

SIMULASI KONSERVASI LAHAN KRITIS TERHADAP HASIL AIR (*WATER YIELD*) DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) KURANJI MENGGUNAKAN MODEL SWAT (*SOIL AND WATER ASSESMENT TOOL*)

Doki Wardiman¹, Eri Gas Ekaputra², dan Yonariza³

¹Pascasarjana Ilmu Lingkungan, Universitas Andalas

²Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas

³Pascasarjana, Universitas Andalas

Email: dokiwardimann@gmail.com

ABSTRAK

Perubahan iklim dan penggunaan lahan memiliki dampak yang besar terhadap keseimbangan air. Perubahan penggunaan lahan merupakan penyebab utama tingginya *run off* dibandingkan dengan faktor lainnya. Bencana alam yang terjadi di wilayah DAS (Daerah Aliran Sungai) merupakan indikasi bahwa fungsi hidrologi di wilayah DAS dalam keadaan terganggu dan tidak dapat mendukung sistem tata air yang optimal. Hampir setiap tahun terjadi banjir di kawasan DAS Kuranji yang menimbulkan kerugian secara materil dan korban jiwa. Salah satu bentuk upaya untuk menjaga kelestarian DAS adalah dengan melakukan konservasi pada wilayah – wilayah yang memberikan dampak buruk terhadap DAS seperti lahan kritis. Tujuan penelitian ini adalah mensimulasikan konservasi lahan kritis DAS Kuranji terhadap perubahan hasil air. Simulasi dilakukan terhadap 3 skenario penggunaan lahan yaitu konservasi 50 %, 80 % dan 100 % terhadap luas lahan kritis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 818,92 ha lahan kritis yang bisa digunakan untuk lahan konservasi. Simulasi perubahan penggunaan lahan terhadap lahan kritis dari beberapa skenario menunjukkan bahwa skenario konservasi 100 % menunjukkan kondisi hidrologi yang lebih baik. Artinya, semakin luas lahan yang di konservasi menjadi hutan campuran maka akan menurunkan hasil air, sehingga menurunkan aliran permukaan dan menaikkan volume air tanah DAS.

Kata Kunci-DAS kuranji; hasil air; konservasi; lahan kritis

PENDAHULUAN

Perubahan iklim dan penggunaan lahan memiliki dampak yang besar terhadap keseimbangan air dari cekungan dan sub DAS yang mempengaruhi berbagai parameter seperti hasil air, limpasan permukaan, evapotranspirasi (ET) dll (Kundu et al., 2017). Perubahan penggunaan lahan merupakan penyebab utama tingginya *run off* dibandingkan dengan faktor lainnya. Apabila suatu hutan yang berada dalam suatu daerah aliran sungai diubah menjadi pemukiman, maka debit puncak sungai akan meningkat 6 sampai 20 kali. Angka tersebut tergantung dari jenis hutan dan jenis pemukiman (Kodoatie, et al. 2008). Sehingga pada kasus – kasus perubahan penggunaan lahan menimbulkan dampak terhadap potensi bencana alam.

Bencana alam yang terjadi di wilayah DAS (Daerah aliran sungai) merupakan indikasi bahwa fungsi hidrologi di wilayah DAS dalam keadaan terganggu dan tidak dapat berfungsi sebagai mana mestinya. Sehingga dengan keadaan tersebut DAS tidak dapat mendukung sistem tata air yang optimal. Upaya pengendalian untuk menjaga kelestarian dan keberlanjutan sumber daya air perlu dilakukan untuk mencukupi kebutuhan di masa sekarang dan masa yang akan datang. Salah satu bentuk kegiatan untuk menjaga kelestarian DAS adalah dengan melakukan konservasi pada wilayah – wilayah yang memberikan dampak buruk terhadap DAS seperti lahan kritis. Menurut Permenhut P.39/Menhut-II/2009 beberapa isu pokok permasalahan DAS yang mengakibatkan perubahan kualitas lingkungan DAS salah satunya dapat terlihat dari jumlah lahan kritis. Konservasi yang tepat sasaran dapat menekan biaya dan mempercepat pemulihan kondisi dan ekosistem DAS.

Menurut data SLHD tahun 2014 dari 6 DAS yang berada di wilayah Kota Padang terdapat 2 DAS dengan status daerah rawan banjir, salah satunya adalah DAS Kuranji. Kondisi DAS Kuranji saat ini telah terbukti menimbulkan dampak yang secara langsung dirasakan oleh masyarakat baik yang berada di kawasan hulu maupun hilir. Hampir setiap tahun terjadi banjir di Kota Padang dalam rentang waktu 10 tahun terakhir. Seperti yang telah terjadi pada tahun 2012 dimana banjir bandang melanda Kota Padang khususnya di kawasan DAS Kuranji. Kejadian tersebut tidak hanya menimbulkan

kerugian materi namun juga korban jiwa dengan kerugian materi mencapai Rp 6,673,000,000.00 (BNPB Provinsi Sumatera Barat, 2012).

Investigasi efek penggunaan lahan dan kondisi iklim pada hidrologi aliran dan ketersediaan air permukaan dapat di atasi dengan aplikasi model hidrologi secara spasial (Haverkamp et al., 2005). Salah satu model yang digunakan untuk analisis kondisi hidrologi berbasis GIS (*Geographic Information System*) adalah model SWAT (*Soil and Water Assesment Tools*). SWAT (*Soil and Water Assesment Tools*) merupakan model yang dikembangkan oleh Jeff Arnold pada awal tahun 1970-an dan banyak digunakan dalam permodelan hidrologi khususnya DAS (Arnold et al., 2012). Model SWAT telah terbukti dan efektif untuk menilai dan menganalisis ketersediaan air, neraca air, limpasan permukaan, erosi, sedimentasi dan kualitas air DAS dari berbagai sumber, baik yang berasal dari sumber pencemar tetap (*point sources*) maupun dari sumber acak (*non point sources*) dari lahan pertanian dalam suatu DAS. Pemilihan jenis model perlu dilakukan untuk menentukan model mana yang paling sesuai dengan keadaan DAS. Pemilihan model yang akan digunakan dalam analisis hendaknya dilakukan dengan pemahaman mendalam tentang struktur model, kemampuan operasional, kekuatan dan kelemahannya, kepekaan dan keterbatasannya (Junaidi, 2009). Tujuan penelitian ini adalah mensimulasikan konservasi lahan kritis DAS Kuranji terhadap perubahan hasil air.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di kawasan DAS Kuranji dengan titik *monitoring point* berada di Bendungan Gunung Nago (100°26'3.8562"BT dan 0°55'25.3965"LS). Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu seperangkat komputer untuk menjalankan *software* SIG (ArcGis) yang berekstensi model SWAT. Sedangkan bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu : Data debit sungai Batang Kuranji, data DEM (*Digital Elevation Model*), data tutupan lahan, dan data jenis tanah. Penelitian dilakukan dalam 2 tahap, yaitu analisis lahan kritis dan kemudian analisis hasil air dengan menggunakan model SWAT.

A. Analisa Lahan Kritis

Lahan kritis pada DAS Kuranji dianalisa berdasarkan Peraturan Menteri Kehutanan No P.32 /Menhut-II/2009 Tentang Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai (RTKRHL-DAS). Metode yang digunakan untuk mengetahui sebaran lahan kritis di DAS Kuranji adalah metode *scoring* secara spasial terhadap beberapa parameter analisa seperti penutupan lahan, kelerengan, tingkat bahaya erosi (TBE), manajemen lahan dan fungsi kawasan. Adapun skor untuk masing – masing tingkat kekritisian lahan berdasarkan peraturan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Tingkat Kekritisian Lahan

No.	Tingkat Kekritisian Lahan	Besarnya Nilai		
		Hutan Lindung	Budidaya Pertanian	Kawasan Lindung diluar Kawasan Hutan
1.	Sangat Kritis	120 – 180	115 – 200	110 – 200
2.	Kritis	181 – 270	201 – 275	201 – 275
3.	Agak Kritis	271 – 360	276 – 350	276 – 350
4.	Potensial Kritis	361 – 450	351 – 425	351 – 425
5.	Tidak Kritis	451 – 500	426 - 500	426 – 500

Analisis lahan kritis menjadi acuan dalam penentuan skenario simulasi penggunaan lahan untuk melihat perubahan hasil air DAS. Namun tidak semua lahan kritis dijadikan lahan konservasi, hanya pada lahan yang berada pada tingkat kekritisian agak kritis, kritis dan sangat kritis. Selain itu faktor ketersediaan lahan juga diperhatikan dalam penentuan wilayah konservasi. Lahan dengan penggunaan lahan semak belukar, lahan terbuka, dan lahan kosong menjadi prioritas utama. Hal ini dikarenakan selain untuk menjaga ketersediaan air, kegiatan konservasi juga diharapkan memberikan manfaat secara ekonomi kepada masyarakat. Adapun skenario simulasi penggunaan lahan akan dibagi menjadi 3 skenario sebagai berikut :

- a. Konservasi 100 %, artinya semua lahan yang masuk kedalam kriteria lahan kritis akan dikonservasi menjadi kawasan hutan campuran;

- b. Konservasi 80 %, artinya hanya 80 % lahan yang masuk kedalam kategori kriteria lahan kritis yang akan di konservasi menjadi kawasan hutan campuran;
- c. Konservasi 50 %, artinya hanya 50 % lahan yang masuk kedalam kategori kriteria lahan kritis yang akan di konservasi menjadi kawasan hutan campuran.

B. Analisis Model SWAT Terhadap Hasil Air DAS

Data *input* yang dibutuhkan dalam aplikasi model SWAT yaitu data tanah, data penggunaan lahan, dan data DEM (*Digital Elevation Model*) yang dipersiapkan dalam format *raster (.Tiff)*. Data iklim yang dikumpulkan merupakan data iklim harian yang meliputi data curah hujan, temperatur maksimum dan minimum, radiasi matahari dan kelembaban relatif dalam format *database*. Adapun langkah – langkah dalam analisis model SWAT adalah sebagai berikut :

- a. Deliniasi DAS (*Watersheed Deliniator*) dengan data *input* berupa data DEM DAS Kuranji. Daerah observasi akan deliniasi berdasarkan batas topografi alami DAS. Metode yang digunakan dalam model SWAT untuk melakukan deliniasi DAS adalah metode *threshold* yang akan menentukan jumlah jaringan sungai yang terbentuk.
- b. Pembentukan HRU (*Hydrologi Respons Unit Analysis*) dengan data *input* berupa data penggunaan lahan, data topografi, serta data sifat fisik tanah. HRU adalah satuan lahan dengan unsur karakteristik sub DAS yang berpengaruh terhadap terjadinya erosi. Setiap HRU akan memiliki informasi sub DAS, nomor HRU, jenis tutupan lahan, jenis tanah, dan luas HRU.
- c. Pembentukan generator iklim (*weather generator data*) hasil perhitungan data curah hujan, suhu, radiasi matahari, kelembaban dan kecepatan angin.
- d. Penggabungan HRU dengan generator iklim. Pada tahap ini ditentukan periode simulasi terlebih dahulu untuk kemudian dilakukan *input* data iklim.
- e. Simulasi model SWAT. Pada tahapan ini dilakukan penentuan periode simulasi serta *output* apa yang ingin dicapai dalam analisis. Penyimpanan *output* hasil simulasi dilakukan dengan memilih *Read SWAT Output*.

Setelah dilakukan analisis model SWAT maka hasil analisis tersebut harus dilakukan kalibrasi. Metode yang digunakan dalam melakukan kalibrasi pada penelitian ini menggunakan metode *manual calibration*. Metode ini bisa disebut dengan metode *trial and error*, dimana parameter dirubah secara manual dan diambil hasil nilai yang paling mendekati dengan kondisi eksisting. Adapun prosedur kerja kalibrasi model SWAT dengan menggunakan koefisien determinasi (R^2) (Loague & Green, 1991) dan efisiensi model (NS) Nash Sutcliffe (Nash & Sutcliffe, 1970).

$$R^2 = \left(\frac{[\sum_{i=1}^n (Q_{m,i} - \bar{Q}_m) \cdot (Q_{s,i} - \bar{Q}_s)]}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Q_{m,i} - \bar{Q}_m)^2 \cdot \sum_{i=1}^n (Q_{s,i} - \bar{Q}_s)^2}} \right)^2 \dots\dots\dots(1)$$

$$NS = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{m,i} - Q_s)^2}{\sum_{i=1}^n (Q_{m,i} - \bar{Q}_m)^2} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

\bar{Q}_m = Debit aktual rata – rata yang terukur (mm)

\bar{Q}_s = Debit hasil simulasi rata – rata (mm)

$Q_{m,i}$ = Debit aktual yang terukur (mm)

$Q_{s,i}$ = Debit hasil simulasi (mm)

Kisaran nilai R^2 diantara 0 dan 1 menggambarkan seberapa banyak sebaran data observasi yang dapat dijelaskan oleh data simulasi. Pada dasarnya nilai $R^2 \geq 0,5$ dianggap diterima (Moriassi *et al.*, 2007). Kategori yang digunakan untuk simulasi nilai NS adalah (Motovilov *et al.*, 1999) :

- a. Baik jika $> 0,75$
- b. Memuaskan jika $0,75 > NS > 0,36$
- c. Kurang memuaskan jika $< 0,36$

Jika hasil kalibrasi memuaskan atau baik maka model SWAT dapat diaplikasikan untuk mensimulasikan hidrograf hasil air DAS Kuranji. Adapun *Output* yang dilihat dari hasil analisis model SWAT pada penelitian ini adalah hasil air (*water yield*). Hasil air (*water yield*) merupakan total jumlah air yang mengalir ke saluran utama dalam jangka waktu tertentu. Persamaan hasil air (*water yield*) yang digunakan didalam model SWAT adalah sebagai berikut :

$$W_{yld} = Q_{surf} + Q_{lat} + Q_{gw} - T_{loss} - pond \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

W_{yld} = Total air yang masuk ke sungai utama selama periode simulasi (mm)

Q_{surf} = Aliran Permukaan (mm)

Q_{lat} = Air yang mengalir secara lateral didalam profil tanah (mm)

Q_{gw} = Aliran bawah permukaan (mm)

T_{loss} = Air yang hilang dari sungai karena adanya pengaliran air ke dalam tanah dan ke sisi samping sungai (mm).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi DAS Kuranji

Secara geografis hasil deliniasi DEM menunjukkan DAS Kuranji berada di 100°20'28,2143"BT sampai 100°33'1,9466"BT serta 0°47'24,236"LS sampai 0°55'50,498"LS. Sungai Batang Kuranji merupakan sungai utama yang terdapat di daerah DAS Kuranji dengan panjang 19,62 Km. Sungai Batang Kuranji mengalir dari hulu ke hilir melewati Kecamatan Pauh, Kecamatan Kuranji, Kecamatan Nanggalo, dan bermuara di Kecamatan Padang Utara yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia. Hasil deliniasi menunjukkan luas DAS Kuranji yang didapatkan adalah 17.762,732 ha, namun jika dihitung dari titik *monitoring point* (Bendungan Gunung Nago) yang berada pada 100°26'3,8562"BT dan 0°55'25,3965"LS, maka luasan kawasan DAS Kuranji yang menjadi lokasi penelitian adalah 8.866,01 ha.

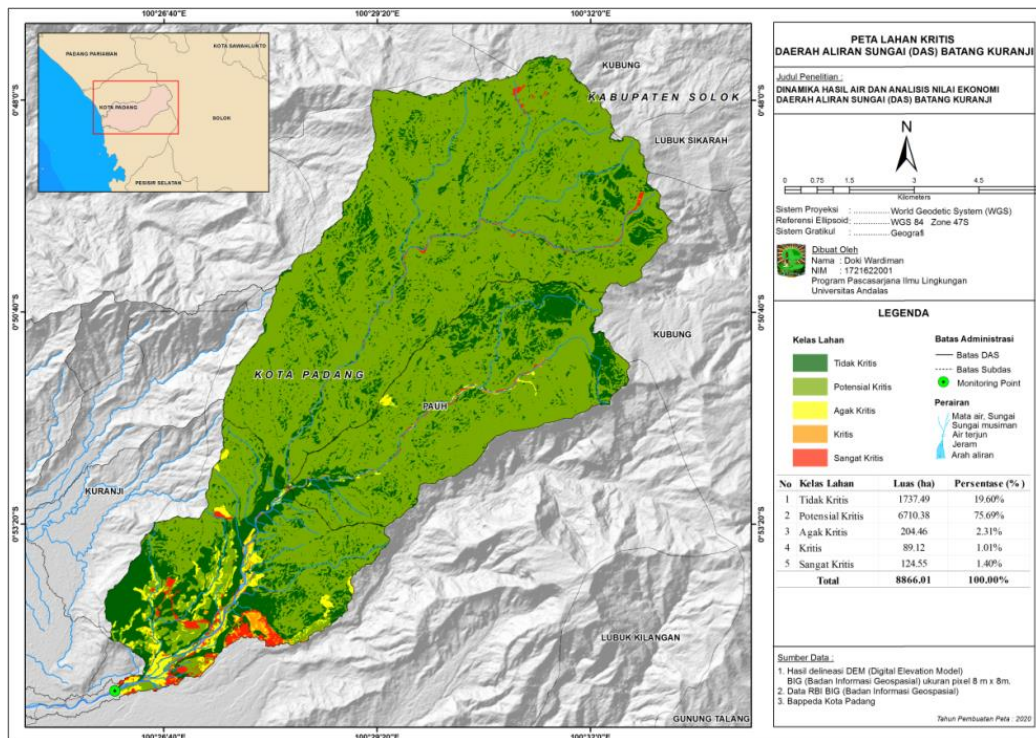
Kondisi DAS Kuranji merupakan hasil representasi dari data stasiun klimatologi Gunung Nago, Batu Busuk dan Simpang Alai periode rekaman 10 tahun terakhir tahun 2009 sampai 2018 dengan curah hujan yang tinggi antara 3.108 mm/tahun – 5.603 mm/tahun (Tabel 2). Berdasarkan klasifikasi iklim Oldeman, DAS Kuranji termasuk kedalam tipe zona iklim A1 yang memiliki bulan basah berturut – turut 11 bulan. Untuk budidaya pertanian kawasan dengan tipe iklim ini sesuai untuk padi terus menerus tetapi produksi kurang karena pada umumnya kerapatan fluks radiasi surya rendah sepanjang tahun.

Tabel 2. Kondisi Iklim DAS Kuranji

Bulan	Temperatur rata- rata (°C)		ETo (mm/bln)	Kec. Angin (m/s)	Radiasi Matahari (%)	RH (%)
	Max	Min				
Januari	31,80	22,41	5,04	0,15	47,52	90,42
Februari	31,77	22,49	5,01	0,18	53,68	90,46
Maret	31,77	22,29	4,83	0,18	47,89	91,01
April	31,80	22,34	4,64	0,14	48,86	90,90
Mei	31,82	22,30	4,66	0,14	55,22	90,65
Juni	31,81	22,37	4,94	0,16	55,96	90,65
Juli	31,77	22,29	5,22	0,16	59,22	90,52
Agustus	31,75	22,29	4,84	0,15	52,37	90,65
September	31,69	22,25	4,97	0,15	43,62	90,37
Oktober	31,68	22,23	4,52	0,13	31,85	90,45
November	31,69	22,22	4,15	0,15	32,15	90,33
Desember	31,62	22,32	4,42	0,17	37,07	90,56

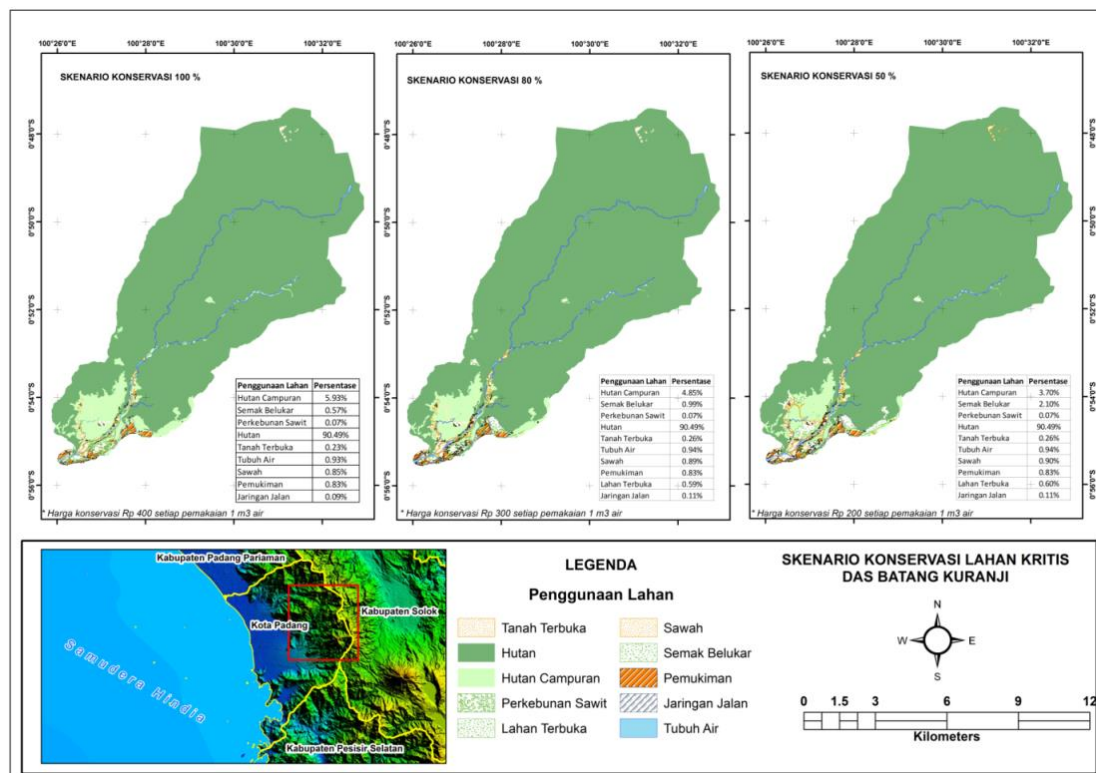
B. Analisis Lahan Kritis DAS Kuranji

Lahan kritis adalah lahan di dalam maupun diluar kawasan hutan yang telah mengalami kerusakan, sehingga kehilangan atau berkurang fungsinya sampai pada batas yang ditentukan atau diharapkan. Sedangkan menurut Arsyad (2006) lahan kritis adalah lahan yang telah mengalami kerusakan secara fisik, kimia, dan biologis atau lahan yang tidak mempunyai nilai ekonomis.



Gambar 1. Peta Lahan Kritis DAS Kuranji

Berdasarkan hasil analisis lahan kritis, daerah DAS Kuranji bagian hulu didominasi oleh kelas lahan potensial kritis dengan persentase 76 % dari luas subdas. Lahan tersebut berada pada kawasan hutan dengan tutupan lahan berupa hutan dan kemiringan lahan yang curam. Sedangkan lahan dengan status sangat kritis merupakan lahan dengan persentase paling kecil pada subdas Kuranji bagian hulu yaitu 1,01 % dari luas subdas. Persentase lahan sangat kritis hanya 1,40 % dari total luas subdas DAS Kuranji dan berada pada pemukiman dan tanah terbuka (Gambar 1).

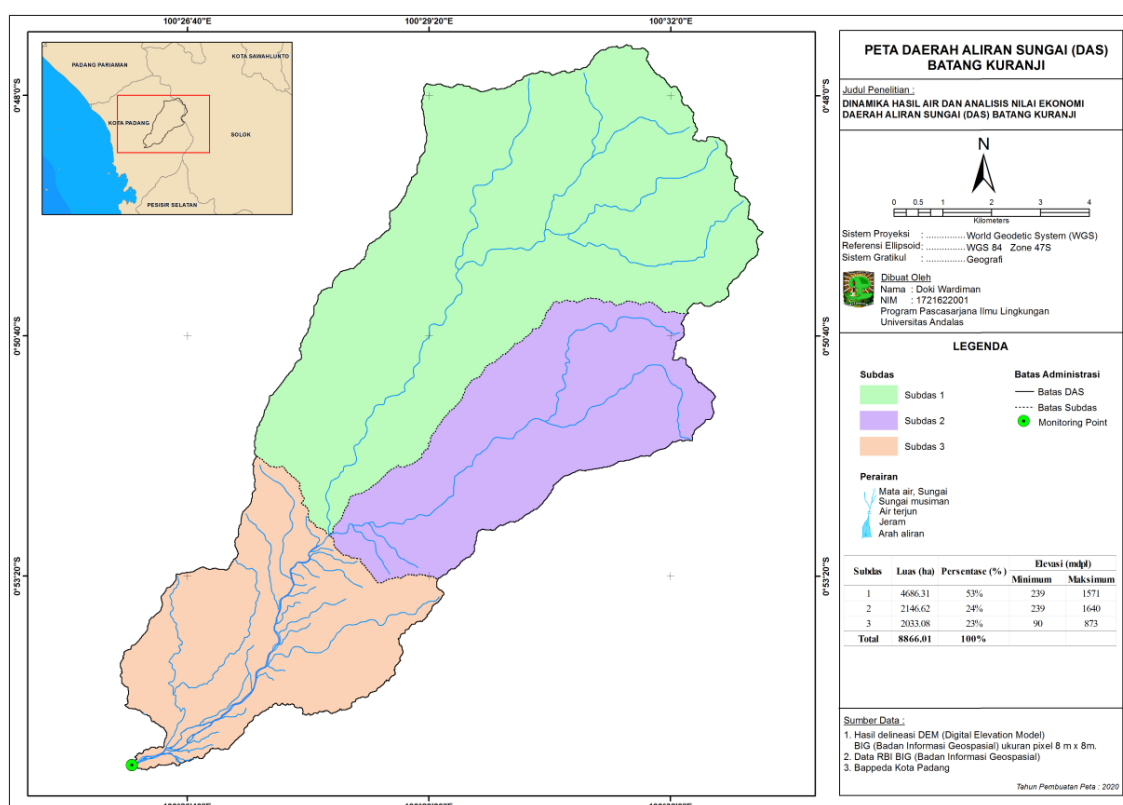


Gambar 2. Skenario Konservasi Lahan Kritis DAS Kuranji

Konservasi akan dilakukan secara biologis yaitu rehabilitasi hutan dengan menanam tanaman hutan yang memiliki nilai ekonomi seperti durian, manggis, dan jenis tanaman lainnya yang dirasa akrab dengan masyarakat setempat. Sehingga tutupan lahan wilayah konservasi akan berubah menjadi hutan campuran. Berdasarkan hasil analisis ketersediaan lahan dan tingkat kekritisan lahan maka didapatkan 3 skenario perubahan penggunaan lahan untuk konservasi (Gambar 2).

C. Analisis Hasil Air (*Water Yield*) DAS Kuranji Menggunakan Model SWAT

Simulasi model SWAT DAS Kuranji tidak dilakukan secara keseluruhan pada seluruh wilayah DAS. Hal ini dikarenakan posisi *monitoring point* debit air yang digunakan berada di bendungan Gunung Nago yang berada di bagian hulu DAS Kuranji. Penentuan batas dan jaringan – jaringan sungai DAS dilakukan berdasarkan delineasi data DEM dengan ukuran resolusi 8 m x 8 m yang didapatkan dari BIG (Badan Informasi Geospasial). Terdapat nilai *threshold* yang digunakan dalam delineasi batas DAS model SWAT. Semakin rendah nilai *threshold* maka akan semakin rapat batas DAS dan jaringan sungai yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan nilai *threshold* 1.000 ha sehingga didapatkan luas DAS yang menjadi kajian adalah 8 866,01 ha dalam 3 subdas (Gambar 3).



Gambar 3. Hasil Delineasi DEM DAS Kuranji

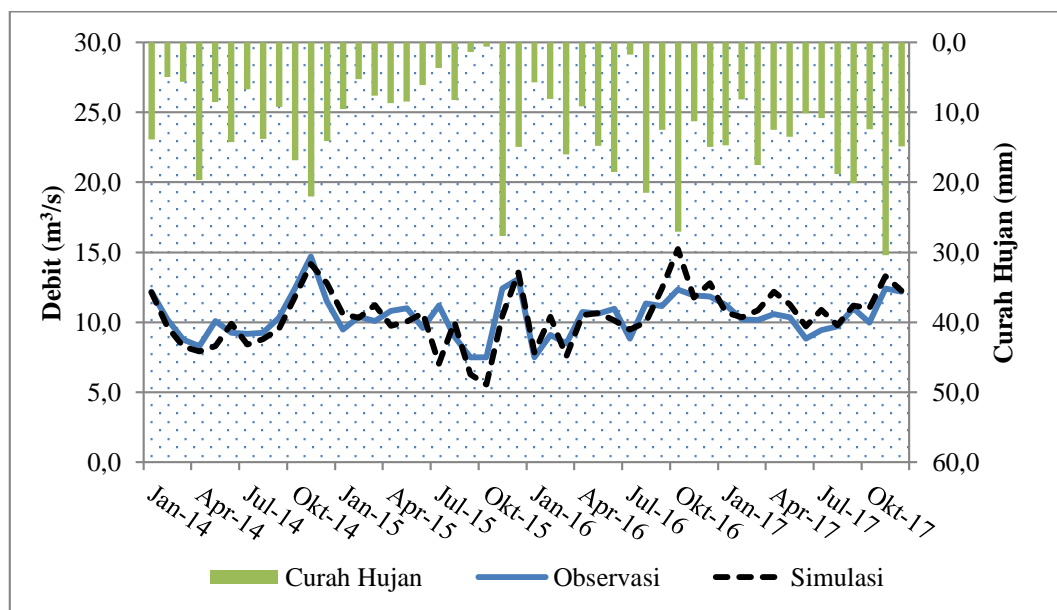
Proses selanjutnya dalam model SWAT adalah pembentukan HRU (*Hydrological Resposn Unit*) yang merupakan hasil *overlay* antara data penggunaan lahan, data tanah dan data kelerengan. Pembentukan HRU pada model SWAT menggunakan menggunakan metode *threshold by percentage*. Penelitian ini menggunakan nilai *threshold* 0 %, dimana semua parameter yang ada sudah mewakili keseluruhan wilayah DAS. Unit HRU yang terbentuk adalah 103 HRU. Tahapan selanjutnya dalam model SWAT adalah penggabungan unit HRU dengan *weather generator*. *Weather generator* merupakan representasi kondisi iklim kawasan DAS.

Hasil simulasi model SWAT untuk tahun 2014 sampai tahun 2017 menghasilkan nilai korelasi (R^2) sebesar 0,71 dan nilai NSE sebesar 0,02. Berdasarkan kriteria nilai NS maka hasil model yang dihasilkan kurang memuaskan. Sehingga perlu dilakukan proses kalibrasi dan validasi terhadap beberapa parameter input data SWAT agar model dapat digunakan. Parameter yang dianggap sensitif dalam simulasi model DAS Kuranji adalah parameter yang berhubungan dengan aliran bawah tanah (*.gw*), saluran utama (*.rte*), dan respon hidrologi (*.hru*) (Tabel 3.)

Tabel 3. Parameter – parameter Kalibrasi Model SWAT DAS Kuranji

Parameter	Nilai			Nilai Input	Keterangan
	Minimum	Default	Maksimum		
CH_K2.rte	0	0	150	100	Konduktivitas hidrolis efektif pada saluran utama (mm/hari)
GWQMN.gw	10	1.000	5.000	100	Kedalaman ambang air pada akuifer dangkal yang dibutuhkan agar terjadi arus balik (mm)
GW_DELAY.gw	0	31	500	45	Perlambatan aliran bawah tanah (hari)
ESCO.hru	0	0,95	1	1	Faktor pergantian evaporasi tanah
ALPHA_BF.gw	0	0,048	1	0,02	Faktor alfa untuk aliran permukaan
CH_N2.rte	0	0,014	1	0,04	Koefisien <i>manning</i> saluran utama

Setelah dilakukan proses kalibrasi debit tahun 2014 sampai 2017 maka didapatkan nilai debit model simulasi yang mendekati nilai debit observasi (Gambar 4). Terjadi kenaikan nilai NS setelah kalibrasi menjadi 0,39 dan nilai R^2 sebesar 0,63. Sesuai dengan kriteria nilai NS maka hasil kalibrasi parameter tersebut memuaskan dan dapat digunakan untuk simulasi berikutnya.



Gambar 4. Simulasi Debit Observasi dan Debit Observasi Setelah Kalibrasi

Dampak perubahan penggunaan lahan terhadap respon hidrologi dalam hal ini hasil air menggunakan model SWAT dilakukan berdasarkan penggunaan lahan konservasi 50 %, 80 % dan 100 %. Asumsi yang digunakan adalah bahwa semua parameter masukan model dianggap tetap berdasarkan hasil kalibrasi dan validasi terhadap simulasi model tahun 2018. Berdasarkan hasil simulasi terjadi kenaikan debit ketika lahan diubah dari penggunaan lahan eksisting menjadi konservasi 50 % dan 80 %. Sedangkan pada konservasi 100 % terjadi penurunan debit rata – rata tahunan. Berubahnya fluktuasi debit di sebabkan oleh perubahan penggunaan lahan yang dilakukan pada saat simulasi. Penurunan debit dapat terlihat dengan menurunnya nilai CN rata – rata pada saat simulasi. Nilai CN berubah pada kondisi eksisting 70,64 menjadi 70,55 ketika penggunaan lahan diganti dengan konservasi 100 % terhadap lahan kritis.

Tabel 4. Hasil Simulasi Model SWAT

No	Simulasi	Parameter		
		Water Yield (mm)	Run Off (mm)	Ground Water (mm)
1	Eksisting	4.194,34	1.809,70	1.636,12
2	Konservasi 50 %	4.193,98	1.799,04	1.644,58
3	Konservasi 80 %	4.193,89	1.794,62	1.648,33
4	Konservasi 100 %	4.193,70	1.784,80	1.656,71

Model SWAT juga menghasilkan seluruh proses hidrologi yang terkait didalam suatu kawasan (Tabel 4). Pada simulasi dengan penggunaan lahan tahun 2018 didapatkan hasil air sebanyak 4.194,34 mm/tahun. Nilai hasil air pada kondisi penggunaan lahan tahun 2018 lebih besar apabila dibandingkan dengan hasil air kondisi penggunaan lahan konservasi. Kondisi ini tidak menunjukkan bahwa dengan melakukan konservasi terhadap lahan kritis hasil air akan mengalami kondisi yang buruk. Salah satu penyebab berkurangnya hasil air dapat disebabkan oleh penguapan yang makin tinggi akibat luasan hutan yang bertambah, tetapi penurunan ini tidak terlalu berdampak selama distribusi temporal debit aliran merata sepanjang tahun (Nilda et al., 2015).

Perubahan penggunaan lahan hutan hampir pasti mengikuti pola dari jenis penggunaan hutan ke pertanian, perkebunan, dan berlanjut ke pemukiman sejalan dengan perkembangan wilayah perkotaan. Perubahan demikian jelas sangat berpengaruh terhadap neraca air wilayah dan rezim hidrologi DAS bersangkutan (Pawitan, 2016). Skenario yang dikembangkan pada permodelan ini dapat digunakan sebagai arahan dalam perencanaan pengelolaan DAS. Hasil simulasi pada ke empat skenario menunjukkan skenario konservasi 100 % menghasilkan kondisi hidrologi lebih baik. Hal ini dikarenakan luas penutupan lahan berupa hutan campuran bertambah lebih banyak dari skenario lainnya.

Kegiatan konservasi selain berpengaruh terhadap aliran permukaan juga berpengaruh terhadap air tanah (*ground water*). Hasil simulasi menunjukkan bahwa apabila suatu lahan di konservasi akan meningkatkan air tanah. Air tanah yang dihasilkan akan menjadi cadangan apabila krisis air terjadi pada DAS Kuranji. Kenaikan air tanah (*ground water*) disebabkan oleh turunnya aliran permukaan karena perubahan penggunaan lahan sehingga air akan banyak terserap oleh tanah. Kondisi ini tentunya sangat menguntungkan bagi ketersediaan air pada kawasan DAS Kuranji untuk memenuhi kebutuhan air domestik maupun non domestik.

KESIMPULAN

Pada DAS Kuranji terdapat 818,92 ha lahan kritis yang bisa digunakan untuk lahan konservasi. Hasil simulasi perubahan penggunaan dengan skenario konservasi 100 % terhadap luasan lahan kritis menunjukkan kondisi hidrologi yang lebih baik dibandingkan dengan kondisi eksisting. Semakin luas lahan yang di konservasi menjadi hutan campuran maka akan menurunkan hasil air (*water yield*), menurunkan aliran permukaan (*run-off*) dan menaikkan air tanah (*ground water*) DAS.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnold, J. G., Moriasi, D. N., Gassman, P. W., & White, M. J. 2012. SWAT : Model use , Calibration , and Validation. *Transactions of the ASABE*. 55(4). 1491–1508.
- Arsyad, S. 2006. Konservasi Tanah dan Air. Bogor : IPB Press
- Haverkamp, S., Fohrer, N., & Frede, H. 2005. Assessment of the Effect of Land Use Patterns on Hydrologic Landscape Functions : a Comprehensive GIS-based Tool to Minimize Model Uncertainty. *Hydrol Process*. 727 (May 2004). 715–727. doi:10.1002/hyp.5626
- Junaidi, E. 2009. Perencanaan Pengelolaan DAS Cisadane Menggunakan Model SWAT. Institut Pertanian Bogor.
- Kodoatie RJ., Sjarief R. 2008. Pengelolaan Air Terpadu. Ed rev. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Kundu, S., Khare, D., & Mondal, A. 2017. Past, Present and Future Land Use Changes and Their Impact on Water Balance. *Journal of Environmental Management*. 197. 582–596.

doi:10.1016/j.jenvman.2017.04.018

- Loague, K., & Green, R. E. 1991. Statistical and Graphical Methods for Evaluating Solute Transport Models : Overview and Application O (OC). 7. 51–73.
- Moriasi, D. N., Arnold, J. G., Liew, M. W. Van, Bingner, R. L., Harmel, R. D., & Veith, T. L. 2007. Model Evaluation Guidelines for Systematic Quantification of Accuracy in Watershed Simulation. *Transactions of the ASABE*. 50(3). 885–900.
- Motovilov, Y. G., Gottschalk, L., Engeland, K., & Rodhe, A. 1999. Validation of a Distributed Hydrological Model Against Spatial Observations. 99.
- Nash, J. E., & Sutcliffe, I. V. 1970. River Flow Forecasting Through Conceptual Models Part I - A Discussion of Principles. *Journal of Hydrology*. 10. 282–290.
- Nilda, N., Adnyana, I. W. S., & Merit, I. N. 2015. Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Dan Dampaknya Terhadap Hasil Air Di Das Cisadane Hulu. *ECOTROPHIC : Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 9(1), 35. doi:10.24843/ejes.2015.v09.i01.p05
- Pawitan, H. 2016. Land Use Changes and Their Impacts on Watershed Hydrology. *Laboratorium Hidrometeorologi FMIPA IPB*. August. 65–80. doi:10.1186/1743-422X-6-186