

Dampak Perubahan Tata Guna Lahan Pada DAS Winongo Terhadap Kerentanan Banjir di Wilayah Yogyakarta

The Impact of Landuse Changes on Winongo Watershed to Vulnerability Floods in Region of Yogyakarta

Ahmad Fauzan Hakim, Nursetiawan

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu wilayah yang mengalami pertumbuhan penduduk setiap tahunnya. Dengan meningkatnya jumlah permukiman dan berkurangnya lahan terbuka akan berpengaruh terhadap kondisi hidrologi pada salah satu sungai yang melalui Kota Yogyakarta yaitu Sungai Winongo. Hal ini menyebabkan rentannya terjadi banjir di Wilayah Yogyakarta dengan berubahnya daerah resapan menjadi daerah non resapan (run off). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji dampak perubahan penggunaan lahan (land use) terhadap kerentanan banjir di Daerah Yogyakarta. Metode yang digunakan dalam mengkaji dampak perubahan penggunaan lahan terhadap banjir yaitu dengan program *Soil & Water Assessment Tools* (SWAT) yaitu *ArcSWAT* serta dengan bantuan *Geographic Information System* (GIS) dalam mengolah data spasial. Data penggunaan lahan yang digunakan yaitu Peta penggunaan lahan tahun 2016 dan skenario penggunaan lahan tahun 2016 dengan mengganti lahan sawah pada daerah hulu dan hilir menjadi lahan permukiman. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa dengan berubahnya daerah resapan menjadi non resapan sebesar 20,6 % menyebabkan meningkatnya debit banjir sebesar 5,5 m³/s atau 1,49 %.

Kata-kata kunci: Banjir, Perubahan Tata Guna Lahan, SWAT, Daerah Aliran Sungai, Winongo

Abstract. *The Special Region of Yogyakarta is one of the regions experiencing population growth every year. With the increase in the number of settlements and the reduction of open land, it will affect the hydrological conditions of one of the rivers that passes through the city of Yogyakarta, namely the Winongo River. This causes the vulnerability of flooding in the Yogyakarta Region by changing the recharge area into a non-recharge area (run off). The purpose of this study is to examine the impact of land use changes on flood vulnerability in the Yogyakarta area. The method used in assessing the impact of changes in land use on flooding using the Soil & Water Assessment Tools (SWAT), ArcSWAT and with the help of Geographic Information System (GIS) in processing spatial data. Land use data used are 2016 land use maps and 2016 land use scenarios by replacing rice fields in the upstream and downstream areas into residential land. The results of this study indicate that by changing the recharge area to non-absorption by 20,6 % causing an increase in flood discharge of 5,5 m³ / s or 1,49 %.*

Keywords: Floods, Land Use Changes, SWAT, Watershed, Vulnerability

1. Pendahuluan

Pada setiap tahunnya Daerah Istimewa Yogyakarta mengalami pertumbuhan penduduk yang menyebabkan adanya perubahan tata guna lahan dari daerah resapan menjadi daerah non resapan (*runoff*). Akibat adanya perubahan tata guna lahan tersebut berpengaruh pada keseimbangan air dan lingkungan serta berdampak pada daerah aliran sungai (DAS) yang menyebabkan rentannya terjadi banjir. Banjir dianggap sebagai bencana alam paling umum di seluruh dunia selama beberapa dekade terakhir (Rahmati, Zeinivand, & Besharat,

2016). Banjir biasanya terjadi akibat dari curah hujan tinggi dan turun dalam waktu yang lama yang menyebabkan meluapnya sungai, danau, atau drainase dikarenakan debit air yang datang melebihi batas dari daya tampung tersebut. Urbanisasi adalah penyebab utama perubahan dalam proses hidrologi dan hidraulika dimana berkurangnya kapasitas drainase untuk menampung air dan terjadinya banjir di daerah perkotaan (Zope, Eldho, & Jothiprakash, 2016). Sungai Winongo adalah sungai yang berhulu di daerah Sleman dan berhilir di daerah Bantul. Sungai Winongo merupakan salah satu sungai

yang rentan terjadi banjir. Adapun salah satu penyebab terjadinya banjir pada Sungai Winongo yaitu berubahnya pemanfaatan tata guna lahan yang berdampak pada daerah aliran sungai (DAS) di Sungai Winongo. Tata guna lahan mempengaruhi laju infiltrasi, keterkaitan antara permukaan dan air tanah (*groundwater*) dan aliran debris (*debris flow*) (Kazakis, Kougiass, & Patsialis, 2015). Dampak dari perubahan tata guna lahan tersebut dikaji dengan menggunakan program *Soil & Water Assessment Tools* (SWAT) dengan bantuan *Geographic Information System (GIS)* dalam mengolah data spasial. *Soil & Water Assessment Tools* merupakan alat analisis model hidrologi yang diperkenalkan oleh Departemen Pertanian di Amerika Serikat. SWAT digunakan untuk memprediksi besarnya debit limpasan (*runoff*), sedimen, dan erosi pada suatu daerah aliran sungai (DAS). Dalam penelitian ini, model hidrologi SWAT digunakan untuk menganalisa kondisi DAS Winongo serta untuk mengetahui dampak dari perubahan tata guna lahan yang menyebabkan rentannya terjadi banjir pada DAS Winongo.

Pemodelan SWAT yang diterapkan dalam menganalisa dampak perubahan tata guna lahan terhadap debit limpasan (*runoff*) pada DAS Jianjang dengan membandingkan tiga skala waktu yaitu tahunan, bulanan dan harian dalam rentang waktu 9 tahun serta membandingkan dua peta tata guna lahan pada tahun 1985 dengan tahun 2006. Hasil dari penelitian yaitu limpasan tahunan menunjukkan perubahan terkecil, limpasan bulanan menengah dan limpasan harian menunjukkan perubahan terbesar hal ini dipengaruhi oleh variabel hilangnya evapotranspirasi, perkolasi ke kedalaman dan penyimpanan air tanah sebelumnya (Lin et al., 2015). (Yesuf et al., 2015) mengaplikasikan model SWAT dalam menganalisa sedimen dan untuk kalibrasi dan validasi menggunakan program *Sequential Uncertainty Fitting-2* (SUFI-2). Sebuah program SWAT-CUP 2012 untuk mengoptimalkan parameter SWAT dalam analisis kondisi DAS Maybar di Ethiopia. Hasil sedimen yang didapatkan dan di lakukan kalibrasi dan validasi yaitu sebesar 1119,3 ton pada bulan agustus 1988 dan 1237,6 pada bulan agustus 1992.

(Sufiyan, Magaji, Oga, & Zaharaddeen, 2019) memodelkan SWAT dalam menentukan daerah yang rentan terjadi banjir dengan menganalisa *hydrologic response units* (HRU) daerah yang dikaji pada DAS Kuala Terengganu di Malaysia dengan hasil terdapat 5 sub-DAS yang memiliki risiko banjir tinggi dari 25 sub-DAS di wilayah Malaysia sehingga hasil analisa tersebut bisa digunakan sebagai peta rawan risiko banjir yang berguna untuk mitigasi, perencanaan dan peringatan kepada publik.

(Barkey, Mappiasse, & Nursaputra, 2017) melakukan penelitian mengenai dampak perubahan tata guna lahan dan iklim terhadap ketersediaan air pada tujuh DAS di Kota Ambon. Dimana hasil model SWAT menunjukkan jumlah ketersediaan air telah mengalami penurunan sebesar 4,69%. Penelitian tentang perubahan penggunaan lahan yang diakibatkan meningkatnya jumlah penduduk sehingga mempengaruhi karakteristik hidrologi pada DAS WAY di Lampung dengan menggunakan model SWAT dengan hasil Hasil dari Pengaruh perubahan yang ditunjukkan pada tahun 2001, 2006 dan 2010 dari hasil total air sungai masing-masing yaitu 874,66 mm, 1.047,70 mm, dan 774,04 mm. juga diteliti oleh (Mubarak, Murtilaksono, & Wahjunie, 2015).

Dengan meningkatnya angka pertumbuhan penduduk sehingga berdampak pada perubahan penggunaan lahan yang menyebabkan meningkatnya debit pada Sungai Winongo sehingga menyebabkan rentannya terjadi banjir di wilayah Yogyakarta. Dalam studi ini pengaruh dari perubahan tata guna lahan (*land use*) di analisa dengan pemodelan hidrologi menggunakan program *Soil & Water Assessment Tools*.

2. Soil & Water Assessment Tools

Soil & Water Assessment Tools merupakan model operasional atau konseptual (Arnold et al., 1998) yang dikembangkan oleh DR. Jeff Arnold untuk Departemen Pertanian di Amerika Serikat yaitu *agricultural research service* (ARS). SWAT dikembangkan untuk memprediksi dampak pada penggunaan lahan (*land use*) terhadap air, sedimen dan bahan kimia pertanian terhadap suatu daerah aliran sungai (DAS) dengan beragam jenis tanah,

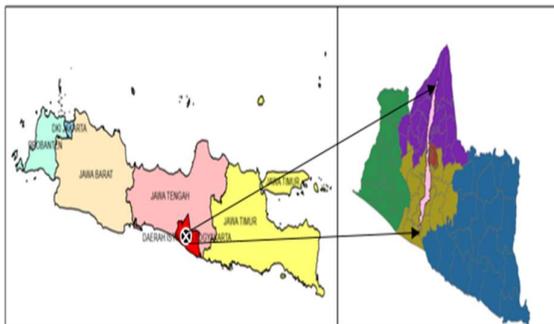
penggunaan lahan dan kondisi pengelolaan dalam periode waktu yang lama. SWAT biasanya beroperasi pada langkah harian dengan membagi daerah aliran sungai (DAS) menjadi sub-DAS, selanjutnya dibagi menjadi satu atau lebih *hydrologic response units* (HRU). Setiap HRU terdiri dari jenis tanah, kemiringan lereng dan tata guna lahan. (Serpa et al., 2015). Model SWAT membutuhkan data berikut: *digital elevation model* (DEM), penggunaan lahan, jenis tanah, dan data iklim harian untuk mensimulasikan model (Omran, 2019). Adapun siklus hidrologi yang di simulasikan oleh SWAT berdasarkan pada persamaan neraca air sebagai berikut :

$$SW_t = SW_o + \sum_{i=1}^t (R_{day} - Q_{surf} - E_a - W_{sep} - Q_{gw})$$

Dimana SW_t adalah kadar air tanah akhir, SW_o adalah kadar air tanah pada hari ke- I (mm), t adalah waktu (hari), R_{day} adalah jumlah hujan pada hari ke i (mm), Q_{surf} adalah jumlah aliran permukaan pada hari ke i (mm), E_a adalah jumlah evapotranspirasi pada hari ke i (mm), W_{sep} adalah jumlah air yang masuk ke dalam zona vadose pada profil tanah pada hari ke i (mm) dan Q_{gw} adalah jumlah aliran air bawah tanah (*groundwater*) pada hari ke I (mm).

3. Lokasi Penelitian

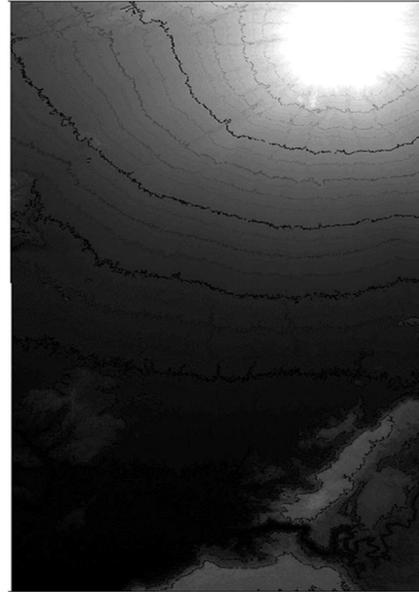
Penelitian dilakukan di Wilayah Yogyakarta, secara geografis Wilayah Yogyakarta terletak pada $8^{\circ} 30' - 7^{\circ} 20'$ Lintang Selatan dan $109^{\circ} 40' - 111^{\circ} 0'$ Bujur Timur. Penelitian ini mengacu pada satu DAS yaitu daerah aliran sungai (DAS) Winongo. Sungai Winongo merupakan salah satu sungai yang melintasi Kota Yogyakarta dengan bagian hulu di Kabupaten Sleman dan bagian hilir di Kabupaten Bantul. Untuk lokasi Sungai Winongo dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Lokasi penelitian

4. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam analisis penelitian yaitu data sekunder yang berupa data spasial dan non spasial diantaranya data topografi berupa *Digital Elevation Model* (DEM) yang didapat dari *United States Geological Survey* (USGS) yang terdapat pada gambar 2.



sumber : DEM USGS

Gambar 2 *Digital elevation model* (DEM)

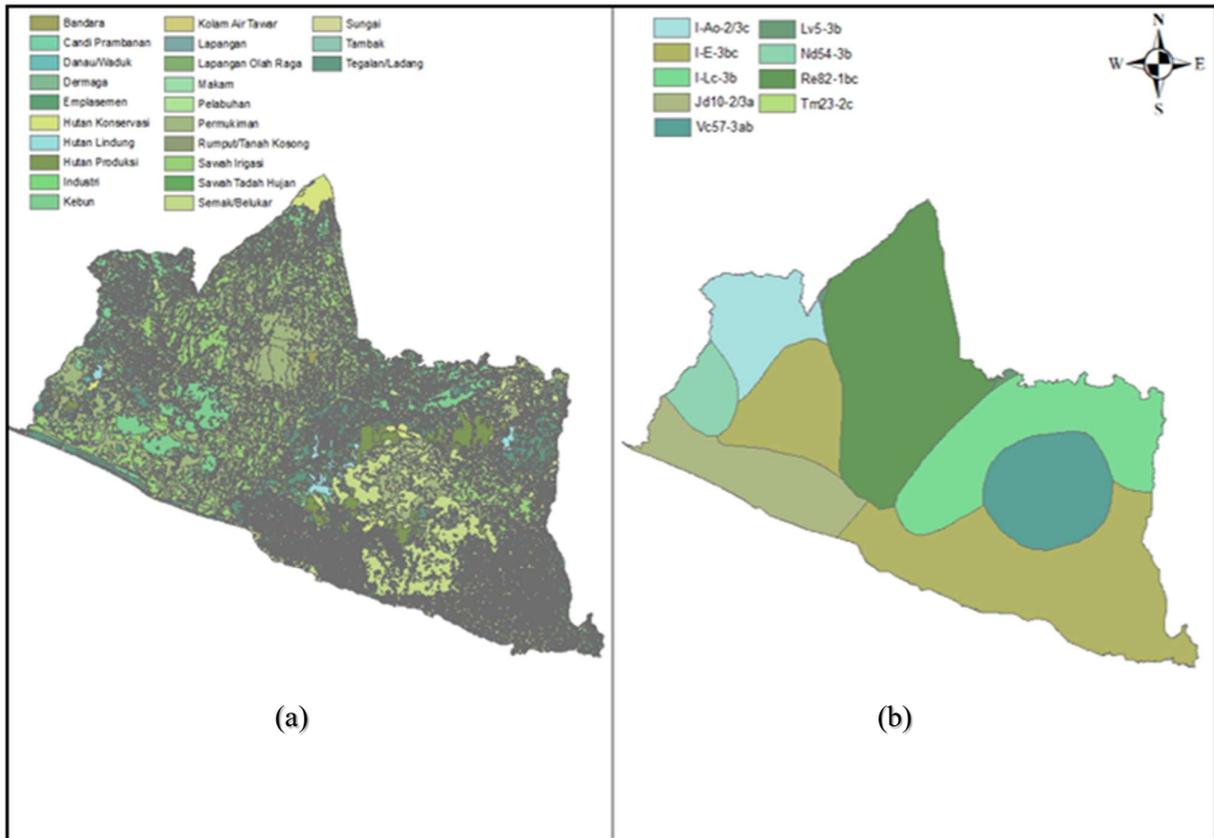
Daerah aliran sungai (DAS) dan aliran Sungai Winongo yang terdapat pada gambar 3 diolah dengan cara delineasi DAS secara manual dengan bantuan *software ArcGIS*. Data-data tersebut diperoleh dari Indonesia Geospatial Portal.



Gambar 3 DAS dan aliran sungai winongo

Peta tata guna lahan DIY tahun 2016 yang terdapat pada gambar 4 (a) didapat dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA). Peta jenis tanah yang berasal dari *Food and Agriculture Organization* (FAO) yang terdapat pada gambar 4 (b). Kemiringan lereng (*slope*) yang mengacu

pada Pedoman Penyusunan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi tahun 1986 terdapat pada tabel 1 dan data cuaca yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) yaitu data curah hujan, suhu, kelembapan relatif, radiasi sinar matahari dan kecepatan angin.



sumber : BAPPEDA (a) dan FAO (b)

Gambar 4 Peta tata guna lahan tahun 2016 (a) dan jenis tanah (b) untuk DIY

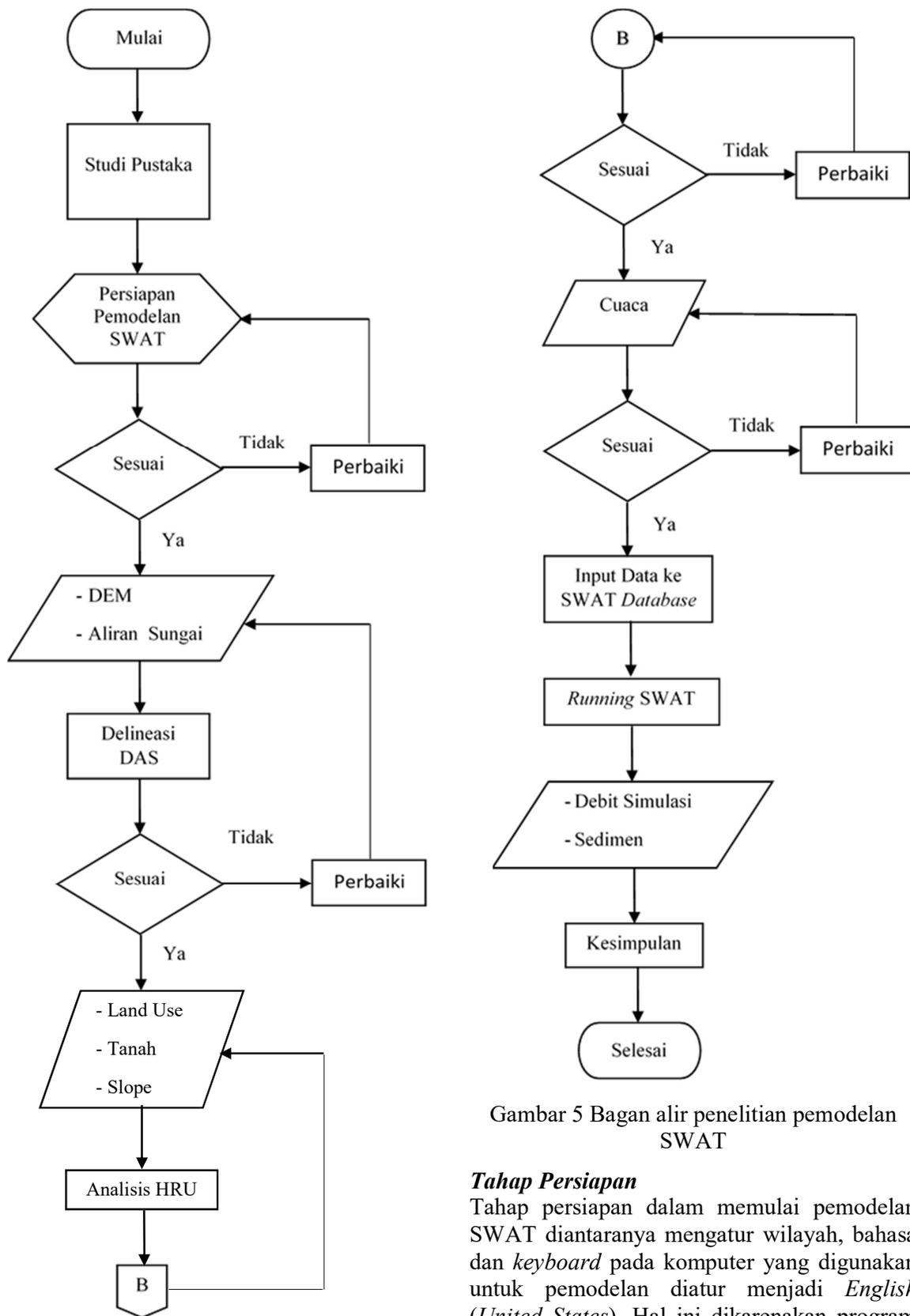
Tabel 1 Kelas Kemiringan Lahan (Pedoman Penyusunan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi, 1986)

Kelas	Kemiringan (%)	Klasifikasi
I	0-8	Datar
II	8-15	Landai
III	15-25	Agak Curam
IV	25-45	Curam
V	> 45	Sangat Curam

5. Analisis Model SWAT

Dalam analisis model SWAT terdiri dari beberapa tahap diantaranya tahap persiapan, tahap deliniasi DAS, tahap pembentukan HRU, tahap pembentukan data cuaca, tahap membangun input data dan tahap simulasi

SWAT. Hubungan pada setiap tahap akan dijelaskan pada bagan alir penelitian analisis model SWAT yang terdapat pada gambar 5. Bagan alir merupakan gambaran sebuah penelitian yang dilakukan dan saling berkaitan dengan yang lain.



Gambar 5 Bagan alir penelitian pemodelan SWAT

Tahap Persiapan

Tahap persiapan dalam memulai pemodelan SWAT diantaranya mengatur wilayah, bahasa dan keyboard pada komputer yang digunakan untuk pemodelan diatur menjadi *English (United States)*. Hal ini dikarenakan program SWAT merupakan program yang dikembangkan dan diperkenalkan oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat. Serta

membuat *project* baru untuk pemodelan SWAT yang terdapat pada menu *SWAT Project Setup*.

Tahap Delineasi DAS

Untuk membentuk DAS terdapat pada menu *Watershed Delineator*. *Watershed Delineator* merupakan proses penentuan atau penggambaran suatu DAS yang berfungsi untuk mengalirkan air yang berasal dari curah hujan menjadi limpasan (*runoff*) menuju ke satu titik luaran (*outlet*). Pada pemodelan SWAT *Watershed Delineator* atau delineasi DAS yang dibentuk secara otomatis oleh *software* SWAT. Untuk delineasi DAS terdapat pada menu perintah *Watershed Delineator* terbagi dalam *DEM Setup*, *Stream Definition*, *Watershed Outlets Selection and Definition* dan *Calculation of Subbasin Parameters*. Data yang digunakan untuk *Watershed Delineator* yaitu data DEM wilayah yang ditinjau, DEM daerah aliran sungai (DAS) dan aliran sungai.

Tahap Pembentukan HRU

Hydrological Response Unit (HRU) merupakan gabungan dari data tata guna lahan (*landuse*), jenis tanah (*soil*) dan kemiringan lereng (*slope*) yang dilakukan dengan cara tumpang susun (*overlay*). Setelah HRU terbentuk kemudian HRU di analisis. Untuk analisis HRU terdapat pada menu *HRU Analysis* pada perintah *HRU Definition*. *HRU Definition* berfungsi untuk menentukan kriteria yang digunakan dalam menentukan distribusi HRU pada setiap sub-DAS.

Tahap Pembentukan Data Cuaca

Setelah distribusi HRU telah ditetapkan, maka data cuaca dapat dimasukkan ke dalam pemodelan SWAT. Data cuaca yang sudah di olah sesuai dengan SWAT *database* dapat dimasukkan pada menu perintah pertama dari menu *Write Input Tables* yaitu *Weather Data Stations*.

Tahap Membangun Input Data

Setelah semua data yang dibutuhkan telah di input, maka langkah selanjutnya yaitu memasukkan data yang telah di input ke dalam basis data (*database*) SWAT berupa tabel. Untuk membuat data input gunakan perintah *Write SWAT Input Tables* yang terdapat pada menu *Write Input Tables*. Data input yang dibangun yaitu data delineasi DAS,

penggunaan lahan (*landuse*), jenis tanah, kemiringan lereng (*slope*) dan data cuaca.

Tahap Simulasi SWAT

Setelah proses dalam memasukkan data yang dibutuhkan untuk pemodelan selesai dan basis data (*database*) telah dibuat, langkah selanjutnya yaitu *Running* model SWAT yang terdapat pada menu *SWAT Simulation*. Pada *running* model SWAT dapat menggunakan waktu harian, bulanan dan tahunan kemudian hasil *running* di *import* ke dalam folder yang telah ditentukan.

6. Hasil dan Pembahasan

Delineasi DAS

Pada pemodelan SWAT tersebut delineasi atau pembuatan DAS dilakukan secara otomatis oleh SWAT dengan menggunakan data DEM serta untuk mempermudah pembuatan DAS menggunakan DAS yang sudah dibuat secara manual kemudian di konversi dalam bentuk format *raster* dan data aliran sungai dalam bentuk format *shapfile* agar DAS dan aliran sungai yang diolah sesuai dengan di lapangan. Pada delineasi DAS oleh SWAT menghasilkan 21 sub-DAS dengan satu outlet pada DAS Winongo. Pada gambar 6 (a) merupakan delineasi DAS yang di olah oleh model SWAT dengan menghasilkan 21 sub-DAS.

Tata Guna Lahan

Pada penelitian ini hanya menggunakan satu jenis peta penggunaan lahan yaitu tahun 2016 dikarenakan adanya perbedaan komposisi dengan peta penggunaan lahan tahun sebelumnya. Untuk peta penggunaan lahan tahun 2016 diantaranya terdiri dari kebun, sawah irigasi, tegalan / ladang, rumput / tanah kosong, semak / belukar, industri, sungai, dan permukiman. Pada penelitian ini menggunakan 2 skenario yaitu peta tata guna lahan dengan kondisi *existing* dan skenario 1 dengan merubah penggunaan lahan sawah irigasi menjadi pemukiman sebesar 20,6 %. Hal ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar dampak dari perubahan daerah resapan menjadi daerah non resapan terhadap debit banjir. Untuk perubahan luasan lahan dapat dilihat pada tabel 2 dan untuk peta tata guna lahan DAS Winongo dapat dilihat pada gambar 6 (b).

Tabel 2 Perubahan penggunaan lahan

Penggunaan Lahan	Luas Existing (%)	Luas Skenario 1 (%)
Kebun (AGRL)	4,13	4,13
Tubuh air (WATR)	0,69	0,69
Sawah irigasi (RICE)	46,01	25,41
Tegalan/Ladang (AGRR)	0,44	0,44
Rumput/Tanah Kosong (RNGE)	0,05	0,05
Semak/Belukar (RNGB)	0,29	0,29
Permukiman (URBN)	48,34	68,94
Industri (UIDU)	0,05	0,05

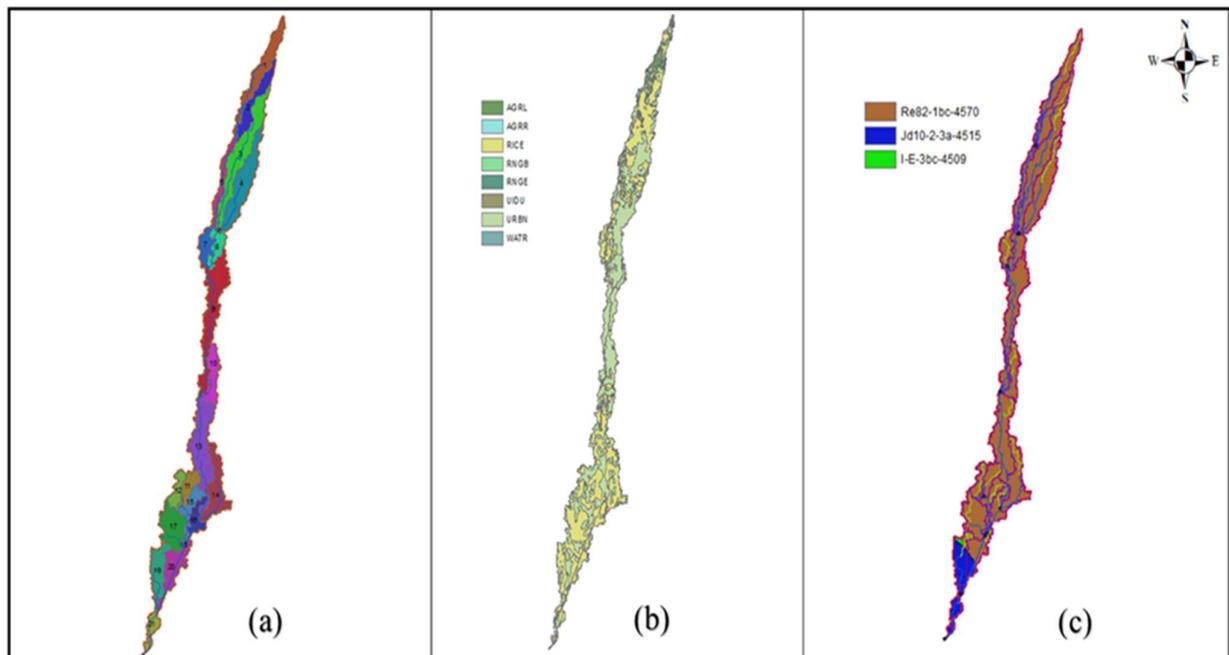
Jenis Tanah

Jenis tanah menurut FAO pada DAS Winongo terdiri dari tiga jenis tanah yaitu lempung berpasir, lempung berliat, dan lempung dapat dilihat pada tabel 3 dan untuk peta jenis tanah terdapat pada gambar 6 (c). Pada DAS Winongo di dominasi oleh jenis tanah lempung berpasir (Re82-1bc-4570) dengan luas sebesar 92,23 %. Untuk jenis tanah

lempung berpasir (Re82-1bc-4570) dan lempung berliat (Jd10-2-3a-4515) memiliki kelas hidrologi yang sama yaitu kelas C yang artinya tanah tersebut memiliki infiltrasi rendah dan limpasan (run off) sedang ke tinggi. Sedangkan untuk jenis tanah lempung (I-E-3bc-4509) memiliki kelas hidrologi D yang artinya tanah tersebut memiliki infiltrasi sangat rendah sedangkan limpasan (runoff) tinggi.

Tabel 3 Data jenis tanah

Jenis Tanah	Kode SWAT	Kelas Hidrologi	Luas (%)
Lempung Berpasir	Re82-1bc-4570	C	92,23
Lempung Berliat	Jd10-2-3a-4515	C	7,44
Lempung	I-E-3bc-4509	D	0,32



sumber : BAPPEDA (b) dan FAO (c)

Gambar 6 Peta DAS (a), tata guna lahan (b) dan jenis tanah (c) pada DAS winongo

Pembentukan HRU

HRU yang terbentuk pada DAS Winongo yaitu sebanyak 313 untuk kondisi eksisting dan 311 untuk skenario 1 pada 21 sub-DAS. Terdapat perbedaan pada HRU diantara 2 skenario tersebut hal ini bergantung pada distribusi pembagian HRU pada setiap sub-

DAS. Sebagai contoh pada sub-DAS 6 terdapat 3 HRU pada masing-masing skenario akan tetapi memiliki luas yang berbeda hal ini dikarenakan berubahnya penggunaan lahan dari sawah menjadi permukiman yang terdapat pada kondisi existing dan skenario 1. Untuk lebih jelasnya terdapat pada tabel 3 dan tabel 4.

Tabel 4 HRU pada sub-DAS 6 (*existing*)

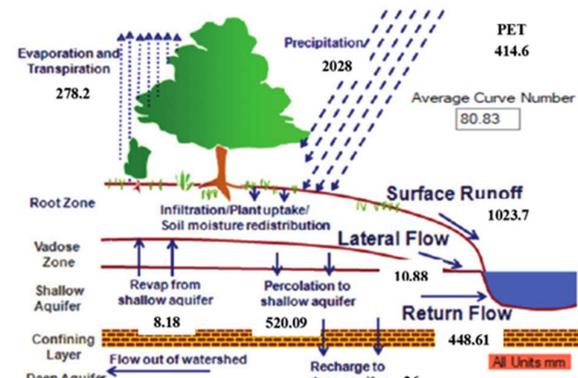
No HRU	Penggunaan Lahan	Jenis Tanah	Kemiringan Lereng	Luas (Ha)
96	Permukiman	Lempung Berpasir	15-25 (Agak Curam)	0.0207
97	Permukiman	Lempung Berpasir	8-15 (Landai)	0.9225
98	Permukiman	Lempung Berpasir	0-8 (Datar)	2.4301

Tabel 5 HRU pada sub-DAS 6 (Skenario 1)

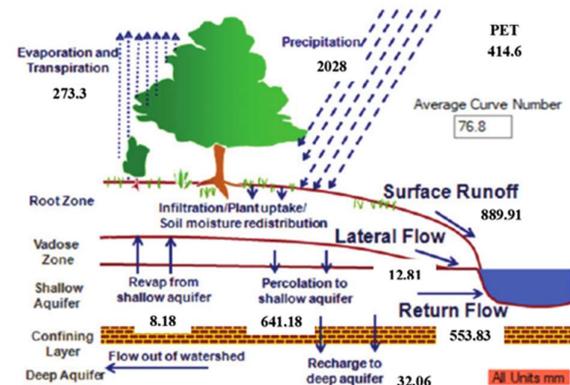
No HRU	Penggunaan Lahan	Jenis Tanah	Kemiringan Lereng	Luas (Ha)
93	Permukiman	Lempung Berpasir	0-8 (Datar)	2.4301
94	Permukiman	Lempung Berpasir	15-25 (Agak Curam)	0.0207
95	Permukiman	Lempung Berpasir	8-15 (Landai)	0.9225

Hasil Analisis SWAT

Hasil dari analisis SWAT yaitu didapatkan debit simulasi, aliran limpasan (*surface runoff*), aliran lateral (*flow lateral*), aliran bawah tanah (*groundwater*), hasil air (water yield), evapotranspirasi dan angkutan sedimen. Pada gambar 7 merupakan hasil analisis SWAT dengan skema siklus hidrologi untuk kondisi *existing* dan gambar 8 merupakan hasil analisis SWAT untuk skenario 1.



Gambar 8 Hasil analisis SWAT untuk kondisi skenario 1

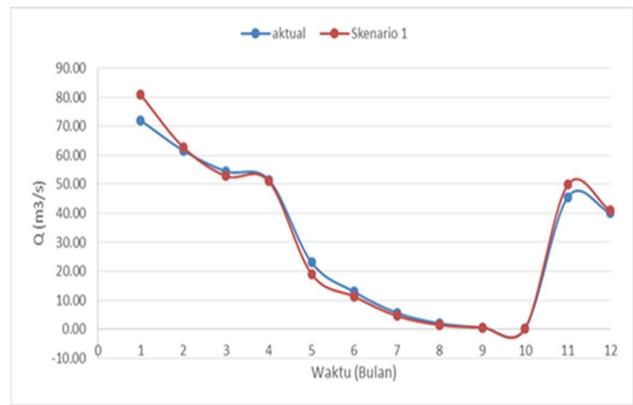


Gambar 7 Hasil analisis SWAT untuk kondisi *existing*

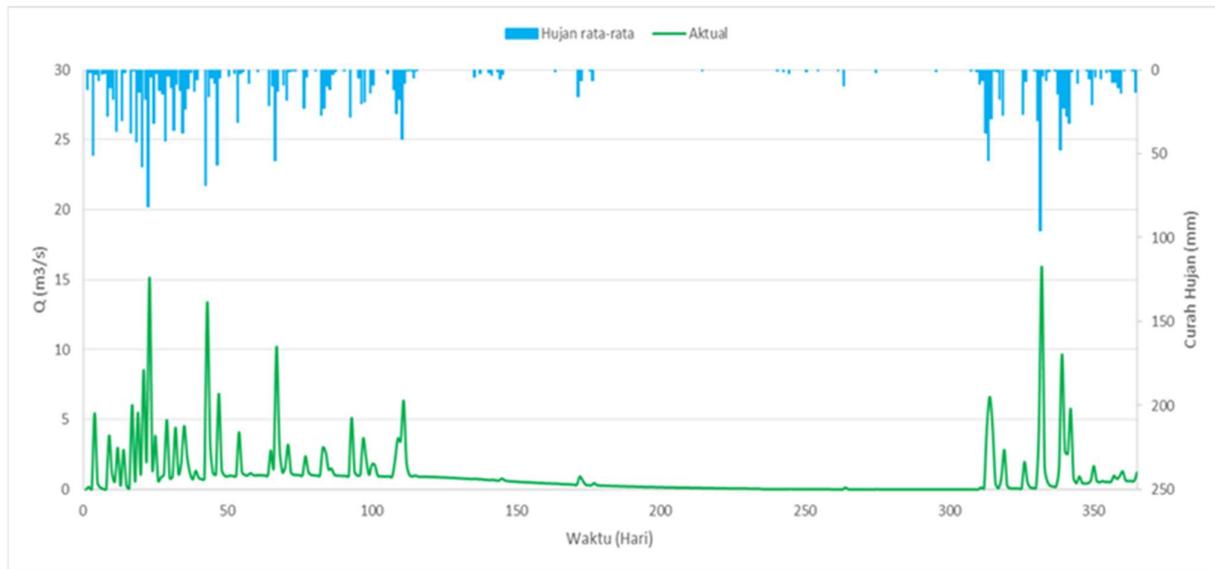
Debit Simulasi

Pada grafik debit simulasi bulanan yang terdapat pada gambar 9 untuk Bulan Januari, Februari, November dan Desember debit simulasi pada Skenario 1 lebih besar dibandingkan dengan debit simulasi *existing* hal ini dipengaruhi oleh banyaknya hari basah (hujan) serta besarnya curah hujan (mm). Berdasarkan hasil analisis SWAT yang dijalankan pada periode 1 Januari 2018 sampai dengan 31 Desember 2018 didapatkan hasil debit simulasi untuk hujan rerata maksimum yaitu sebesar 95,7 mm pada tanggal 28 November 2018 dengan debit sebesar 15,91 m³/s untuk kondisi *existing* yang terdapat pada Gambar 10. Pada skenario 1 yaitu dengan perubahan sawah irigasi menjadi daerah

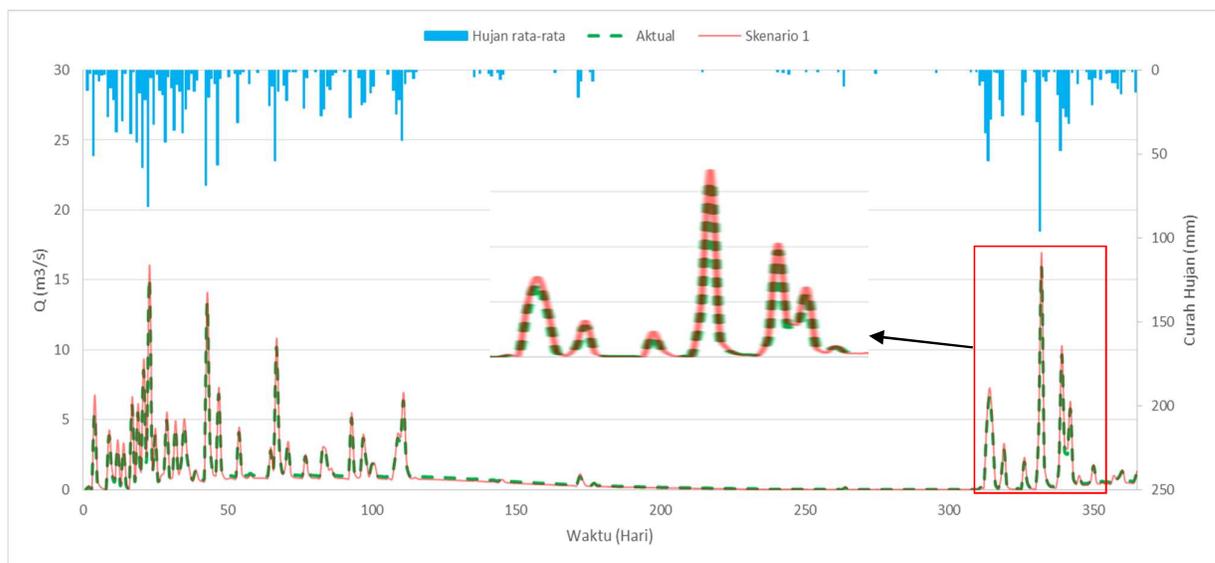
permukiman pada daerah hulu dan hilir DAS Winongo sebesar 20,6% terjadi peningkatan debit sebesar $16,93 \text{ m}^3/\text{s}$ atau 6,45 %, untuk perubahan peningkatan debit dapat dilihat pada Gambar 11. Untuk debit total pada kedua skenario yaitu $369,80 \text{ m}^3/\text{s}$ untuk kondisi *existing* dan $375,30 \text{ m}^3/\text{s}$ untuk skenario 1 dengan selisih $5,5 \text{ m}^3/\text{s}$ atau 1,49 %.



Gambar 9 Grafik debit simulasi bulanan



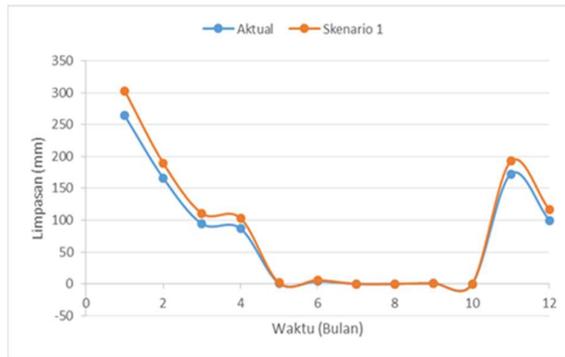
Gambar 10 Grafik hubungan debit simulasi dengan curah hujan (aktual)



Gambar 11 Perbandingan grafik debit simulasi kedua skenario

Aliran Limpasan Permukaan (Surface Runoff)

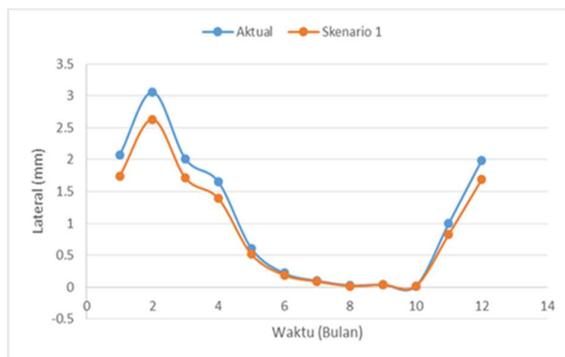
Pada analisis SWAT didapatkan hasil total aliran limpasan permukaan (*surface runoff*) sebesar 889,91 mm untuk kondisi eksisting dan 1023,7 mm untuk skenario 1 aliran limpasan tersebut terjadi kenaikan sebesar 15,3 % setelah melakukan perubahan pada lahan sawah menjadi lahan permukiman sebesar 20,6 %. Hal ini dipengaruhi oleh berubahnya tata guna lahan dari daerah resapan menjadi non resapan. Untuk grafik perbedaan aliran limpasan permukaan dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12 Grafik aliran limpasan bulanan

Aliran Lateral (Lateral Flow)

Pada hasil analisis untuk aliran lateral, nilai aliran lateral untuk kondisi *existing* lebih besar yaitu 12,8 mm dibandingkan dengan aliran lateral pada skenario 1 yaitu 10,87 mm seperti yang terdapat pada gambar 13. Hal ini terjadi dikarenakan perubahan penggunaan lahan terutama untuk permukiman yang menjadi daerah kedap air sehingga sedikit air yang masuk ke tanah.

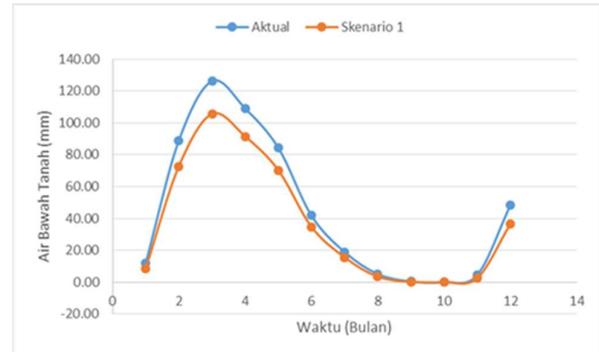


Gambar 13 Grafik aliran lateral bulanan

Aliran Air Bawah Tanah (Groundwater)

Hasil analisis SWAT untuk aliran air bawah tanah didapatkan nilai aliran bawah tanah pada kondisi *existing* sebesar 539,77 mm

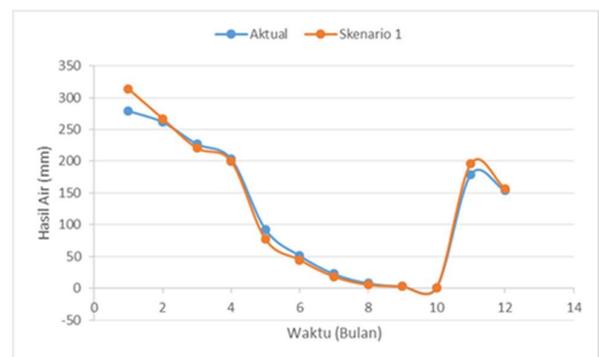
lebih besar dibandingkan dengan nilai aliran air bawah tanah pada skenario 1 yaitu sebesar 442,30 mm. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi lahan yang berubah dari daerah resapan menjadi non resapan (permukiman) seperti yang dijelaskan pada gambar 14.



Gambar 14 Grafik aliran air bawah tanah bulanan

Hasil Air (Water Yield)

Hasil air pada analisis SWAT merupakan jumlah air bersih yang meninggalkan sub-DAS dan berkontribusi terhadap aliran sungai selama langkah waktu. Pada gambar 15 dapat dilihat bahwa grafik debit bulanan untuk kedua skenario mengalami kenaikan dan penurunan setiap bulannya hal ini dipengaruhi oleh besarnya curah hujan serta banyaknya hari basah atau hari hujan. Untuk total hasil air pada kondisi eksisting didapatkan sebesar 1482,07 mm sedangkan untuk penggunaan lahan skenario 1 didapatkan nilai sebesar 1503,89 mm.

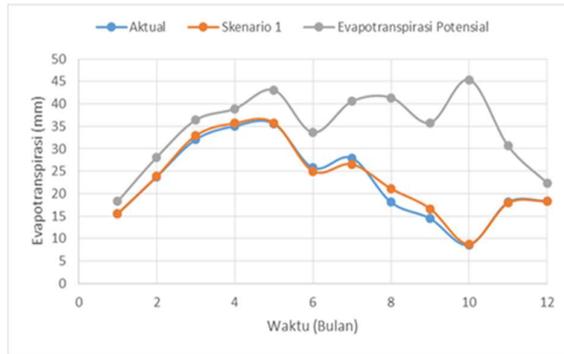


Gambar 15 Grafik hasil air bulanan

Evapotranspirasi

Pada hasil dari running SWAT tersebut didapatkan hasil dari evapotranspirasi serta didapatkan juga evapotranspirasi potensial. Evapotranspirasi potensial dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu seperti intensitas

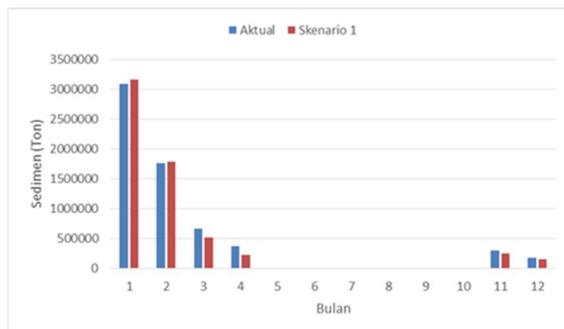
penyinaran matahari, kecepatan angin, luas daun, temperatur udara, dan tekanan udara. Pada hasil evapotranspirasi potensial memiliki nilai yang sama pada kedua skenario. Untuk kondisi *existing* didapatkan hasil evapotranspirasi total sebesar 273,34 mm dan 278,15 mm untuk kondisi skenario 1 sedangkan untuk evapotranspirasi potensial total sebesar 414,6 mm seperti dijelaskan pada gambar 16.



Gambar 16 Grafik evapotranspirasi bulanan

Angkutan Sedimen

Berdasarkan simulasi yang dilakukan oleh SWAT selama 1 tahun di dapatkan hasil angkutan sedimen bulanan terbesar pada DAS Winongo terjadi pada bulan Januari sebesar 3093527 ton pada skenario *existing* dan 3166217 ton pada skenario 1 sedangkan angkutan sedimen terkecil yaitu pada bulan Oktober dengan jumlah 8 ton pada skenario *existing* dan skenario 1. Hal ini dipengaruhi oleh besar atau kecilnya curah hujan serta debit limpasan. Untuk perbedaan angkutan sedimen pada kedua skenario dijelaskan pada gambar 17.



Gambar 17 Diagram bar sedimen pada DAS winongo

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisa tentang dampak perubahan tata guna lahan pada DAS Winongo terhadap kerentanan banjir di

Wilayah Yogyakarta dapat disimpulkan bahwa Program *Soil & Water Assessment Tools* merupakan model hidrologi yang menghasilkan debit simulasi, aliran limpasan (*surface runoff*), aliran lateral, aliran air bawah tanah, hasil air, evapotranspirasi dan angkutan sedimen dalam periode 1 tahun dengan deliniasi DAS secara otomatis oleh SWAT menghasilkan 21 sub-DAS pada satu titik outlet Sungai Winongo. HRU yang dihasilkan pada pemodelan yaitu 313 untuk kondisi eksisting dan 311 untuk skenario 1.

Pengaruh perubahan penggunaan lahan dari daerah resapan menjadi daerah non resapan dengan meningkatkan lahan permukiman dan mengurangi lahan sawah sebesar 20,6% menyebabkan meningkatnya debit simulasi yaitu 369,80 m³/s menjadi 375,30 m³/s dengan selisih 5,5 m³/s atau 1,49 %. Jumlah Angkutan sedimen terbesar terjadi pada bulan Januari sebesar 3093527 ton pada skenario *existing* dan 3166217 ton pada skenario 1 sedangkan angkutan sedimen terkecil yaitu pada bulan Oktober dengan jumlah 8 ton pada skenario *existing* dan skenario 1.

8. Daftar Pustaka

- Arnold, J. G., Srinivasan, R., Muttiah, R. S., & Williams, J. R. (1998). Large Area Hydrologic Modeling and Assessment Part I: Model Development. *Journal of the American Water Resources Association*, 34(1), 73–89. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1998.tb05961.x>.
- Barkey, R. A., Mappiasse, M. F., & Nursaputra, M. (2017). Model of Climate and Land-Use Changes Impact on Water Security in Ambon City, Indonesia. *Geoplanning: Journal of Geomatics and Planning*, 4(1), 97–108.
- Kazakis, N., Kougiass, I., & Patsialis, T. (2015). Assessment of flood hazard areas at a regional scale using an index-based approach and Analytical Hierarchy Process: Application in Rhodope–Evros region, Greece. *Science of the Total Environment*, 538, 555–563.
- Lin, B., Chen, X., Yao, H., Chen, Y., Liu, M., Gao, L., & James, A. (2015). Analyses of landuse change impacts on catchment runoff using different time indicators

- based on SWAT model. *Ecological Indicators*, 58, 55–63.
- Mubarok, Z., Murti Laksono, K., & Wahjunie, E. D. (2015). Response of Landuse Change on Hydrological Characteristics of Way Betung Watershed - Lampung. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.18330/jwallacea.2015.vol4iss1pp1-10>.
- Omran, E.-S. E. (2019). Hydrological Simulation of a Rainfed Agricultural Watershed Using the Soil and Water Assessment Tool (SWAT). *Sustainability of Agricultural Environment in Egypt: Part I: Soil-Water-Food Nexus*, 317–347.
- Rahmati, O., Zeinivand, H., & Besharat, M. (2016). Flood hazard zoning in Yasooj region, Iran, using GIS and multi-criteria decision analysis. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 7(3), 1000–1017.
- Serpa, D., Nunes, J. P., Santos, J., Sampaio, E., Jacinto, R., Veiga, S., ... Keizer, J. J. (2015). Impacts of climate and land use changes on the hydrological and erosion processes of two contrasting Mediterranean catchments. *Science of the Total Environment*, 538, 64–77.
- Sufiyan, I., Magaji, J. I., Oga, A. T., & Zaharaddeen, I. (2019). Analysis of Hydrologic Response Units and Impact of Flooding in Kuala Terengganu Sub-basins River Catchment in Malaysia. *Asian Journal of Geographical Research*, 1–16.
- Yesuf, H. M., Assen, M., Alamirew, T., & Melesse, A. M. (2015). Modeling of sediment yield in Maybar gauged watershed using SWAT, northeast Ethiopia. *Catena*, 127, 191–205.
- Zope, P. E., Eldho, T. I., & Jothiprakash, V. (2016). Impacts of land use–land cover change and urbanization on flooding: A case study of Oshiwara River Basin in Mumbai, India. *Catena*, 145, 142–154.