

Analisis Kondisi Hidrologi DAS Siak Bagian Hulu berdasarkan Peta Tata Guna Lahan Tahun 2014 Menggunakan Model Flow Persistence

Habrio Ilva¹, Imam Suprayogi^{2*}, Manyuk Fauzi³

^{1,2,3} Program Magister Teknik Sipil Bidang Konsentrasi Hidroteknik Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru 28293
Universitas Riau, Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293
E-mail : habrioilva900@gmail.com, imam@unri .ac.id, manyuk.fauzi@unri .ac.id

ABSTRAK

Daerah Aliran Sungai (DAS) memiliki fungsi yang sangat penting, yaitu sebagai tempat penyedia air pertanian, industri dan pemukiman. 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. Salah satu cara untuk menilai kondisi DAS adalah dengan menggunakan model hidrologi. Tujuan utama penelitian adalah ini adalah menguji kemampuan suatu model untuk melakukan penilaian terhadap kondisi hidrologi DAS Siak bagian Hulu. Metode pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Flow Persistence Model. Model ini mensimulasikan aliran sungai pada suatu DAS yang dikembangkan oleh World Agroforestry Centre (ICRAF) untuk membantu menilai kondisi suatu DAS. Data curah hujan yang digunakan dari Stasiun Petapahan Baru dari tahun 2006-2016, data AWLR stasiun Pantai Cermin yang mendeskripsikan pola hubungan tinggi muka air terhadap fungsi waktu bersumber dari BWS Sumatera III. Peta Tata guna lahan diperoleh dari BP - DASHL Indragiri Rokan untuk tahun 2014. Hasil utama penelitian membuktikan bahwa nilai FP sebesar 0.754 mengindikasikan bahwa nilai debit pada Sungai Siak yang relatif stabil selama kurun waktu penggunaan tata guna lahan pada DAS Siak Hulu tahun 2014 dengan klasifikasi fungsi DAS kondisi baik.

Kata kunci : DAS, Tata Guna Lahan, Debit Sungai, Model Flow Persistence

ABSTRACT

Watershed (DAS) has a very important function, namely as a provider of agricultural, industrial and residential water. Human activities in utilizing the natural resources of forests, land and water for crop cultivation, mining, development and other activities can result in changes in the water conditions of a watershed. One way to assess watershed conditions is to use a hydrological model. The main objective of this research is to test the ability of a model to conduct an assessment of the hydrological conditions of the Upper Siak watershed. This model simulates a river flow in a watershed developed by the World Agroforestry Center (ICRAF) to help assess the condition of a watershed. Rainfall data used from Petapahan Baru Station from 2006-2016, AWLR data from Pantai Cermin Station which describes the pattern of the relationship of water level to the time function sourced from BWS III Sumatera. Land use maps were obtained from BP - DASHL Indragiri Rokan for 2014. The main results of the study prove that the FP value of 0.754 indicates that the discharge value in the Siak River is relatively stable during the period of land use use in the Siak Hulu watershed in 2014 with the classification of watershed functions in good condition. Keywords: Watershed, Land Use, River Discharge, Flow Persistence Model

I. PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) memiliki fungsi yang sangat penting, yaitu sebagai tempat penyedia air pertanian, industri dan pemukiman. Dipertegas oleh Permenhut No: P.60 / Menhut-II / 2014 bahwa DAS berfungsi dalam memelihara keseimbangan ekologis yaitu sebagai sistem penunjang kehidupan. DAS juga merupakan ekosistem yang di dalamnya terjadi proses

biofisik hidrologis yang dapat terjadi secara alamiah. Proses biofisik hidrologis DAS merupakan bagian dari siklus hidrologis, sedangkan kegiatan sosial ekonomi dan budaya masyarakat dilakukan untuk meningkatkan kesejahteraannya merupakan bentuk intervensi manusia terhadap sistem alami DAS.

Dikatakan oleh Asdak (2006), bila fungsi dari suatu DAS terganggu, maka sistem hidrologis akan

terganggu. DAS sebagai tempat jatuhnya hujan, resapan dan penyimpanan air menjadi terganggu sehingga 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 Asdak, (2006) 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.

Dipertegas oleh Tanika (2014) menjaga dan memperbaiki fungsi hidrologi suatu di DAS menjadi perhatian pamangku kepentingan daerah, khususnya pemerintah setempat. Untuk itu adanya alat dan indikator yang dapat digunakan untuk menilai baik tidaknya fungsi hidrologi suatu DAS sangatlah penting. Salah satu cara untuk menilai kondisi DAS adalah dengan menggunakan model hidrologi. suatu model hidrologi yang merupakan tiruan suatu sistem hidrologi menjadi sangat kompleks karena terdapat banyak komponen dan proses yang terlibat.

Selanjutnya Tanika (2014) menegaskan kembali bahwa model yang selanjutnya dinamakan Flow Persistence (FP) yang dikembangkan oleh Mane Van Noodrwijk dkk, dapat memberikan gambaran secara cepat mengenai kondisi DAS berdasarkan pola data debit harian. Model ini diharapkan dapat membantu pemangku kepentingan, terutama mereka yang tinggal dibagian hilir, dalam melakukan pemantauan terhadap kondisi hidrologi wilayah. Didukung penelitian yang telah dilakukan oleh Tanika pada tahun 2014 dengan menerapkan penggunaan model hidrologi Flow Persistence (FP) di DAS Besay Kecamatan Sumber Jaya, Kabupaten Lampung Barat Provinsi Lampung untuk mengukur indikator baik tidaknya fungsi hidrologi suatu DAS. Model Flow Persistence dapat memberikan diskripsi mengenai kondisi DAS berdasarkan pola data debit harian yang diperoleh dari Stasiun *Automatic Water Level Record* (AWLR). Model ini didasarkan pada autokorelasi antara debit hari ini dengan hari berikutnya. Menghitung nilai FP yang menunjukkan kecenderungan atau perilaku debit sungai, dimana untuk nilai Fp sama dengan 0 yang mencirikan bahwa debit sungai sangat tidak beraturan sedangkan nilai Fp sama dengan 1 yang mengindikasikan bahwa debit sungai sangat stabil.

Merujuk keberhasilan penerapan Flow Persistence dalam mensimulasikan kondisi hidrologi pada Sub DAS Way Besai Kecamatan Sumber Jaya Kabupaten Lampung Barat Provinsi Lampung tersebut, maka penulis melakukan penelitian terkait penerapan model Flow Persistence tersebut untuk diaplikasikan pada DAS Siak Bagian Hulu di Provinsi Riau yang diklasifikasikan DAS kritis akibat perubahan penggunaan lahan / tutupan lahan yang cukup signifikan selama periode waktu 20 tahun terakhir pasca era reformasi tahun 1998.

2.LANDASAN PUSTAKA

Konsep Model *Flow Persistence*

Model *Flow Persistence* memberikan null-model yang didasarkan pada auto korelasi temporal atau *Flow Persistence* empiris dalam data aliran sungai. Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk menghitung adalah hubungan rekursif antara aliran sungai Q pada hari-hari berikutnya:

$$Q_{t+1} = F_p Q_t + Q_{add} \tag{1}$$

Dengan Q_t dan Q_{t+1} adalah aliran sungai pada hari ke t dan aliran sungai pada hari ke t+1, F_p adalah aliran faktor persistensi ($0 < F_p < 1$) dan Q_{add} adalah varian acak yang mencerminkan penambahan input dari curah hujan.

Merujuk persamaan 1 di atas, membuktikan bahwa nilai varian acak yang mencerminkan penambahan input dari curah hujan (Q_{add}) dan aliran faktor persistensi (F_p) yang memiliki rentang antara 0 sampai 1 ($0 < F_p < 1$) saling berhubungan. Jika F_p memiliki nilai 1 dan Q_{add} memiliki nilai 0 maka persamaan 1 akan berubah menjadi persamaan 2 sebagai berikut :

$$Q_{t+1} = Q_t \tag{2}$$

Masih merujuk persamaan 2 di atas, maka dapat dikatakan bahwa debit sungai pada saat ini (Q_t) akan sama nilainya dengan debit untuk satu hari ke depan (Q_{t+1}) atau dengan kata lain nilai debit sungai relatif konstan.

$$FP = (Q_{t+1} - Q_{add}) / Q_t \tag{3}$$

$$Q = Q_s + Q_i + Q_b \tag{4}$$

$$FPQ = FP_s Q_s + FP_i Q_i + FP_b Q_b$$

(5)

$$FPQ = FP_s Q_s + FP_i Q_i + Q_b$$

(6)

Dimana FP_s , FP_i , FP_b merupakan nilai *Flow Persistence* pada aliran permukaan, aliran cepat dan aliran lambat. Karena aliran lambat memiliki sifat yang cenderung lambat dan stabil maka FP_b mendekati 1

sehingga Persamaan 5 menjadi Persamaan 6 sedangkan aliran permukaan dari aliran cepat bergantung pada curah hujan maka FP_s dan FP_j dapat diwakili oleh nilai ketahanan curah hujan (*rain persistence* atau RP). Gabungan antara persamaan 3, 4 dan 5 berubah menjadi Persamaan 7 sebagai berikut

$$FP = RP(Q - Q_b) / Q + Q_b / Q \quad (7)$$

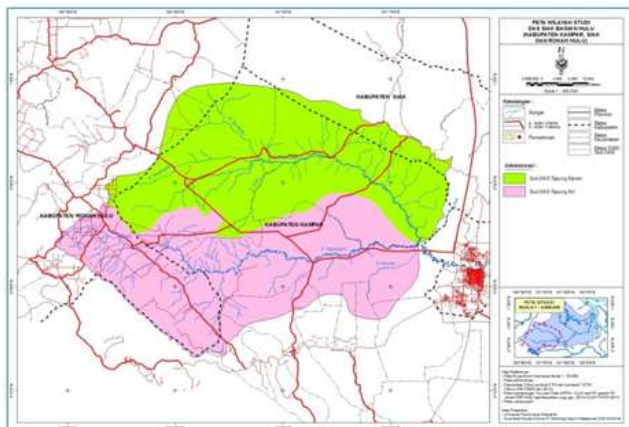
Jika input yang tersedia untuk model *Flow Persistence* hanya berupa nilai debit makaperhitungan nilai FP hanya menggunakan Persamaan 3 maka Nilai FP dihitung dengan menggunakan membuat grafik *scatter plot* antara Q_t dan Q_{t+1} .

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian disusun berdasarkan latar belakang penelitian, identifikasi masalah, perumusan masalah serta tujuan utama dari penelitian.

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 $100^{\circ} 28'$ BT – $102^{\circ} 12'$ BT dan $0^{\circ} 20'$ LU – $1^{\circ} 16'$ 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)

Pengumpulan Data

Pengumpulan data penelitian adalah sebagai berikut :

1. Data curah hujan yang digunakan dari Stasiun Petapahan Baru dari tahun 2006-2016 yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai (BWS) III Sumatera.
2. Data AWLR stasiun Pantai Cermin yang 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 untuk tahun 2014

Tahap Penelitian

Tahapan-tahapan penelitian adalah sebagai berikut

1. Penyiapan data curah hujan dan data debit sebagai input data untuk Model Flow Persistence.
2. Model Flow Persistence secara otomatis akan melakukan analisis debit yang mendiskripsikan pola hubungan nilai debit pada saat t (Q_t) dan nilai debit pada saat $t+1$ (Q_{t+1}) menggunakan Persamaan dasar dari Model Flow Persistence yang mengikuti persamaan $Q_{t+1} = FP Q_t + Q_{add}$.
3. Penetapan nilai hasil persamaan Linier adalah $Q_{t+1} = A Q_t + B$ dari Model Flow Persistence yang mendiskripsikan pola Grafik Hubungan antara Q_t dan Q_{t+1} .
4. Penyusunan Grafik Hidrograf yang mendiskripsikan pola hubungan antara debit aliran sebagai fungsi waktu.
5. Menampilkan nilai *FlowPer* untuk empat periode untuk periode I yaitu pada awal musim hujan (Oktober – Desember), Periode II yaitu pada puncak musim hujan (Januari-Maret), Periode awal musim kemarau (April – Juni) dan Periode IV puncak musim kemarau (Juli-September).
6. Merujuk poin 5 di atas, maka akan diperoleh nilai masing – masing dari Model Flow Persistence untuk tiap-tiap periode yang menggambarkan kondisi aliran sungai.

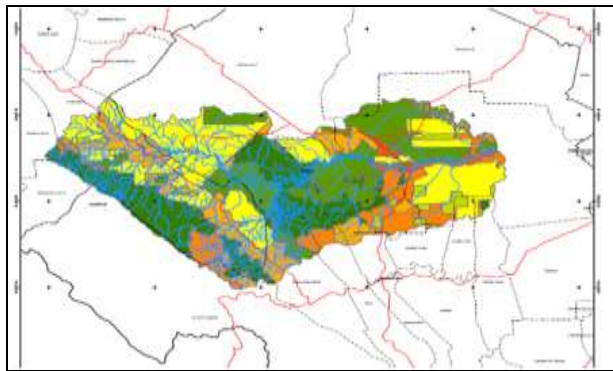
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Laju Perubahan Lahan

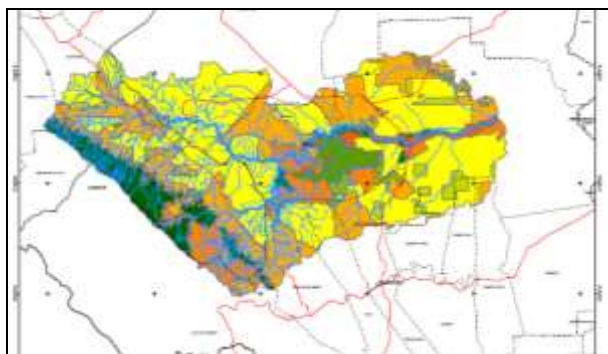
Bersumber dari peta yang telah disusun oleh Balai Pengelolaan- Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung (BP- DASHL) Indragiri Rokan, bahwa DAS Siak

bagian hulu memiliki luas kurang lebih 195.947,19 ha. Masih bersumber dari peta yang telah disusun oleh BP DASHL Indragiri Rokan bahwa jenis penggunaan lahan pada DAS Siak bagian hulu meliputi lahan perkebunan, hutan lahan kering sekunder, hutan rawa sekunder, pertanian lahan kering campur semak, semak belukar, lahan terbuka dan lahan lainnya.

Selanjutnya deskripsi pola penggunaan lahan pada DAS Siak bagian hulu dari tahun 1990 sampai tahun 2003 atau kurang lebih selama kurun waktu 13 tahun telah terjadi perubahan penggunaan tata guna lahan yang cukup signifikan khususnya hutan lahan kering sekunder, hutan rawa sekunder, perkebunan dan pertanian lahan kering campur semak. Sebagai ilustrasi perubahan penggunaan lahan seperti yang dideskripsikan di atas dengan merujuk pada peta penggunaan lahan tahun 1990 dan peta penggunaan lahan tahun 2003 di DAS Siak bagian hulu seperti yang disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3 sebagai berikut:



Gambar 2 Tata Guna Lahan Tahun 1990
Sumber : BP-DASHL Indragiri Rokan

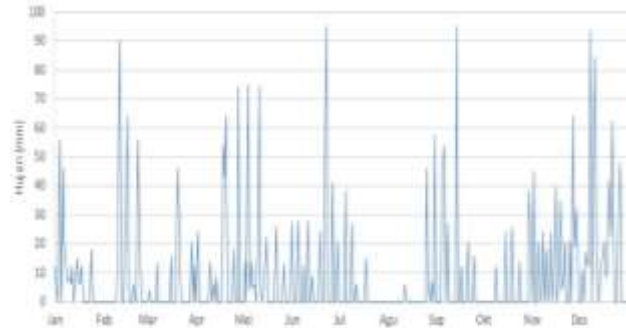


Gambar 2 Tata Guna Lahan Tahun 1990
Sumber : BP-DASHL Indragiri Rokan

Selanjutnya penggunaan lahan pada DAS Siak bagian hulu yang meliputi lahan perkebunan, hutan lahan kering sekunder, hutan rawa sekunder, pertanian lahan kering campur semak, semak belukar, lahan terbuka dan lahan lainnya, yang secara spesifik ditandai laju perubahan hutan lahan kering sekunder dan hutan rawa sekunder yang cukup signifikan, sejak tahun 1990 sampai tahun 2006 terjadi fenomena pengurangan luas lahan total dari hutan lahan kering sekunder dan hutan rawa sekunder dari tahun 1990 seluas 82.972,08 ha menjadi 12.042,31 ha pada saat tahun 2006 atau terjadi pengurangan seluas 64.779,05 ha yang setara kurang lebih 85.5% selama kurun waktu 16 tahun. Selanjutnya masih selama kurun waktu dari tahun 1990 sampai dengan tahun 2006 terjadi perubahan luasan khususnya untuk perkebunan dan pertanian lahan kering campur semak.

Di sisi lain sejak tahun 1990 sampai dengan tahun 2006 terjadi fenomena penambahan penggunaan luas lahan untuk Perkebunan dari tahun 1990 sebesar 57.254,57 ha menjadi 88.030,84 ha pada saat tahun 2006 atau terjadi penambahan luasan sebesar 53.75 %, sedangkan untuk Pertanian lahan kering campur semak dari tahun 1990 sebesar 26.426,29 ha menjadi 50874,56 ha pada saat tahun 2006 atau terjadi penambahan sebesar 34.842 ha atau setara dengan 92.51 %.

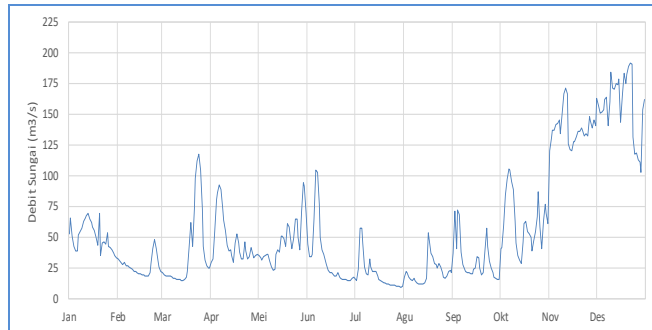
Berikut adalah data curah hujan yang disajikan dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Grafik Hubungan Data Curah Hujan Harian sebagai Fungsi Waktu untuk Tahun 2006
Sumber : BWS Sumatera III

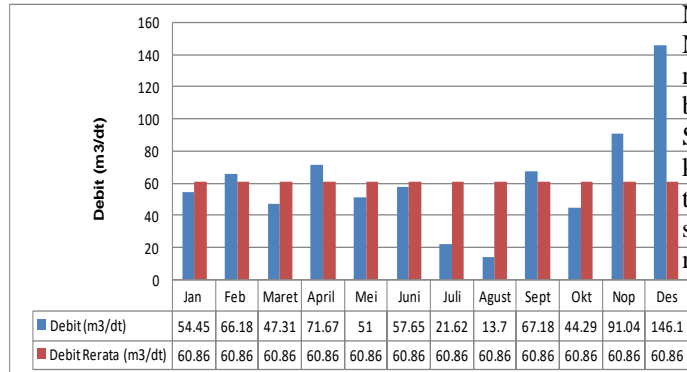
langkah kedua adalah data debit yang bersumber dari hasil pencatatan Stasiun *Automatic Water Level Record* (AWLR) Pantai Cermin yang mendeskripsikan pola hubungan antara fluktuasi tinggi muka air sungai terhadap fungsi waktu atau yang lazim disebut *stage hydrograph* yang selanjutnya dilakukan proses transformasi dari

stage hydrograph menjadi discharge hydrograph dengan bantuan persamaan rating curve yang telah disusun oleh BWS III Sumatera yang selengkapnya menggunakan grafik data debit harian sebagai fungsi waktu tahun 2006 seperti yang disajikan pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5 Grafik data Debit Harian Sebagai Fungsi Waktu Tahun 2006
Sumber: BWS Sumatera III

Selanjutnya, setelah debit dihitung lalu mengurutkan debit dalam setahun dari bulan januari sampai desember dan tentukan nilai debit maksimum dan debit minimum dalam setahun.



Gambar 4.16 Hubungan antara nilai Debit Bulanan Dan Debit Rerata Pada Tahun 2006
Sumber : Hasil Perhitungan

Selanjutnya masih bersumber dari Gambar 4.16 di atas , maka diperoleh nilai debit maksimum (Qmaks) yang terjadi pada bulan Desember tahun 2006 sebesar 146.1 m³/dt serta nilai debit minimum (Qminimum) yang terjadi pada bulan Agustus tahun 2006 sebesar 13.7 m³/dt sehingga akan diperoleh nilai KRA tahun 2006 adalah sebagai berikut :

$$KRA = \frac{146.1}{13.7} = 10.7$$

Untuk nilai KRA sebesar 10.7, dengan merujuk dari Permenhut RI No. P.61/ Menhut-II/2014 memiliki kriteria kelas sedang dengan rentang nilai $10 < KRA < 15$. Untuk selanjutnya hasil perhitungan KRA dari tahun 2006 sampai tahun 2016 selengkapnya disajikan seperti pada Tabel 4.4 di bawah ini.

Tabel 4.4 Nilai Koefisien Rezim Aliran (KRA) Tahun 2006 - 2016

Tahun	Q maks (m ³ /dt)	Qmin (m ³ /dt)	Q maks/ Qmin (non dimensi)	Klasifikasi
2006	146.19	13.7	10.67	Sedang
2007	110.68	29.61	3.74	Sangat Baik
2008	141.97	16.22	8.73	Baik
2009	168.95	20.52	8.23	Baik
2010	128.65	30.63	4.20	Sangat Baik
2011	132.06	16.00	8.253	Baik
2012	142.97	33.99	4,21	Sangat baik
2013	135.77	14.96	9.075	Baik
2014	157.59	19.43	8.11	Baik
2015	102.39	11.13	9.199	Baik
2016	107.71	7.7	13.99	Sedang

Sumber : Hasil Analisis berdasarkan Permenhut No.61/2014

Merujuk Tabel 4.4 di atas, mengindikasikan bahwa nilai KRA yang menunjukkan nilai rasio antara besaran debit pada musim penghujan dan debit Sungai Siak pada musim kemarau memiliki kecenderungan klasifikasi tingkat baik dari tahun 2006 – 2016 kecuali tahun 2006 dan tahun 2016 memiliki klasifikasi tingkat sedang bahkan tahun 2007, tahun 2010 dan tahun 2012 memiliki klasifikasi tingkat sangat baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C., 2010. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
2015. Laporan Akhir Rencana Umum Pengelolaan DAS Kampar Pusat Pengendalian Pembangunan Ekoregion Sumatera (P3ES) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (LHK) Republik Indonesia.
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.