SIKLUS: Jurnal Teknik Sipil

p- ISSN 2443- 1729 e- ISSN 2549- 3973 Vol 7, No. 2, Oktober 2021, pp 146-159

Pengaruh Tutupan Lahan terhadap Base Flow Index DAS Way Seputih Provinsi Lampung

Adenan Yusuf*1, Dyah Indriana Kusumastuti², Endro Prasetyo Wahono³

¹ Balai Pelaksanaan Pemilihan Jasa Konstruksi, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

Jl. KS. Tubun No. 45, Rawa Laut, Bandar Lampung.

^{2,3} Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Lampung
Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung, 35145 Indonesia

Submited: 14 Juli, 2021; Accepted: 12, September, 2021

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis nilai Base Flow Index (BFI) dan debit baseflow DAS Way Seputih; menganalisis nilai Curve Number (CN) composite DAS Way Seputih tahun 2005, 2009, dan 2011; serta menganalisis pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap baseflow DAS Way Seputih. Penentuan baseflow tahun 1973-2006 menggunakan Metode RDF (Recursive Digital Filter) terbaik berdasarkan uji kinerja, yaitu Root Mean Square Error (RMSE), R², dan grafik FDC (Flow Duration Curv) di antara metode Lyne&Hollick, EWMA, Chapman Algorithm, dan Nathan and McMahon. Kemudian Metode RDF terbaik ini dibandingkan dengan Model SCS-CN (Soil Conservation Sevice Curv Number) untuk menentukan baseflow dan BFI tahun 2005, 2009, dan 2011 berdasarkan uji kinerja. BFI DAS Way Seputih tahun 2005, 2009, dan 2011 berturut-turut adalah 0,8178; 0,54225; dan 0,649502. Untuk nilai CN I composite, CN II composite, dan CN III composite tahun 2005 berturut-turut adalah 63,9191; 79,8869; dan 80,1315. Nilai CN I composite, CN II composite, dan CN III composite tahun 2009 berturut-turut adalah 42,7834; 60,8427; dan 83,6676. Sedangkan Nilai CN I composite, CN II composite, dan CN III composite tahun 2011 berturut-turut adalah 66,4066; 81,9460; dan 94,5943. Nilai BFI dipengaruhi oleh debit baseflow dan debit sungai. Debit sungai dipengaruhi oleh curah hujan, sedangkan debit baseflow dipengaruhi oleh perubahan luas tiap jenis tutupan lahan.

Kata Kunci: base flow; curv number (CN); metode RDF; tutupan lahan

doi: 10.31849/siklus.v7i2.7323

Abstract

The purpose of this study are to analyze the value of the Base Flow Index (BFI) and the baseflow discharge in the Way Seputih watershed; analyzing the composite Curv Number (CN) of Way Seputih watershed in 2005, 2009, and 2011; and analyzing the effect of land cover changes to the Way Seputih watershed baseflow. Determination of baseflow in 1973-2006 using the best RDF (Recursive Digital Filter) method based on performance

*Corresponding author : adenan.pu@gmail.com
Anotherauthor : kusumast@gmail.com
Anotherauthor : epwahono@eng.unila.ac.id

tests, namely Root Mean Square Error (RMSE), R², and FDC (Flow Duration Curv) graphs between 4 (four) methods which are the Lyne & Hollick, EWMA, Chapman Algorithm, and Nathan and McMahon. Then the best RDF method is compared with the SCS-CN (Soil Conservation Service Curv Number) model to determine the base flow and BFI for 2005, 2009, and 2011 based on performance tests. The BFI of Way Seputih Watershed in 2005, 2009 and 2011 were 0.8178 respectively; 0.54225; and 0.649502. For the CN I composite, CN II composite, and CN III composite values for 2005, respectively, were 63.9191; 79,8869; and 80,1315. The CN I composite, CN II composite, and CN III composite values for 2009 were 42.7834 respectively; 60.8427; and 83.6676. Meanwhile, the CN I composite, CN II composite, and CN III composite values in 2011 were 66.4066 respectively; 81.9460; and 94.5943. The BFI is influenced by the base flow and river discharge. River discharge is influenced by rainfall, while baseflow discharge is influenced by changes in the area of each type of land cover.

Keywords: base flow; curv number (CN); RDF method; land cover

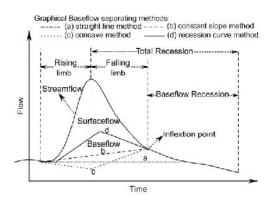
A. PENDAHULUAN

Dalam Peraturan Pemerintah No. 121 Tahun 2015 tentang Pengusahaan Sumber Daya Air (SDA) menjelaskan bahwa pengusahaan mengutamakan air Permukaan. Urutan prioritas pemberian izin pengusahaan SDA adalah pemenuhan kebutuhan pokok sehari-hari bagi kelompok yang memerlukan air dalam jumlah besar, pemenuhan kebutuhan pokok yang mengubah kondisi alami Sumber Air, pertanian rakyat di luar sistem irigasi yang sudah ada, pengusahaan SDA untuk memenuhi kebutuhan pokok sehari-hari melalui Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM), kegiatan bukan untuk kepentingan pengusahaan SDA oleh Badan Usaha Milik Negara (BUMN) atau Badan Usaha Milik Daerah (BUMD), dan pengusahaan SDA oleh Badan Usaha Swasta (BUS) atau perseorangan. Salah satu pertimbangan teknis dan saran untuk pengusahaan SDA adalah neraca air pada wilayah sungai. Perhitungan neraca air ini bermanfaat memastikan ketersediaan dan keberlanjutan air sungai untuk berbagai kebutuhan seperti irigasi, air baku untuk air minum, Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), perkebunan, dan sebagainya.

Untuk memastikan ketersediaan dan keberlanjutan air sungai, hal yang penting untuk diperhatikan adalah aliran sungai setiap hari. Aliran sungai (stream flow) terdiri dari aliran dasar (base flow) dan aliran cepat (quick flow). Aliran dasar (base flow) adalah debit tetap yang penyimpanan berasal dari alami, sedangkan aliran cepat (quick flow) adalah respon langsung dari hujan termasuk aliran permukaan (run-off), pergerakan lateral pada profil tanah (interflow) dan hujan yang turun langsung ke dalam permukaan sungai (direct precipitation) (Brodie dan dan Hostetler, 2005). Berbagai aktifitas, seperti manajemen sumber daya air, mengkalibrasi model hidrologi dan iklim, dan studi hidrologi cekungan, membutuhkan perkiraan aliran dasar (base flow) yang bagus (Lott dkk., 2016).

Berbagai macam metode pemisahan aliran dasar telah berkembang dalam beberapa tahun terakhir. Pada metode garis lurus, aliran dasar diasumsikan konstan (aliran sungai minimum). Pada metode kemiringan konstan, aliran dasar terus menerus meningkat dengan angka konstan. Untuk metode cekung ditujukan untuk menunjukkan fakta bahwa aliran dasar naik tertinggal di belakang aliran dalam pendakian tahap tungkai dengan memproyeksikan tren hidrografi menurun yang jelas sebelum acara curah hujan untuk langsung di bawah puncak hidrograf banjir. Sedangkan metode kurva resesi mengasumsikan bahwa aliran dasar meningkat cepat setelah presipitasi, dan waktu terjadinya puncak aliran dasar mendekati puncak banjir ketika tidak ada hubungan kekuatan air antara air tanah dangkal (groundwater) dan aliran air sungai (streamflow). Berikut ini gambar sketsa komponen aliran dengan hidrograf banjir tipikal dan grafik metode pemisahan aliran dasar (lihat Gambar 1).

Aliran dasar (base flow) dipengaruhi oleh beberapa faktor. diantaranya tutupan lahan sepanjang DAS. tutupan lahan dan perubahan penggunaan lahan secara signifikan mempengaruhi proses hidrologi (Wang dkk., 2014). Perubahan penggunaan lahan, seperti kawasan hutan menjadi perkebunan, kawasan hutan menjadi permukiman, persawahan menjadi dan sebagainya yang permukiman, mempengaruhi debit aliran permukaan (run-off). Debit run-off dipengaruhi oleh Curve Number (CN) yang merupakan pendekatan empirik untuk mengestimasi aliran permukaan run-off dari hubungan antara hujan. tutupan lahan. kelompok hidrologis tanah. Klasifikasi tutupan lahan berbeda yang mempengaruhi CN yang menyebabkan debit run-off berbeda sehingga base flow pun berbeda.



Gambar 1. Sketsa komponen aliran dengan hidrograf banjir tipikal dan grafik metode pemisahan aliran dasar (Lu, 2016).

Sungai Way Seputih adalah salah satu sungai besar yang terletak di Provinsi Lampung. Bagian hulu Sungai Way Seputih ini dalam masuk Kabupaten Lampung Barat Tanggamus, Kabupaten sedangkan bagian hilir masuk ke dalam Kabupaten Lampung Timur. Luas DAS Way Seputih adalah 749.299,201 Ha yang meliputi 6 (enam) Kabupaten dan 1 (satu) kota. Wilayah DAS Way Seputih terbesar berada di Kabupaten Lampung Tengah dengan luas 461.922.201 Ha atau 61,65% dari seluruh luas DAS Way Seputih (Edward, 2016).

Peruntukkan air permukaan Sungai Way Seputih ini diantaranya untuk irigasi, air baku air minum, dan air baku untuk industri. Untuk memastikan kebutuhan tersebut terpenuhi minimal 20 tahun ke depan, debit aliran Sungai Way Seputih harus dihitung secara tepat agar kontinuitas dan keberlanjutan air terjaga. Debit aliran sungai minimum ketika musim kemarau penting diperhatikan untuk memastikan kontinuitas debit aliran sungai. Debit aliran sungai minimum diperoleh dari aliran dasar (base flow) sungai Way Seputih.

Analisis base flow yang dilakukan pada Sungai Way Seputih ini bertujuan untuk menentukan base flow Sungai Way Seputih dan Base Flow Index (BFI) masing-masing klasifikasi tutupan lahan sebagai upaya pengendalian alih fungsi lahan. Perubahan tutupan lahan selama beberapa tahun yang lalu pasti merubah nilai aliran base flow DAS Way Seputih. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap base flow DAS Sungai Way Seputih sehingga dapat dilakukan upaya untuk mempertahankan kuantitas dan kontinuitas Sungai Way Seputih

B. TINJAUAN PUSTAKA

Metode Pemisahan Aliran dasar (Base Flow)

Aliran dasar adalah aliran yang terlambat sampai ke sungai, sebagai kontribusi dari air tanah dan aliran air dari sumber lain (Indarto dkk., 2016). Aliran dasar (base flow) adalah komponen aliran sungai yang relatif lambat dan seringkali merupakan hasil

dari pembuangan air tanah ke lahan basah, danau, sungai, dan proses antropogenik seperti pengaturan aliran dan pembuangan air limbah (Piggott dkk., 2009).

Beberapa metode yang biasa digunakan dalam pemisahan base flow adalah metode grafik, metode Recursive Digital Filter (RDF), metode grafis (Agustina, 2018), dan metode UKIH (United Kingdom Institute Hydrology) (Brodie dan dan Hostetler, 2005). Dalam penelitian ini, metode yang digunakan dalam memisahkan antara base flow dengan run-off adalah metode Recursive Digital Filter (RDF), vaitu BFLOW (Lyne & Hollick Algorithm), Chapman Algorithm, **EWMA** (Exponentially Weighted Moving Average), dan Nathan and McMahon (Agustina, 2018). Persamaan pemisahan aliran metode dasar menggunakan 4 (empat) metode ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persamaan metode pemisahan aliran dasar

Metode	Persamaan	Keterangan
BFLOW (Lyne & Hollick Algorithm)	$ \bar{q}_{(\ell)} = u * \bar{q}_{(\ell-1)} + (q_{(\ell)} - q_{(\ell-1)}) \frac{1 + u}{2} $	$\begin{array}{ll} qf_{(i)} &= \text{nilai } \textit{quickflow} \text{ pada hari ke i} \\ qf_{(i-1)} &= \text{nilai } \textit{quickflow} \text{ pada hari sebelumnya} \\ q_{(i)} &= \text{nilai debit pada hari ke i} \\ q_{(i-1)} &= \text{nilai debit pada hari sebelumnya} \\ &= \text{parameter filter} = 0,998 \end{array}$
Chapman Algorithm	$q_{(i)} = \frac{3 * \alpha - 1}{3 - \alpha} q_{(i-1)} + \frac{2}{3 - \alpha} (q_{(i)} - \alpha * q_{(i-1)})$	$\begin{array}{ll} qf_{(i)} &= nilai \ \textit{quickflow} \ pada \ hari \ ke \ i \\ qf_{(i-1)} &= nilai \ \textit{quickflow} \ pada \ hari \ sebelumnya \\ q_{(i)} &= nilai \ debit \ pada \ hari \ ke \ i \\ q_{(i-1)} &= nilai \ debit \ pada \ hari \ sebelumnya \\ &= parameter \ filter = 0.93 \end{array}$
EWMA (Exponentia lly Weighted Moving Average)	$q_{(i)} = \alpha * q_{(i)} + (1 - \alpha) * q_{(i-1)}$	$\begin{array}{ll} qb_{(i)} &= Nilai \ \textit{base flow} \ pada \ hari \ ke-i \\ qb_{(i-1)} &= Nilai \ \textit{base flow} \ pada \ hari \ sebelumnya \\ q_{(i)} &= Nilai \ debit \ pada \ hari \ ke-i \\ &= parameter \ filter = 0,001 \end{array}$
Nathan and McMahon	$q_{(i)} = \alpha * q_{(i-1)} + \beta(1+\alpha)(q_{(i)} - q_{(i-1)})$	$\begin{array}{ll} qf_{(i)} &= \text{nilai } \textit{quickflow} \text{ pada hari ke i} \\ qf_{(i-1)} &= \text{nilai } \textit{quickflow} \text{ pada hari sebelumnya} \\ q_{(i)} &= \text{nilai debit pada hari ke i} \\ q_{(i-1)} &= \text{nilai debit pada hari sebelumnya} \\ &= \text{koefisien} = 0.925 \\ &= \text{koefisien} = 0.5 \end{array}$

Uji Kinerja

Setelah mengetahui nilai *base flow* dari keempat metode tersebut, dilakukan uji kinerja. Uji kinerja ini bertujuan untuk mengevaluasi keempat model pemisahan aliran dasar yang telah disebutkan di atas secara statistik menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE) dan koefisien determinasi (R²). Untuk uji kinerja secara visualisasi ditampilkan melalui grafis *Flow Duration Curve* (FDC).

Metode selisih akar kuadrat rerata (RMSE) ini digunakan untuk mengetahui tingkat kesalahan (*error*) yang dihasilkan pada saat kalibrasi dan validasi. RMSE membandingkan antara debit *base flow* terhitung dan debit sungai (debit total di sungai) yang diasumsikan sebagai *base flow* terukur untuk menilai kinerja tiap model. Nilai RMSE yang mendekati nilai 0 (nol), maka metode perhitungan berkinerja lebih baik.

Koefisien determinasi (R²) bertujuan untuk mengukur kemampuan model dalam menerangkan variasi variabel terikat. Koefisien determinasi berasal dari koefisien korelasi yang dikuadratkan. Koefisien korelasi bertujuan untuk mengetahui kuat atau lemahnya hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat. Dalam penelitian ini, koefisien determinasi diperoleh dari grafik *scatter* antara debit sungai dan terhitung pada periode yang sama. Metode perhitungan berkinerja lebih baik jika koefisien determinasimendekati nilai 1 (satu).

Uji kinerja metode pemisahan aliran dasar secara visualisasi dilakukan menggunakan grafik FDC. Teknik pembuatan grafis FDC adalah sebagai berikut (Agustina, 2018):

- a. Urutkan data selama periode tertentu mulai dari data tertinggi hingga data terendah
- b. Tetapkan m untuk angka yang unik, dimulai dari angka 1 untuk data terbesar sampai m untuk data ke-n.
- c. Probabilitas untuk data setiap presensi waktu dapat dihitung dengan persamaan pada Tabel 2.

Persamaan uji kinerja yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Persamaan uji kinerja

Uji Kinerja	Persamaan	Keterangan
Root Mean Square Error (RMSE)	$R = \frac{\sqrt{\sum (Q_m - Q_0)^2}}{n}$	Q ₀ = debit sungai Qm = debit terhitung n = jumlah sampel
Koefisien determinasi (R ²)	$\tau_x = \frac{x}{(x^2) * (y^2)}$	r = koefisien korelasi x = variabel bebas y = variabel terikat
	$R^2 = r^2 * 100\%$	R^2 = Koefisien determinasi r^2 = Koefisien korelasi yang dikuadratkan
Grafis Flow Duration Curve (FDC)	$P = 100x \frac{m}{n+1}$	P = Probabilitas m = Posisi ranking dari data n = Total data

Model SCS-CN (Soil Conservation Service Curve Number)

Untuk menentukan perkiraan aliran permukaan (*run-off*) suatu DAS, langkah pertama adalah menentukan nilai CN (*Curv Number*) tiap klasifikasi tutupan lahan. *Curve Number* (CN) merupakan faktor yang berpengaruh dalam penentuan debit *run-off* (Fábrega dkk., 2012).

Metode SCS-CN merupakan pendekatan empirik untuk mengestimasi aliran permukaan *run-off* dari hubungan antara hujan, tutupan lahan, dan kelompok hidrologis tanah. Persamaan debit *run-off* adalah (Tikno dkk., 2012):

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P - 0.8S)} \tag{1}$$

dimana Q adalah tebal aliran permukaan (mm), P adalah curah hujan (mm), S adalah retensi air potensial maksimum atau kapasitas penyimpanan maksimum setelah *run-off* terjadi atau air yang terinfiltrasi ke dalam tanah (mm).

dimana S adalah:

$$S = 25.400 - 254 * C N \tag{2}$$

keterangan : CN = *Curve Number*

Setelah debit *run-off* hasil persamaan (2) diperoleh, Selanjutnya nilai *base flow* (qb) dihitung dari hasil selisih antara debit (q) dengan nilai *quickflow* (qf) seperti pada persamaan (3).

$$q = q - q \tag{3}$$

Dalam menentukan nilai CN, perlu memperhatikan kondisi kelembaban tanah yang biasa disebut *antecedent moisture conditions* (AMC). Klasifikasi AMC ditentukan berdasarkan jumlah hujan 5 hari sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 3. Sedangkan nilai CN untuk kelompok AMC I, II, dan III, dapat dilihat pada Tabel 4.

Nilai CN dipengaruhi juga oleh tutupan lahan suatu kawasan karena tutupan lahan mempengaruhi siklus hidrologi. Pengelompokan tanah hidrologis suatu tutupan lahan dikelompokkan menjadi 4 (empat), seperti yang dijelaskan pada Tabel 5. Laju infiltrasi minimum diperoleh berbagai literatur penelitian terdahulu, dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 3. Klasifikasi Kondisi Kelembaban Tanah (AMC)

Kelompok AMC	Jumlah hujan 5 hari sebelumnya (cm)
Kelompok I (kering)	< 3,6
Kelompok II (rerata)	3,6 - 5,3
Kelompok III (basah)	> 5,3

(Sumber: Tikno dkk., 2012)

Tabel 4. Nilai CN berdasarkan tutupan lahan dan kelompok hidrologi tanah

14001 11	1 (11641	C1 1 CC.	I Gubuii	ituii tut	up uii	1411411			OIL III C	101051	·	
Penggunaan	CN ur	ituk Al	MC I		CN ı	ıntuk 1	AMC I	Ι	CN u	intuk Al	MC III	
lahan	A	В	C	D	A	В	C	D	A	В	C	D
Hutan	12	35	51	57	25	55	70	77	45	75	87	92,2
Semak	19,8	40	54,6	61,8	36	60	73	79	56	79	89,4	93,4
Belukar												
Rumput	22,2	41	55,8	63	39	61	74	80	59	79,8	90,2	94
Tanah												
Kosong												
Tegalan/	30,2	49,8	61,8	68,6	49	69	79	84	69	86,2	93,4	96,4
Ladang												

Yusuf, A., Kusumastuti, D,I., Wahono, E,P./ Pengaruh Tutupan Lahan terhadap *Base Flow* **Siklus: Jurnal Teknik Sipil Vol 7, No. 2, Oktober 2021, pp 146-159**

Penggunaan	CN ur	ntuk Al	MC I		CN t	intuk A	AMC I	I	CN u	ntuk A	MC III	
lahan	A	В	C	D	A	В	C	D	A	В	C	D
Kebun/	27	46,2	57	67,2	45	66	77	83	65	83,8	92,2	95,8
Perkebunan												
Permukiman	55,8	67,2	76,4	79,8	74	83	89	91	90,2	95,8	97,8	98,2
Gedung	94,8	94,8	94,8	94,8	98	98	98	98	99,6	99,6	99,6	99,6
Sawah Irigasi	41	54,6	64,4	68,8	61	73	81	84	79,8	54,6	94,6	96,4
Sawah Tadah	41	54,6	64,4	68,8	61	73	81	84	79,8	54,6	94,6	96,4
Hujan Air Tawar	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(Sumber: Sumaryatno, 2014)

Tabel 5. Kelompok hidrologi tanah

КНТ	Keterangan	Laju Infiltrasi Minimum (mm/jam)
A	Potensi air larian paling kecil, termasuk tanah pasir dalam dengan unsur debu dan liat. Laju infiltrasi tinggi.	8-12
В	<u>Potensi air larian kecil</u> , tanah berpasir lebih dangkal dari A. Tekstur halus sampai sedang. Laju infiltrasi sedang.	4-8
С	<u>Potensi air larian sedang</u> , tanah dangkal dan mengandung cukup liat. Tekstur sedang sampai halus. Laju infiltrasi rendah.	1-4
D	Potensi air larian tinggi, kebanyakan tanah liat, dangkal dengan lapisan kedap air dekat permukaan tanah. Infiltrasi paling rendah.	0-1

(Sumber: Sumaryatno, 2014)

Tabel 6. Laju infiltrasi berdasarkan tutupan lahan

No.	Klasifikasi Tutupan Lahan	Laju Infiltrasi (mm/jam)	Sumber Penelitian
1.	Hutan Sekunder	5,696	
2.	Semak Belukar	3,217	
3.	Kebun Karet	2,141	
4.	Sawit	2,201	II: 1 41-1- 2010
5.	Pertanian Lahan Kering	0,750	Hidayat dkk., 2019
6.	Lahan Terbuka	0,824	
7.	Kebun Campuran	4,303	
8.	Alang-alang	0,234	
9.	Permukiman	2,808	Mandina dlala 2019
10.	Palawija	13,32	Maqdisa dkk., 2018
11.	Sawah	8,7	Vision and and distr
12.	Kebun Kelapa	18,7	Yunagardasari dkk., 2017
13.	Kebun Kakao	20,6	2017

Berdasarkan informasi AMC, tutupan lahan, dan laju infiltrasi, langkah selanjutnya adalah menghitung CN *composite* menggunakan persamaan (Nurdiyanto dkk., 2016):

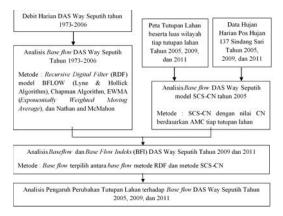
$$CN \ composite = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} A_i * C_{i}\right)}{\left(\sum_{i=1}^{n} A_i\right)} \ (4)$$

Base Flow Index (BFI).

menyatakan perbandingan antara debit aliran dasar terhadap debit total di Sungai. Nilai BFI yang tinggi menggambarkan DAS memiliki jenis aliran relatif stabil dan mampu memberikan suplai air ke Sungai meskipun pada musim kemarau yang cukup panjang (Indarto dkk., 2016). Persamaan BFI dapat dilihat pada Persamaan (5).

$$BFI=qb/q (5)$$

C. METODE PENELITIAN



Gambar 2. Diagram Alur Penelitian.

Penelitian ini berawal dari data debit harian DAS Way Seputih Tahun 1973-2006 berasal dari data sekunder PDA 137 Seputih Raman yang digunakan untuk menghitung nilai base flow dengan metode RDF. Metode RDF yang dipakai dalam analisis ini adalah model BFLOW (Lyne & Hollick Algorithm), Chapman Algorithm, EWMA (Exponentially Weighted Moving Average), dan Nathan and McMahon (lihat **Tabel 1**). Setelah itu, menganalisis metode RDF terpilih

dari keempat model tersebut menggunakan uji kinerja (lihat **Tabel 2**).

Karena data tutupan lahan yang diperoleh tahun 2005, 2009, dan 2011, maka dilakukan analisis metode SCS-CN pada tahun 2005. Untuk mendapatkan base flow model berdasarkan metode SCS-CN menggunakan data hujan harian yang diperoleh dari Pos Hujan 137 Sindang Asri serta peta tutupan lahan beserta luasan pada Tahun 2005. Klasifikasi tutupan lahan pada peta tersebut digunakan untuk menentukan nilai AMC (lihat Tabel 3) dan CN (lihat Tabel 4) masing-masing tutupan lahan. Setelah itu, melakukan analisis debit limpasan model berdasarkan SCS-CN. Base flow model SCS-CN diperoleh dari debit harian DAS Way Seputih dikurangi debit limpasan model SCS-CN.

Setelah itu melakukan uji kinerja untuk menentukan metode pemisahan aliran dasar yang terbaik (mendekati nilai base flow sebenarnya) antara metode RDF terbaik dengan model SCS-CN menggunakan metode RMSE, R², dan FDC.

Setelah terpilih model *base flow* terbaik antara *base flow* model SCS-CN dan metode RDF berdasarkan uji kinerja, kemudian analisis *base flow* DAS Way Seputih tahun 2009 dan 2011. Setelah itu, menganalisis nilai BFI dari model terpilih.

Langkah selanjutnya yaitu<u>menga</u>nalisis pengaruh perubahan tutupan lahan *terhadap base flow* diperoleh dari membandingkan *base flow* tiap tutupan lahan dengan perubahan tutupan lahan tahun 2005, 2009, dan 2011.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode yang digunakan untuk mendapatkan *base flow* DAS Way Seputih Tahun 1973-2006 adalah 4 (empat) metode RDF seperti yang sudah dijelaskan pada metode penelitian. Dalam menganalisis *base flow* metode RDF ini, data yang diperlukan adalah data debit harian Sungai Way Seputih tahun 1973-2006 yang merupakan data sekunder yang berasal dari data Pos Duga Air (PDA) 137 Seputih Raman.

Untuk menentukan metode RDF mana yang menghasilkan *base flow* yang mendekati kondisi sebenarnya dari keempat metode RDF, perlu dilakukan uji kinerja, yaitu RMSE, R², dan grafik FDC. Berikut ini hasil analisis uji kinerja terhadap keempat metode RDF (lihat Tabel 7).

Berdasarkan hasil pengujian uji kinerja pada Tabel 7, nilai RMSE mendekati 0 (nol) adalah metode Nathan and McMahon, nilai R² mendekati 1 (satu) adalah metode Chapman Algorithm dan nilai debit 80% terbesar adalah metode Nathan and McMahon, sehingga dapat disimpulkan bahwa metode pemisahan base flow pada DAS Way Seputih tahun 1973-2006 berdasarkan RDF yang terpilih dari 4 (empat) metode yang digunakan adalah metode Nathan and McMahon

Tabel 7. Hasil analisis uji kinerja keempat metode RDF

Metode Uji Kinerja	RMSE	\mathbb{R}^2	FDC (80%)
Lyne &Holick	0,4202	0,1505	0,45
Chapman Algorithm	0,2479	0,7520	0,73
EWMA	0,4440	0,0571	0,20
Nathan and McMahon	0,2402	0,7104	0,82

Langkah berikut adalah analisis metode aliran pemisahan menggunakan model SCS-CN pada tahun 2005. Berikut ini adalah klasifikasi tutupan lahan tahun 2005 beserta luas wilayah yang diperoleh

dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Provinsi Lampung dan Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung (BBWS-MS) dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Klasifikasi tutupan lahan tahun 2005

No.	Keterangan Lahan	Luas (Ha)
1.	Belukar Rawa	112,34
2.	Hutan Lahan	1.711,12
	Kering Primer	
3.	Hutan Lahan	4.754,06
	Kering	
	Sekunder	
4.	Hutan Tanaman	826,85
	Industri	
5.	Pemukiman	15.748,33
6.	Perkebunan	13.532,74
7.	Pertanian Lahan	81.120,82
	Kering	
8.	Pertanian Lahan	24.079,12
	Kering	
	Bercampur	
9.	Sawah	5.672,30
10.	Semak Belukar	8.706,39
	Jumlah	156.264,06

Penentuan nilai AMC I, II, dan III tiap klasifikasi tutupan lahan berdasarkan data hujan 5 hari sebelumnya (lihat Tabel 4), nilai CN tiap klasifikasi tutupan lahan berdasarkan Tabel 5, dan penentuan Kelompok Hidrologi Tanah berdasarkan Tabel 6. Selanjutnya menganalisis CN I composite, CN II composite, dan CN III composite menggunakan persamaan 1 sehingga diperoleh nilai pada tabel 9

Tabel 9. Nilai CN composite tahun 2005

	T
CN	Nilai
CN I composite	63,9191
CN II composite	79,8869
CN III composite	80,1315

Sebelum menganalisis *base flow* dan *Base Flow Indeks* (BFI) pada DAS Way Seputih Tahun 2009 dan 2011, perlu dilakukan uji kinerja antara *base flow*

metode Nathan and McMahon dengan base flow model SCS-CN pada tahun 2005 untuk menentukan base flow yang mendekati base flow sebenarnya pada DAS Way Seputih. Berikut ini hasil analisis uji kinerja (lihat Tabel 10).

Berdasarkan hasil pengujian uji kinerja pada tabel di atas, nilai RMSE mendekati 0 (nol) adalah model SCS-CN, nilai R² mendekati 1 (satu) adalah model SCS-CN, dan nilai debit 80% terbesar adalah metode Nathan and McMahon, sehingga dapat disimpulkan bahwa metode pemisahan *base flow* pada DAS Way Seputih tahun 2005 yang digunakan untuk menentukan *base flow* tahun 2009 dan 2011 adalah model SCS-CN.

Tabel 10. Hasil analisis uji kinerja metode Nathan and McMahon dan model SCS-CN

Uji Kinerj Metode	a RMSE	\mathbb{R}^2	FDC (80%)
Nathan and McMahon	1,1052	0,6864	7,30
Model SCS-CN	0,3923	0,9716	1.32

Untuk menentukan *base flow* tahun 2009 dan 2011 perlu menganalisis nilai CN. Tabel 11 dan Tabel 12 adalah klasifikasi tutupan lahan tahun 2009 dan 2011 beserta luas wilayah.

Tabel 11. Klasifikasi tutupan lahan tahun 2009

No.	Keterangan Lahan	Luas (Ha)
1	Bangunan	0,784
	Industri	
2	Danau	41,071
3	Hutan Lahan	24131,743
	Kering Primer	
4	Lahan Terbangun	0,274
5	Lahan Tidak	219,763
	Terbangun	
6	Perkebunan/	67.860
	Kebun	
7	Permukiman	10191,006

No.	Keterangan Lahan	Luas (Ha)
8	Rawa	39,577
9	Sawah	40980,847
10	Semak Belukar	8335,424
11	Sungai	632,554
12	Ladang/ Tegalan	3823,606
13	Waduk	7,334
	JUMLAH	156.264,06

Berdasarkan klasifikasi tutupan lahan tahun 2005 (lihat Tabel 7) sebagai dasar untuk menentukan nilai CN I, CN II, dan CN III menggunakan Tabel 4. Sedangkan penentuan kelompok hidrologi tanah (lihat Tabel 5) menggunakan laju infiltrasi berdasarkan tutupan lahan (lihat Tabel 6).

Nilai CN *composite* Tahun 2009 dan 2011 berdasarkan penentuan nilai AMC I, II, dan III tiap klasifikasi tutupan lahan, nilai CN tiap klasifikasi tutupan lahan, dan penentuan Kelompok Hidrologi Tanah.

Tabel 12. Klasifikasi tutupan lahan tahun 2011

No.	Keterangan	Luas (Ha)	
	Lahan		
1	Hutan Lahan	6.039,40	
	Kering Sekunder		
2	Semak/Belukar	13.203,49	
3	Pertanian Lahan	30.369,20	
	Kering		
	Bercampur		
	dengan Semak		
4	Pertanian Lahan	70.599,76	
	Kering		
5	Perkebunan	6.723,47	
6	Permukiman	28.392,90	
7	Sawah	935,85	
	JUMLAH	156.264,06	

Sebelum menganalisis nilai baseflow tahun 2009 dan 2011 model SCS-CN, melakukan analisis CN I composite, CN II composite, dan CN III composite tahun 2009 dan 2011 menggunakan persamaan (4) sehingga diperoleh nilai sebagai berikut:

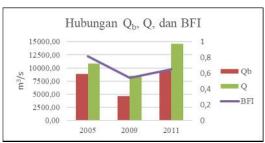
Tabel 13. Nilai CN c*omposite* tahun 2009 dan 2011

CN	Tahun 2009	Tahun 2011
CN I composite	42,7835	66,4066
CN II composite	60,8428	81,9460
CN III composite	83,6676	94,5943

Nilai Base Flow Indeks (BFI) berdasarkan model SCS-CN diperoleh dengan menggunakan persamaan (5) pada DAS Way Seputih tahun 2005, 2009, dan 2011 pada table 14

Tabel 14. Nilai Q total, Q_b total, dan BFI Tahun 2005, 2009, dan 2011

Т.1	Nilai Q _b	Nilai Q	Nilai
Tahun			BFI
2005	8.847,18	10.818,04	0,8178
2009	4.634,62	8.547,05	0,5422
2011	9.467,01	14.575,80	0,6495



Gambar 3. Hubungan Q, Qb, dan nilai BFI tahun 2005, 2009, dan 2011

BFI merupakan perbandingan debit base flow dengan debit sungai. Debit sungai dipengaruhi oleh curah hujan yang turun pada DAS Way Seputih. Pada tahun 2009 terjadi fenomena El-Nino dan tahun 2011 terjadi fenomena La-Nina sehingga terjadi perbedaan nilai debit sungai tahun 2005, 2009, dan 2011.

Pada Gambar 3 terlihat penurunan nilai BFI dari tahun 2005 ke tahun 2009 dan peningkatan nilai BFI dari tahun 2009 ke tahun 2011. Hal ini terjadi karena 2 (dua) faktor, yaitu curah hujan dan perubahan luas tiap jenis tutupan lahan. Pada tahun 2009 terjadi penurunan nilai BFI karena ada fenomena El-Nino dan penambahan klasifikasi tutupan lahan berupa bangunan industri, danau, lahan terbangun, lahan tidak terbangun, rawa, sungai, ladang/tegalan, dan waduk yang mempengaruhi debit run-off yang terjadi. Penambahan klasifikasi tutupan lahan tersebut membuat nilai CN composite Nilai **CN** menurun. menurun mengakibatkan debit run-off meningkat yang berdampak pada penurunan debit base flow.

2011 Pada tahun teriadi peningkatan nilai BFI karena ada fenomena La-Nina dan pengurangan jenis tutupan lahan, dari 13 klasifikasi tutupan lahan menjadi 7 klasifikasi tutupan lahan. Meskipun luas permukiman pada tahun ini mengalami peningkatan kurang lebih 170% dimana permukiman seharusnya menambah debit run-off, namun tertutupi oleh adanya penambahan luas pertanian lahan kering dan pertanian lahan kering bercampur semak yang menyebabkan debit base flow mengalami peningkatan tahun 2009. dibanding Hal menyebabkan nilai BFI tahun 2011 lebih besar dari nilai BFI tahun 2009. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Romlah (2018) bahwa debit sungai cenderung mengikuti perubahan curah hujan dan perubahan tutupan lahan, dalam penelitian ini perubahan tutupan lahan hutan menjadi permukiman dan perkebunan.

E. PENUTUP

1. Analisis pemisahan aliran base flow berdasarkan RDF 4 (empat) metode, Lyne&Hollick, yaitu EWMA, Nathan and McMahon, dan Chapman Algorithm menerangkan bahwa metode Nathan McMahon adalah pemisahan aliran base flow RDF terbaik berdasarkan uji kinerja. Setelah itu, RDF metode Nathan and McMahon disandingkan model SCS-CN untuk dengan menentukan debit base flow yang mendekati kondisi debit base flow sesungguhnya pada DAS Way Seputih. Dari hasil analisis dan uji kinerja, disimpulkan bahwa aliran base flow yang mendekati kondisi di DAS Way Seputih adalah pemisahan aliran dasar menggunakan model SCS-CN. Oleh karena itu. Base Flow Index (BFI) berdasarkan model SCS-CN tahun 2005, 2009, dan 2011 berturut-turut adalah 0,8178; 0,5422; dan 0,6495.

- 2. Tiap tutupan lahan memiliki nilai CN berbeda-beda tergantung dari data hujan 5 hari sebelumnya (AMC) dan laju infiltrasi. Dari nilai CN yang berbeda-beda itu, perlu dilakukan analisis untuk memperoleh nilai CN composite pada DAS Way Seputih yang dipengaruhi oleh luas wilayah tiap tutupan lahan. Untuk nilai CN I composite, CN II composite, dan CN III composite pada DAS Way Seputih tahun 2005 berturut-turut adalah 63,9191; 79,8869; 80,1315. Untuk nilai CN I composite, CN II composite, dan CN III composite pada DAS Way Seputih tahun 2009 berturut-turut adalah 42.7835; 60.8428; dan 83.6676. Sedangkan Untuk nilai CN I composite, CN II composite, dan CN III composite pada DAS Way Seputih tahun 2011 berturut-turut adalah 66,4066; 81,9460; dan 94,5943.
- 3. Nilai BFI dipengaruhi oleh debit base flow dan debit sungai. Debit sungai dipengaruhi oleh curah hujan pada DAS Way Seputih, sedangkan debit base flow dipengaruhi oleh perubahan luas tiap jenis tutupan lahan pada DAS tersebut. Pada tahun 2009 terjadi fenomena El-Nino dan tahun 2011 terjadi fenomena La-Nina yang menyebabkan perbedaan

nilai debit sungai tahun 2005, 2009, dan 2011.

Pada tahun 2011 terjadi peningkatan nilai BFI karena ada fenomena La-Nina dan pengurangan jenis tutupan lahan, dari 13 jenis tutupan lahan menjadi 7 jenis tutupan lahan. Meskipun luas permukiman pada tahun ini mengalami peningkatan 170% lebih kurang permukiman seharusnya menambah debit run-off, namun tertutupi oleh adanya penambahan luas pertanian lahan kering dan pertanian lahan kering bercampur semak yang menyebabkan debit base flow mengalami peningkatan dibanding tahun 2009. Hal ini menyebabkan nilai BFI tahun 2011 lebih besar dari nilai BFI tahun 2009. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Romlah (2018) bahwa debit cenderung mengikuti sungai perubahan curah hujan perubahan tutupan lahan, dalam penelitian ini perubahan tutupan lahan hutan menjadi permukiman dan perkebunan.

Untuk hasil analisis base flow mendekati kondisi sebenarnya perlu pengukuran langsung (data primer) debit Sungai Way Seputih untuk dibandingkan data sekunder yang ada, karena ada data debit yang tidak lengkap. Selain itu, perlu ada penelitian lebih lanjut mengenai laju infiltrasi berdasarkan jenis tanah karena pada 1 (satu) klasifikasi tutupan tanah bisa terdapat beberapa jenis tanah yang juga mempengaruhi nilai CN composite.

DAFTAR PUSTAKA

Brodie, RS., dan Hostetler, S. 2005. A review of Techniques for Analysing Base flow from Stream Hydrographs

- Fábrega D., Pinzón, R., Vallester, E., dan Vega, D. 2012. Rainfall - CN (Curv Number) relationships in a tropical rainforest microbasin within the Panamá Canal watershed.
- Indarto, Novita, E., Wahyuningsih, S., dan Ahmad, H. 2016. Studi Tentang Pemisahan Aliran Dasar pada DAS di Wilayah UPT PSDA Pasuruan, Jawa Timur. Jurnal Keteknikan Pertanian vol. 4 No. 2 P. 227-236 doi: 10.19028/jtep.04.2.227-236
- Hidayat, A., Badaruddin, dan Yamani, A. 2019. Analisis Laju dan Besarnya Volume Infiltrasi pada Berbagai Tutupan Lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Maluka. Jurnal Sylva Scienteae Vol. 02 No. 5. ISSN 2622-8963
- Khasanah, I. U. dan Sastra, A.R. 2017.
 Pengaruh Fenomena El-Nino dan
 La-Nina terhadap Perairan
 Sumatera Barat. Seminar Nasional
 Penginderaan Jauh ke-4 Tahun
 2017
- Lott, D. A., dan Stewart, M. T. 2016. Base Flow Separation: a Comparison of Analytical and Mass Balance Methods. Journal of Hydrology. Volume 535, April 2016, Pages 525-533
- Lu, J. 2016. Contribution of Base flow Nitrate Export to Non-point Source Pollution. Science China Earth Science vol 59 No. 10:1912-1929. doi 1.1007/s11430-016-5329-1
- Maqdisa, S., Jamilah, dan Marpaung, P. 2018. Kapasitas Infiltrasi pada 4 Jenis Penggunaan Lahan di Desa Sel Silau Barat Kecamatan Setia Janji Kabupaten Asahan. Jurnal Agroekoteknologi FP USU Vol. 6 No. 3, Juli 2018 (77): 558-562. E-ISSN No. 2337-6597

- MZ, Edward. 2016. Pengelolaan (Manajemen) Sumberdaya Air Sungai Kabupaten Lampung Tengah yang Memiliki Nilai Koefisien Regim Sungai (KRS) yang Besar.
- Nurdiyanto, Montarcih, L. L., dan Suhartanto, E. 2016. Analisis Hujan dan Tata Guna Lahan terhadap Limpasan Permukaan di Sub DAS Pekalen Kabupaten Probolinggo. Jurnal Teknik Pengairan, Volume 7, Nomor 1, halaman 83-94
- Peraturan Pemerintah No. 121 Tahun 2015 tentang Pengusahaan Sumber Daya Air (SDA)
- Romlah, D. R., Yuwono, S. B., Hilmanto, R., dan Banuwa, I. S. 2018. Pengaruh Perubahan Tutupan Hutan terhadap Debit Way Seputih Hulu. Jurnal Hutan Tropis Volume 6 No. 2. ISSN 2337-7771
- Sumaryatno, B. F. 2014. Penggunaan Metode Soil Conservation Service – Curve Number (SCS-CN) dalam Menduga Limpasan Permukaan di DAS Ciliwung. Skripsi Departemen Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Tikno, S., Hariyanto, T., Anwar, N., Karsidi, A., dan Aldrian E. 2012. Aplikasi Metode Curve Number untuk Mempresentasikan Hubungan Curah Hujan dan Aliran Permukaan di DAS Ciliwung Hulu-Jawa Barat. Jurnal Teknik Lingkungan Vol. 13 No. 1 Hal. 25-36. ISSN 1441-318X
- Wang, H., Gao, J., Li, X., Wang, H., dan Zhan, Y. 2014. Effects of Soil and Water Conservation Measures on Groundwater Levels and Recharge. Water 2014, 6, 3783-3806; doi:10.3390/w6123783, ISSN 2073-4441

Yusuf, A., Kusumastuti, D,I., Wahono, E,P./ Pengaruh Tutupan Lahan terhadap *Base Flow* **Siklus: Jurnal Teknik Sipil Vol 7, No. 2, Oktober 2021, pp 146-159**

Yunagardasari, C., Paloloang, A. K., dan Monde, A. 2017. Model Infiltrasi pada Berbagai Penggunaan Lahan di Desa Tulo Kecamatan Dolo Kabupaten Sigi. E-J. Agrotekbis 5 (3): 315-323, Juni 2017. ISSN: 2338-3011



© 2021 Siklus Jurnal Teknik Sipil All rights reserved. This is an open access article

distributed under the terms of the CC BY Licens (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)