

**PEMODELAN SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL
(SWAT) UNTUK PREDIKSI EROSI DAN KONSERVASI
TANAH DI SUB-DAS CIWIDEY KABUPATEN BANDUNG**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Geografi Fakultas Geografi**

Oleh:

FITRIA HERMAWATI

E 100 160 061

**PROGRAM STUDI GEOGRAFI
FAKULTAS GEOGRAFI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2023

HALAMAN PERSETUJUAN
PEMODELAN *SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL* (SWAT)
UNTUK PREDIKSI EROSI DAN KONSERVAI TANAH DI SUB-DAS
CIWIDEY KABUPATEN BANDUNG

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

FITRIA HERMAWATI
E 100 160 061

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen

Pembimbing



Prof. Dr. Irfan Budi Pramono, M.Sc

NIP. 710006118

HALAMAN PENGESAHAN

PEMODELAN *SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL* (SWAT)
UNTUK PREDIKSI EROSI DAN KONSERVASI TANAH
DI SUB-DAS CIWIDEY KABUPATEN BANDUNG

OLEH:
FITRIA HERMAWATI
E100160061

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Geografi
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Sabtu, 23 Juli 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Prof. Dr. Irfan Budi Pramono, M.Sc.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Dra. Alif Noor Anna, M.Si.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Aditya Saputra, Ph.D.
(Anggota II Dewan Penguji)



Mengetahui,

Dekan,



M.Sc, Ph.D

0626088003

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya

Surakarta, 23 Desember 2022

Penulis



FITRIA HERMAWATI

E100160061

**PEMODELAN SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL (SWAT)
UNTUK PREDIKSI EROSI DAN KONSERVASI TANAH
DI SUB-DAS CIWIDEY KABUPATEN BANDUNG**

Abstrak

Sub-DAS Ciwidey merupakan bagian dari DAS Citarum Hulu, dimana DAS tersebut merupakan salah satu dari 15 DAS prioritas di Indonesia. Dimana DAS Citarum Hulu mengalami kerusakan yang sangat berat dalam hal kualitas air, sedimentasi, dan erosi, sehingga memerlukan penanganan yang serius. Sub-DAS Ciwidey terletak di sebagian besar Kabupaten Bandung dan sebagian kecil Kabupaten Bandung Barat. Sub-DAS Ciwidey merupakan rangkaian dari DAS Citarum bagian hulu, tepatnya di bagian Selatan DAS Citarum. Tujuan dari penelitian ini adalah 1) Analisis besarnya erosi per-HRU di Sub-DAS Ciwidey dengan model Soil and Water Assessment Tools (SWAT) 2). Menentukan akurasi data hasil perhitungan prediksi erosi Sub-DAS Ciwidey menggunakan Soil Water Assessment Tools (SWAT) 3). Menentukan teknik konservasi yang tepat pada titik terjadinya erosi di Sub-DAS Ciwidey. Penelitian ini menggunakan data sekunder, metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini analisis data sekunder menggunakan SWAT, dan metode analisis data yang digunakan kuantitatif dan analisis spasial. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa 1). Tingkat erosi di Sub-DAS Ciwidey secara keseluruhan sebesar 2179,36 ton/Ha/tahun. Nilai erosi tersebut melalui tahap penghitungan curah hujan, penggunaan lahan, dan jenis tanah. 2). Tingkat akurasi data hasil perhitungan melalui SWAT menunjukkan angka yang akurat yaitu 0,56 dimana angka tersebut termasuk dalam kategori dapat diterima, dengan batasan nilai akurasi data atau R^2 minimal 0,5. 3). Hasil penghitungan nilai erosi digunakan untuk menentukan teknik konservasi tanah yang tepat, yaitu teknik konservasi tanah vegetatif dengan penanaman tanaman penguat tanah dan meningkatkan infiltrasi, antara lain adalah pohon alpukat, nangka, durian yang diterapkan pada lahan pertanian kering.

Kata Kunci: erosi, konservasi, SWAT, Ciwidey

Abstract

The Ciwidey sub-watershed is part of the Upper Citarum watershed, where the watershed is one of the 15 priority watersheds in Indonesia. Where the Upper Citarum watershed suffered very heavy damage in terms of water quality, sedimentation, and erosion, so it required serious handling. The Ciwidey sub-watershed is located in most of Bandung Regency and a small part of West Bandung Regency. The Ciwidey sub-watershed is a series of the upstream Citarum watershed, precisely in the southern part of the Citarum watershed. The aims of this study are 1) Analysis of the magnitude of erosion per HRU in the Ciwidey sub-watershed using the Soil and Water Assessment Tools (SWAT) model 2). Determining the accuracy of the data from the calculation of erosion prediction for the

Ciwidey Sub-watershed using Soil Water Assessment Tools (SWAT) 3). Determine the right conservation technique at the point where erosion occurs in the Ciwidey Sub-watershed. This study uses secondary data, the research method used in this study is secondary data analysis using SWAT, and the data analysis method used is quantitative and spatial analysis. The results of this study indicate that 1). The overall rate of erosion in the Ciwidey sub-watershed is 2179.36 tons/ha/year. The erosion value goes through the stages of calculating rainfall, land use, and soil type. 2). The level of accuracy of the data calculated through SWAT shows an accurate number, namely 0.56 where the number is included in the acceptable category, with a minimum data accuracy value or R2 of 0.5. 3). The results of the calculation of the erosion value are used to determine the appropriate soil conservation techniques, namely vegetative soil conservation techniques by planting soil strengthening plants and increasing infiltration, including avocado, jackfruit, durian trees which are applied to dry agricultural land.

Keywords: erosion, conservation, SWAT, Ciwidey

1. PENDAHULUAN

Tanah dan air merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia di muka bumi. Tanah merupakan media penyimpan air yang sangat baik. Rintikan air hujan akan mengalir dan ter-*infiltrasi* kedalam tanah menjadi airtanah (*groundwater*). Namun tidak semua air hujan yang jatuh akan mengalir ke dalam tanah, sebagian akan mengalir di permukaan tanah yang disebut dengan air permukaan (*run-off*). Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan aliran air permukaan yang berlebih dan apabila tanah tidak dapat menampung semua pasokan air hujan, akan terjadi proses pemindahan tanah yang cepat akibat dorongan dari air hujan. Proses pemindahan tanah tersebut disebut dengan erosi.

Erosi adalah peristiwa pindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lain oleh media alami. Pada peristiwa erosi, tanah atau bagian-bagian tanah terkikis dan terangkut, kemudian diendapkan di tempat lain (Arsyad, 2010). Erosi dimulai dari rusaknya/hancurnya agregat tanah sehingga membuat partikel-partikel tanah penyusun agregat menjadi mudah terpindahkan oleh tenaga erosi (Sartohadi Junun, 2013). Tenaga erosi dapat berupa tanah, air, maupun angin, namun campur tangan manusia

dalam pengelolaan penggunaan lahan dan juga kondisi penutup lahan juga dapat mempercepat proses erosi pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS). Keadaan lahan tanpa penutup vegetasi akan lebih rentan ter-erosi, karena rintik-rintik hujan yang jatuh akan menekan permukaan tanah dan membentuk percikan hingga aliran yang dapat dilihat pada objek disekitar daerah yang terdampak erosi pada suatu lahan.

Penggunaan lahan dan jenis tutupan lahan sangat berpengaruh bagi kondisi fisik tanah. Kondisi fisik tanah yang baik namun tidak didukung dengan tutupan lahan yang sesuai akan mengakibatkan erosi pada saat musim penghujan. Hal tersebut dapat disebabkan karena kemampuan tanah dalam menahan air dan juga kapasitas infiltrasi tanah menurun, sehingga akan mendorong terjadinya erosi.

Erosi yang terjadi pada suatu Sub-DAS akan mengakibatkan berbagai permasalahan serius. Dampak erosi bukan hanya pada titik terjadinya erosi saja namun bisa menyebar ke daerah di sekitar titik prediksi, tergantung dengan tingkat erosi yang terjadi pada daerah tersebut. Dampak erosi berdasarkan lokasi kejadiannya dibedakan menjadi dua, yaitu pada titik kejadian (*on site*) dan diluar titik kejadian (*off site*). Dampak yang dialami pada titik kejadian antara lain adalah menurunnya nilai produktivitas tanah dan unsur hara pada tanah, untuk area konservasi akan mengalami kerusakan, sumber penghasilan pertanian akan menurun, sehingga lahan akan susah untuk berproduktif. Dampak diluar tempat kejadian (*off site*) lebih banyak, antara lain seperti terjadinya penumpukan lumpur pada dasar waduk, air waduk mengalami pendangkalan akibat sedimentasi lumpur pada dasar waduk, bukan hanya waduk tetapi dapat juga terjadi pada beberapa badan air seperti sungai, saluran irigasi, saluran air yang menuju ke area pertanian. Beberapa hal diatas tentunya akan sangat merusak ekosistem yang dapat merugikan lingkungan dan juga kualitas hidup manusia yang tinggal pada sekitar area terjadinya erosi. kemiskinan akan merenggut manusia yang menggantungkan hidupnya pada hasil alam, contohnya akan mengalami kekeringan, umur waduk akan menjadi lebih singkat, ancaman banjir, dan menurunnya tingkat kualitas air pada daerah tersebut (Loebis, Joerson 2006)

Sub-DAS Ciwidey dipilih sebagai daerah penelitian, karena Sub-DAS Ciwidey merupakan daerah pegunungan dengan kemiringan lereng rata-rata 500 mdpl sampai 2000 mdpl. Sub-DAS Ciwidey masuk kedalam kesatuan DAS Citarum bagian hulu, dimana DAS Citarum ini merupakan salah satu DAS super prioritas yang harus memiliki penanganan secara serius. DAS Citarum memiliki tiga waduk besar yakni Waduk Saguling, Cirata, dan Jatiluhur, dimana ketiga waduk tersebut memiliki tingkat erosi dan sedimentasi yang berat. Sub-DAS ciwidey khususnya memiliki tingkat erosi yang masuk dalam kategori sangat buruk yakni sebesar 12,556,520 ton/tahun. Kategori erosi pada Sub-DAS Ciwidey ini merupakan kelas kedua setelah Sub-Das Cirasea yang memiliki nilai indeks erosi sebesar 24,930,983 ton/tahun.

Sub-DAS Ciwidey merupakan daerah resapan dari rangkaian hulu DAS Citarum, sehingga Sub-DAS Citarum memiliki fungsi yang sangat penting dalam menjaga kelestarian wilayah di bawahnya. Berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bandung, Sub-DAS Ciwidey merupakan kawasan yang menjadi prioritas dalam hal pengelolaan dan pengembangan. Sub-DAS Ciwidey dalam konteks keruangan merupakan wilayah konservasi lindung dan budidaya, sehingga perlu dikelola dengan baik kondisi fisik alamnya, apalagi erosi Sub-DAS Ciwidey masuk dalam kategori sangat buruk tingkat dua dalam DAS Citarum. Ketinggian tempat Sub-DAS Ciwidey menjadi salah satu faktor pendorong terjadinya erosi khususnya di daerah lereng tinggi. Bagian Utara Sub-DAS Ciwidey merupakan daerah dataran rendah, bagian selatan merupakan daerah pegunungan dengan ketinggian maksimum 2411,24 mdpl. Curah hujan di pegunungan yang tinggi akan meningkatkan laju erosi semakin besar. Dari laju erosi yang besar maka akan mengakibatkan partikel tanah terangkut dari lereng atas menuju lereng bagian bawah. Partikel tanah yang terangkut akan didapkan di daerah-daerah aliran sungai, apabila laju aliran permukaan rendah maka partikel tanah akan mengendap dan mengakibatkan sedimentasi sungai dan pendangkalan muka air sungai.

Untuk mengurangi tingkat erosi pada Sub-DAS Ciwidey yang dominan memiliki daerah dengan lereng tinggi, maka perlu adanya teknik konservasi yang

tepat. Peningkatan jumlah vegetasi penutup lahan akan meminimalisir terjadinya penghancuran agregat dan partikel tanah. Tentunya pemilihan vegetasi penutup lahan juga akan disesuaikan dengan kecocokan antara wilayah dan juga jenis vegetasi yang tepat. Selain memperhatikan vegetasi penutup lahan, penggunaan lahan juga tidak luput dari perhatian. Karena kondisi penggunaan lahan yang dikelola manusia juga menentukan bagaimana keadaan fisiknya, campur tangan manusia akan mempengaruhi besar kecilnya erosi.

Ada beberapa macam metode yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi erosi. Adapun metode perhitungan prediksi erosi antara lain adalah USLE (*Universal Soil Loss Equation*) yang dikembangkan oleh Wischmeier and Smith (1976, 1978), beberapa parameter yang digunakan sebagai bahan perhitungan prediksi erosi tanah antara lain erosivitas hujan, kemiringan lereng lahan, *land use/* bentuk penutup lahan, teknik konservasi lahan, dan erodibilitas tanah. Selanjutnya paling tidak selama empat dekade terakhir berkembang beberapa model empiris lainnya misalnya RUSLE, MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*) yang berpatokan pada konsep USLE. Metode USLE, RUSLE, dan MUSLE pada dasarnya memiliki konsep dan parameter yang sama dalam perhitungan prediksi erosi. Hanya saja untuk metode USLE merupakan metode pertama yang digunakan untuk menghitung prediksi erosi, kemudian dikembangkan lebih jauh dengan RUSLE dan MUSLE. Kedua metode turunan USLE tersebut sudah secara langsung mengubah faktor erosivitas hujan dengan aliran limpasan, sehingga sudah tidak memerlukan perhitungan *Sediment Delivery Ratio* (SDR).

Penelitian ini dilakukan untuk memprediksi persebaran tingkat erosi pada Sub DAS Ciwidey dengan menggunakan model *Soil and Water Assessment Tools* (SWAT). Model *Soil and Water Assessment Tools* (SWAT) dipilih karena dapat memetakan model *soil* dan hidrologi secara spasial, sehingga hasilnya akan dapat menggambarkan prediksi sesuai dengan perhitungan data sekunder maupun primer dari lapangan. Model SWAT sendiri sangat baik digunakan untuk model analisis secara nasional dan internasional, karena proses pengolahannya berbasis fisika yang dapat disesuaikan dengan kondisi geografis suatu wilayah. Model

SWAT juga dapat dikatakan efisien karena dalam pengolahannya tidak memerlukan biaya dan waktu yang banyak. Hasil simulasi SWAT tidak hanya digunakan dalam waktu yang singkat, melainkan dapat digunakan dalam jangka waktu yang panjang. SWAT dikembangkan oleh Departemen Pertanian Amerika untuk meneliti dampak perubahan penggunaan lahan, iklim, serta hidrologi dalam lingkup pertanian. Di Indonesia sendiri SWAT mulai banyak digunakan, namun dalam pengklasifikasian *Hidrologic Response Unit* (HRU) harus disesuaikan lagi dengan karakteristik fisik di Indonesia. SWAT sangat cocok untuk memprediksi erosi di sub-DAS Ciwidey karena dalam pengolahan SWAT, DAS dibagi menjadi beberapa sub-DAS lalu dibagi lagi menjadi *hidrologic response unit* (HRU) yang digunakan untuk identifikasi penggunaan lahan dominan dan karakteristik tanah.

2. METODE

Metode penelitian dalam penulisan penelitian ini menggunakan metode analisis data sekunder. Data untuk pengolahan prediksi erosi menggunakan data observasi dari berbagai instansi terkait yang memiliki kewenangan dalam pengumpulan data langsung dari lapangan. Beberapa data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah data curah hujan harian, data klimatologi harian, peta tanah, peta penutup lahan, data debit, dan data sedimentasi. Semua data tersebut merupakan komponen parameter yang digunakan dalam metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) kemudian dihitung dalam model hidrologi SWAT (*Soil and Water Assessment Tools*). Data yang disajikan setelah perhitungan akan dipastikan kembali kebenarannya dengan melakukan validasi data, yaitu menggunakan data sedimentasi pada tahun prediksi yang dilakukan. Setelah validitas data selesai dilakukan, maka akan diperoleh hasil prediksi erosi yang disajikan secara spasial, sehingga dapat diketahui daerah mana saja yang memiliki nilai erosi yang rentan untuk merusak kualitas fisik pada Sub-DAS Ciwidey. Gambaran spasial hasil olah dalam model SWAT akan membantu dalam penentuan teknik konservasi tanah dan air yang tepat sesuai.

Pada penulisan skripsi ini, yang menjadi obyek penelitian adalah Sub-DAS. Prediksi erosi diteliti dalam lingkup Sub-DAS yaitu Sub-DAS Ciwidey.

Penelitian dilakukan di Sub-DAS Ciwidey Kabupaten Bandung karena pada wilayah tersebut memiliki beberapa faktor fisik dan iklim yang melatarbelakangi terjadinya erosi. Penelitian ini menggunakan data sekunder sebagai bahan penelitian, dimana data tersebut didapat dari beberapa instansi terkait dengan sumber pengolah data dari lapangan. Peneliti menggunakan data fisik untuk pengolahan dalam pemodelan *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT) serta data kalibrasi untuk validasi data akhir dari hasil running model.

Prediksi erosi pada penelitian ini menggunakan *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT) dengan *Universal Soil Loss Equation* (USLE) oleh Wischmeier dan Smith (1978) seorang ahli pertanian Amerika. Untuk memprediksi erosi, USLE menggunakan energi kinetik hujan sebagai dasar perhitungannya, oleh karena itu USLE masih harus menghitung *Sediment Delivery Ratio* (SDR) untuk memprediksi hasil sedimentasi pada aliran sungai.

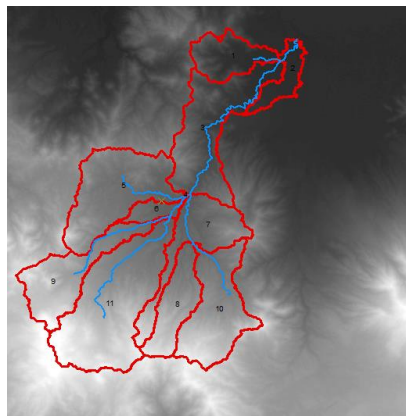
Tahap pengolahan SWAT dilakukan dalam software ArcGIS, dengan input berupa data spasial dan data atribut seperti peta penggunaan lahan, peta jenis tanah, peta DEM dalam bentuk raster. Data-data lain sebagai input SWAT antara lain adalah data iklim, yang terdiri data curah hujan harian (mm), data temperatur maksimum dan temperatur minimum harian (°C), data solar radiasi matahari harian ($\text{MJ m}^{-2} \text{ hari}^{-1}$), dan data kecepatan angin harian.

Pertama yang dilakukan adalah membuat deliniasi Sub-DAS dari data DEM untuk mengetahui outlet dan inlet sub-DAS. Kemudian dilakukan overlay peta penutup lahan, peta jenis tanah, dan batas Sub-DAS atau area penelitian. Tahap setelah overlay peta penutup lahan, peta jenis tanah dan batas Sub-DAS adalah penentuan HRU dari data penutup lahan dan tanah. Tahap selanjutnya adalah *input* data klimatologi yang terdiri dari data curah hujan harian (mm), data temperatur maksimum dan temperatur minimum harian (°C), data solar radiasi matahari harian ($\text{MJ m}^{-2} \text{ hari}^{-1}$), dan data kecepatan angin harian. Sebelum data klimatologi diinput, dilakukan dahulu editing data dengan mengubah *file word* menjadi tipe txt. Editing data untuk mengetahui valid tidaknya data yang akan di proses, apabila data sudah layak maka baru dilakukan *running* model.

Metode kuantitatif adalah metode yang tepat untuk melakukan penghitungan prediksi erosi dari data-data fisik hasil observasi pada penelitian ini. Data tersebut diolah dalam SWAT dengan model erosi *Universal Soil Loss Equation* (USLE) oleh Wischmeier dan Smith (1978) seorang ahli pertanian Amerika. Model USLE menitik beratkan penghitungan pada energi kinetik hujan, sehingga untuk memprediksi erosi masih diperlukan perkiraan sedimentasi sungai. Perkiraan sedimentasi sungai dihitung dengan *Sediment Delevery Ratio* (SDR).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap deliniasi Sub-DAS dilakukan untuk membatasi wilayah kajian berdasarkan perpotongan punggung-punggung bukit dan aliran-aliran anak sungai menuju sungai utama. Langkah deliniasi Sub-DAS tersebut otomatis dilakukan oleh program SWAT dengan membatasi wilayah Sub-DAS sesuai dengan kemiringan dan ketinggian lereng. Input yang digunakan untuk langkah deliniasi Sub-DAS adalah peta *Digital Elevation Models* (DEM). Proses deliniasi Sub-DAS Ciwidey oleh SWAT diperoleh kembali batas Sub Sub-DAS sebanyak 11 Sub Sub-DAS.



Gambar 1. Deliniasi Sub-DAS Ciwidey

Sumber: DEMNAS

Tahap selanjutnya setelah membatasi wilayah penelitian adalah pembentukan *Hidrology Response Units* (HRU). Pembentukan HRU dimaksudkan untuk menentukan karakteristik respon hidrologi dari overlay peta Digital Elevation Model (DEM), tanah, dan penggunaan lahan. Overlay dari

ketiga peta tersebut akan menentukan faktor-faktor pendukung dan penghambat laju erosi pada wilayah kajian.

Digital Elevation Model (DEM) digunakan untuk menentukan kelerengan wilayah kajian, dimana tingkat kelerengan suatu wilayah akan sangat menentukan tingkat erosivitas. Peta tanah merupakan parameter untuk mengukur nilai erodibilitas tanah yang dilihat dari tekstur tanah, struktur tanah, bahan organik yang terkandung dalam tanah, dan permeabilitas tanah. Peta terakhir yang digunakan untuk pembentukan Hidrology Response Units (HRU) adalah peta penggunaan lahan, dimana penggunaan lahan ini berhubungan langsung dengan makhluk hidup karena menjadi tempat atau sarana beraktifitas. Penggunaan lahan oleh campur tangan langsung oleh manusia seringkali tidak dipraktikkan sesuai dengan prosedur yang seharusnya diterapkan pada bentuk-bentuk lahan yang berbeda.

Tahap pembentukan Hidrology Response Units (HRU) tidak serta merta langsung menginput data-data yang sudah ada, namun perlu adanya pengkonversian jenis masukan yang sesuai dengan ArcSWAT. Data yang perlu dikonversi agar sesuai dengan program ArcSWAT adalah data tanah dan penggunaan lahan seperti yang tertera pada tabel.

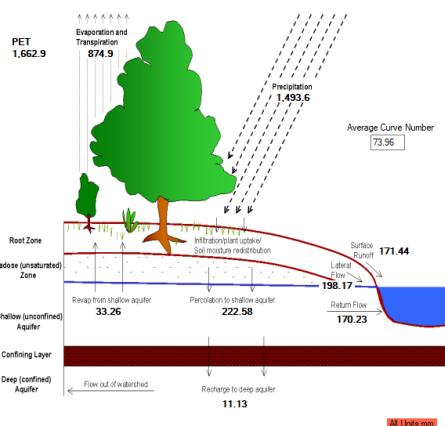
Simulasi model atau sering disebut dengan "*Running Model*" merupakan proses dimana model mulai menjalankan tugasnya untuk mengolah data yang sudah di *input* ke dalam program. Setelah semua unit penelitian terbentuk, maka proses selanjutnya adalah meng-*input* data pendukung perhitungan erosi dengan *Soil and Water Assessment Tools* (SWAT). Adapun data yang harus dimasukkan untuk proses simulasi antara lain adalah data iklim yang terdiri dari data curah hujan, data temperatur maksimum & minimum, kecepatan angin, dan lama penyinaran. Semua data iklim yang di input merupakan data real dari stasiun yang digunakan dalam penelitian dengan satuan hari.

Mengenai pengambilan data iklim yang digunakan dalam penelitian ini semuanya diperoleh dari berbagai instansi yang bertanggung jawab dalam perekaman data terkait dengan bidangnya masing-masing. Pengambilan data dilakukan secara online dan pengajuan data terhadap instansi yang terkait. Untuk

data curah hujan sendiri diperoleh dari Stasiun Hujan BBWS, dan untuk data iklim lain seperti temperatur maksimum & minimum, kecepatan angin, dan lama penyinaran diperoleh dari situs resmi BMKG yang dapat di *download* secara bebas oleh perseorangan.

Proses *running* model dalam penelitian ini dimulai dari tahun 2007-2016 atau menggunakan simulasi model selama 10 tahun. Data-data yang digunakan untuk running akan lebih baik apabila menggunakan data terbaru pada tahun dilakukannya penelitian. Kendati demikian, dalam penelitian ini peneliti hanya menggunakan data sampai tahun 2016 dikarenakan oleh ketidak sempurnaan isi data pada tahun-tahun terbaru. Meskipun hanya menggunakan data sampai pada tahun tersebut, namun data hasil running model SWAT tetap dapat digunakan untuk penelitian-penelitian dalam kurun waktu kurang lebih sepuluh tahun kedepan dari data terakhir dilakukannya penelitian.

Proses running akan menghasilkan berbagai macam keluaran, antara lain adalah data informasi hidrologi, sedimentasi, kandungan mineral dan organik tanah, informasi pertumbuhan tanaman, nutrisi yang dilepaskan oleh permukaan tanah, proses pembentukan aliran sungai, dan data mengenai polutan yang dilepaskan kedalam aliran. Dibawah ini merupakan contoh data hidrologi yang ditampilkan setelah proses Running.



Gambar 2. Proses Hidrologi Sub-DAS Ciwidey
Sumber: Penulis

Berbagai macam jenis keluaran dari program SWAT akan memberikan informasi yang detail dari masing-masing klasifikasi data yang dibutuhkan. Dari gambar 2 diatas merupakan hasil *running* data hidrologi yang memuat informasi hidrologi bahwa Nilai evaporasi & transpirasi sebesar 879,9 mm. Nilai presipitasi 1493,6mm, dengan jumlah air yang terinfiltrasi sebesar 222,58mm. Adapun jumlah air yang terinfiltrasi menjadi aliran air bawah tanah sebesar 198,17mm dan menjadi aliran permukaan menuju sungai sebesar 171,44mm. Nilai *Average Curve Number* atau kurva aliran sebesar 73,96mm, dimana angka ini terolong dalam kategori tinggi. Nilai kurva aliran berkisar dari 0-100 saja, pentingnya perhitungan nilai kurva aliran ini bertujuan untuk pertimbangan pengambilan keputusan dalam pengelolaan DAS.

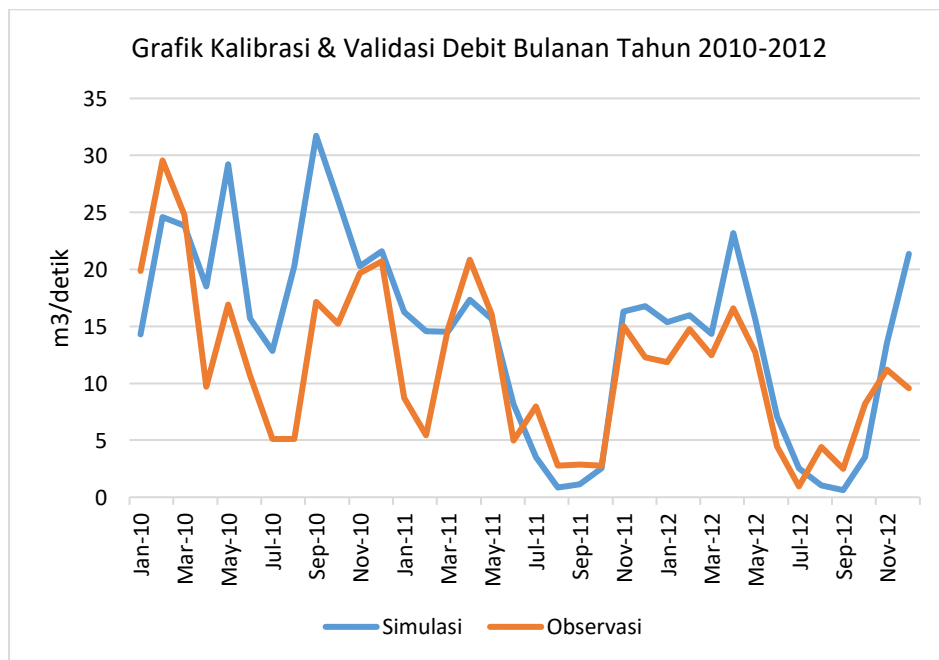
Hasil *running* pada Proses Hidrologi Sub-DAS Ciwidey merupakan langkah awal dalam memulai analisis terkait tingkat kesehatan DAS, dapat kita analisis besar kecilnya aliran yang dihasilkan oleh jumlah curah hujan selama 10 tahun mulai dari 2007-2016 di Sub-DAS Ciwidey. Adapun yang menjadi titik patokan adalah nilai *Average Curve Number* yang dihasilkan harus direntang 0-100. Hasil *running* menunjukkan nilai *Average Curve Number* Sub-DAS Ciwidey sebesar 73,96mm, dimana angka tersebut tergolong tinggi. Nilai tersebut berpengaruh terhadap jumlah aliran air menuju sungai lebih besar daripada air yang tersimpan. Adapun hal ini sangat berpengaruh terhadap beberapa kemungkinan yang menyebabkan hal buruk pada Sub-DAS Ciwidey, antara lain adalah erosi, sedimentasi, dan banjir. Sebelum hasil dari hasil *running* awal diambil kesimpulan, diperlukan kalibrasi untuk mem-validasi data agar lebih akurat.

3.1 Kalibrasi & Validasi Model

Tahap berikutnya setelah simulasi model adalah melakukan kalibrasi data terhadap hasil perhitungan simulasi. Kalibrasi dijadikan acuan untuk mengetahui apakah pengolahan data observasi dan data keluaran dari proses simulasi dapat dikatakan baik atau tidak. Nilai kalibrasi dikatakan baik dan dapat diterima apabila nilainya > 0.5 , sedangkan apabila nilai hasil kalibrasi dibawah standar tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa hasil simulasi tidak dapat di terima.

Hasil kalibrasi yang tidak dapat diterima harus dilakukan *re-check* data input dalam proses simulasi.

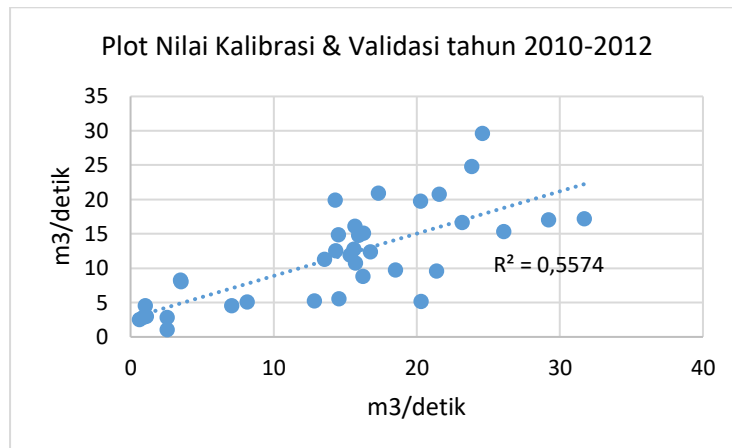
Adapun data yang digunakan untuk kalibrasi adalah data *Flowout* dari sub Sub-DAS yang terbesar dan data debit hasil observasi di lapangan. Penggunaan atau pemilihan periode data untuk melakukan kalibrasi sangat bervariasi tergantung peneliti. Dalam penelitian ini, peneliti memilih periode tahun 2010-2011. Peneliti memilih tahun tersebut sebagai periode kalibrasi karena tahun tersebut merupakan tahun terbaik dan memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dan dapat di terima. Gambar 3 menunjukkan hasil simulasi debit bulanan dari perhitungan SWAT.



Gambar 3. Grafik Simulasi Debit Bulanan tahun 2010-2012

Sumber: Penulis

Diketahui dari gambar 3 menunjukkan grafik simulasi yang sangat baik, dimana nilai hasil simulasi dan nilai observasi menunjukkan ketersinggungan dalam grafik tersebut. Lajur grafik yang terbentuk menunjukkan bahwa nilai observasi dan simulasi memiliki kecocokan dan tidak berbeda jauh. Hasil dari proses kalibrasi ini dapat dilihat pada gambar 4., yang menunjukkan nilai R^2 sebesar 0,55. Nilai kalibrasi tersebut sudah cukup baik dan dapat diterima untuk dijadikan acuan pada proses selanjutnya.

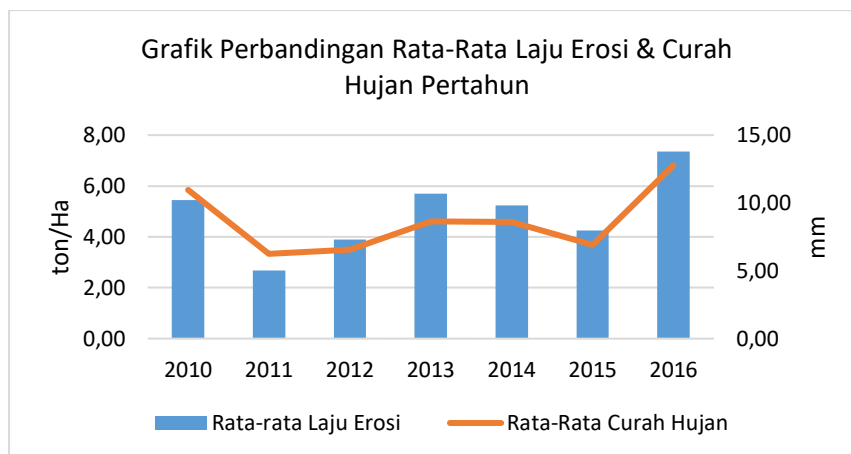


Gambar 4. Plot Nilai Simulasi & Observasi tahun 2010-2012

Sumber: Penulis

3.2 Laju Erosi dan Sedimentasi

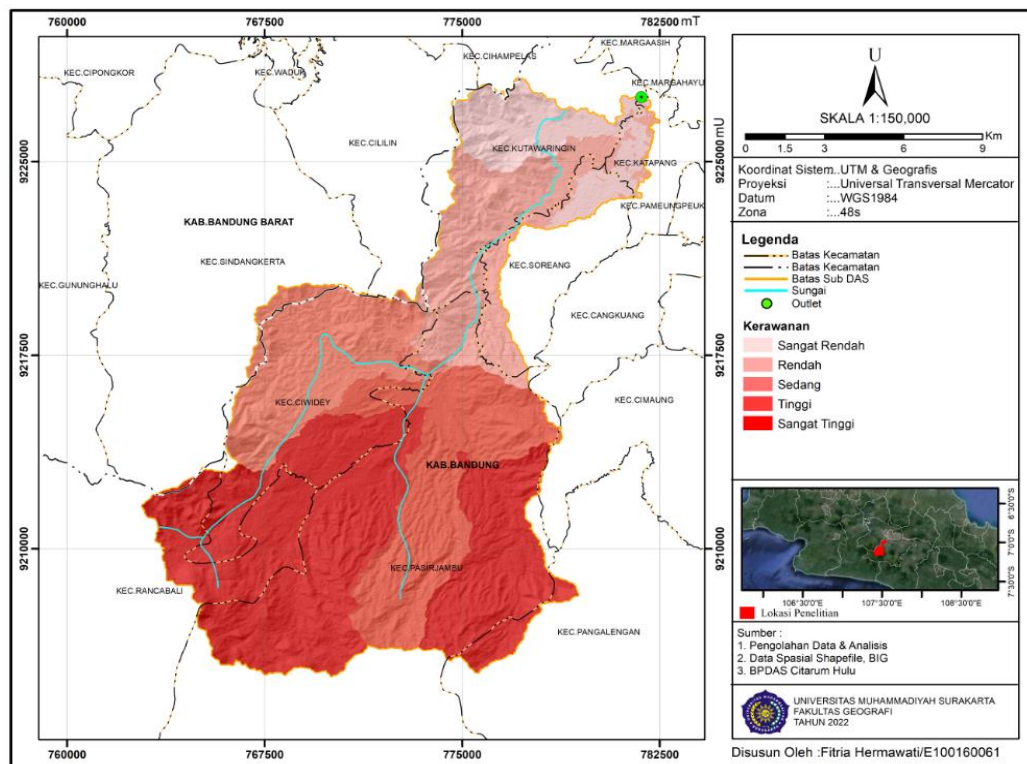
Setelah semua proses simulasi hingga validasi data selesai dilakukan, maka hasil dari perhitungan sudah dapat diolah dan di analisis sesuai kebutuhan. Proses simulasi model *Soil and Water Assessment Tools* (SWAT) diolah untuk memprediksi erosi pada Sub-DAS Ciwidey Kabupaten Bandung. Nilai erosi yang dihasilkan dipengaruhi oleh berbagai faktor, dimana faktor yang paling berpengaruh pada tingkat laju erosi di Sub-DAS Ciwidey adalah curah hujan dan penggunaan lahan. Hasil prediksi erosi dibandingkan dengan curah hujan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kondisi curah hujan dengan laju erosi. Gambar 4.5 menunjukkan grafik rata-rata erosi bulanan di Sub-DAS Ciwidey.



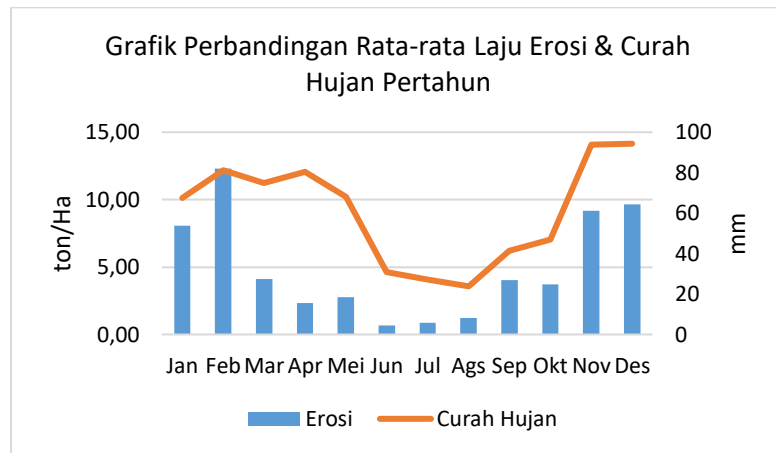
Gambar 5. Grafik Perbandingan Rata-Rata Laju Erosi & Curah Hujan Pertahun

Sumber: Penulis

Gambar 5 menunjukkan bahwa laju erosi sangat di pengaruhi oleh intensitas curah hujan, dimana grafik peningkatan laju erosi pertahun mengikuti kenaikan dan penurunan jumlah curah hujan. Laju erosi tertinggi terjadi pada tahun 2016, yang sebelumnya juga sempat mengalami erosi yang tinggi pada tahun 2010 yaitu sebesar 986,19 ton/th yang diakibatkan oleh curah hujan yang tinggi pada tahun tersebut. Sedangkan pada tahun berikutnya mengalami penurunan dan kenaikan yang tidak terlalu signifikan. Namun pada tahun 2016 kembali mengalami lonjakan laju erosi yang dipengaruhi oleh curah hujan yang sangat tinggi, sehingga menghasilkan laju erosi sebesar 1334,98 ton/th. Gambar 6 menunjukkan pembagian tingkat kerawanan erosi erosi di Sub-DAS Ciwidey.



Gambar 6. Peta tingkat kerawanan erosi Sub-DAS Ciwidey



Gambar 7. Grafik Perbandingan Rata-rata Laju Erosi & Curah Hujan Perbulan
 Sumber: Penulis

Grafik pada gambar diatas menunjukkan nilai laju erosi yang tinggi pada akhir tahun hingga awal tahun, yakni terjadi pada bulan November hingga Februari tahun berikutnya. Dapat dilihat bahwa grafik curah hujan menunjukkan intensitas yang tinggi pada bulan November hingga bulan Mei, namun lonjakan erosi hanya terjadi pada bulan November hingga Februari. Adapun yang menyebabkan penurunan laju erosi pada bulan Maret hingga Mei dipengaruhi beberapa faktor kemungkinan, antara lain adalah partikel tanah bagian atas yang mudah terkikis telah mengalami pengikisan yang cukup berat dan meninggalkan bagian yang padat, sehingga pada bulan berikutnya saat curah hujan masih tinggi tidak terjadi pengikisan yang terlalu berat, kemungkinan yang kedua adalah curah hujan tinggi membawa partikel tanah yang ter-erosi ke aliran sungai sehingga menjadi endapan atau sedimentasi.

Selain curah hujan, peningkatan atau penurunan laju erosi juga sangat dipengaruhi oleh penggunaan lahan yang ada. Penggunaan lahan sangat berkaitan erat dengan aktifitas manusia, sehingga laju erosi yang dihasilkan dari setiap penggunaan lahan akan berbeda satu sama lain. Sub-DAS Ciwidey merupakan daerah yang di dominasi oleh pegunungan dengan lereng-lereng yang tinggi dan di dominasi oleh hutan primer. 47,99% dari wilayah Sub-DAS Ciwidey merupakan hutan primer yang terdapat banyak vegetasi yang menyebar pada bagian selatan hingga bagian tengah Sub-DAS Ciwidey.

Tabel 1. Grafik Perbandingan Rata-rata Laju Erosi & Curah Hujan Perbulan

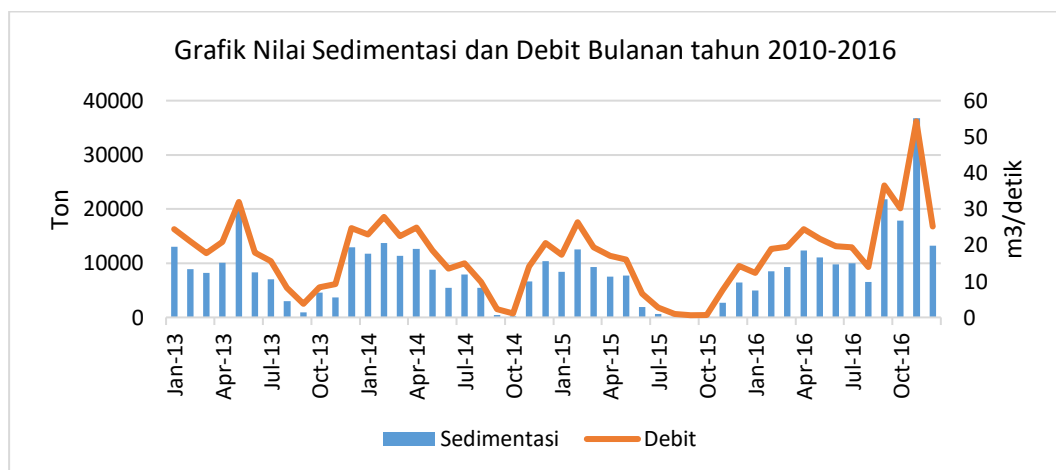
No.	LULC	LU SWAT	Luas (Ha)	Erosi (ton/Ha)
1	Lahan Terbangun (Permukiman- Industri)	URHD	539.44	22,36
2	Hutan Primer	FRSE	10344.39	5,07
3	Hutan Sekunder dan Kebun Campuran	FRST	4469.88	6,26
4	Lahan Pertanian Kering (Ladang- Tegalan)	AGRC	5639.85	27,75
5	Perkebunan	AGRC	218.45	1,06
6	Tubuh Air (Sungai-Waduk-Empang)	WATR	43.74	0.00
7	Lahan Pertanian Basah (Sawah)	RICE	301.85	77,04
Jumlah			21557.60	139,54

Sumber: Penulis

Tabel 1. menunjukkan nilai-nilai luasan lahan pada Sub-DAS Ciwidey dan total erosi persatuan lahannya. Erosi tertinggi terjadi pada lahan pertanian basah atau sawah, yakni sebesar 77,04 ton/th. Erosi yang terjadi pada lahan pertanian basah menjadi kategori erosi terbesar di Sub-Das Ciwidey disusul oleh lahan pertanian kering atau tegalan, dimana jumlah erosi tahunannya mencapai 27,75 ton/th. Jumlah tanah yang ter-erosi di lahan pertanian basah dan lahan pertanian kering cukup wajar, karena pada wilayah tersebut merupakan area yang bersinggungan langsung dengan aktifitas manusia sehari-hari. Tingginya peningkatan jumlah penduduk, maka semakin tinggi pula kebutuhan hidup yang berkaitan dengan sandang, pangan, papan, atau kebutuhan primer manusia. Pembukaan lahan pertanian kering atau tegalan serta area persawahan memerlukan tanah yang luas, sehingga tidak jarang jika pembukaan lahan tersebut disertai dengan penebangan pohon bahkan pembakaran lahan untuk digunakan sebagai area penunjang hidup. Kurangnya vegetasi atau tumbuhan hijau yang memiliki akar panjang yg kuat menyebabkan air hujan tidak terinfiltrasi dengan baik, sehingga dapat menyebabkan banjir serta terangkutnya

partikel tanah bagian atas. Pada daerah lereng tinggi, kurangnya vegetasi akan menyebabkan perpindahan partikel tanah yang cukup besar, bahkan perpindahan masa tanah yang menyebabkan longsor.

Besarnya erosi yang dihasilkan oleh lahan-lahan tersebut akan terangkut dan terbawa aliran air menuju sungai kemudian partikel akan terendap pada bagian dasar sungai yang disebut dengan sedimentasi sungai. Sedimentasi pada sungai menyebabkan berbagai permasalahan yang dapat mengganggu ekosistem sungai, antara lain dapat menyebabkan pendangkalan aliran sungai, meluapnya debit air pada saat musim penghujan karena sungai tidak mampu menampung debit yang besar. Gambar 8 berikut menunjukkan perbandingan jumlah sedimentasi dengan debit simulasi bulanan dari Sub-DAS Ciwidey.



Gambar 8. Grafik Nilai Sedimentasi dan Debit Bulanan tahun 2010-2016

Perbandingan nilai sedimentasi dan debit bulanan hasil simulasi Sub-DAS Ciwidey menunjukkan grafik yang sangat baik. Sedimentasi yang terbentuk berbanding lurus dengan debit aliran yang terjadi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sedimentasi tertinggi terjadi pada akhir tahun 2016. Sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 8 sedimentasi puncak terjadi pada bulan september hingga desember dikarenakan oleh tingginya debit pada aliran sungai. Tingginya debit dan sedimentasi pada akhir tahun 2016 disebabkan oleh tingginya intensitas curah hujan pada bulan tersebut, sehingga partikel tanah yang ter-erosi terangkut oleh aliran air dan mengendap pada permukaan sungai.

Tabel 2. Jumlah Debit & Sedimentasi Bulanan Sub-DAS Ciwidey Tahun 2013-2016

Bulan	Debit	Sedimentasi
Jan	76.92	1775.35
Feb	94.27	2029.63
Mar	79.36	1776.21
Apr	87.15	1984.32
Mei	88.34	2271.88
Jun	57.65	1185.87
Jul	52.68	1184.48
Ags	32.88	705.31
Sep	43.21	1083.83
Okt	40.42	1061.81
Nov	85.09	2316.05
Des	84.65	1998.05
Jumlah	822.63	19372.79

Sumber: Penulis

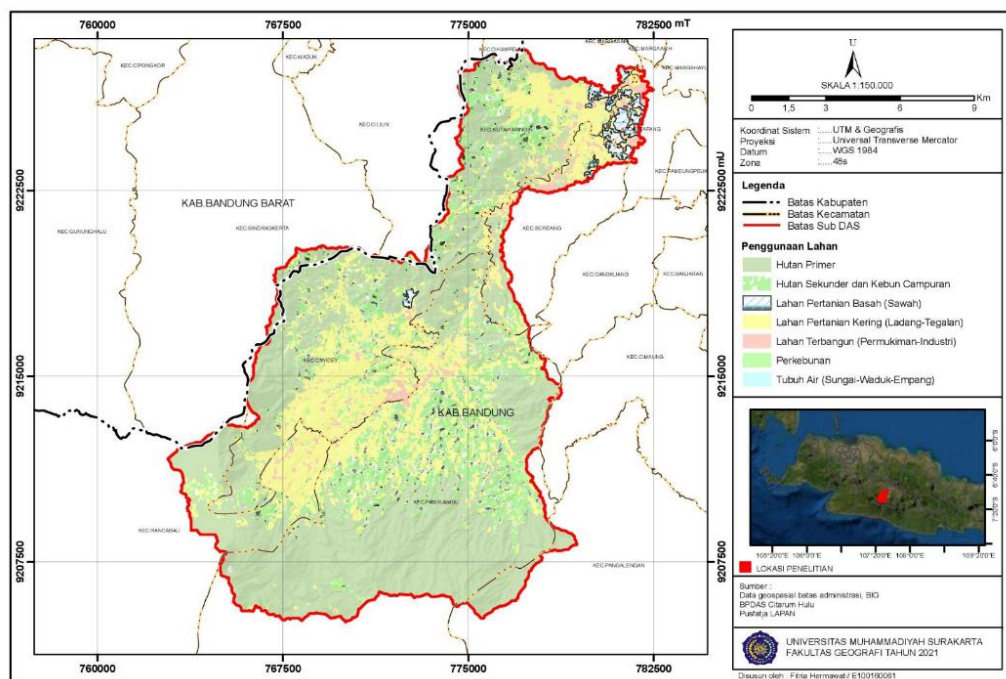
Berdasarkan tabel 2. dapat dilihat bahwa jumlah debit pada bulan November dan Desember memiliki nilai yang konsisten, yakni pada kisaran 85,09 dan 84,65 m³/dtk dan menghasilkan sedimentasi sebesar 2316.05 ton dan 1998.05 ton. Besarnya debit sungai mengakibatkan partikel mudah tersapu dan terendap pada satu titik, hingga mengakibatkan berbagai macam permasalahan yang dapat mengganggu ekosistem sungai. Adapun bahaya yang ditimbulkan dari besarnya sedimentasi yang terjadi adalah pendangkalan sungai yang dapat mengakibatkan banjir dan berbagai permasalahan lainnya.

3.3 Skenario konservasi tanah

Konservasi tanah dilakukan untuk perbaikan pada wilayah-wilayah yang mengalami kerusakan akibat erosi. Perbaikan lahan pada tanah yang ter-erosi harus dilakukan demi keberlangsungan ekosistem alam yang baik, sehingga pemanfaatan dan pelestarian sumberdaya alam dapat terus berlanjut. Berbagai

jenis tindakan konservasi dapat dilakukan pada suatu lahan dengan klasifikasi dan karakteristik lahan yang ada, mulai dari kedalaman tanah, jenis tanah, kemiringan lereng, tingkat bahaya erosi, vegetasi yang cocok sebagai penahan agregat tanah, dan teknik sipil lain seperti pembuatan DAM, bendungan atau waduk, serta parit. Adapun dalam penelitian ini, penentuan teknik konservasi tanah akan dilihat dari hasil perhitungan nilai erosi dari *Soil and Water Assessment Tools* (SWAT) serta data-data pendukungnya.

Berdasarkan simulasi SWAT yang telah dilakukan, perhitungan besaran nilai erosi per-HRU dapat dilihat pada gambar 8, adapun pada gambar peta sebaran erosi per-HRU di Sub-DAS Ciwidey menunjukkan bahwa erosi tertinggi terjadi pada wilayah-wilayah bagian tengah Sub-DAS. Wilayah tersebut merupakan area pemukiman dan industri yang mengalami keterkaitan langsung dengan aktifitas manusia, jenis penggunaan lahan Sub-DAS Ciwidey dapat dilihat pada gambar 9 berikut.



Gambar 9. Peta Penggunaan Lahan Sub-DAS Ciwidey

Pemanfaatan lahan pada area tersebut adalah untuk pemukiman, industri, lahan pertanian kering dan tegalan. Penanaman tanaman tegalan hanya memanfaatkan kondisi lahan yang sesuai dengan tanaman yang di budidayakan,

sehingga tidak setiap saat ada vegetasi yang menutup permukaannya. Penanaman tanaman musiman sangat mempengaruhi kondisi tanah pada saat musim penghujan. Tanah gundul atau tanpa vegetasi akan lebih banyak mengalami degradasi daripada tanah dengan vegetasi penutup lahan yang cukup, sehingga resiko terjadinya erosi akan lebih besar.

Total HRU yang terbentuk di Sub-DAS Ciwidey yaitu sebanyak 325 HRU, yang diklasifikasikan menjadi satuan lahan untuk mempermudah analisis hasil erosinya. Seperti yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini dapat dilihat berapa besaran erosi tahunan per-HRU di Sub-DAS Ciwidey.

Tabel 3. Jumlah Erosi Per-HRU tahun 2010-2012

HRU	Tahun			Total/HRU
	2010	2011	2012	
AGRC	852.55	422.59	572.21	1847.36
BERM	31.12	9.75	26.22	67.09
FRSE	8.18	2.75	4.29	15.22
FRST	9.93	3.51	5.34	18.78
RICE	84.41	47.23	99.27	230.91
WATR	0.00	0.00	0.00	0.00
Total/Tahun	986.19	485.85	707.32	2179.36

Sumber: Penulis

Tabel 3 menunjukkan bahwa total erosi pada seluruh HRU adalah 2179.36 ton/th, dimana masing-masing HRU memiliki kisaran erosi yang berbeda tergantung dengan karakteristik per-satuan lahannya. Tahun 2010 merupakan tahun tertinggi terjadinya erosi yaitu sebesar 852,55 ton/Ha/th, dengan erosi yang terbesar pada HRU AGRC atau pertanian kering dan perkebunan sebesar 1847.36 ton/Ha/th. HRU AGRC diklasifikasikan kembali menjadi pertanian kering/tegalan dan perkebunan, dengan masing-masing terjadinya erosi sebesar 26,5 ton/Ha/th pada HRU pertanian kering atau perkebunan dan sebesar 1,06 ton/Ha/th pada lahan HRU perkebunan. Menarik dari hasil perhitungan jumlah erosi berdasarkan penggunaan lahan per-*Hidrology Response Units* (HRU),

wilayah yang harus dilakukan perbaikan melalui konservasi tanah adalah lahan pertanian kering atau AGRC, lahan pertanian basah atau RICE.

3.4 Hasil Simulasi Erosi per-HRU di Sub-DAS Ciwidey

Berdasarkan hasil simulasi model *Soil and Water Assessment Tools* (SWAT) terhadap prediksi erosi di Sub-DAS Ciwidey, didapatkan hasil yang cukup memuaskan. Pengukuran prediksi erosi dilakukan berdasarkan klasifikasi jenis *Hidrology Response Unit* (HRU) dengan hasil erosi tertinggi terjadi pada HRU lahan pertanian basah (RICE) sebesar 77,04 ton/Ha/th. Lahan pertanian basah bukanlah lahan yang mendominasi wilayah Sub-DAS Ciwidey dan tidak pula terletak pada area topografi tinggi, namun tingginya erosi pada lahan pertanian basah dimungkinkan terjadi karena kurangnya pemahaman dan pengetahuan tentang pengelolaan tanah serta jenis-jenis tanaman yang seharusnya ditanam pada wilayah tersebut.

Adapun upaya yang harus dilakukan demi mengurangi tingkat erosi pada lahan pertanian basah ini adalah wajib, sebagaimana mestinya lahan pertanian basah digunakan untuk bercocok tanam padi. Sebagian besar masyarakat Indonesia menganggap padi adalah makanan pokok, sehingga sangat penting untuk mengurangi tingkat erosi pada lahan pertanian basah. Setelah erosi berkurang, maka produktifitas tanaman padi pada Sub-DAS Ciwidey akan meningkat, bukan hanya dari sektor pangan, namun berkurangnya tingkat erosi tersebut dapat mempengaruhi peningkatan kesejahteraan masyarakatnya, perekonomiannya, dan perbaikan gizi masyarakatnya, selain itu tentunya *import* bahan pokok juga dapat dikurangi.

Tingkat erosi tertinggi mendominasi bagian tengah Sub-DAS dengan topografi sangat landai. Erosi tertinggi pada Sub-DAS Ciwidey ini memakan area seluas 4964.59 Ha/th yang mencakup beberapa kecamatan, antara lain adalah Kecamatan Ciwidey, Kecamatan Pasirjambu, Kecamatan Cililin, dan Kecamatan Katapang yang berada di outlet Sub-DAS. Sebagian besar kecamatan yang termasuk memiliki tingkat erosi tinggi tersebut merupakan area produktif yang sering digunakan langsung oleh manusia. Aktivitas langsung dari manusia sangat mempengaruhi besar kecilnya tingkat erosi, dimana cara pengelolaan yang tidak

baik dan sesuai ketentuan akan makin meningkatkan nilai erosi pada wilayah tersebut. Kecamatan Ciwidey dan Kecamatan Pasirjambu merupakan wilayah produktif yang digunakan untuk lahan pertanian dan pemukiman.

Semakin meningkatnya kebutuhan masyarakat akan sandang, pangan, dan papan di wilayah Sub-DAS Ciwidey mengakibatkan berkurangnya lahan untuk vegetasi. Sedikit demi sedikit wilayah dengan vegetasi penutup lahan semakin menipis, hal ini mengakibatkan kurangnya media penyerap air yang baik sehingga menyebabkan terkikisnya lapisan tanah bagian atas. Erosi yang tinggi pada wilayah hulu akan membawa partikel-partikel tanah yang tererosi mengikuti arah aliran air. Partikel tanah yang terbawa aliran akan di endapkan pada satu titik hilir, sehingga akan menyebabkan sedimentasi. Adapun dampak adanya sedimentasi ini juga tidak bisa di remehkan, selain merusak lingkungan, kualitas hidup juga akan menurun. Sebagaimana mestinya, apabila terjadi sedimentasi pada daerah aliran sungai, maka sungai akan mengalami pendangkalan, di kemudian hari apabila curah hujan sedang tinggi maka sungai tidak akan cukup menampung volume air yang masuk, sehingga akan menyebabkan banjir. Ekosistem sungai juga akan terpengaruh dengan adanya sedimentasi sungai, berkurangnya biota sungai, kualitas air yang menurun juga dapat terjadi.

3.5 Akurasi Data Hasil Perhitungan Prediksi Erosi Sub-DAS Ciwidey Menggunakan *Soil and Water Assessment Tools* (SWAT)

Akurasi data dalam perhitungan menggunakan model *Soil and Water Assessment Tools* (SWAT) sangat penting untuk diketahui. Melalui akurasi data, kita dapat mengetahui apakah perhitungan yang kita lakukan sudah benar dan dapat dilakukan peninjauan lebih lanjut. Akurasi data dilakukan setelah semua proses dalam perhitungan sudah mencapai tahap akhir atau sering disebut dengan validasi data. Validasi data ini dapat menunjukkan tingkat keakuratan perhitungan guna mempresentasikan kondisi *real* di lapangan.

Sebelum menuju tahap validasi, terlebih dahulu kita telah melewati tahapan kalibrasi, dari hasil kalibrasi kita dapat mengetahui prediksi perhitungan sudah masuk pada kriteria yang baik atau belum dari segi data inputnya. Tingkat akurasi data tersebut disebut dengan koefisien determinasi atau R^2 , penulis mengacu pada

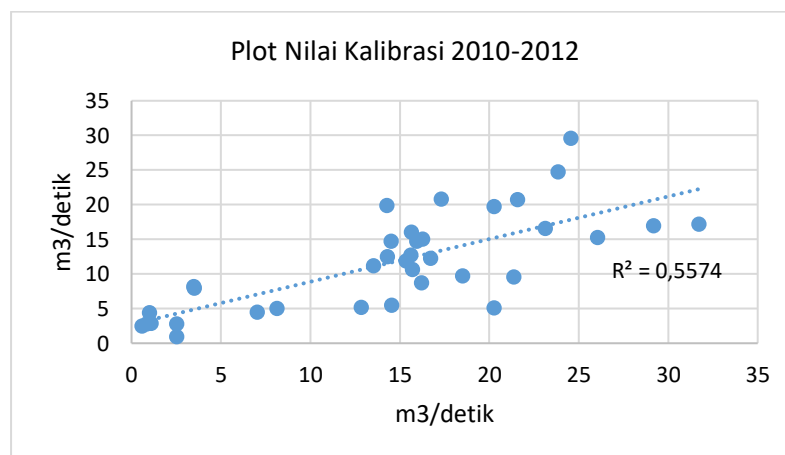
Moriasi et.al (2007) untuk klasifikasi R^2 . Berikut tabel 4 menunjukkan klasifikasi koefisien determinasi atau R^2 menurut Moriasi et.al (2007).

Tabel 4. Klasifikasi Koefisien Determinasi (R^2)

R^2	Klasifikasi
$0,75 < R^2 \leq 1,00$	Sangat Baik
$0,60 < R^2 \leq 0,75$	Baik
$0,50 < R^2 \leq 0,60$	Memuaskan
$0,25 < R^2 \leq 0,50$	Buruk
$R^2 \leq 0,25$	Tidak Layak

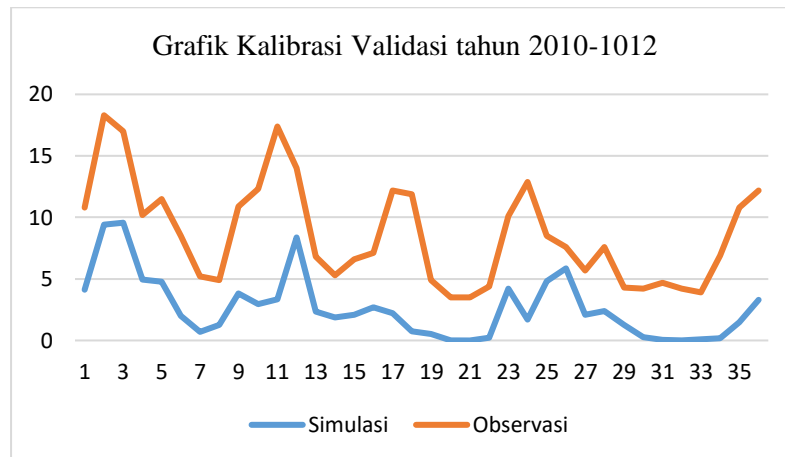
Sumber: Moriasi et.al, 2007

Mengacu pada klasifikasi menurut tabel diatas, hasil kalibrasi model prediksi erosi di Subdas Ciwidey menunjukkan angka R^2 0,56. Angka tersebut masuk pada klasifikasi memuaskan, sehingga hasil prediksi yang dilakukan dapat diterima dan digunakan untuk penelitian selanjutnya. Berikut Gambar menunjukkan plot nilai kalibrasi.



Gambar 100. Plot Nilai Kalibrasi (R^2) Tahun 2010-2012

Sumber: Penulis



Gambar 11. Grafik Kalibrasi Validasi tahun 2010-2012

Penentuan akurasi nilai prediksi erosi juga diperlukan perhitungan nilai rasio perhitungan penghantaran sedimentasi sungai untuk lebih mengetahui akurasi perhitungan sudah benar dan dapat diterima. Jumlah sedimen yang terangkut pada Sub-DAS Ciwidey sebesar 19372.79 dan jumlah tanah yang tererosi secara potensial sebesar 2179.36. Sehingga nilai SDR sub-DAS Ciwidey yaitu 8,89. Nilai tersebut sudah mendekati persentase SDR yang baik sesuai luas DAS yang telah ditentukan menurut tabel dibawah ini, yang dikutip dari Arsyad, 1989.

Tabel 5. Nilai SDR

No.	Luas DAS (km ²)	SDR (%)
1.	0,1	53
2.	0,5	39
3.	1	35
4.	5	27
5.	10	24
6.	50	15
7.	100	13
8.	200	11
9.	500	8,5
10.	26000	4,9

Sumber: Arsyad, 1989

3.6 Penentuan Tindakan Konservasi Tanah

Tahapan terakhir dari penelitian ini adalah di dapatkannya suatu tindakan untuk mengatasi terjadinya erosi pada HRU tertentu di Sub-DAS Ciwidey. Sebagian besar wilayah yang mengalami erosi tinggi adalah dibagian selatan Sub-DAS Ciwidey, mencakup lahan pertanian basah (RICE) dan lahan pertanian kering (AGRC). Adapun sebagai berikut nilai erosi yang dihasilkan dari perhitungan program SWAT:

Tabel 6. Jumlah Erosi Per-HRU tahun 2010-2012

HRU	Tahun			Total/HRU
	2010	2011	2012	
AGRC	852.55	422.59	572.21	1847.36
BERM	31.12	9.75	26.22	67.09
FRSE	8.18	2.75	4.29	15.22
FRST	9.93	3.51	5.34	18.78
RICE	84.41	47.23	99.27	230.91
WATR	0.00	0.00	0.00	0.00
Total/Tahun	986.19	485.85	707.32	2179.36

Sumber: Penulis

Penentuan teknik konservasi tanah ini dilakukan hanya pada wilayah yang mengalami dampak erosi paling tinggi, dari tabel 5.3 hasil menunjukkan bahwa HRU lahan pertanian kering (AGRC) mengalami erosi paling tinggi, yakni sebesar 1847,36 ton/Ha/th. Teknik konservasi yang tepat untuk lahan persawahan ini dilihat dari beberapa faktor, antara lain faktor kedalaman tanah dan kemiringan lereng. Dikarenakan beberapa hal yang terjadi, maka pengukuran kedalaman tanah tidak dapat dilakukan secara langsung pada wilayah kajian Sub-DAS Ciwidey, sehingga untuk menentukan teknik konservasi yang tepat, peneliti menggunakan data perhitungan yang ada ditambah dengan referensi yang peneliti sudah baca dan pelajari.

Teknik konservasi yang tepat untuk mengurangi tingginya erosi pada lahan pertanian kering (AGRC) adalah dengan menerapkan teknik konservasi vegetatif. Upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir erosi adalah dengan

menanam tanaman penguat agregat tanah penahan erosi, misalnya menambahkan tanaman rerumputan yang disebar di bagian lereng curam dan sela-sela teras. Selain dengan rerumputan, dapat juga menanam tanaman keras dengan akar yang kuat, hal tersebut dimaksudkan agar tanaman dapat menahan tanah dengan kuat dan sebagai media penahan erosi dan meningkatkan infiltrasi disaat musim penghujan. Adapun beberapa contoh tanaman keras yang dapat ditanam antara lain adalah pohon alpukat, nangka, ketapang, pohon durian, dan masih banyak lagi jenisnya. Tujuan dari penanaman pohon penguat struktur tanah tersebut bukan hanya berguna dalam upaya menurunkan laju erosi, namun juga dapat dimanfaatkan masyarakat untuk pemenuhan kebutuhan pangannya, dimana buah dari pohon tersebut dapat dikonsumsi sendiri maupun dijual kembali.

Wilayah dengan erosi tinggi kedua adalah lahan pertanian basah (RICE), dimana jumlah erosinya sebesar 230,91 ton/Ha/tahun. beberapa penyebab, antara lain adalah adanya sedimentasi pada area persawahan yang dibawa oleh aliran air disaat hari hujan. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi tingkat erosivitas pada lahan pertanian basah antara lain adalah pembuatan tanggul yang dibangun disepanjang area pertanian. Tanggul dapat membantu menampung air agar tidak langsung mengalir deras, mengingat area pertanian basah tidak berada pada area elevasi tinggi, maka pembuatan tanggu ini sangat tepat.

4. PENUTUP

Tingkat erosi di Sub-DAS Ciwidey sebesar 2179,36 ton/Ha/tahun, nilai tersebut masuk kedalam kategori tinggi. Tingginya tingkat erosi di Sub-DAS Ciwidey disebabkan oleh tingginya curah hujan dan juga kondisi geografis Sub-DAS Ciwidey yang curam disebelah barat. Erosi terbesar terjadi pada lahan pertanian kering (AGRC) sebesar 1847,36 ton/Ha/th, dan lahan pertanian basah (RICE) sebesar 230,91 ton/Ha/th. Tingkat akurasi data hasil perhitungan menunjukkan nilai R^2 sebesar 0,6, artinya data hasil perhitungan dapat diterima dan dapat dipergunakan untuk penelitian selanjutnya yang masih berkaitan dengan penelitian ini. Teknik konservasi yang dilakukan dalam upaya menanggulangi tingginya erosi pada Sub-DAS Ciwidey adalah teknik konservasi vegetatif

dengan cara penanaman tanaman penguat agregat tanah dan meningkatkan infiltrasi, yang kedua adalah pembuatan tanggul buatan pada area sekitar lahan pertanian yang memiliki potensi aliran air tinggi. Teknik konservasi vegetatif diterapkan pada lahan pertanian kering, dan teknik konservasi mekanik (pembuatan tanggul) diterapkan pada lahan pertanian basah.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, vol. 9. no. 3 : 221-237,[online], dari: Balai Penelitian Kehutanan Ciamis. [5 Oktober 2019].
- Arnold, J. G. (2012). SWAT: Model use, calibration and validation. *Journal Transaction of the ASABE*, vol. 55. no. 4 , 1491 - 1508.
- Arsyad, S. (2006). *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press.
- Bressiani D A., et al. (2015) Review of Soil and Water Assessment Tool (SWAT) applications in Brazil, vol. 8. No. 3 : 9 – 35.
- Dariah, A., Haryati, U., & Budhyastoro, T. (2004). Teknologi Konservasi Tanah pada Lahan Kering Berlereng. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat: Bogor.
- Ferijal, T. (2012). Prediksi hasil limpasan permukaan dan laju erosi dari Sub DAS Krueng Jreu menggunakan Model SWAT. *Jurnal Agrista*, vol. 16. no. 1 : 29-38. [8 Oktoberr 2019].
- Febrianty, A. (2018). Land and Water Conservation at the Cinambo Irrigation System of Bandung District. [online] dari: <http://digilib.uinsgd.ac.id>. [17 Oktober 2019]
- Satriawan, H. (2013). Permodelan Dalam Perencanaan Konservasi Tanah Dan Air. *Lentera : Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, Vol. 13, No.1 : 10-18. [18 Oktober 2019].
- Hasibuan, M. N. (2017). Analisis Erosi dan Sedimentasi dengan Menggunakan Metode Usle dan Musle pada Kawasan Daerah Aliran Sungai Deli. *Jurnal Teknik Sipil USU*, vol. 8. No. 1. [online]. dari: <https://jurnal.usu.ac.id>. [18 Oktober 2019]
- Junaidi, Edy. dan Dharma, Surya. (2012). Penggunaan model hidrologi SWAT dalam pengelolaan DAS Cisadane. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi*
- Kustiawan, I. (2017, Aug 29). *KAJIAN TINGKAT LAHAN KRITIS DI SUB DAS CIWIDEY – KABUPATEN BANDUNG*. Retrieved from Skripsi. repository.unpas.ac.id: <http://repository.unpas.ac.id/29016/>
- Legesse, D., C. Vallet-Coulomb & F. Gasse. (2003) Hydrological response of a catchment to climate and land use change in Tropical Africa: case study South Central Ethiopia. vol 275 : 67-85. [online], dari: <https://www.sciencedirect.com>. [18 Desember 2019]
- Lihawa, F. (2017). Daerah Aliran Sungai Alo Erosi, Sedimentasi dan Longsoran. Deepublish.

- Loebis, Joerson. (1993) Hidrologi Sungai. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum: Jakarta.
- Neitsch, S.L, J.G Arnold, J.R Kiniry dan J.R Williams. (2005). Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation. Agriculture Research Service and Texas Agriculture Experiment Station. Texas
- Nugroho, Prima. (2017). " Model Soil and Water Assessment Tools (SWAT) untuk prediksi laju erosi dan sedimentasi Sub DAS Kedung Kabupaten Wonogiri". Skripsi. Surakarta : Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Noor, D. (2014). *Pengantar geologi*. Sleman: Deepublish.
- Pawitan, H. (2004). Aplikasi model erosi dalam perspektif pengelolaan daerah aliran sungai. Prosiding Semi-nar Degradasi Lahan dan Hutan. Masyarakat Konservasi Tanah dan Air Indonesia. Universitas Gadjah Mada dan Departemen Kehutanan.
- Salim, H. T., Kusuma, M. S. B., & Nazili, N. (2006). Pemodelan Hubungan Hujan, Limpasan dan Kapasitas Erosi pada Suatu DAS yang Masuk ke Palung Sungai. *Journal of Mathematical and Fundamental Sciences*, vol. 38 no. 1 : 51-72, [online], dari: <http://journals.itb.ac.id> [10 Januari 2019]
- Sartohadi, Junun. Jamulya Suratman dan Dewi, N. I. S. (2013) Pengantar Geografi Tanah.
- Sarief, Saifuddin. (1986) Konservasi Tanah dan Air. Edisi kedua. Bandung: CV Pustaka Buana
- Sinukaban, N. (1997). Penggunaan model WEPP untuk memprediksi erosi. Dalam *Collate Information and Analyzed Assessment Effect on Land Use on Soil Erosion*. Bogor: Pusat Penelitian Hutan.
- Tarigan, S.D. dan N. Sinukaban. (2000). Peran Sawah sebagai Filter Sedimen: Studi Kasus di DAS Way Besai, Lampung. Prosiding Seminar Nasional Multifungsi Lahan Sawah. Dalam Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat.
- Wahyudi. (2014). Teknik Konservasi Tanah serta Implementasinya pada Lahan Terdegradasi dalam Kawasan Hutan. vol. 6. no. 2 : 71-85. [online] dari: <https://journal.uin.ac.id>. [13 Oktober 2019]
- Williams, J.R., LaSeur, W.V., 1976. Water yield model using SCS curve numbers. *J. Hydraul. Div.* 102 (9), 1241–1253.
- Williams, J.R., 1975. Sediment Yield Prediction with Universal Equation using Runoff Energy Factor, ARSS-40. Washington, DC, Agricultural Research Service, USDA.
- Wischmeier, W.H., and D.D. Smith. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses—A Guide to Conservation Planning. Agriculture Handbook No. 537. U.S. Washington DC. 58p, Department of Agriculture.