



## Kalibrasi Model *Soil & Water Assessment Tool* (SWAT) Untuk Pengelolaan Sub DAS Tapung Kiri

Deddy Prasetyo Utomo<sup>1</sup>, Imam Suprayogi<sup>2</sup>, Manyuk Fauzi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Magister Teknik Sipil Bidang Konsentrasi Hidroteknik Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru 28293

<sup>2,3</sup>Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru 28293

### INFO ARTIKEL

Diterima: 7 Juli 2020

### ABSTRAK

Model SWAT telah dikembangkan pertama kali pada awal 1990-an oleh United State Department Agriculture (USDA) untuk mengevaluasi dampak dari penerapan pengelolaan alternatif pada sumberdaya suatu DAS, khususnya air, sedimen, unsur hara dan polusi yang masuk ke sungai atau tubuh air dalam DAS tersebut. **Tujuan utama penelitian** adalah menetapkan unjuk kerja model SWAT untuk diterapkan pada Sub DAS Tropis pada tahap kalibrasi dengan adaptasi parameter dimana range parameter model dikembangkan di daerah non tropis. **Metode pendekatan** yang digunakan dalam penelitian ini melakukan analisis statistik pada tahap kalibrasi dengan menggunakan *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE) berdasarkan parameter Model SWAT yang terdiri dari bilangan kurva aliran permukaan (CN2), kedalaman permukaan air awal pada aquifer dangkal (SHALLST), koefisien lag aliran permukaan (SURLAG), batas kedalaman air pada aquifer dangkal yang dibutuhkan untuk kembali terjadinya aliran (GWQMN), faktor kompensasi evaporasi tanah (ESCO), fraksi perkolasi akuifer dalam (RCHRG\_DP), factor alpha base flow untuk "bank storage" (ALPHA\_BNK), koefisien "revap" air bawah tanah (GW\_REVAP), factor kompensasi uptake tanaman (EPCO), koefisien kekasaran Manning untuk saluran utama (CH\_N(2)), konduktivitas hidrolis efektif pada saluran utama (CH\_K(2)), factor alpha base flow (ALPHA\_BF), nilai koefisien Manning (OV\_N), waktu delay air bawah tanah (GW\_DELAY), dan batas kedalaman air pada aquifer dangkal untuk "revap" atau perkolasi ke aquifer dalam (REVAPMN). Data observasi yang digunakan untuk tahap kalibrasi adalah data harian pada periode 1 Juli 2017 sampai 31 Desember 2017 dari stasiun AWLR Pantai Cermin. Hasil utama penelitian membuktikan penerapan Model SWAT. Hasil utama penelitian membuktikan bahwa penerapan Model SWAT pada tahap kalibrasi menghasilkan nilai NSE sebesar 0.62 yang mengindikasikan bahwa model SWAT menunjukkan kinerja memuaskan untuk diterapkan pada pengelolaan di Sub DAS Tapung Kiri.

**Kata kunci:** kalibrasi; model; pengelolaan; sub DAS; SWAT,

### E-MAIL

deddy.prasetyo79@gmail.com  
drisuprayogi@yahoo.com  
manyuk\_fauzi@yahoo.com

### ABSTRACT

*The SWAT Model was first developed in the early 1990-an by United State Department Agriculture (USDA) to evaluate the impact of implementing alternative management of resources of a watershed, especially water, sediment, nutrients and pollution that went into the river or water body within the watershed. The main purpose of the*

research is to set the performance of SWAT models to be applied on tropical watershed at the calibration stage with the adaptation of parameters whereby the range of model parameters are developed in non tropical areas. The approach method used in the research uses statistical analysis at the calibration stage using the Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) based on a SWAT Model parameter consisting of the number of surface flow curves (CN2), depth of the initial water surface of the shallow aquifer (SHALLST), surface stream lag coefficient (SURLAG), the water depth limit on the shallow aquifer required to re-occurrence of the flow (GWQMN), the soil evaporation compensation factor (ESCO), Deep aquifer percolation fraction (RCHRG\_DP), the Alpha Baseflow factor for "bank storage" (ALPHA\_BNK), the coefficient of "revap" underground water (GW\_REVAP), crop compensation factor (EPCO), the roughness coefficient of Manning for the main channel (CH\_N(2)), effective hydraulic conductivity on the main channel (CH\_K(2)), Alpha Baseflow (ALPHA\_BF), the coefficient value of Manning (OV\_N), the time of underground water delay (GW\_DELAY), and the water depth limit of aquifer is shallow for "revap" or percolation to aquifer in (REVAPMN). The observation data used for the calibration stage is daily data from 1 July 2017 until 31 December 2017 from AWLR station of Pantai Cermin. The main results of the research proved the application of SWAT Model at the calibration stage resulted in NSE value of 0.62 indicating that the SWAT model satisfactory to be applied to the management of Sub watershed Tapung Kiri.

**Keywords:** calibration; management; model; sub watershed; SWAT,

## I. PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu satuan unit ideal untuk pengelolaan sumberdaya alam seperti lahan dan air terkait konservasi sumberdaya alam dan mitigasi bencana dalam rangka pembangunan berkelanjutan (Cahyadi, 2012). Di Indonesia saat ini terdapat 5.950 DAS. Berdasarkan SK Menteri Kehutanan No.SK.328/Menhut-II/2009, tanggal 12 Juni 2009 Pemerintah Indonesia sudah mengidentifikasi 108 DAS yang dinilai kritis. Namun sesuai dengan Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJM) 2015-2019, pemerintah memprioritaskan 15 DAS prioritas yang akan dipulihkan terlebih dahulu. DAS Siak merupakan salah satu dari 15 DAS prioritas tersebut.

Dikatakan oleh [1], bila fungsi dari suatu DAS terganggu, maka sistem hidrologis akan terganggu. DAS sebagai tempat jatuhnya hujan, resapan dan penyimpanan air menjadi terganggu sehingga berdampak terhadap rusaknya sistem aliran sungai. Keadaan ini menyebabkan melimpahnya air di musim hujan dan kurangnya air di musim kemarau, hal ini akan menyebabkan perbedaan yang tajam antara debit sungai pada saat musim hujan dan kemarau yang merupakan indikator rusaknya suatu DAS. Masih menurut [1] aktivitas manusia dalam memanfaatkan sumber daya alam hutan, tanah dan air untuk

budidaya tanaman, pertambangan, pembangunan dan kegiatan lainnya dapat mengakibatkan terjadi perubahan kondisi tata air suatu DAS ataupun pada ukuran lebih kecil seperti sub DAS atau sub-sub DAS.

Selanjutnya dikatakan oleh Ilva (2019) bahwa sejak tahun 1990 sampai dengan tahun 2003 terjadi fenomena pengurangan luas lahan total dari hutan lahan kering sekunder dan hutan rawa sekunder dari tahun 1990 sebesar 82.972,08 ha menjadi 17.193, 03 ha pada saat tahun 2003 atau terjadi pengurangan seluas 64.779,05 ha yang setara kurang lebih 79.28% selama kurun waktu 13 tahun. Di sisi lain masih dalam periode yang sama dari tahun 1990 sampai tahun 2003 juga telah terjadi fenomena penambahan penggunaan luas lahan untuk Perkebunan dari tahun 1990 sebesar 57.254,57 ha menjadi 92.587, 55 ha pada saat tahun 2003 atau terjadi penambahan sebesar 61.71%, sedangkan untuk Pertanian lahan kering campur semak dari tahun 1990 sebesar 26.426,29 ha menjadi 50.271, 36 ha pada saat tahun 2003 atau terjadi penambahan sebesar 34.842 ha atau setara dengan 90.23%. Masih bersumber dari Paparan Menteri Pekerjaan Umum yang mengacu hasil penelitian yang dilakukan oleh Tim Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada bahwa Sungai Siak memiliki kedalaman 20-29 meter merupakan sungai terdalam di Indonesia Namun saat ini terjadi penumpukan sedimen di

dasar sungai yang telah mencapai ketinggian 8 meter atau sepertiga dari kedalaman sungai. Hal ini mengindikasikan adanya erosi yang cukup besar di bagian hulu sungai. Adanya sedimen dapat mengganggu pelayaran terutama saat muka air surut di musim kemarau. Di lain pihak, dalam musim hujan dapat terjadi bahaya banjir karena berkurangnya kapasitas sungai dalam menampung aliran air.

Soil and Water Assessment Tool (SWAT), merupakan model hidrologi yang dikembangkan untuk memprediksi pengaruh pengelolaan lahan terhadap hasil air, sedimen, muatan pestisida dan kimia hasil pertanian yang masuk ke sungai atau badan air pada suatu DAS yang kompleks dengan tanah, penggunaan lahan dan pengelolaannya yang bermacam-macam sepanjang waktu yang lama[2].

Model SWAT telah dikembangkan pertama kali pada awal 1990-an oleh USDA untuk mengevaluasi dampak dari penerapan pengelolaan alternatif pada sumberdaya suatu DAS [3], khususnya air, sedimen, unsur hara dan polusi yang masuk ke sungai atau tubuh air dalam DAS tersebut. Beberapa keunggulan yang dimiliki oleh model SWAT adalah: (1) dibangun berdasarkan proses yang terjadi dengan mengumpulkan informasi mengenai iklim, sifat tanah, topografi, tanaman, dan pengelolaan lahan yang terdapat dalam DAS, (2) input data yang relatif mudah tersedia, (3) dapat dikerjakan secara efisien menggunakan komputer sehingga dapat menghemat waktu dan biaya, dan (4) memungkinkan pengguna untuk mengevaluasi dampak jangka panjang dalam suatu DAS [2]. Model SWAT dapat memberikan gambaran atau prediksi dari pengaruh pengelolaan lahan terhadap hidrologi DAS ([4]; Wang dkk., 2008; [5]; Yusuf, dkk., 2010) dan sedimen (Atmaja, 2011) sehingga penerapan model SWAT sesuai dengan kepentingan evaluasi dan monitoring kegiatan pengelolaan DAS.

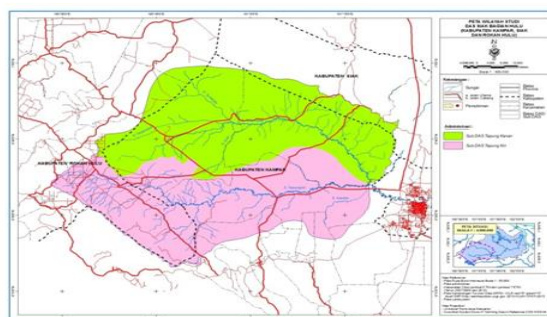
Merujuk dari permasalahan yang diilustrasikan di atas maka keberhasilan penerapan dari Model SWAT adalah didukung proses kalibrasi dari parameter – parameter SWAT untuk dapat diterapkan di Sub DAS Tapung Kiri yang secara klasifikasi termasuk daerah tropis maka adaptasi parameter menjadi

penting mengingat Model SWAT dikembangkan di daerah non tropis. Tujuan utama penelitian adalah menetapkan unjuk kerja model SWAT untuk diterapkan pada Sub DAS Tapung Kiri pada tahap kalibrasi model.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1 Lokasi Penelitian

DAS Siak terletak di Provinsi Riau dengan luas wilayah 1.481.499,25 ha. Secara geografis wilayah DAS Siak berada pada posisi antara  $100^{\circ} 28' \text{ BT}$  –  $102^{\circ} 12' \text{ BT}$  dan  $0^{\circ} 20' \text{ LU}$  –  $1^{\circ} 16' \text{ LU}$ . Secara administrasi terletak di Kabupaten Rokan Hulu, Kabupaten Kampar, Kabupaten Bengkalis, Kota Pekanbaru dan Kabupaten Siak. DAS Siak terdiri dari empat Sub DAS yaitu Sub DAS Tapung Kanan, Sub DAS Tapung Kiri, Sub DAS Mandau dan Sub DAS Siak Hilir. Khusus untuk penelitian ini hanya untuk DAS Siak Bagian Hulu yaitu Sub DAS Tapung Kanan, Sub DAS Tapung Kiri. Peta DAS Siak Bagian Hulu selanjutnya disajikan seperti pada Gambar 1 di bawah ini.



**Gambar 1.** Peta DAS Siak Bagian Hulu  
Sumber :Riyawan (2014)

### 2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data penelitian adalah sebagai berikut :

1. Data curah hujan yang digunakan dari Stasiun Petapahan Baru dari tahun 2006-2018 yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai (BWS) III Sumatera.
2. Data AWLR stasiun Pantai Cermin yang selama kurun waktu 10 tahun mendiskripsikan pola hubungan tinggi muka air terhadap fungsi waktu bersumber dari Balai Wilayah Sungai (BWS) III Sumatera.

3. Peta Tata guna lahan diperoleh dari BP DASHL Indragiri Rokan
4. Petatutupan lahan dari BP-DASHL Indragiri Rokan
5. Peta jenis tanah dari BP-DASHL Indragiri Rokan
6. Data iklim didapatkan dari Stasiun Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dan Balai Wilayah Sungai Sumatera III yang meliputi data cuaca harian, suhu udara, dan kelembaban udara selama 5 tahun dari tahun 2014 sampai 2018

### 2.3 Instrumen Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Global Positioning System (GPS)
2. Alat tulis dan alat dokumentasi,
3. Seperangkat komputer (PC), Printer dan Software Mc.Office/Mc.Excel, Arc.GIS10.2 dan ArcSWAT 201210.2.15

### 2.4 Tahap Penelitian

Tahapan-tahapan penelitian adalah sebagai berikut

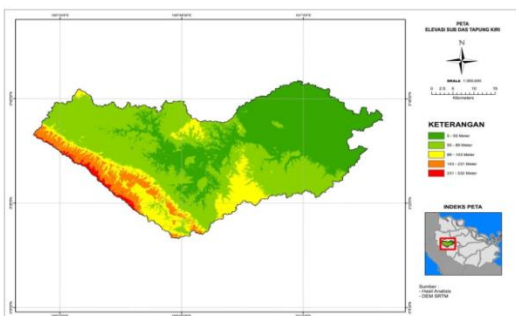
1. Persiapan data input SWAT dengan tahapan awal dari simulasi SWAT yakni membuat proyeksi dari peta DEM, tanah, dan tata guna lahan.
2. Delineasi Batas Sub-DAS Proses deliniasi batas luar Sub DAS Tapung Kiri berdasarkan peta DEM, dilakukan secara otomatis oleh model SWAT setelah titi koutlet yang merupakan titik observasi pengukuran debit yang mana dalam penelitian ini titik outletnya adalah titik Stasiun AWLR Pantai Cermin milik BWS Sumatera III. Hasil deleniasi ini adalah terbentuknya batas luar Sub-DAS Tapung Kiri yang dalam model SWAT didefinisikan sebagai basin.
3. Pembentukan HRU merupakan unit analisis hidrologi yang dibentuk berdasarkan karakteristik tanah, kelas lereng dan tutupan lahan yang spesifik. Dalam penelitian ini pembentukan HRU digunakan threshold by percentage sebesar 10% untuk tutupan lahan, 10% untuk jenis tanah, dan 5% untuk kelas lereng. Adapun HRU yang luasnya kurang itu akan didistribusi

- ulang secara proporsional terhadap HRU yang lebih besar.
4. Pengaturan Input dan Menjalankan Model SWAT ArcSWAT meminta pengguna untuk menyediakan data hujan, suhu udara, radiasi matahari, kelembaban relative dan kecepatan angin. Jika data harian untuk radiasi matahari, kelembaban relative dan kecepatan angin tidak ada, maka model akan membangkitkan data-data tersebut berdasarkan pada Weather Generator yang telah dibangun oleh pengguna.
5. Luaran/output model SWAT dapat dijalankan setelah proses penggabungan HRU dengan data iklim selesai. Model SWAT yang telah dijalankan akan menghasilkan output file yang terpisah untuk subbasin, HRU dan outlets sungai
6. Parameter-parameter Sensitif dalam Model SWAT terdiri dari Parameter-parameter sensitif untuk setiap DAS berbeda-beda tetapi pada umumnya biasanya terdiri dari beberapa parameter Bilangan kurva aliran permukaan (CN2), Konduktivitas hidrolik efektif (CH\_K(1)), Konstanta aliran dasar ( $\alpha$ BF), Kadar air tersedia (AWC), Kekasaran saluran utama (CH\_N(2)) Kekasaran permukaan (OV\_N), Surface runoff lag coefficient (surlag), Waktu tunda terjadinya recharge akuifer (gw\_delay), LAI maksimum potensial, EPCO: plant up take compensation factor (ET/SW:tinggi) dan ESCO : soil evaporation compensation factor (gerakan kapiler:rendah).
7. Proses kalibrasi model SWAT harus disertai dengan pengujian untuk menilai keakuratan output yang dikeluarkan model terhadap data hasil observasi atau pengukuran lapangan. Dalam penelitian ini, Output model atau peubah proses hidrologi yang diuji adalah debit aliran (FLOW\_OUT).

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

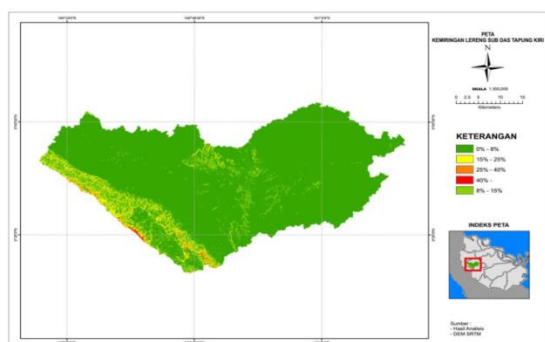
Kondisi Topografi Sub DAS Tapung Kiri berdasarkan hasil analisis peta DEM menggunakan model SWAT. Memiliki elevasi

dengan ketinggian minimum 5 m, ketinggian maksimum 532 m, ketinggian rata-rata 69,75 m dan standard deviasi ketinggian 46,11m. Sebaran elevasi Sub DAS Tapung Kiri disajikan pada Gambar 2 seperti di bawah ini.



**Gambar 2.** Peta Elevasi Sub DAS Tapung Kiri

Kemiringan lereng Sub DAS Tapung Kiri dibuat secara otomatis oleh SWAT dari DEM sesuai dengan kelas interval yang ditetapkan sebanyak 5 kelas yaitu 0-8% (datar), 8-15% (landai), 15-25% (agak curam), 25-40% (curam), dan >40% (sangat curam). Sebagian besar wilayah Sub DAS Tapung Kiri tergolong datar dengan kemiringan lereng (0-8%), dengan luas wilayah 173.118,92 ha atau 89,03% dari total areal Sub DAS. Daerah dengan topografi curam (25-40%) terdapat pada daerah hulu DAS dengan luas 644,5806 ha atau 0,33%. Peta sebaran kemiringan lereng Sub DAS Tapung Kiri disajikan seperti Gambar 3 di bawah ini



**Gambar 3.** Peta kemiringan lereng Sub DAS Tapung Kiri

### 3.1 Kondisi Iklim

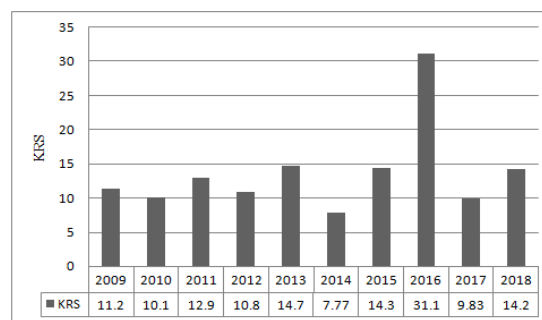
Iklim pada Sub DAS Tapung Kiri ini dipengaruhi oleh dua musim, yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Data Curah hujan di lokasi studi berdasarkan data curah hujan 10 tahun pengamatan (2009 sampai 2018) termasuk dalam kategori sedang sampai sangat tinggi yaitu antara 1.978mm/tahun pada

tahun 2015 sampai 3.383mm/tahun pada tahun 2009. Temperatur maksimum di Sub DAS Tapung Kiri berkisar antara 26,2 °C–37,0 °C dan minimum berkisar antara 20,4 °C–26,2 °C. Kelembaban udara rata-rata di Sub DAS Tapung Kiri sebesar 79,6%.

### 3.2 Kondisi Tata Air

Kondisi tata air Sub DAS Tapung Kiri dinilai dari indikator debit air sungai di Sub DAS Tapung Kiri. Hal tersebut mengacu kepada Peraturan Direktur Jenderal Rehabilitasi lahan dan perhutanan social nomor: P.04/V-SET/2009, tentang monitoring dan evaluasi daerah aliran sungai. Data debit air berupa debit harian selama 10 tahun dari tahun 2009 sampai 2018 dari BWS Sumatera III bersumber data pengamatan dari stasiun AWLR Pantai Cermin.

Penilaian indikator debit air sungai (banjir dan kekeringan) di DAS menggunakan nilai parameter koefisien regim sungai (KRS) yang mendeskripsikan pola perbandingan debit maksimal terhadap debit minimum untuk menilai ketersediaan air di Sub DAS Tapung Kiri pada saat musim kemarau.



**Gambar 4.** Nilai KRS Sungai Tapung Kiri

Merujuk Gambar 4 di atas, Nilai KRS 2009 sampai 2018 memiliki range nilai  $0 < KRS \leq 5$  dengan sangat baik kecuali tahun 2016 memiliki nilai KRS  $> 20$  dengan kriteria jelek. Nilai KRS yang tinggi menunjukkan bahwa kisaran nilai limpasan pada musim penghujan (air banjir) yang terjadi besar, dan pada musim kemarau aliran air yang terjadi sangat kecil (kekeringan).

### 3.3 Jenis Tanah

Jenis tanah dalam pemodelan ini menggunakan pengklasifikasi tanah FAO Food Agriculture Organization (FAO). Jenis tanah Sub DAS Tapung Kiri terdiri atas *calcaricfluvisols* seluas 8.651,96 ha (4,45%),

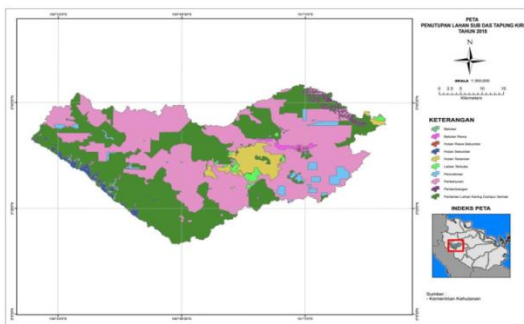
*ferric acrisols* seluas 64.105,79 ha (32,97%), *humicacrisols* seluas 27.361,46 ha (14,07%) dan *orthicacrisols* seluas 94.327,64 ha (48,51%). Peta penyebaran jenis tanah pada Sub DAS Tapung Kiri disajikan seperti pada Gambar 5 di bawah ini



**Gambar 5.** Peta JenisTanah Sub DAS Tapung Kiri

### 3.4 Penutupan Lahan

Penutupan lahan Sub DAS Tapung Kiri diambil berdasarkan Peta Penutupan Lahan dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). Terdapat 7 peta penutupan lahan yang bias didapatkan dalam penelitian ini,yaitu peta penutupan lahan tahun 2009, 2011, 2014,2015, 2016, 2017 dan 2018. Sebagai ilustrasi penutupan lahan tahun 2018 di Sub DAS Tapung Kiri disajikan seperti Gambar 6 di bawah ini.



**Gambar 6.** Penutupan lahan Sub DAS Tapung Kiri tahun 2018

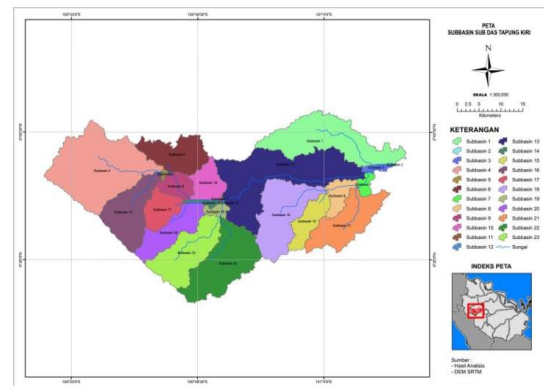
Merujuk Gambar 6 di atas, makapenutupan lahan Sub DAS Tapung kiri tahun 2018, penutupan lahan pada sub DAS Tapung Kiri didominasi oleh perkebunan seluas 92.650,8 ha(47,65%), disusul pertanian lahan kering seluas79.153,5 ha(40,71%), hutantanaman8.708,59ha(4,48%),permukiman seluas 5.389,91 ha (2,77%), pertambangan seluas 2.013,21 ha (1,035%),Hutan sekunder 2.470,25 ha(1,27%), lahan terbuka seluas 2.083,04 ha (1,07%),belukar rawa seluas

1.200,12 ha (0,62%),belukar seluas 725,56 ha (0,37%) dan hutan rawa sekunder seluas 51,92 ha (0,0267%)

### 3.5 Analisis Karakteristik Hidrologi Menggunakan Model SWAT

#### 3.5.1 Deliniasi Sub DAS

Proses deliniasi batas luar Sub DAS Tapung Kiri berdasarkan peta DEM, dilakukan secara otomatis oleh model SWAT dengan titik outlet Stasiun AWLR Pantai Cermin milik BWS Sumatera III.Proses delineasi tersebut menghasilkan batas DAS,batas sub DAS,dan jaringan sungai. Luas Sub DAS Tapung Kiri seluas 194.446,86 Ha dan terbagi dalam23 Subbasin. Titik *outlet* pengamatan debit terletak pada Sub basin nomor 2 yaitu di Pantai Cermin. Subbasin Sub DAST apung Kiri hasil delineasi model SWAT disajikan padaGambar 7 di bawah ini.



**Gambar 7.**Peta Sub basin Sub DAS Tapung Kiri

#### 3.5.2 PembentukanHydrologicResponseUnit

Hydrological Respont Unit (HRU) merupakan unit analisis hidrologi yang dibentuk berdasarkan karakteristik tanah,kelas lereng dan tutupan lahan yang spesifik. HRU terbentuk dari proses tumpang tindih antarapeta/data penggunaan lahan, karakteristik tanah, dan kelas lereng.Data masukan padaproses analisis HRU terdiri atas data spasial dan data numerik.Data spasial terdiri atas peta penggunaan lahan,peta jenis tanah,dan peta kelas lereng.Data numeric merupakan data karakteristik tanah meliputi data sifat fisik tanah dari pengambilan contoh tanah.

Dalam penelitian ini pembentukan HRU digunakan *threshold by percentage* sebesar 10% untuk tutupan lahan,10% untuk jenis

tanah, dan 5% untuk kelas lereng. Adapun HRU yang luasnya kurang itu akan didistribusi ulang secara proporsional terhadap HRU yang lebih besar.

### 3.5.3 Basis Data Iklim

Basis data iklim model SWAT berdasarkan perhitungan data iklim yang terdiri atas data curah hujan, temperatur, kelembaban, radiasi matahari, dan kecepatan angin. Data iklim yang ada dilokasi penelitian didapat dari BWS Sumatera III yaitu Stasiun Petapahan Baru untuk data curah hujan selama 10 tahun (2009– 2018) dan Stasiun Pasar Kampar untuk data klimatologi selama 5 tahun (2014–2018). Selain itu data iklim terdekat juga bias didapatkan dari BMKG yaitu pada Stasiun Meteorologi Sultan Syarif Kasim II selama 10 tahun dari tahun 2009– sampai tahun 2018. Data-data tersebut dimasukkan ke dalam model SWAT melalui menu edit SWAT Input yang ada pada menu ArcSWAT. Sedangkan peta spasial dapat disiapkan dengan bantuan perangkat lunak ArcGIS. Data curah hujan dan temperature disiapkan dalam format teks (.txt) dan harus memiliki daftar stasiunnya.

### 3.5.4 Kalibrasi Model SWAT Sub DAS Tapung Kiri

Periode waktu kalibrasi model SWAT dilakukan dari tanggal 1 Juli 2017 sampai 31 Desember 2017. Langkah awal dilakukan proses kalibrasi agar debit hasil simulasi mendekati debit observasi. Data observasi yang digunakan untuk kalibrasi adalah data harian pada periode 01 Juli 2017 sampai 31 Desember 2017 dari outlet stasiun duga air Pantai Cermin [3]. Kalibrasi perlu dilakukan terhadap parameter masukan baik dari tata guna lahan maupun dari data tanah dan parameter DAS secara keseluruhan. Metode kalibrasi ada tiga yaitu coba-coba, otomatis dan kombinasi. Dalam metoda coba-coba, nilai parameter dicocokkan secara manual dengan cara coba-coba. Metoda ini banyak digunakan dan direkomendasikan untuk model yang kompleks. Dalam penelitian ini digunakan metode coba-coba.

Parameter yang digunakan dalam proses kalibrasi yaitu bilangan kurva aliran permukaan (CN2), kedalaman permukaan air awal pada akuifer dangkal (SHALLST), koefisien lag aliran permukaan (SURLAG),

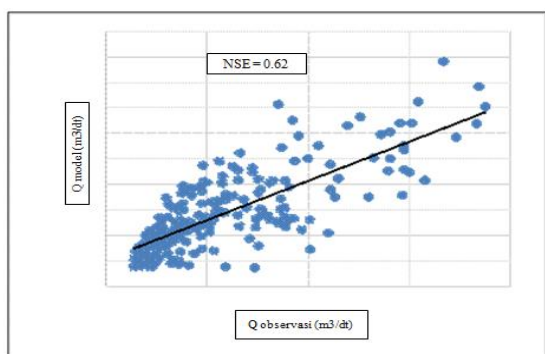
batas ke dalaman air pada akuifer dangkal yang dibutuhkan untuk kembali terjadinya aliran (GWQMN), factor kompensasi evaporasi tanah (ESCO), fraksi perkolasi akuifer dalam (RCHRG\_DP), factor alpha base flow untuk "bankstorage" (ALPHA\_BNK), koefisien "revap" air bawah tanah (GW\_REVAP), faktor kompensasi uptake tanaman (EPCO), koefisien (CH\_K(2)), faktor alpha base flow (ALPHA\_BF), nilai koefisien Manning (OV\_N), waktu delay air bawah tanah (GW\_DELAY), dan batas kedalaman air pada akuifer dangkal untuk "revap" atau perkolasi ke akuifer dalam (REVAPMN). Pemilihan parameter tersebut mengacu pada [2]. Hasil kalibrasi model SWAT dilakukan periode 1 Juli 2017 sampai 31 Desember 2017 disajikan seperti pada Tabel 2 di bawah ini.

**Tabel 1.** Nilai hasil proses kalibrasi Model SWAT di Tapung Kiri

No	Parameter	Satuan	Nilai Min	Nilai Maks	Nilai yang Digunakan
1	CN2		35	98	85
2	SHALLIST	mm	0	5000	1000
3	GWQMIN	mm	0	5000	1500
4	ALPHA_BF	Mm/day	0	1	0.028
5	GW_DELAY	Mm/day	0	500	60
6	RCHRG_DP		0	1	0.02
7	GW_REVAP		0.02	0.2	0.02
8	REVAPMN		0	1000	750
9	CH_N2		0.00	0.3	0.028
10	CH_K2	Mm/hour	0.00	500	0.025
11	ALPHA_BNK	days	0	1	0.02
12	OV_N		0.00	0.03	0.028
13	ESCO		0	1	0.65
14	EPCO		0	1	0.9
15	SURLAG	days	0	24	0.1

Sumber: Runnig Model SWAT

Masih merujuk dari Tabel 1 di atas, maka akan diperoleh nilai uji statistik Nash Sutcliffe Efficiency (NSE) sebesar 0,62. Untuk nilai  $NSE \geq 0.5$  dengan klasifikasi memuaskan. Hasil ini menunjukkan bahwa model SWAT adalah model dengan klasifikasi memuaskan untuk keperluan validasi model dan mensimulasikan debit aliran sungai di Sub DAS Tapung Kiri. Selanjutnya grafik hubungan antara nilai debit model terhadap debit observasi pada tahap kalibrasi disajikan seperti pada Gambar 8 di bawah ini.



**Gambar8.** Pencocokan Nilai Debit Model Terhadap Terhadap Debit Observasi Pada Tahap Kalibrasi

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan di atas maka dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan penggunaan nilai range parameter Model SWAT dimana model dikembangkan di daerah non tropis dapat di terapkan di Sub DAS Tapung Kiri pada tahap kalibrasi yang memiliki nilai NSE sebesar 0.62 dengan kriteria memuaskan sehingga nilai parameter hasil kalibrasi dapat digunakan untuk masukan (input) pada tahap validasi dan simulasi model SWAT.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Wilayah Sungai III Sumatera, Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung (BP-DASHL) Indragiri Rokan yang telah berkenan penggunaandata untuk untuk kebutuhan analisis model SWAT di Sub DAS Tapung Kiri.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asdak, C., 2006. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- [2] Neitsch, S. L., Arnold, J. G., Kiniry, J, R., Williams, J, R., 2005, *Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation*. Grassland Soil and and Water Laboratory Agricultural Research Service Backland Research Center Texas Agricultural Experiment Station USA 476 pages.
- [3] Arnold, J. G., Kiniry, J, R., Srinivasan, R., Williams, J, R., Haney, E, R., and Neitsch, S, L., 2012. *Soil and Water Assessment Tool Input/Output Documentation*. Texas: Texas Water Resources Institute.
- [4] Hernandez, M., Miller, S. N., Goodrich, D, C., Goff, B, F., Kepner, W, G., Edmonds, C, M., Jones, K, B., 2000. Modeling Runoff Response Land Cover and Rainfall Spatial Variability in Semi Arid Watershed, *Environmental Monitoring and Assessment*, 64, 285-298
- [5] Suryani, E., 2015. Optimasi Perencanaan Penggunaan Lahan Dengan Bantuan Sistem Informasi Geografis dan SWAT Tool, Tesis Master, Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor
- [6] Sakti, N, A., Suprayogi, S., 2015. Aplikasi Model SWAT Untuk Mengkaji Debit Harian dan Limpasan Permukaan (Kasus : Sub DAS Wakung, Pemalang Jawa Tengah)
- [7] Mumma, M., Assani, A. A., Landry, R., Quessy, J., Mesfioui, M., 2001. Effect of the change from forest to agriculture land use on the spatial variability of summer extreme daily flow characteristics in Southern Quebec (Canada), *Journal of Hydrology*. 407 (1-4), 153-163
- [8] Lin, B., Chen, X., Yao, H., Chen, Y., Liu, M., Gao, L., and James, A., 2015. Analysis of land use change impacts on the catchment run off using different time indicators based on the SWAT model, *Ecological Indicator*. 58, 55-63
- [9] Balai Pengelolaan DAS Indragiri Rokan, 2003, Master Plan Model Daerah Aliran Sungai Mikro Desa Rumbio Kecamatan Kampar Kabupaten Kampar Sub DAS Tanduk Kampar, Proyek Perencanaan dan Evaluasi Pengelolaan DAS Indragiri Rokan Tahun Anggaran 2003 Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Departemen Kehutanan Republik Indonesia
- [10] Wang, X., Sang, S., Yan, W., Melesse, A, M., 2008. Simulation of an Agriculture watershed using an improved Curve Number Method in SWAT, *Transactions of the American Society of Agriculture and Biological Engineers*. 51(4), 1323-1339



- ..... 2014. Peraturan Menteri Kehutanan No.61/Menhut II/ 2014 Tentang Monitoring dan Evaluasi Daerah Aliran Sungai (DAS), Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (LHK) Republik Indonesia.
- ..... 1999. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 Tentang Kehutanan, Pemerintah Republik Indonesia.
- .....2014. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2014 Tentang Konservasi Tanah dan Air , Pemerintah Republik Indonesia.