | 29.150 | 70.895 | 35.448 | 0.753 | 0.753 |
| Juni | 29.720 | 13.930 | 43.650 | 21.825 | 6.077 | 6.077 |
| Juli | 24.195 | 8.907 | 33.102 | 16.551 | 4.901 | 4.901 |
| Agustus | 19.410 | 6.040 | 25.450 | 12.725 | 1.575 | 1.575 |
| September | 17.170 | 4.656 | 21.826 | 10.913 | 0.684 | 0.684 |
| Oktober | 19.846 | 6.703 | 26.549 | 13.275 | 1.303 | 1.303 |
| November | 40.600 | 28.900 | 69.500 | 34.750 | 0.176 | 0.176 |
| Desember | 52.409 | 42.680 | 95.089 | 47.544 | 0.320 | 0.320 |
| Total kelas | 498.005 | 367.686 | 865.691 | | 54.361 | 54.361 |
| Rerata tahunan | 41.500 | 30.641 | | | | |
| Rerata total | 36.070 | | | | | |
| Variasi antar grup (V ₂) | 707.625 | dengan derajat kebebasan, k = 2 | | | | |
| Variasi antar kelas (V ₁) | 10163.751 | dengan derajat kebebasan, n = 12 | | | | |
| V ₃ | 108.721 | dengan derajat kebebasan = 11 | | | | |
| F1 | 1028.329 | | | | | |
| F2 | 13.017 | | | | | |

| s | F2 | Uji F Antar Grup | Hipotesis | Uji F Antar Kelas | Hipotesis |
|----------|--------|------------------|-----------|-------------------|-----------|
| 1028.329 | 13.017 | F1 > Fc | diterima | F2 < Fc | ditolak |

Sumber : Hasil Perhitungan

Kesimpulan :

Dari tabel nilai kritis Fc distribusi F diperoleh Fc = 2.215 oleh karena F1 > Fc maka Hipotesis nol ditolak dan F2 < Fc maka Hipotesis nol diterima.

1. Analisis varian dari kedua nilai debit tersebut menunjukkan kesamaan jenis nilai debit pada derajat kepercayaan 5% atau dengan kata lain dapat dikatakan bahwa 95% betul bahwa nilai kedua debit tersebut sama jenis atau homogen.

2. Analisis varian dari bulan Januari sampai Desember untuk kedua nilai debit tersebut menunjukkan bahwa kesamaan jenis debit tersebut tidak dapat diterima pada derajat kepercayaan 5% atau dengan kata lain dapat dikatakan bahwa 95% betul bahwa nilai debit dari kedua data tersebut tidak sama sebagai fungsi waktu (bulan).

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan sebelumnya maka dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain :

1. Dengan terjadinya perubahan luas tata guna lahan pada tahun 2003 ke tahun 2005 yang meliputi : Belukar/Semak berkurang sebesar 41,131%, Air Tawar berkurang sebesar 95,556%, Industri berkurang sebesar 99,345%, Kebun bertambah sebesar 121,707%, Pemukiman bertambah sebesar 157,848%, Rumput berkurang sebesar 97,580%, Sawah Irigasi bertambah sebesar 76.114%, Sawah Tadah Hujan berkurang sebesar 79,809%, Tegalan berkurang sebesar 64,244%, dan Hutan berkurang sebesar 99,796%. Dengan terjadinya perubahan luas tata guna lahan maka didapatkan nilai persentase perubahan dari perbandingan hasil simulasi tahun 2003 ke tahun 2005 yang menunjukkan terjadinya kenaikan konsentrasi sedimen sebesar 68,261%.
2. Dari hasil pengamatan dilapangan pada tahun 2003 dan 2005 menunjukkan hasil sedimen dari tahun ke tahun semakin besar, sedangkan pada hasil *running* simulasi menunjukkan kenaikan hasil sedimen sesuai dengan *trend* yang terjadi pada tahun 2003 dan 2005 dengan kesalahan relatif sebesar 23,86% dan 4,13%. Hasil simulasi untuk sedimen mendekati sedimen terukur dengan koefisien korelasi $0,6 < R < 1,0$ yang artinya mempunyai hubungan langsung positif baik. Melalui uji homogenitas dikatakan bahwa kedua model dikatakan 95 % betul bahwa sama jenis atau homogen dengan

sedimen terukur. Tetapi menurut fungsi waktu antara bulan januari sampai dengan bulan desember pada tahun 2003 dan tahun 2005 dikatakan bahwa kedua model tidak sama.

3. Hasil prediksi jumlah sedimen tahun 2012 menunjukkan terjadinya kenaikan bila dibandingkan dengan tahun 2003 dan 2005. dimana berdasarkan simulasi AVSWAT 2000 didapatkan jumlah sedimen tahun 2012 sebesar 454060.010 ton/tahun, sedangkan pada tahun 2003 dan tahun 2005 sebesar 42522.140 ton/tahun dan 133975.000 ton/tahun.

B. Saran

Dilihat dari hasil running simulasi maka dapat disimpulkan bahwa sedimen di Sungai Lesti memiliki kecenderungan semakin meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini disebabkan oleh banyak faktor antara lain :

1. Curah hujan yang bervariasi setiap bulannya sehingga sangat berpengaruh besar terhadap kondisi perubahan yang ada di Sub DAS Lesti.
2. Sebaran penutup lahan, sebaran jenis tanah dan kondisi topografi juga berpengaruh besar terhadap perubahan nilai sedimen yang ada di Sub DAS Lesti.

Software AVSWAT mempermudah pengguna dalam melakukan pemodelan fenomena yang terjadi pada suatu DAS, Namun demikian ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan program AVSWAT agar tidak terjadi masalah dalam aplikasinya. Hal-hal itu adalah :

1. Proses pembuatan peta digital harus diusahakan seteliti mungkin, karena semakin teliti maka diharapkan semakin bagus hasil dari analisa program.
2. Penyimpanan file-file input data ini sebaiknya diorganisir dengan baik

- agar tidak membingungkan pada saat diperlukan.
3. Susunan input data dalam suatu file input data dalam format (*.dbf) harus benar sesuai dengan format susunan yang diminta program, apabila tidak maka program tidak akan mengenali data yang dimasukkan dan mengakibatkan program tidak berjalan dengan semestinya.
 4. Untuk penelitian selanjutnya mengenai nilai sedimen hendaknya memperhatikan nilai kesalahan relatif yang merupakan hasil perbandingan sedimen simulasi dan sedimen terukur. Dimana batas toleransi kesalahan relatif adalah 10%. Adapun untuk memperoleh nilai kesalahan relatif yang lebih mendekati <10% dapat diperoleh dengan cara mengubah nilai parameter-parameter berpengaruh pada saat proses kalibrasi.

Tabel 5.1. Nilai parameter yang berpengaruh pada kalibrasi sedimen

| Parameter | Lower Limit | Upper Limit |
|-----------------|-------------|-------------|
| <i>USLE P</i> | 0.10 | 1.00 |
| <i>SLSUBBSN</i> | 10.00 | 150.00 |
| <i>SLOPE</i> | 0.00 | 0.60 |
| <i>USLE C</i> | 0.001 | 0.500 |
| <i>CH_EROD</i> | -0.05 | 0.60 |
| <i>CH_COVER</i> | -0.001 | 1.000 |

Sumber : Pengolahan Data

DAFTAR PUSTAKA

- Aronoff, Stan. 1989. *Geographic Information System. A Management Perspective*. WDL Publications Ottawa, Canada.
- Asdak, Chay. 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Chow, Ven Te. 1997. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Erlangga. Jakarta.
- Harto, Sri. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Muzdalifah, Lilik. 2008. *Analisis Model Hujan – Debit Di Sub Das Lesti Berbasis SIG*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Jurusan Teknik Pengairan Universitas Brawijaya Malang.
- M. Di Luzio, R. Srinivasan, J.G. Arnold, S.L. Neitsch. 2002. *Soil And Water Assessment Tool User's Guide 2000*. Blackland Research & Extension Center. Texas Agricultural Experiment Station.
- M. Di Luzio, R. Srinivasan, J.G. Arnold, S.L. Neitsch. 2002. *Soil And Water Assessment Tool Theoretical Documentation 2000*. Blackland Research & Extension Center. Texas Agricultural Experiment Station.
- Prahasta Eddy, 2002. *Sistem Informasi Geografis: Tutorial ArcView*. Bandung : CV. Informatika.
- Subarkah Imam. 1980. *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung: Idea Dharma.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Jilid 2*. Nova. Bandung.
- Sosrodarsono, Ir. Suyono dan Takeda Kensaku. 1976. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
- Soemarto, C. D. 1987. *Hidrologi Teknik*. Jakarta. Erlangga.
- Supranto, J. 1998. *Statistik Teori Dan Aplikasi*. Jakarta. Erlangga.
- Suripin. 2004. *Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air*. Yogyakarta : ANDI.
- Utomo, Wani Hadi. 1983. *Pengawetan Tanah*. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.