

**PEMODELAN *SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL* (SWAT)
UNTUK PREDIKSI EROSI DI SUB DAS CIKAPUNDUNG
KABUPATEN BANDUNG BARAT**



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

Oleh:

Wulan Putriana Umamit

E 100 160 044

**FAKULTAS GEOGRAFI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

PEMODELAN *SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL* (SWAT)
UNTUK PREDIKSI EROSI DI SUB DAS CIKAPUNDUNG
KABUPATEN BANDUNG BARAT

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

Wulan Putriana Umamit
E100160044

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing:



Eko Priyanto, S.P., M.GIS
NIP. 198110142000121002

HALAMAN PENGESAHAN
PEMODELAN *SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL* (SWAT)
UNTUK PREDIKSI EROSI DI SUB DAS CIKAPUNDUNG
KABUPATEN BANDUNG BARAT

OLEH :
WULAN PUTRIANA UMAMIT
E100160044

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Geografi
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Kamis, 03 Juni 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji

- 1) Eko Priyanto, S.P., M.GIS
(Ketua Dewan Penguji)
- 2) Dr. Kuswaji Dwi Priyono, M.Si
(Anggota 1 Dewan Penguji)
- 3) Alif Noor Anna, Dra., M.Si
(Anggota 2 Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)

Mengetahui
Dekan



Jumadi, Ph. D

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 oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka saya akan tanggung jawab sepenuhnya.

Surakarta, 1 April 2021



Wulan Putriana Umamit.
E100160044

**PEMODELAN SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL (SWAT)
UNTUK PREDIKSI EROSI DI SUB DAS CIKAPUNDUNG
KABUPATEN BANDUNG BARAT**

Abstrak

DAS mempunyai peranan penting dalam tatanan lingkungan, maka dari itu perlu pengelolaan yang baik guna keberlangsungan peran DAS tersebut terutama mengenai erosi dan sedimentasi yang menjadi masalah yang terjadi di Sub-DAS Cikapundung. Pada penelitian ini digunakan model SWAT (*Soil Water Assessment Tool*), guna mengetahui pengaruh tata guna lahan dan kondisi fisik DAS terhadap laju erosi secara spasial. Sub-DAS Cikapundung merupakan bagian Hulu dari DAS Citarum yang terdiri dari morfologi pegunungan, perbukitan, dan dataran. Penelitian ini bertujuan untuk: 1) menganalisis sebaran spasial tingkat laju erosi dengan pemodelan SWAT di Sub-DAS Cikapundung, 2) menentukan keakuratan pemodelan SWAT untuk laju erosi di Sub-DAS Cikapundung. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini antara lain yaitu 1) tingkat erosi di Sub-DAS Cikapundung 35,62% tinggi dan 64,38% sangat tinggi. Rata-rata erosi di Sub-DAS Cikapundung yaitu 560,44 ton/Ha/thn, erosi disebabkan oleh penggunaan lahan yang didominasi lahan pertanian kering yang mempunyai erodibilitas tinggi, kemiringan lereng, jenis tanah, debit, dan curah hujan. 2) Hasil validasi model nilai $R^2 = 0,69$ yang artinya apabila nilai $R^2 > 0,5$ menandakan model dapat diterima.

Kata Kunci: Erosi, SWAT, Cikapundung

Abstract

Watershed has an important role in environmental structure; therefore, it needs good management to sustain the role of the watershed, especially regarding erosion and sedimentation which are problems that occur in the Cikapundung Sub-watershed. In this study, the SWAT (*Soil Water Assessment Tool*) model was used, to determine the effect of land use and watershed physical conditions on spatial erosion rates. The Cikapundung sub-watershed is the upstream part of the Citarum watershed which consists of the morphology of mountains, hills and

plains. This research aims to; 1) Analyse the spatial distribution of erosion rate with SWAT modelling in Cikapundung Sub-watershed, 2) Determine the accuracy of SWAT modelling for erosion rates in Cikapundung Sub-watershed. The results obtained from this study include 1) The level of erosion in the Cikapundung watershed was 35,62% high and 64,38% very high. The average erosion in Cikapundung Sub-watershed is 560,44 tones / Ha/ year, erosion is caused by land use which is dominated by dry agricultural land which has high erodibility, slope, soil type, discharge, and rainfall. 2) The result of model validation is the value of $R^2 = 0,69$, which means that if the value of $R^2 > 0.5$ indicates that the model is acceptable.

Keywords: Erosion, SWAT, Cikapundung

1. PENDAHULUAN

DAS memiliki komponen-komponen hidrologi yang kompleks dan mungkin sulit untuk dipahami keseluruhan (Yustika et al., 2014). Pemodelan digunakan guna penyederhanaan dari kenyataan yang sebenarnya untuk memprediksi dan menyusun perencanaan pengelolaan suatu DAS. SWAT adalah salah satu dari beberapa model untuk mengetahui respon hidrologi. Komponen SWAT mencakup iklim, penggunaan lahan, jenis tanah, dan kemiringan lereng.

Sub-DAS Cikapundung dipilih karena merupakan bagian hulu dari DAS Citarum yang terletak di utara Kota Bandung. Luas area Sub-DAS Cikapundung yaitu 8.990Ha. Morfologinya didominasi oleh perbukitan serta adanya pegunungan dengan ketinggian maksimum 2.2429 mdpl membuat curah hujan dikawasan ini tinggi. Curah hujan di hulu Sub-DAS Cikapundung antara 2500-3000 mm/tahun. Dalam studi (Pratami, 2015) mengemukakan Sub-DAS Cikapundung mempunyai lahan yang berstatus kritis seluas 3.865 Ha. Sub-DAS Cikapundung dipilih karena merupakan salah satu Sub DAS yang ada di DAS Citarum hulu dengan tingkat erosi yang buruk seperti yang tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Erosi dan Kelas Indeks Erosi DTA Waduk Saguling (Risdiyanto, 2016)

No	Subdas		Erosi Lahan		
	Nama	Luas (ha)	Ton/Tahun	Ton/Ha/Tahun	Kat Indeks erosi
1	Cikapundung-Cipamokolan	30,442.20	13,698,610	450	Buruk
2	Cikaruh	18,641.30	6,659,086	357	Buruk
3	Cisangkuy	34,092.10	18,403,774	540	Sangat Buruk
4	Citarik	21,816.50	9,441,560	433	Buruk
5	Citarum Hulu	37,745.20	24,930,983	661	Sangat Buruk
6	Ciwiday	22,138.90	12,556,520	567	Sangat Buruk
7	Waduk Saguling Selatan	32,540.90	15,443,496	475	Buruk
8	Waduk Saguling Utara	27,959.60	11,212,448	401	Buruk
9	Tubuh Air (Waduk)	3,380.10			
		228,757.00	112,346,447.00	491.1	Sangat Buruk

Sumber : Kondisi Erosi dan Sedimentasi DTA Waduk Saguling (Risdiyanto, 2016)

Fakto-faktor tersebut menjadi dasar dilakukannya pengkajian respon unit hidrologi dengan pemodelan SWAT di Sub-DAS Cikapundung. Hasil yang didapatkan dari pengkajian bisa digunakan untuk pengambilan tindakan pengelolaan Sub-DAS Cikapundung selanjutnya.

2. METODE

Prediksi erosi pada penelitian ini digunakan pemodelan SWAT, dimana model SWAT menggunakan MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*) yang merupakan pengembangan dari USLE (*Universal Soil Loss Equation*) untuk menghitung prediksi erosi. Informasi data untuk SWAT antara lain yaitu iklim, jenis tanah, kemiringan lereng, penggunaan lahan, dan debit. SWAT lebih disarankan untuk prediksi erosi, karena lebih simple dibandingkan pemodelan lain dengan cara manual.

2.1 Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang didapatkan dari dinas terkait yang meliputi data penggunaan lahan dari Pusfatja LAPAN, data tanah dari Balitanah, data DEM dari DEMNAS, data curah hujan dari BPSDA Citarum, data debit observasi dari BBWS Citarum, dan data iklim dari BMKG.

2.2 Metode Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan teknik pengolahan data sekunder dengan beberapa tahapan yaitu pemilihan model yang akan digunakan untuk prediksi erosi, pemilihan data terkait yang digunakan dalam pemodelan, dilakukan kalibrasi dan validasi data hidrologi. Pemodelan yang digunakan yaitu pemodelan SWAT untuk prediksi erosi. Perhitungan erosi digunakan MUSLE yang berdasarkan faktor aliran.

Persamaan MUSLE dalam Rizalihadi, dkk (2013) :

$$Y = 11,8 \times (Q \times q_p)^{0,56} \times K \times LS \times C \times P$$

1. Keterangan :
2. Y = Hasil sedimen (Ton)
3. Q = Total volume aliran permukaan (m^3)
4. q_p = Debit Puncak (m^3/s)
5. K = Faktor erodibilitas tanah
6. LS = Faktor panjang dan kemiringan lereng
7. C = Pentupan tanah oleh tanaman
8. P = Faktor pendukung tindakan konservasi

2.3 Metode Analisis Data

Analisis data yang dilakuka adalah analisis data deskriptif dan kuantitatif. Analisis deskriptif digunakan untuk menganalisis Sub-Sub DAS yang menjadi unit analisis sedangkan analisis kuantitatif digunakan untuk menganalisis hasil simulasi yang dihasilkan dengan membandignkan simulasi model dengan data debit observasi. Dari hasil tersebut dapat diketahui tingkatan erosi per Sub-Sub DAS.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pembentukan HRU (*Hydrology Response Unit*)

HRU terbentuk berdasarkan *overlay* 3 data yaitu jenis tanah, penggunaan lahan, dan kemiringan lereng. Lalu dilakukan pengkonversian data penggunaan lahan ke dalam kode SWAT didapatkan hasil seperti tabel 2.

Tabel 2. Pengonversian penggunaan lahan ke dalam kode SWAT

Penggunaan Lahan	SWAT	Luas (Ha)	Persentase
Lahan Terbangun (Permukiman-Industri)	URHD	446	4,96
Hutan Primer	FRSE	3.863	42,97
Hutan Sekunder dan Kebun Campuran	FRST	698	7,76
Lahan Pertanian Kering (Ladang-Tegalan)	AGRC	3.929	43,70
Perkebunan	AGRC	54	0,60
Tubuh Air (Sungai-Waduk-Empang)	WATR	0	0,00
Total		8.990	100

Sumber: Hasil Pengolahan SWAT, 2020

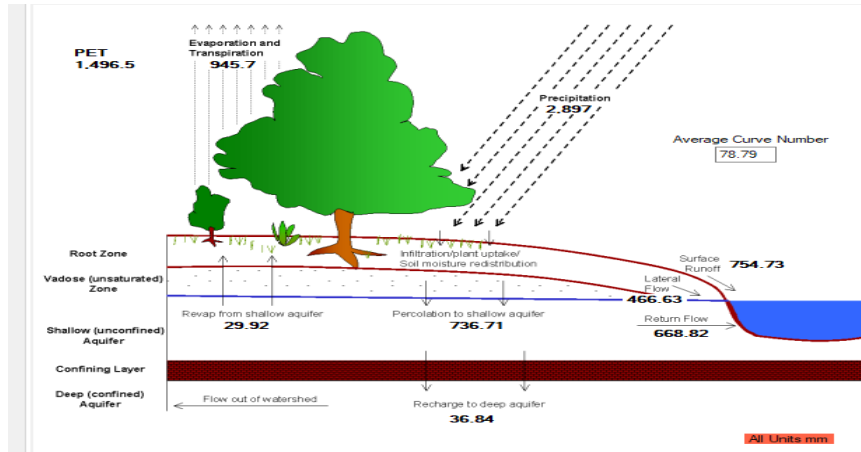
Setelah pengkonversian penggunaan lahan, tahap selanjutnya yaitu memasukkan data jenis tanah dan kemiringan lereng. Simulasi ini menggunakan multiple HRU untuk mendapatkan variasi lebih banyak dari HRU. Jumlah HRU yang didapatkan dari ArcSWAT yaitu 312 HRU.

3.2 Simulasi SWAT

Tahap simulasi diperlukan beberapa data yaitu data curah hujan harian, data temperatur minimum dan maksimum, lama penyinaran, kecepatan angin rata-rata, dan kelembapan relatif. Stasiun hujan yang digunakan ada 4 stasiun yaitu Dago, Kayuambon, Lembang, dan Montaya. Stasiun tersebut digunakan karena lokasinya berada di daerah sekitar lokasi penelitian. penelitian ini periode yang digunakan yaitu periode bulanan, untuk mengetahui apakah pemodelan SWAT mempunyai akurasi yang baik untuk melakukan prediksi secara bulanan di Sub-DAS Cikapundung. Dari hasil simulasi tersebut dapat diketahui kondisi Sub-DAS Cikapundung adalah sebagai berikut:

- 1) Curah hujan total 2.897 mm, 32% dari bagian tersebut menjadi aliran bisa diketahui dari rata-rata curve number yaitu 78,79 sehingga mempengaruhi besar aliran permukaan.
- 2) Air hujan terinfiltrasi 25%, 1,3% menjadi aliran bawah permukaan, 23% menjadi aliran bawah tanah.
- 3) Curah hujan yang ter evapotranspirasi sebesar 32%.

Gambar mengenai proses hidrologi di Sub- DAS Cikapundung terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses Hidrologi di Sub-DAS Cikapundung

Sumber : Hasil Pengolahan SWAT, 2020

3.3 Kalibrasi dan Validasi

Tahapan setelah simulasi yaitu kalibrasi SWAT. Kalibrasi dilakukan untuk mengetahui apakah model bisa untuk mempresentasikan kondisi di lapangan atau tidak. Pada penelitian ini kalibrasi dilakukan dengan metode coba-coba dalam menentukan nilai parameter terbaik untuk mengetahui keakuratan model. Tahapan ini parameter yang digunakan terdapat pada Tabel 3 dan periode yang digunakan yaitu tahun 2010-2012 atau tiga tahun.

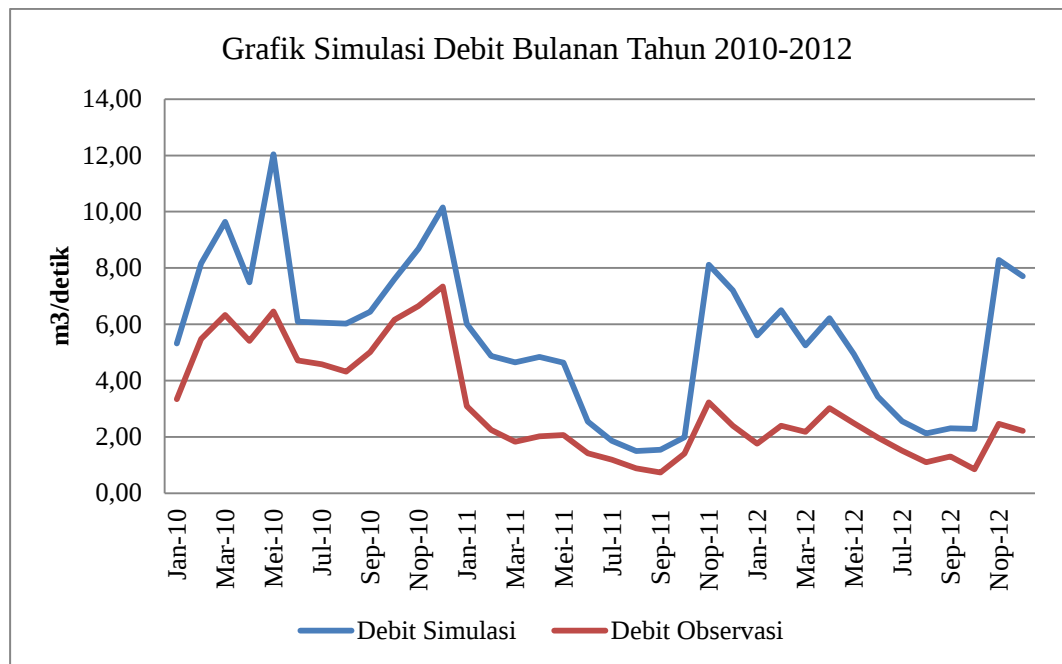
Tabel 3. Parameter dan nilai masukan kalibrasi pemodelan SWAT

No	Parameter	Definisi (Satuan)	Range
1	SHALLST.gw	Kedalaman permukaan air awal pada aquifer dangkal (mm)	0 – 5.000
2	CN2.mgt	Koefisien limpasan (Curve number)	35 - 100
3	GW_DELAY.gw	Masa jeda air kembali ke sungai (hari)	0 - 500
4	GWQMN.gw	Batas kedalaman air pada aquifer dangkal yang dibutuhkan untuk kembali terjadinya aliran (mm)	5.000 – 15.000
5	GW_REVAP.gw	Koefisien evaporasi dari zona perakaran	0,02 – 0,20
6	RCHRG_DP.gw	Fraksi perkolasi aquifer dalam (mm)	0 – 1
7	ESCO.bsn	Faktor kompensasi penguapan	0 – 0,1
8	ALPHA_BF.gw	Faktor alfa aliran dasar (mm)	0 – 1
9	REVAPMN.gw	Batas kedalaman air di aquifer dangkal (mm)	0 – 1.000

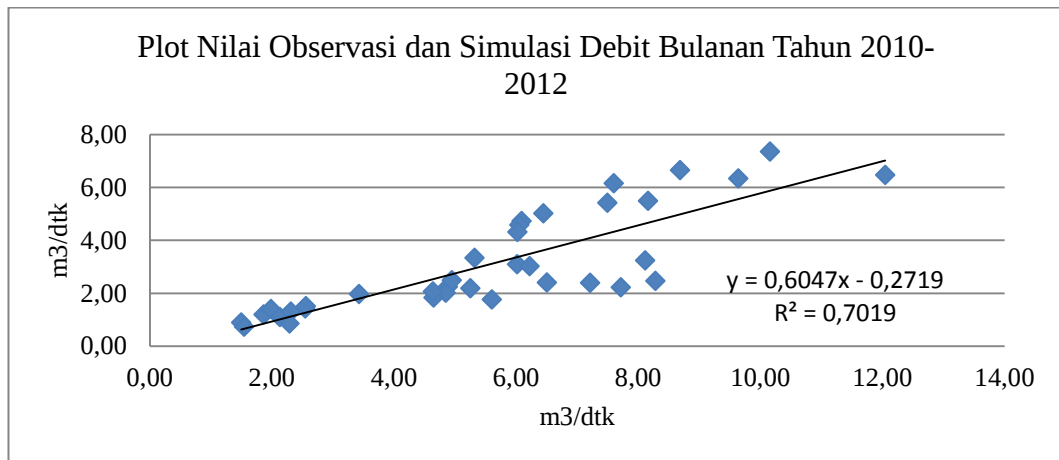
10	EPCO	Faktor kompensasi uptake tanaman	0 - 1
11	OV_N	Nilai koefisien manning	0,001 – 0,003
12	ALPHA_BNK	Faktor alphabase flow untuk backstorage (hari)	0 – 1
13	SURLAG	Koefisien lag aliran permukaan (hari)	0 – 24
14	CH_K2	Konduktivitas hidrolik (mm/jam)	0,001 - 500
15	CH_N2	Nilai N untuk saluran utama	0,001 – 0,3

Sumber: Utomo, 2020

Hasil yang didapatkan dari proses kalibrasi yaitu $R^2 = 0,70$ dimana nilai tersebut mengalami kenaikan dari nilai sebelum kalibrasi yaitu $R^2 = 0,45$. Semakin nilai R^2 mendekati 1, maka akan semakin akurat memprediksi kondisi lapangan dapat dilihat pada gambar 2.

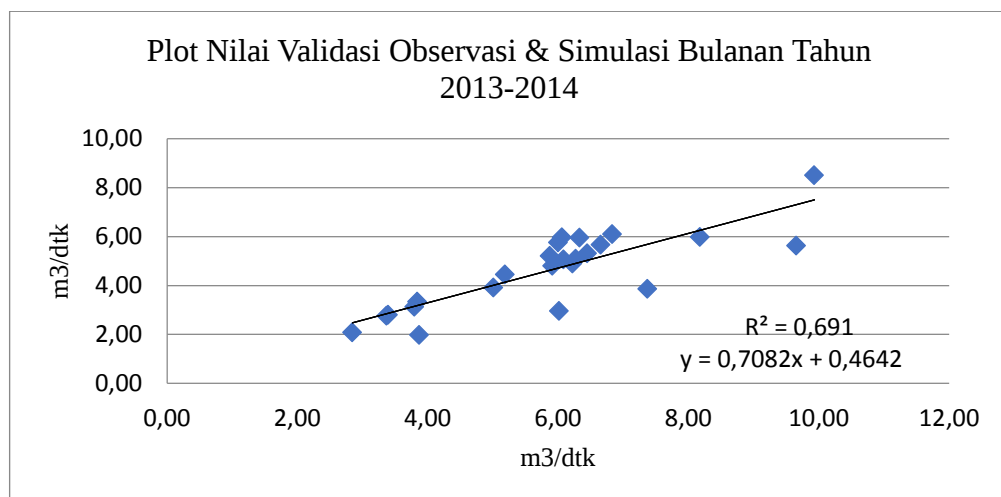


Gambar 2. Grafik Hasil Terbaik Kalibrasi Bulanan Tahun 2010-2012
Sumber : Hasil Pengolahan SWAT, 2020



Gambar 3. Grafik Plot Nilai Simulasi Kalibrasi Terbaik dan Observasi Bulanan Tahun 2010-2012

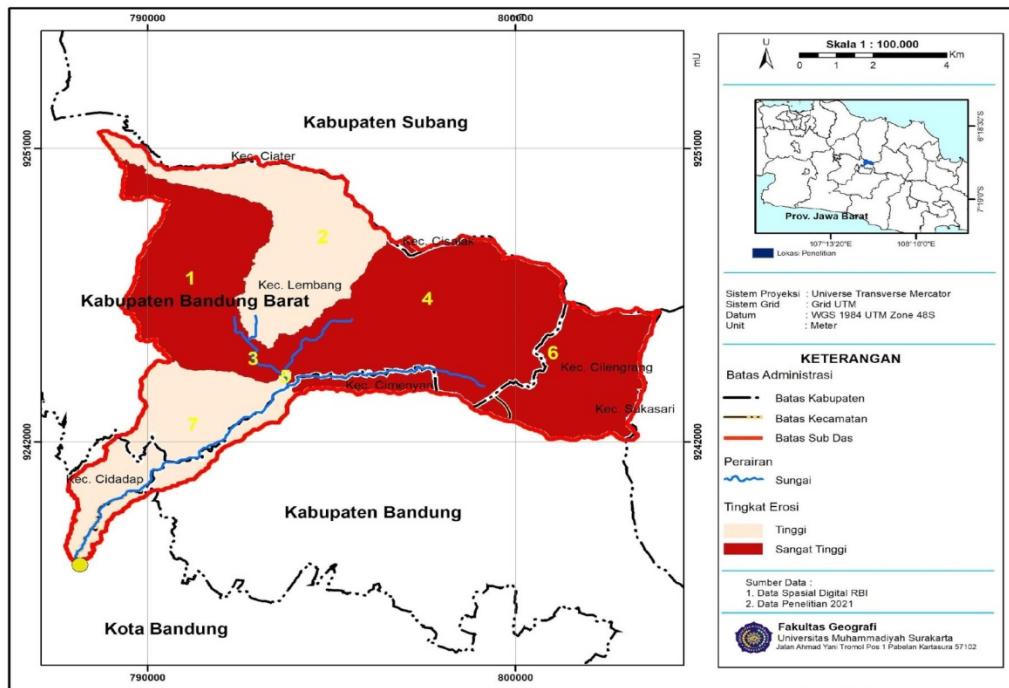
Setelah tahap kalibrasi, selanjutnya yaitu tahap validasi. Pada tahap ini membandingkan data debit simulasi dengan data observasi selama 2 tahun yaitu 2013-2014. Hasil validasi simulasi bulanan yaitu nilai $R^2 = 0,69$. Moriasi *et al* (2007) mengemukakan bahwa model dapat diterima jika nilai $R^2 \geq 0,5$, maka model SWAT yang digunakan di Sub- DAS Cikapundung bisa diterima, sehingga prediksi erosi dengan SWAT bisa digunakan untuk acuan pengelolaan Sub- DAS Cikapundung kedepannya.



Gambar 4. Grafik Plot Nilai Validasi Observasi dan Simulasi Bulanan Tahun 2013-2014

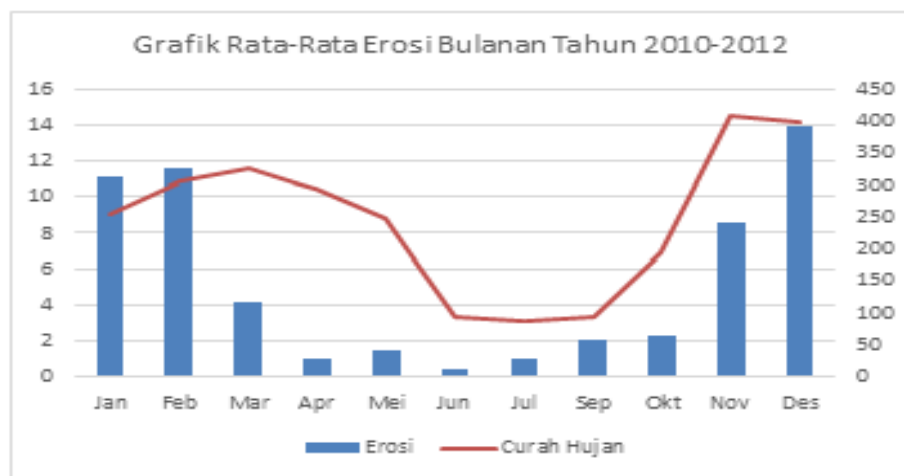
Sumber : Hasil Pengolahan SWAT, 2020

3.4 Sebaran Spasial Erosi di Sub-DAS Cikapundung



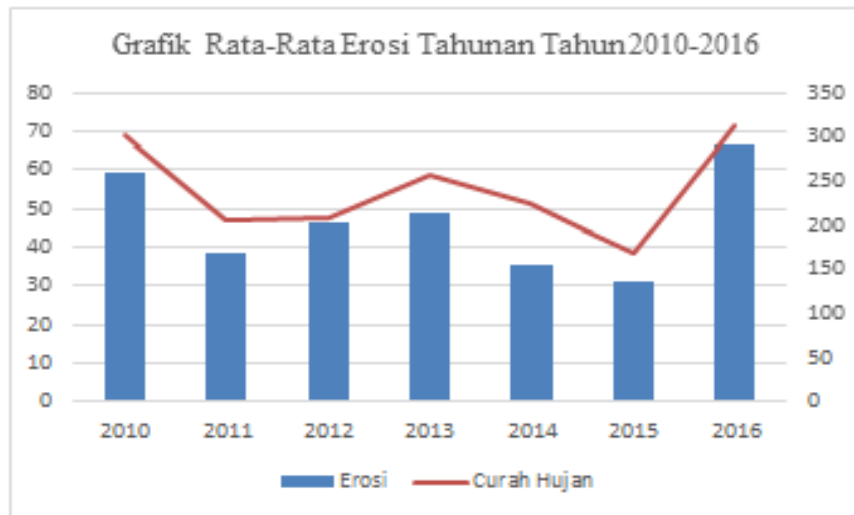
Gambar 5. Peta Tingkat Persebaran Erosi di Sub-DAS Cikapundung

Grafik rata-rata erosi bulanan tahun 2010-2016 ditunjukkan oleh gambar 1, dimana dapat diketahui tingkat erosi dipengaruhi oleh curah hujan. Semakin tinggi curah hujan semakin tinggi pula tingkat erosi. Hal ini menunjukkan bahwa curah hujan merupakan salah satu faktor yang berperan penting pada peristiwa erosi, karena mempengaruhi besar nilai aliran permukaan.



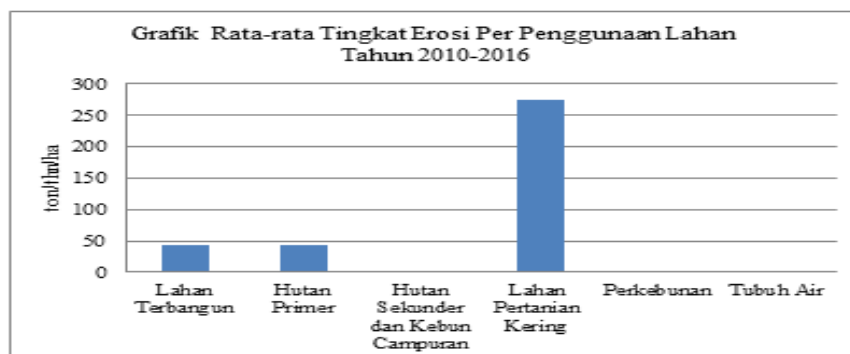
Gambar 6. Grafik Rata-rata Erosi Bulanan tahun 2010-2016

Grafik rata-rata erosi tahunan tahun 2010-2016 ditunjukkan oleh gambar 7, dapat diketahui bahwa curah hujan sangat mempengaruhi tingkat erosi. Peningkatan nilai erosi yang tinggi terdapat pada tahun 2016 dikarenakan curah hujannya yang tinggi pula. Sedangkan rata-rata erosi di Sub-DAS Cikapundung selama periode simulasi 2010-2016 adalah 560,44 ton/Ha/thn.

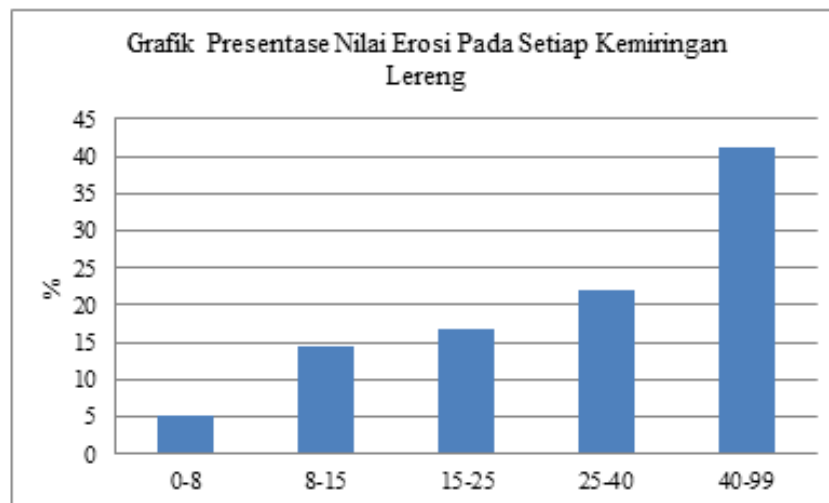


Gambar 7. Grafik Rata-rata Erosi Tahunan tahun 2010-2016

Gambar 8 dan 9 menunjukkan grafik rata-rata tingkat erosi berdasarkan penggunaan lahan dan kemiringan lereng di Sub-DAS Cikapundung. Tingkat erosi paling tinggi berdasarkan penggunaan lahan yaitu lahan pertanian kering dengan rata-rata erosi 274,42 ton/Ha/thn. Sedangkan tingkat erosi paling tinggi berdasarkan kemiringan lereng adalah kawasan dengan kemiringan lereng >40%.



Gambar 8. Grafik Rata-rata Tingkat Erosi Per Penggunaan Lahan Tahun 2010-2016



Gambar 9. Grafik Persentase Nilai Erosi pada Setiap Kemiringan Lereng

Dalam penelitian ini didapatkan hasil klasifikasi tingkat erosi di Sub-DAS Cikapundung, dimana ada dua tingkat erosi yaitu tingkat erosi tinggi dan tingkat erosi sangat tinggi. Tingkat erosi di Sub-DAS Cikapundung didominasi oleh tingkat erosi sangat tinggi dengan persentase 64,38% sedangkan persentase tingkat erosi tinggi sebesar 35,62% seperti yang tertera pada tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi Tingkat Erosi di Sub-DAS Cikapundung

Tingkat Erosi	Keterangan	Luas (Ha)	%
≤ 15	Sangat Rendah	0	0
$> 15 - 60$	Rendah	0	0
$> 60 - 180$	Sedang	0	0
$> 180 - 460$	Tinggi	3203	35,62
> 460	Sangat Tinggi	5788	64,38
Total		8991	100

Sumber : Hasil Analisis SWAT

3.5 Akurasi Prediksi Erosi Menggunakan SWAT

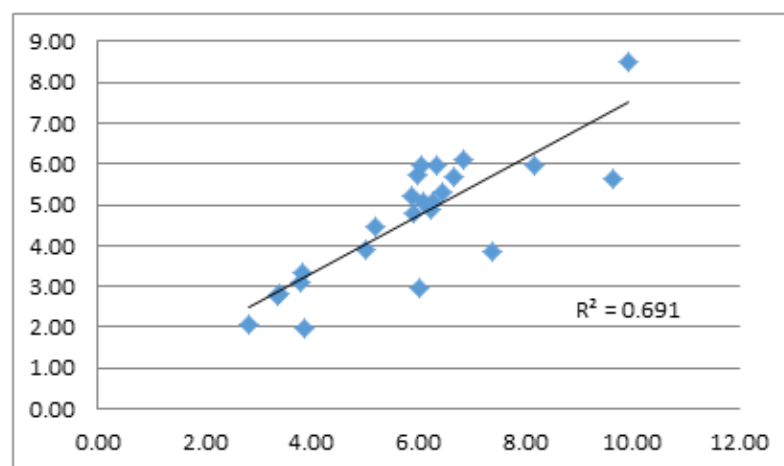
Simulasi menggunakan model SWAT diperlukan adanya validasi untuk mengetahui tingkat akurasi model apakah bisa menggambarkan kondisi di lapangan. Langkah yang digunakan adalah dengan membandingkan data debit simulasi dengan data debit observasi, namun sebelum validasi perlu dilakukan kalibrasi terlebih dahulu guna mengetahui parameter-parameter yang mempengaruhi hasil keluaran model yang sesuai dengan keadaan di lapangan

Tabel 5. Klasifikasi Koefisien Determinasi (R^2)

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

Sumber : Moriasi et. Al (2007)

Pada proses validasi digunakan klasifikasi Koefisien Determinasi (R^2) berdasarkan Moriasi et. al (2007) seperti pada Tabel 5. Nilai Validasi yang baik yaitu nilai $R^2 > 0,5$. Pada penelitian ini hasil validasi SWAT didapatkan hasil seperti yang tertera pada Gambar 5.1.



Gambar 10. Grafik Plot Nilai Validasi Observasi & Simulasi Bulanan Tahun 2013-2014

Pada gambar 10 dapat diketahui nilai R^2 pada validasi model yaitu $R^2 = 0,69$. Berdasarkan Moriasi et. al (2007), nilai R^2 hasil validasi masuk dalam klasifikasi “Baik”. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil keluaran model SWAT dapat diterima, sehingga prediksi erosi dengan SWAT bisa digunakan untuk acuan pengelolaan Sub- DAS Cikapundung kedepannya.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

- 1) Tingkat erosi rata-rata di Sub- DAS Cikapundung yaitu 560,44 ton/ha/thn. Terdapat dua klasifikasi tingkat erosi yaitu erosi tingkat tinggi dan erosi tingkat sangat tinggi. Tingkat erosi tinggi berada pada Sub-DAS 2, 5, dan 7, sedangkan tingkat erosi sangat tinggi berada pada Sub- DAS 1, 3, 4, dan 6. Wilayah Sub- DAS Cikapundung yang masuk dalam klasifikasi erosi tingkat tinggi memiliki luas 3.203 Ha mencakup Kecamatan Lembang, Cidadap, Coblong, dan Cimenyan pada daerah tersebut didominasi oleh penggunaan lahan pertanian kering serta kemiringan lereng curam dan sangat curam. Wilayah yang masuk dalam klasifikasi erosi sangat tinggi memiliki luas 5.788 Ha yang mencakup wilayah Kecamatan Lembang, Cilengkrang, Sukasari, dan Cimenyan. Hal yang menyebabkan tingginya erosi di Sub-DAS Cikapundung disebabkan oleh lahan pertanian kering yang mendominasi.
- 2) Hasil validasi pemodelan SWAT yang membandingkan antara nilai debit simulasi dengan debit observasi yaitu $R^2 = 0,69$, sehingga pemodelan SWAT untuk Sub-DAS Cikapundung dapat diterima.

4.2 Saran

- 1) Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dan maksimal, saran untuk penelitian selanjutnya gunakan stasiun yang lebih banyak sehingga lebih akurat lagi.
- 2) Hasil dari prediksi erosi dengan pemodelan SWAT didapatkan rata-rata erosi di Sub-DAS Cikapundung selama simulasi periode 2010-2016 yaitu 560,44 ton/ha/thn. Penggunaan lahan di Sub-DAS Cikapundung didominasi oleh lahan pertanian kering dan didominasi oleh jenis tanah kambisol dimana jenis tanah ini termasuk subur yang mempunyai permeabilitas tinggi. Sehingga untuk mengurangi tingkat terjadinya erosi perlu dilakukannya konservasi dan rehabilitasi lahan untuk kawasan Sub-DAS Cikapundung.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay. (2001). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Endrawati. (2013). Analisis debit aliran sungai menggunakan model swat di sub das ciasem kabupaten subang jawa barat endrawati. *Institut Pertanian Bogor*. [Online] dari: <https://repository.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/64614/1/E13end.pdf> [25 Oktober 2019]
- Fatin, N. (2018). Pengertian Validasi serta Tujuan Utamanya. [Online] dari : seputarpengertian.blogspot.com [7 April 2020]
- Ferijal, T. (2012). Prediksi Hasil Limpasan Permukaan dan Laju Erosi dari Sub DAS Krueng Jreu Menggunakan Model SWAT. *Jurnal Agrista Unsyiah*, 16(1), 29s/d38. [Online]_dari:<http://jurnal.unsyiah.ac.id/agrista/article/view/680> [3 November 2019]
- Fuady, Z., & Azizah, C. (2013). Tinjauan Daerah Aliran Sungai Sebagai Sistem Ekologi Dan Manajemen Daerah Aliran Sungai. *Jurnal Lentera*, 6(1),_1s/d10. [Online] dari:https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/55902476/70-197-1-PB_1.pdf [8 Desember 2019]
- Hamdan, M. (2010). Analisis Debit Aliran Sungai Sub DAS Ciliwung Hulu menggunakan MW-SWAT. In Institut Pertanian Bogor. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004> [25 Oktober 2019]
- Nugraha, P. (2015). *Model Soil Water Assessment Tool (SWAT) Untuk Prediksi Laju Erosi dan Sedimentasi di Sub DAS Keduang Kabupaten Wonogiri*. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Pratami, A. N. (2015). Lahan Di Sub Das Cikapundung Oleh. Universitas Pendidikan Indonesia. [Online] dari:<http://repository.upi.edu/20247/> [27 Oktober 2019]
- Risdiyanto, I. (2016). Kondisi Erosi dan Sedimentasi DTA Waduk Saguling Kondisi Erosi dan Sedimentasi DTA Waduk Saguling. June 2009, 2–6. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2108.8242> [5 November 2019]

- Rizalihadi, M., Fatimah, E., & Nazia, L. (2013). Estimasi Erosi Akibat Kehadiran Alur (Rill) Dalam Suatu DAS. October. Besar : Universitas Syah Kuala. [Online] dari :<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2840.4243> [9 Desember 2019]
- Rokhmaningtyas, R. P., & Setiawan, M. A. (2017). Estimasi Kehilangan Tanah Aktual Terkait Pengaruh Vegetasi Di DAS Bompon Kabupaten Magelang. *Jurnal Bumi Indonesia*, 6(No.2), 8.<http://files/9/Rokhmaningtyas - ESTIMASI KEHILANGAN TANAH AKTUAL TERKAIT PENGARUH.pdf> [15 Desember 2019]
- Sartohardi, Junun, dkk. (2013). *Pengantar Geografi Tanah*. Yogyakarta:Pustaka Pelajar.
- Sutapa, I. W. (2010). Analisis Potensi Erosi pada Daerah Aliran Sungai (DAS) di Sulawesi Tengah. *SMARTek*, 8(No.3), 169s/d181.<http://www.jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/.../554> [2 Desember 2019]
- Wahyuningrum, N., Sudira, P., Supriyo, H., & Sabarnurdin, S. (2014). Perhitungan Nilai Nisbah Hantaran Sedimen dengan Menggunakan kurva Sedimen dan Model Erosi Tanah. *AGRITECH*, 34(2), 223–231. <https://doi.org/10.22146/agritech.9513>
- Wardhana, G. M. (2013). Analisis Hubungan Antara Kedalaman Tanah dengan Sudut Lereng pada Bentuklahan Lereng Bawah Vulkanik Sub Daerah Aliran Sungai Kodil, Provinsi Jawa Tengah. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada. [Online] dari:http://etd.repository.ugm.ac.id/home/detail_pencarian/64991[8November 2019]
- Yustika, R. D., Tarigan, S. D., Hidayat, Y., & Sudadi, U. (2014). Penggunaan Model Hidrologi di Sub DAS Ciliwung Hulu. *Powder Technology*, 23(No.2), 197–204. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2009.03.008> [17 Desember 2019]
- Zulfahmi. (2016). Analisis Dampak Sedimentasi Sungai Tallo Terhadap Kerawanan Banjir Di Kota Makassar. *Journal FTEKNIK*, 2(3), 1–200. [Online] dari:<http://journal.uinalauddin.ac.id/index.php/plano madani/article/view/1581>[20 Desember 2019]