

**EVALUASI KINERJA DAS DAN SIMULASI KONSERVASI
MENGUNAKAN SWAT (SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL)
(Studi Kasus : Sub DAS Tapung, Siak, Provinsi Riau)**

Mardan Fajri¹⁾, Manyuk Fauzi²⁾, Ari Sandhyavitri³⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, ²⁾ dan ³⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru 28293
email : mardanf@gmail.com

ABSTRACT

Alteration of land use which is happening at Tapung watershed (DAS Tapung) is worrying. Marked by the decreasing of forest area from 15.624,36 ha at 2002 to 12.186,32 ha at 2012. Evaluation of watershed condition and performance is needed. Evaluation using (i) Percentage of critical land (PLK) (ii) Percentage of vegetation cover (PPV) (iii) Coefficient regim of flow(KRA) (iv) Coannual of flow (KAT) efficient criteria. Evaluation result of PLK is 9,82%, PPV 71,6%, KRA 14,28 and KAT 0,45. After receiving existing evaluation value, conservation simulation using SWAT program is done by changing a part of open land area and shrub on land use map of 2012 with forest. From simulation result, SWAT model validity parameter R^2 is 0,50 and NSE 0,50. These result have satisfied the research objectives as the finding coefficient were $> R^2$ 0,4 and $> NSE$ 0,35. From this simulation, watershed condition is evaluated again. Evaluation result after doing conservation simulation are PLK 6,47, PPV 71,6, KRA 5,78, and KAT 0,44. Values after conservation simulation gives better result than the condition before conservation simulation is done.

Keywords: altration of land use, SWAT, watershed performance.

I. PENDAHULUAN

Keberadaan DAS adalah salah satu faktor penting dalam keberlangsungan kehidupan makhluk hidup di muka bumi. Karena di sana berlangsung siklus hidrologi atau proses daur ulang air yang terjadi secara alami. Maka sudah selayaknya pengelolaan DAS secara baik dan efektif dilakukan secara terus menerus. Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) di Indonesia telah dimulai sejak tahun 70-an yang

diimplementasikan dalam bentuk proyek reboisasi dan penghijauan. Proyek pengelolaan DAS pertama kali dimulai tahun 1973 berupa Proyek Solo Upper Watershed Management and Upland Development di DAS Bengawan Solo. Sampai yang terbaru Menteri Kehutanan Republik Indonesia mengeluarkan peraturan nomor : P. 61 /Menhut II /2014 tentang Monitoring dan Evaluasi Daerah

Aliran Sungai. Walaupun sudah banyak usaha yang dilakukan untuk melakukan pengelolaan dan evaluasi DAS, namun kenyataan dilapangan menunjukkan kondisi DAS di Indonesia semakin memburuk dan permasalahannya semakin kompleks.

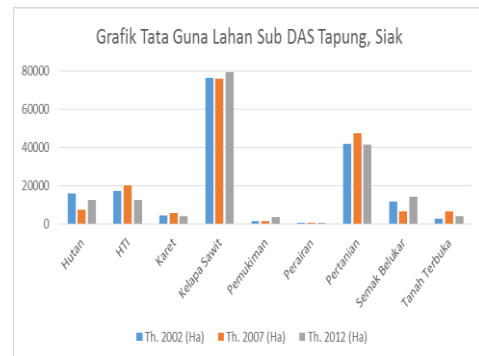
Begitu juga dengan DAS Siak, Berdasarkan Paparan Menteri Pekerjaan Umum pada Acara Seminar Penyelamatan dan Pelestarian DAS Siak di Pekanbaru 6 Agustus 2005, DAS Siak merupakan DAS kritis. Indikator kritis DAS Siak dicirikan dengan adanya penurunan kualitas dan kuantitas sungai Siak yang sudah berada di bawah ambang batas ketentuan sungai yang lestari dan tingginya sedimentasi.

Perubahan tata guna lahan yang terjadi ini telah menjadi isu yang sangat banyak dibicarakan dalam satu dekade terakhir. Sebagian besar perubahan tata guna lahan terjadi pada lahan hutan menjadi perkebunan khususnya perkebunan sawit.

Tabel 1. Komposisi tata guna lahan sub DAS Tapung, Siak

Tata Guna Lahan	Luas Lahan	Luas Lahan	Luas Lahan
	Tahun 2002 (ha)	Tahun 2007 (ha)	Tahun 2012 (ha)
Hutan	15624.36	7352.64	12186.32
HTI	17054.04	20117.64	12441.62
Karet	4084.8	5514.48	3914.6
Kelapa Sawit	76249.6	75960.26	79347.24
Pemukiman	1310.54	1106.3	3386.98
Perairan	17.02	17.02	17.02
Pertanian	41937.28	47366.66	41188.4
Semak Belukar	11369.36	6416.54	13939.38
Tanah Terbuka	2553	6331.44	3778.44
Total	170200	170200	170200

Sumber : Hasil analisis tim gabungan Balitbang dan UR (2014)



Gambar 1. Grafik Tata Guna Lahan Sub DAS Tapung, Siak

Berdasarkan data diatas dapat dilihat luas tutupan lahan pada sub DAS Siak sudah tidak seimbang. Kalau keadaan ini dibiarkan terjadi terus-menerus, dikhawatirkan keadaan pembukaan lahan baru khususnya untuk kelapa sawit terus dilakukan dan berdampak terhadap kualitas dan kinerja DAS Siak khususnya Sub DAS Tapung.

Maka pada penelitian ini dilakukan evaluasi kinerja Sub DAS Tapung, Siak. Perhitungan evaluasi tersebut mengacu kepada Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia NOMOR : P. 61 /Menhut-II/2014 tentang pedoman monitoring dan evaluasi Daerah Aliran Sungai. Selanjutnya membuat suatu model hidrologi yang bernama SWAT (Soil and Water Assessment Tool).

II. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Studi Pustaka

Studi pustaka yang dilakukan meliputi pencarian buku-buku yang dapat digunakan sebagai bahan referensi dalam pengerjaan penelitian ini. Bahan referensi ini berupa *text-book* maupun *e-book* mengenai teori penggunaan pemodelan SWAT dan teori tentang indikator dan kinerja DAS. Evaluasi DAS yang mengacu

kepada Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia nomor : P. 61 /Menhut II /2014 tentang Monitoring dan Evaluasi Daerah Aliran Sungai. Parameter-parameter yang dihitung adalah persentase lahan kritis, persentase penutupan vegetasi, koefisien rezim aliran dan koefisien aliran tahunan. Parameter penilaian tersebut dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini :

Tabel 2. Penilaian evaluasi kinerja DAS

SUB KRITERIA	PARAMETER	NILAI	KELAS
Persentase Lahan Kritis (PLK)	$PLK = \frac{\text{Luas Lahan Kritis}}{\text{Luas Das}} \times 100\%$	$PLK \leq 5$ $5 < PLK \leq 10$ $10 < PLK \leq 15$ $15 < PLK \leq 20$ $PLK > 20$	Sangat Rendah Rendah Sedang Tinggi Sangat Tinggi
Persentase Penutupan Vegetasi (PPV)	$PPV = \frac{LPV}{\text{Luas Das}} \times 100\%$	$PPV > 80$ $60 < PPV \leq 80$ $40 < PPV \leq 60$ $20 < PPV \leq 40$ $PPV \leq 20$	Sangat Baik Baik Sedang Buruk Sangat Buruk
Koefisien Rezim Aliran (KRA)	$KRA = \frac{Q_{max}}{Q_{min}}$	$KRA \leq 20$ $20 < KRA \leq 50$ $50 < KRA \leq 80$ $80 < KRA \leq 110$ $KRA > 110$	Sangat Rendah Rendah Sedang Tinggi Sangat Tinggi
Koefisien Aliran Tahunan (KAT)	$KAT = \frac{Q \text{ Tahunan}}{P \text{ Tahunan}} \times 100\%$	$KAT \leq 0,2$ $0,2 < KAT \leq 0,3$ $0,3 < KAT \leq 0,4$ $0,4 < KAT \leq 0,5$ $KAT > 0,5$	Sangat Rendah Rendah Sedang Tinggi Sangat Tinggi

Sumber: Lampiran Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor : P. 61 /Menhut II/2014.

2.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Sub DAS Tapung, Siak dengan stasiun AWLR Pantai Cermin. Lokasi tersebut dipilih berdasarkan ketersediaan data debit untuk evaluasi DAS dan cukup memadai untuk dilakukan analisis SWAT. Stasiun Pantai Cermin secara administrasi terletak di Provinsi Riau, Kabupaten Kampar dengan letak geografis $00^{\circ} 35' 24''$ LS dan $101^{\circ} 11' 46''$ BT.

2.3. Pengumpulan Data

a. Data AWLR

Data dari AWLR stasiun pantai cermin berupa data debit harian mulai tahun 2001 sampai dengan tahun 2012

b. <http://globalweather.tamu.edu/>

Data dari *Global Weather* berupa data curah hujan harian yang digunakan sebagai data evaluasi nilai KAT dan data input dalam pemodelan hidrologi.

c. <http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/>.

Data topografi dalam bentuk DEM yang digunakan pada penelitian ini adalah ASTER GDEM (Global Digital Elevation Model) dengan resolusi 30 m.

c. BPDAS

Data yang didapat dari BPDAS antara lain data penutupan lahan, data lahan kritis, data kemiringan lahan.

2.4. Metode Pengolahan Data

Terdiri atas 7 (tujuh) kegiatan penelitian yaitu pengumpulan data, pengolahan data, evaluasi kinerja DAS, pemodelan hidrologi, kalibrasi model hidrologi, simulasi model hidrologi dan evaluasi kembali hasil konservasi model hidrologi.

2.5. Data Input Pemodelan Hidrologi

a. Letak Sub DAS Tapung, Siak

Daerah Aliran Sungai Siak secara geografis terletak pada $00^{\circ} 19' 00''$ - $01^{\circ} 17' 00''$ LU dan $100^{\circ} 28' 00''$ - $102^{\circ} 18' 00''$ BT, termasuk dalam zona 47 UTM. Luas lokasi penelitian di sub DAS Tapung secara keseluruhan sebesar 1702 km². Pada penelitian ini, lokasi Titik AWLR Pantai Cermin digunakan sebagai outlet, yang berlokasi pada $00^{\circ} 35' 26''$ LS dan $101^{\circ} 11' 46''$ BT

b. Data Tata Guna Lahan

Data tata guna lahan yang dipakai pada penelitian ini adalah data tata guna lahan DAS Tapung tahun 2012 hasil analisis tim gabungan balitbang dan UR pada tahun 2014. Kemudian data ini diubah sesuai dengan kebutuhan simulasi.

Data tata guna lahan tahun 2012 sebelum dan setelah simulasi adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Data tata guna lahan tahun 2012 dan setelah simulasi

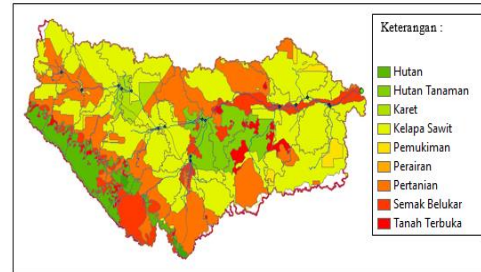
Tata Guna Lahan	Luas tutupan lahan tahun 2012 (ha)	Persentase	Luas Setelah Simulasi (ha)	Persentase
Hutan	12186,32	7.16 %	18693,66	10.98 %
HTI	12441,62	7.31 %	12441,62	7.31 %
Karet	3914,6	2.30 %	3914,6	2.30 %
Kelapa Sawit	79347,24	46.62 %	79347,24	46.62 %
Pemukiman	3386,98	1.99 %	3386,98	1.99 %
Perairan	17,02	0.01 %	17,02	0.01 %
Pertanian	41188,4	24.20 %	41188,4	24.20 %
Semak Belukar	13939,38	8.19 %	9989,09	5.87 %
Tanah Terbuka	3778,44	2.22 %	1221,39	0.72 %
Total	170200	100.00 %	170200	100.00 %

Sumber : Hasil analisis tim gabungan Balitbang dan UR (2014) dan hasil simulasi

Simulasi konservasi ini dipusatkan pada tata guna lahan berupa semak belukar dan tanah terbuka. Sebagian dari semak belukar dan tanah terbuka ini diganti dengan hutan. Dengan harapan bisa menurunkan nilai koefisien rezim aliran, koefisien aliran tahunan serta persentase lahan kritis dan meningkatkan nilai persentase penutupan vegetasi.

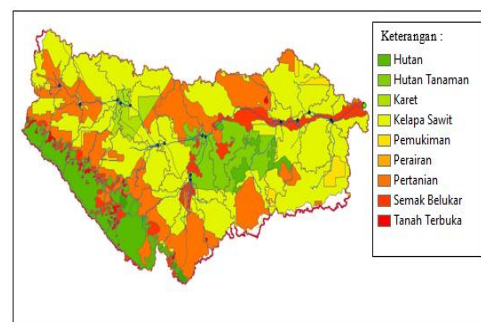
Semak belukar dan tanah terbuka dipilih karena ini merupakan lahan kritis dan sangat memungkinkan untuk ditanami hutan. Sedangkan luasan yang diganti tergantung pada luasan yang relatif luas dan memungkinkan untuk ditanami hutan.

Peta tata guna lahan DAS Tapung tahun 2012 bisa dilihat pada gambar 2 di bawah ini :



Gambar 2. Peta tata guna lahan DAS Tapung tahun 2012

Sedangkan peta tata guna lahan yang telah disimulasikan beberapa tanah terbuka dan semak belukar di konservasi menjadi hutan bisa dilihat pada gambar 3 di bawah ini :



Gambar 3. Peta tata guna lahan DAS Tapung tahun 2012 yang telah disimulasi

c. Kondisi Tanah

Karakteristik tanah pada daerah lokasi penelitian di kelompokkan menjadi 4 berdasarkan jenis ordo. Penamaan jenis tanah menggunakan penamaan FAO yaitu Acrisol, Cambisol, Ferrasol dan Histosol. Luasan masing-masing jenis tanah dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Luas jenis tanah

Jenis Tanah	Luas (ha)	Persentase (%)
Acrisol	59518,94	34,97
Cambisol	50430,26	29,63
Ferrasol	57902,04	34,20
Histosol	2348,76	1,38
Total	170200	100,00

d. Kemiringan Lahan

Faktor kemiringan lahan turut mempengaruhi besarnya debit yang keluar dari outlet. Lahan dengan kemiringan yang curam memiliki potensi runoff dan erosi yang tinggi jika terjadi hujan. Kemiringan lahan di Sub DAS Tapung rata-rata berkisar antara 0 – 15 %. Luas dan sebaran kemiringan Sub DAS Tapung dapat dilihat pada tabel 5 di bawah ini :

Tabel 5. Kemiringan lahan Sub DAS Tapung

Kemiringan (%)	Luas (ha)	Persentase(%)
0-15	73325,11	65,61
15-30	14380,70	28,10
30-45	397,91	4,84
>45	36,19	1,46
Total	170200	100,00

e. Data Iklim

Data iklim Sub DAS Tapung yang digunakan dalam running SWAT diambil dari data yang diunduh dari <http://globalweather.tamu.edu/> mulai tahun 1998 sampai 2012. Kondisi iklim di DAS Tapung Kiri dapat dilihat dari Tabel 6

Tabel 6. Kondisi iklim Sub DAS Tapung

Bulan	Suhu Rerata (C°)	RH(%)	Curah Hujan (mm)	Kec Angin (m/s)	Radiasi (Mj/m)
Jan	26,17	86,43	291,75	0,86	18,86
Feb	26,67	84,98	273,01	0,84	21,50
Mar	27,11	83,66	305,39	0,90	20,75
Apr	27,54	84,85	302,18	0,86	20,86
Mei	28,26	78,85	157,57	0,94	22,02
Jun	27,92	78,65	138,85	0,98	21,47
Jul	27,60	79,15	139,99	1,00	21,63
Agus	27,82	79,31	165,08	1,01	22,76
Sep	27,65	82,01	220,85	0,95	22,41
Okt	27,35	83,91	272,73	0,90	21,13
Nov	26,88	86,32	297,78	0,87	19,54
Des	26,28	87,73	354,23	0,86	17,54

f. Tahapan Pemodelan Hidrologi Menggunakan SWAT

Input data yang digunakan dalam tahap pemodelan hidrologi SWAT adalah data yang telah dijelaskan sebelumnya. Selanjutnya dilakukan pemodelan mulai dari memulai proyek baru sampai pada output SWAT yang ingin ditampilkan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN**3.1 Evaluasi Kinerja DAS**

Evaluasi pengelolaan Sub DAS Tapung, Siak Provinsi Riau dilakukan dengan menghitung komponen-komponen evaluasi DAS yang mengacu kepada Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia nomor : P. 61 /Menhut II /2014 tentang Monitoring dan Evaluasi Daerah Aliran Sungai. Parameter-parameter yang dihitung adalah persentase lahan kritis, persentase penutupan vegetasi, koefisien rezim aliran dan koefisien aliran tahunan.

a. Evaluasi Persentase Lahan Kritis

Lahan kritis dapat didefinisikan sebagai lahan yang telah mengalami kerusakan, sehingga kehilangan atau berkurang fungsinya sampai pada batas yang ditentukan atau diharapkan (SK Dirjen RRL Nomor 041/Kpts/V/1998). Pada tutupan lahan di sub DAS Tapung, lahan kritis diambil dari luas tanah terbuka dan semak belukar yang luas masing-masingnya adalah 13.939,38 ha dan 3.778,44 ha.

Maka perhitungan evaluasi persentase lahan kritis adalah :

$$\begin{aligned} \text{PLK} &= \frac{\text{Luas Lahan Kritis}}{\text{Luas Das}} \times 100\% \\ &= \frac{13939,38 + 3778,44}{170.200} \times 100\% \\ &= 10,41\% \end{aligned}$$

Dari hasil di atas, persentase lahan kritis di Sub DAS Tapung, Siak adalah 10,41 %. Menurut lampiran peraturan menteri nomor 61, nilai ini masuk ke dalam kelas sedang dengan rentang nilai 10 – 15 %.

b. Evaluasi Persentase Penutupan Vegetasi

Pengolahan data persentase penutupan vegetasi memerlukan data data tutupan lahan dan luas DAS. Vegetasi permanen yang dianalisis adalah tanaman tahunan, yang berupa hutan, semak, belukar dan kebun. Dari data tutupan lahan sub DAS Tapung Siak pada tahun 2012 yang dilakukan oleh tim gabungan Balitbang dan UR tahun 2014, didapatkan data tutupan lahan permanen berupa :

Tabel 7. Tutupan lahan permanen

No	Tata Guna Lahan	Luas Lahan (ha)
1.	Hutan	12.186,3
2.	Hutan Tanaman Industri	12.441,6
3.	Karet	3.914,6
4.	Kelapa Sawit	79.347,2
5.	Semak Belukar	13.939,4
Jumlah		121.829,1

Jumlah tutupan lahan adalah 121.829,1 ha dan luas lahan sebesar 170.200, maka didapatkan persentase penutupan lahan adalah :

$$\begin{aligned} \text{PPV} &= \frac{\text{LPV}}{\text{Luas Das}} \times 100\% \\ &= \frac{1121.829,1}{170.200} \times 100\% \\ &= 71,6\% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka nilai persentase penutupan lahan pada sub DAS Tapung adalah 71,6%. Menurut Permen no 61, nilai ini masuk ke dalam rentang 60-80% dan kelasnya tergolong kelas baik.

c. Evaluasi Koefisien Rezim Aliran

Nilai Koefisien Rezim Aliran (KRA) didapat dari perbandingan antara debit maksimum (Qmaks) dengan debit maksimum (Qmin) dalam suatu DAS. Nilai Qmaks sub DAS Tapung pada tahun 2012 adalah 191,52 m³/det sedangkan Qmin adalah 13,14 m³/det. Maka nilai KRA sub DAS Tapung tahun 2012 adalah :

$$\text{KRA} = \frac{191,52}{13,14} = 14,58$$

Dari nilai yang didapat, maka nilai KRA termasuk ke dalam klasifikasi sangat rendah dengan rentang nilai 0 - 20. Untuk nilai KRA secara lengkap

dari tahun 2002 sampai 2012 dapat dilihat pada tabel 8 dibawah :

Tabel 8. Tabel nilai KRA tahun 2002 – 2012

No	Tahun	Q maks (m ³ /det)	Q min (m ³ /det)	KRA = Q maks / Q min	Kelas
1	2002	160,90	15,00	10,73	Sangat Rendah
2	2003	187,40	13,90	13,48	Sangat Rendah
3	2004	178,10	5,70	31,25	Rendah
4	2005	176,79	13,76	12,85	Sangat Rendah
5	2006	186,02	11,61	16,02	Sangat Rendah
6	2007	189,39	24,85	7,62	Sangat Rendah
7	2008	193,30	11,28	17,14	Sangat Rendah
8	2009	201,20	12,72	15,82	Sangat Rendah
9	2010	188,15	16,21	11,61	Sangat Rendah
10	2011	176,51	12,72	13,88	Sangat Rendah
11	2012	191,52	13,14	14,58	Sangat Rendah

d. Evaluasi Koefisien Aliran Tahunan

Nilai koefisien aliran tahunan (KAT) didapat dari perbandingan antara tebal aliran tahunan (Q) dengan tebal hujan (P). Nilai tebal aliran tahunan (Q) diperoleh dari volume debit dari hasil pengamatan di DAS selama satu tahun dibagi dengan luas DAS yang kemudian dikonversi ke satuan mm. sedangkan nilai tebal hujan (P) diambil dari <http://globalweather.tamu.edu/>.

Nilai Q pada tahun 2012 adalah 1398,27 mm. Nilai ini didapat dari jumlah volume debit tahun 2012 dibagi dengan luas DAS dan dikonversi ke dalam mm maka mendapatkan nilai 1398,27 (excel terlampir). Nilai P tahun 2012 diambil di <http://globalweather.tamu.edu/>. Didapat nilai P pada tahun 2012 adalah 3117.64 mm.

Perhitungan koefisien aliran tahunan sub DAS Tapung tahun 2012 adalah :

$$KAT = \frac{1398,27}{3117,64} = 0,45$$

Dari hasil perhitungan diatas, didapat nilai koefisien aliran tahunan pada sub DAS Tapung adalah 0,45. Menurut Permen no 61, nilai ini masuk ke dalam rentang 0,4 – 0,5 dan kelasnya termasuk ke dalam kelas tinggi. Berarti aliran yang terjadi pada sub DAS Tapung sudah mulai mengkhawatirkan karena tebal aliran sudah hampir setengah dari tebal hujan yang turun. Ini terjadi karena rendahnya tingkat infiltrasi dan tingginya runoff.

3.2. Simulasi Konservasi Menggunakan SWAT

Simulasi konservasi dilakukan dengan menggunakan bantuan program SWAT. Data input yang digunakan pada simulasi ini adalah data yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Parameter input yang digunakan mengacu pada parameter input SWAT Iqbal (2015). Dengan parameter tersebut didapat nilai kalibrasi seperti tabel di 8 bawah ini :

Tabel 9. Parameter dan nilai masukan yang digunakan pada simulasi SWAT

No	Parameter_Name	Fitted_Value	Keterangan
1	R_CN2.mgt	54.005280	SCS runoff curve number
2	V_ALPHA_BF.gw	0.989735	Baseflow alpha factor
3	V_GW_DELAY.gw	164.646393	Groundwater delay
4	V_REVAPMN.gw	614.213806	Threshold depth of water in the shallow aquifer required for return flow to occur
5	V_GWQMN.gw	9915.944336	Threshold depth of water in the shallow aquifer for "revap" to occur
6	V_RCHRG_DP.gw	0.224985	Deep aquifer percolation fraction
7	V_GW_REVAP.gw	0.164911	Groundwater "revap" coefficient.
8	R_SOL_K(.).sol	400.912781	Saturated hydraulic conductivity.
9	R_SOL_AWC(.).sol	-0.724369	Available water capacity of the soil layer.
10	R_SOL_Z(.).sol	3034.221191	Depth from soil surface to bottom of layer.
11	V_CH_L1.sub	0.218169	Longest tributary channel length in subbasin.
12	V_CH_S1.sub	11.731857	Average slope of tributary channels.
13	V_CH_K1.sub	130.473755	Effective hydraulic conductivity in tributary channel alluvium
14	V_CH_W1.sub	617.598206	Average width of tributary channels (m).
15	V_OV_N.lru	1.415572	Manning's "n" value for overland flow.
16	V_EPCO.lru	0.280214	Plant uptake compensation factor.
17	V_CANMX.lru	-75.595406	Maximum canopy storage.
18	V_ESCO.lru	1.007003	Soil evaporation compensation factor.
19	V_SLSUBSN.lru	86.787346	Average slope length
20	V_HRU_SLP.lru	-0.138614	Average slope steepness
21	V_SUFLAG.bsn	13.622179	Surface runoff lag time.
22	V_CH_K2.rte	635.722961	Effective hydraulic conductivity in main channel alluvium.
23	V_CH_N2.rte	0.362707	Manning's "n" value for the main channel.
24	V_ALPHA_BNK.rte	0.785735	Baseflow alpha factor for bank storage.

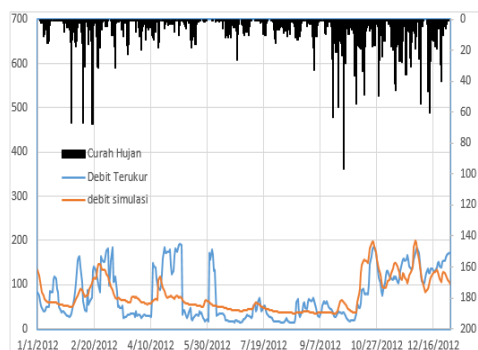
Dengan menggunakan parameter dan nilai di atas memberikan hasil validitas R2 sebesar 0,50 dan NS sebesar 0,50. Hasil ini relatif konfirm dengan penelitian sebelumnya di DAS Siak 2015 yaitu R2 sebesar 0,59 dan NS sebesar 0,58 (Ari Sandhyavitri dkk, 2015)

Nilai R2 dan NS yang tidak terlalu tinggi terjadi karena peta tata guna lahan yang sudah diganti. Running SWAT menggunakan debit dan curah hujan eksisting tahun 2012. Sedangkan tata guna lahannya diganti dengan mengganti tanah terbuka dan semak belukar dengan luas hutan sebesar 6500 hektar. Maka debit dan nilai KRA yang diharapkan memang lebih rendah dari debit eksisting.

Untuk debit harian dengan hasil pengujian validitas disajikan dalam Tabel 9 dan grafik hasil kalibrasi yang disajikan pada Gambar 4.

Tabel 9. Parameter Evaluasi Validitas Model SWAT

No	Parameter	Batasan (Range)	Nilai	Keterangan
1	Koefisien determinasi	$0,4 < R^2 < 0,7$	0,50	Pengaruh sedang
2	Nash-sutcliffe efficiency (NS)	$0,36 < NS < 0,75$	0,50	Memenuhi



Gambar 4. Perbandingan Grafik Hidrograf Debit Terukur dan Debit Simulasi Dengan Kalibrasi

Dari simulasi diatas didapat debit maksimum yaitu 145,5 m³/detik dan debit minimum 39,33 m³/detik. Sehingga nilai KRA = $\frac{199,3}{34,47} = 5,78$. Jadi dengan melakukan konservasi berupa penanaman hutan pada daerah terbuka dan sebagian semak belukar telah bisa menurunkan nilai KRA dari 14,58 menjadi 5,78.

Untuk evaluasi koefisien aliran tahunan didapat tabal aliran Q = 1390,36 dan nilai P = 3117,64. Maka koefisien aliran tahunan menjadi $KAT = \frac{1390,36}{3117,64} = 0,44$. Hasil ini juga lebih baik dari KAT eksisting yaitu sebesar 0,45.

Evaluasi persentase lahan kritis luas lahan kritis yaitu semak belukar dan tanah terbuka setelah simulasi adalah 9989,09 dan 1221,39. Maka luas lahan kritis = $\frac{9989,09 + 1221,39}{170.200} \times 100\% = 6,47\%$. Nilai ini juga berubah lebih baik dari nilai awal sebesar 9,82 %.

Pada evaluasi persentase penggunaan lahan luas lahan simulasi yang bervegetasi permanen berupa hutan, hutan tanaman industri, karet, kepala sawit dan semak belukar sebesar 124.386,21 ha. Maka perhitungan persentase penutupan vegetasi menjadi $\frac{124.386,21}{170.200} \times 100\% = 73,08\%$. Kondisi ini juga mengalami peningkatan dari awal yaitu 71,6 %

3.4. Analisa Sensitifitas

Analisa sensitifitas dilakukan untuk mendapatkan gambaran tentang parameter yang paling berpengaruh selama proses kalibrasi. Proses kalibrasi dilakukan dengan merubah 24 parameter menggunakan dengan cara semi automatic. Analisa

sensitifitas dilakukan pada simulasi pada tahun 2012, dari hasil analisa sensitifitas didapatkan bahwa 3 parameter paling memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil debit Sub DAS Siak keluaran SWAT.

Hasil analisa sensitifitas ditampilkan dalam Tabel 4.10 secara berurutan mulai dari yang paling sensitif berdasarkan nilai p-value. Semakin kecil nilai p-value maka semakin signifikan parameter tersebut dimana nilai terkecil adalah nol (Neitsch et al.,2002).

Tabel 4.10 Analisa Sensitifitas Untuk Parameter Terkalibrasi

No	Parameter	P-Value	No	Parameter	P-Value
1	CH_L1.sub	0,00	13	SURLAG.bsn	0,49
2	ALPHA_BNK.rte	0,00	14	CANMX.hru	0,51
3	OV_N.hru	0,00	15	SOL_K(.).sol	0,57
4	HRU_SLP.hru	0,02	16	ESCO.hru	0,59
5	RCHRG_DP.gw	0,04	17	GW_REVAP.gw	0,63
6	SOL_AWC(.).sol	0,05	18	GW_DELAY.gw	0,66
7	CH_S1.sub	0,08	19	SLSUBBSN.hru	0,67
8	CH_K1.sub	0,11	20	CH_K2.rte	0,72
9	SOL_Z(.).sol	0,30	21	EPCO.hru	0,83
10	GWQMN.gw	0,40	22	CH_N2.rte	0,84
11	ALPHA_BF.gw	0,41	23	CH_W1.sub	0,87
12	CN2.mgt	0,43	24	REVAPMN.gw	0,95

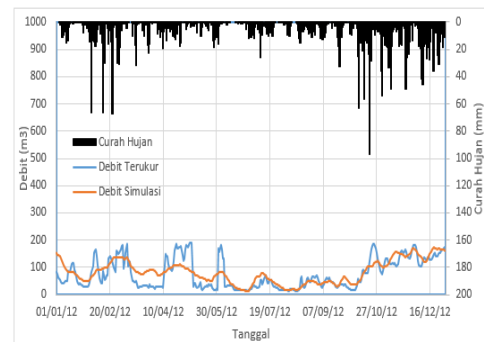
3.4.Perbandingan Dengan Studi Terdahulu

Studi simulasi debit sub das Tapung, Siak telah pernah dilakukan oleh Iqbal pada tahun 2015 dengan parameter hasil validitas seperti pada tabel 11 dibawah ini:

Tabel 11. Parameter Evaluasi Validitas Model SWAT Ari dkk

No	Parameter	Batasan (Range)	Nilai	Keterangan
1	Koefisien determinasi (R^2)	$0,4 < R^2 < 0,7$	0,59	Pengaruh sedang
2	Nash-sutcliffe efficiency (NS)	$0,36 < NS < 0,75$	0,58	Memenuhi

Hasil hidrograf dari simulasi tersebut seperti pada gambar 5 di bawah ini:



Gambar 5. Hidrograf Simulasi SWAT penelitian sebelumnya (sumber : Ari Sandhyavitri dkk, 2015)

Nilai debit maksimum dari simulasi SWAT di atas adalah 172.9 m³/detik debit minimum 13.35 m³/detik dan nilai KRA adalah 12.95.

Terjadinya perbedaan dengan penelitian terdahulu karena tata guna lahan yang digunakan masih dalam kondisi yang sebenarnya. Sedangkan KRA yang didapat pada penelitian ini adalah hasil simulasi konservasi dengan menanam hutan pada sebagian tanah kosong dan semak belukar.

III. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan hasil penelitian yang berjudul evaluasi kinerja DAS dan simulasi konservasi menggunakan swat (soil and water assessment tool) studi kasus : sub das tapung, Siak, provinsi Riau dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. a. Hasil evaluasi nilai Persentase Lahan Kritis (PLK) pada sub DAS Tapung, Siak adalah 9,82 %, nilai ini masuk ke dalam kelas rendah dengan rentang nilai 5 – 10 %.
- b. Hasil evaluasi nilai Persentase Penutupan Vegetasi (PPV) sub

- DAS Tapung, Siak adalah 71,6 %, nilai ini masuk ke dalam rentang 60-80% dan kelasnya tergolong kelas baik.
- c. Hasil evaluasi Koefisien Rezim Aliran (KRA) tahun 2012 pada sub DAS Tapung, Siak adalah 14,58 dan termasuk kedalam kelas sangat rendah.
 - d. Hasil evaluasi Koefisien Aliran Tahunan (KAT) pada sub DAS Tapung, Siak tahun 2012 adalah 0,35, nilai ini masuk ke dalam rentang 0,4 – 0,5 dan kelasnya termasuk ke dalam kelas tinggi.
2. Simulasi konservasi hidrologi menggunakan program SWAT dengan peta tata guna lahan yang telah diolah sesuai kebutuhan konservasi menghasilkan nilai evaluasi kinerja DAS yang baru, yaitu PLK = 6,47 %, PPV = 71,6 %, KRA = 5,78 dan KAT 0,44. Nilai-nilai diatas memberikan hasil yang lebih baik dari pada konsidi sebelum dilakukan simulasi konservasi.
- DAFTAR PUSTAKA**
- Anonim. *Paparan Menteri Pekerjaan Umum pada Acara Seminar Penyelamatan dan Pelestarian DAS Siak di Pekanbaru 6 Agustus 2015*.
- Anonim. 2014. *Kajian Upaya Pelestarian Sumber Daya Air Tanah Kemungkinan Akibat Pembangunan Kebun Kelapa Sawit Di Provinsi Riau*. Pekanbaru : Badan Penelitian dan Pengembangan.
- Asdak, C., 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- GoRiau.com *Kondisi Sungai Siak Makin Memprihatinkan, Wabup Alfendri Sebut Pemerintah Pusat Tak Peduli*. [online]. Available at: <<http://www.goriau.com/berita/siak/kondisi-sungai-siak-makin-memprihatinkan-wabup-alfendri-sebut-pemerintah-pusat-tak-peduli.html>>. Diakses 12 Mei 2015
- Iqbal, M. 2015. *Model Hidrologi Untuk Analisis Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Potensi Ketersediaan Air Di Daerah Aliran Sungai (DAS) Siak*. Skripsi Sarjana Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik. Pekanbaru : Universitas Riau.
- Murti Laksono, K., & Hidayat, Y. (2004). Kerangka logis (logframe) pengelolaan daerah aliran sungai. *Prosiding Seminar Degradasi Lahan dan Hutan. Masyarakat Konservasi Tanah dan Air Indonesia*. Universitas Gadjah Mada dan Departemen Kehutanan.
- Neitsch SL, Arnold JG, Kiniry JR, Srinivasan R, Williams JR. 2005. *Soil and Water Assessment Tool, Theoretical Documentation Version 2005*. Grassland Soil and Water Research Laboratory, Agricultural Research Service, Blackland Research Center-Texas Agricultural Experiment Station. USA.
- Pawitan, H. (2004). Aplikasi model erosi dalam perspektif pengelolaan daerah aliran sungai. *Prosiding Seminar Degradasi Lahan dan Hutan. Masyarakat Konservasi Tanah*

- dan Air Indonesia*. Universitas Gadjah Mada dan Departemen Kehutanan.
- Republik Indonesia. Menteri Kehutanan Republik Indonesia. (2014). *Lampiran Monitoring dan Evaluasi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Jakarta. (Nomor: P. 61 /Menhut-II/2014)
- Sandhyavitri A., 2014, Kajian Upaya Pelestarian Sumber Daya Air Tanah, Universitas Riau. Riau.
- Sandhyavitri A, Sutikno S, Iqbal M. 2015. *the changes of land use pattern affect to availablelity of water resources in siak watershed, riau province, indonesia, 14th International Confernces on quality in researcher (QIR) Lombok*.
- Triatmojo, B. 2009. *Hidrologi Terapan*.Yoyakarta : Beta Offset