

PENGARUH VARIASI PENGGUNAAN LAHAN PADA BERBAGAI FORMASI GEOLOGI TERHADAP RESESI ALIRAN DASAR DI DAS WURYANTORO PROPINSI JAWA TENGAH

Bokiraiya Latuamury^{1*}, Sudarmadji², dan Slamet Suprayogi²

¹Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Pattimura, Ambon 97123

²Jurusan Geografi Lingkungan Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta 55281

e-mail : okky.environmentalscience@gmail.com

ABSTRAC

In the environmental viewpoint, water and land characteristics are strongly influenced by some aspects such as layout, position, landscape development, natural factors and human activity impact. Spatial aspects of land and water resources are the asset of spatial-based national development. Land resources management need to consider the characteristic of both renewable and nonrenewable land resources. Hydrological characteristics is a result of interaction and interrelation of human socio-economic parameters with some watershed physical factors. Apart from that, besides land use as physical factors, there are some other factors such as morphometry, lithology, geomorphology and geology. They are all naturally come from a watershed that cannot be altered by a human (unmanageable). Some combination of watershed physical factors and the manageable factors such as land use plan, slope, and slope length will give a specific watershed response to the rainfall. Eventually, this affects the large-small of river flows behavior. Baseflow river is an essential substance for the development of water resource management strategies at watershed scale. Therefore, this study aimed to estimate baseflow river recession at various geological formation. It also influences characteristics of baseflow recession in Wuryantorosub-watershed at Wonogiri district.

Simultaneous Statistical Analysis (ANOVA) and partial (t-test) analysis show that there is a significant influence on the variation of land use in diverse geological formations toward the baseflow recession, with a determination coefficient value - Adjusted R-square is 58.1%. The simultaneous analysis describes a simultaneously effect of recession baseflow coefficient with value test of the test F table > F count at a level of confidence by 5%, and a partial analysis shows that all land use variations in three geological formations significantly influence baseflow recession. Recession model of these two relations is $Y = 1.426 + 0,583X_1 + 0,384X_2 + 0,269X_3$. This condition indicates that baseflow recession is influenced by some basic by a number of entire environmental attributes. Thus, there will be a sustainable synergy of baseflow recession management that maintain river pattern by the surrounding inhabitant as an alternative water supply for local communities.

Keywords: Baseflow, perennial river, variations in land use, geological formations

PENDAHULUAN

Aliran dasar sungai merupakan komponen genetis aliran sungai dalam suatu ekosistem DAS, karena sifat alirannya berasal dari penyimpanan airtanah dan/atau sumber aliran lambat berupa simpanan bawah permukaan (Szilagyi dan Parlange, 1997). Sungai Perennial adalah sungai yang alirannya mengalir secara terus-menerus dari hulu (sumber) menuju hilir (muara). Selama musim kemarau tahunan, aliran sungai tersusun secara keseluruhan atas aliran dasar. Sementara di musim penghujan, debit aliran sungai meningkat secara cepat. Hal ini tergambar dari hidrograf aliran sebagai respon atas kejadian hujan. Aliran dasar dicirikan dalam bentuk-bentuk hidrograf yang diturunkan dari hidrograf aliran sungai total melalui beragam teknik pemisahan aliran dasar (Longobardi *et al.*, 2008). Transformasi hujan sampai menjadi aliran dasar melalui proses yang panjang dan melibatkan atribut biofisik dan sosial ekonomi DAS, yang mempengaruhi pergerakan air (Szilagyi *et al.*, 2007). Bentuk dan tingkat keterkaitan antar atribut-atribut biofisik bersifat khas pada setiap DAS, menyebabkan kondisi aliran dasar di suatu DAS spesifik. Pengatusan air tanah ke tubuh sungai sebagai aliran dasar juga bersifat spesifik pada setiap DAS, tergantung pada intensitas dan interrelasi antar berbagai faktor saling interaksi meliputi jenis batuan (formasi geologi), tanah, bentuklahan (*landform*), morfometri DAS dan penggunaan lahan. Faktor-faktor tersebut memberikan respon terhadap keberadaan aliran dasar (*baseflow*) dalam ekosistem DAS. Karakteristik *baseflow* tidak bisa digeneralisasi, tetapi setiap DAS memiliki watak sendiri yang merupakan hasil interaksi seluruh faktor dalam ekosistem DAS (Tallaksen, 1994).

DAS Wuryantoro merupakan DAS dengan luas $\pm 17,85 \text{ km}^2$, dengan panjang sungai utama 2,18 km; kerapatan drainase (*drainage density*) $2,50 \text{ km/km}^2$ tergolong pengatusan baik, dimana nilai $1 < Dd < 5$. Nilai *Dd* DAS Keduang kerentanan terhadap banjir kategori sedang. Menurut Seyhan (1997), nilai *Dd* tinggi sifat impermeabel dan rentan terhadap banjir dan erosi, sedangkan *Dd* rendah permeabel dengan infiltrasi rendah, namun kerentanan terhadap banjir rendah. Kategori nilai rasio sirkularitas (*Circulation Ration*, *Rc*) $0,61$ tergolong antara $0,34 < Rc < 0,60$ menunjukkan bahwa bentuk DAS Wuryantoro elips, yakni debit puncak *Qp* sedang, *rising time* (*Tp*) lambat, *Tc* dengan waktu resesi lebih lambat. Kategori nisbah percabangan sungai (*Bifurcation Ratio*- *Rb*) $0,97$ berada antara $3 < Rb < 5$, yakni termasuk kriteria normal dengan puncak banjir dan resesi sedang. Menurut Horton 1932 dalam Seyhan 1997 bahwa *Rb* Tinggi ($>/<$) atau < 1 , memiliki erosi dipercepat, infiltrasi rendah dan mendukung banjir; sedangkan *Rb* Rendah ($</>$) atau > 1 memiliki airtanah dalam, infiltrasi besar dan *Surface runoff* kecil (Analisis Citra Landsat untuk Morfometri DAS Wuryantoro, 2006).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di DAS Wuryantoro, Kabupaten Wonogiri Provinsi Jawa Tengah dengan menggunakan data debit yang berasal dari Balai Pengkajian Teknologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Kementerian Kehutanan Surakarta. Penelitian ini mencakup dua bagian, yakni melakukan analisis citra satelit untuk memetakan variasi penggunaan lahan pada berbagai unit bentuklahan, dan mengumpulkan data debit untuk melakukan pemisahan aliran menjadi aliran dasar. Hasil pemisahan aliran dasar kemudian menganalisis kurva resesi untuk karakteristik resesi aliran dasar. Analisis statistik spasial digunakan untuk mengetahui keterkaitan variasi

penggunaan lahan pada berbagai unit bentuklahan terhadap karakteristik resesi aliran dasar.

Kurva resesi atau yang dikenal dengan istilah *falling limb* merupakan bagian dari hidrograf dengan debit yang semakin menurun (setelah hidrograf mencapai puncak) (Hendriks, 2010), Hidrograf banjir yang dianalisis harus memiliki periode resesi yang cukup untuk dianalisis konstanta resesinya. Tallaksen (1995) menyatakan bahwa minimal panjang periode resesi berkisar antara 3-10 hari tergantung dari rata-rata bulan kering pada suatu wilayah.

Periode resesi yang panjang dihitung nilai konstanta resesinya menggunakan persamaan eksponensial dari Maillet (1905) yang diformulasikan pada Rumus 1

$$Q_t = Q_0 \cdot e^{-\alpha t} \quad (1)$$

dimana :

Q_t = Debit dalam satuan waktu selama masa resesi (m^3/dt)

Q_0 = Debit pada awal resesi (m^3/dt)

α = Koefisien resesi

t = Waktu yang dilalui antara Q_t dan Q_0

Periode resesi digambarkan dalam bentuk hidrograf dengan terlebih dahulu diformulasikan menjadi *semi-logarithmic* plot agar dapat menentukan letak kurva debit (Q) dan waktu (t). Formula " $e^{-\alpha}$ " dari Rumus 1 diatas dapat diganti dengan " k " yang disebut dengan konstanta resesi atau *depletion factor*. k secara umum digunakan sebagai indikator keberadaan *baseflow*. Rentang nilai konstanta resesi untuk saluran/*conduit* (K_c) adalah 0,2-0,8; aliran antar/*interflow* (K_i) adalah 0,7-0,94; dan aliran dasar/*baseflow* (K_b) berkisar 0,93-0,995 (Nathan and McMahon, 1990).

Prosedur Perhitungan Konstanta Resesi

a) Pilih kejadian banjir yang memiliki resesi cukup panjang

b) Hitung (α) alpha aliran atau koefisien resesi aliran dengan rumus :

$$\alpha = \frac{(\ln Q_0 - \ln Q_t)}{(T_t - T_0)} \quad (2)$$

dimana :

$\ln Q_0$ = Natural Logarithma debit sebelum t ; $\ln Q_t$ = Natural Logarithma debit saat t ; T_t

= Waktu saat debit t ; T_0 = Waktu sebelum debit t ; Rumus (2) berasal dari penurunan

rumus :

$$Q_t = Q_{t_0} \cdot e^{-k(t-t_0)}$$

$$\ln Q_t = -k(t - t_0) + \ln Q_{t_0}$$

$$-k(t - t_0) + \ln Q_t = \ln Q_{t_0}$$

$$k(t - t_0) = \ln Q_{t_0} - \ln Q_t$$

$$k = \frac{(\ln Q_0 - \ln Q_t)}{(T_t - T_0)}$$

c) Menghitung Konstanta resesi (K_r) dengan rumus 3

$$k_r = 2,71828^{-\alpha} \quad (3)$$

Rumus 3 berasal dari penurunan rumus :

$$Q_t = Q_0 \cdot e^{-\alpha t} \quad (4)$$

$$Q_t = Q_0 \cdot k^t \quad (5)$$

Rumus (4) dan (5) menjadi :

$$Q_0 \cdot e^{-\alpha t} = Q_0 \cdot k^t$$

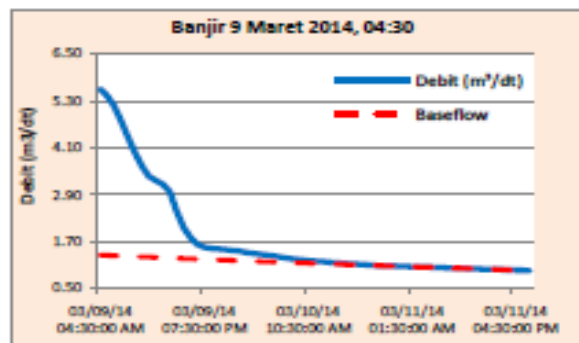
$$e^{-\alpha t} = k^t$$

$$k = e^{-\alpha}$$

d) Aliran dasar (*baseflow*) dihitung menggunakan rumus (5) yang merupakan penurunan rumus 1.

1. Tahapan perhitungan *baseflow*

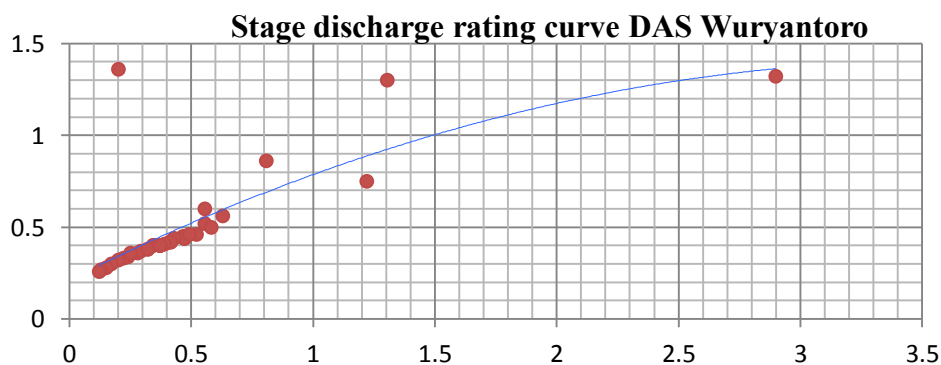
- a) Debit (m^3/dt) digunakan untuk menghitung *baseflow* dengan menggunakan rumus (5)
- b) Kemudian *trial-error* untuk menentukan permulaan *baseflow* sampai menemukan nilai terendah yang sama dengan 0. Lebih mudah menentukan titik awal permulaan *baseflow* mulai dari debit resesi paling akhir.
- c) Aplikasikan atau seret rumus diatas hingga debit puncak
- d) Untuk validasi apakah titik awal *baseflow* benar, dapat dilihat pada nilai *interflow* (Debit – *Baseflow*), nilainya tidak ada yang bernilai negatif.
- e) Hubungan debit dengan aliran dasar (*baseflow*) digambarkan pada Gambar 1



Gambar 1. Hubungan debit dengan *baseflow* tanggal 9 Maret 2014

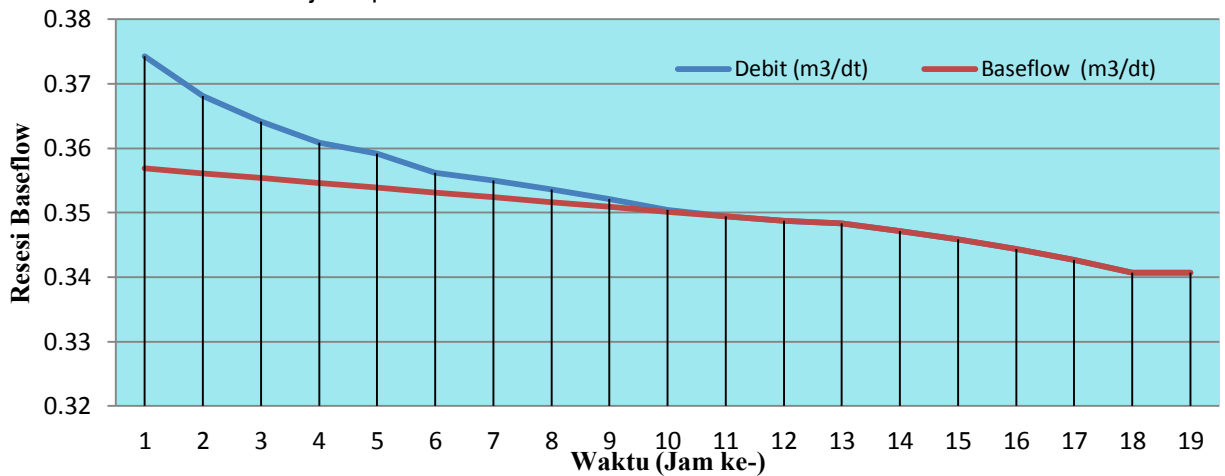
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemisahan aliran untuk menganalisis *baseflow* DAS Wuryantoro didahului dengan menganalisis *rating curve* yang diperoleh $Q = 0,375(H-0,32)^{0,32}$ disajikan pada Gambar 2.

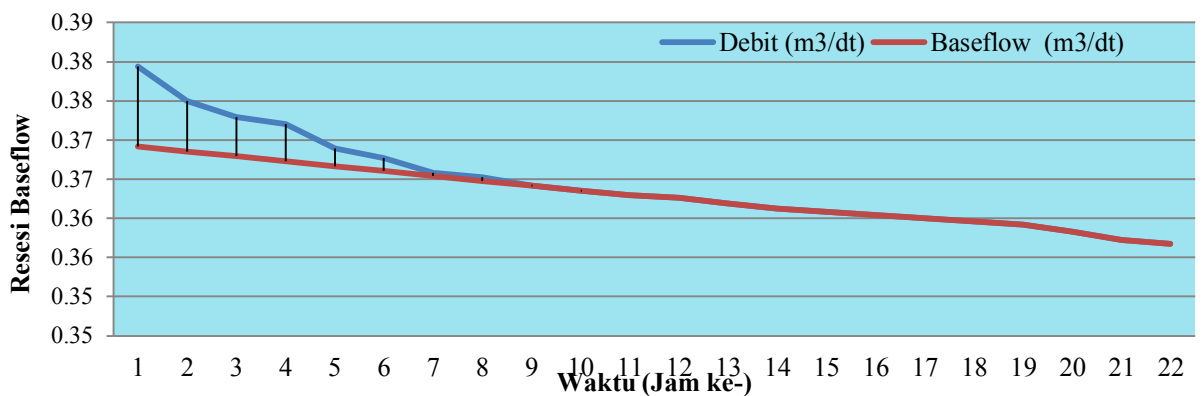


Gambar 2. Perhitungan *Rating Curve* DAS Wuryantoro Kab. Wonogiri, Jawa Tengah

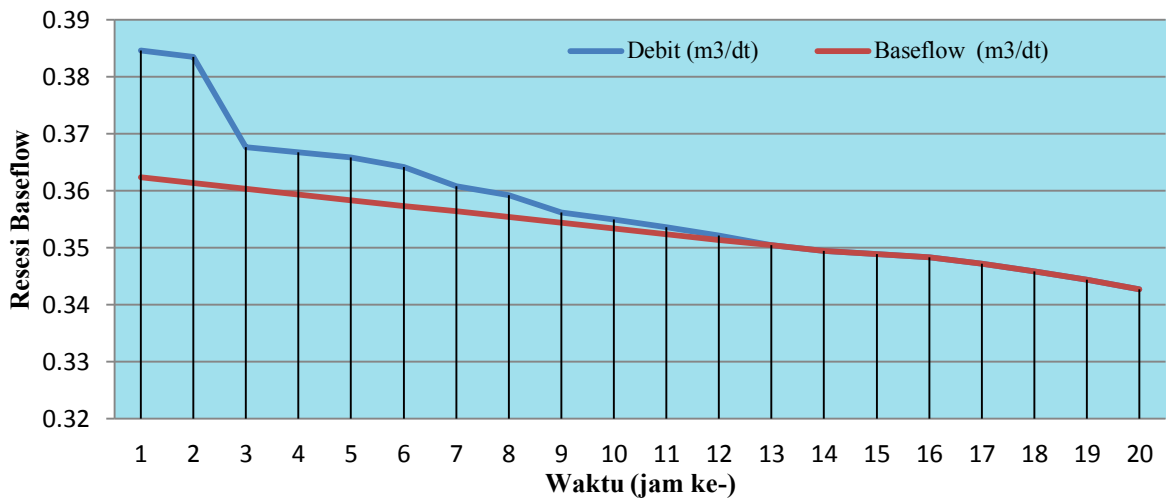
Hasil analisis hidrograf resesi DAS Wuryantoro yang disajikan pada Gambar 3.a s.d 3.c menunjukkan bahwa hidrograf resesi tanggal 28 – 29 Februari 2010 mulai terjadi resesi yang ditandai dengan *inflection point* pada jam ke-12 dengan koefisien resesi (Krb) sebesar 0,9979, dan volume baseflow rata-rata 0,267 m³/detik. Hidrograf resesi tanggal 21 – 22 Juni 2010 mulai terjadi resesi pada jam ke-11 dengan koefisien resesi baseflow sebesar 0,9983, dan baseflow rata-rata 0,281 m³/detik; dan hidrograf resesi Tanggal 5 – 6 November 2010 mulai terjadi resesi pada jam ke-14 dengan koefisien resesi sebesar 0,9972, dan dan baseflow rata-rata 0,280 m³/detik. Ketiga kurva resesi baseflow berdasarkan nilai koefisien resesi membentuk kurva resesi landai. Kondisi baseflow DAS Wuryantoro menunjukkan memiliki kemampuan menyimpan dan meloloskan air sangat baik, didukung oleh karakteristik geologi dan/atau litologi DAS. Berdasarkan hasil analisis koefisien resesi, kemudian dilakukan perhitungan debit dan baseflow, maka hubungan debit dan baseflow disajikan pada Gambar 2a s.d 2.c.



Gambar 3.a Resesi Hidrograf Tanggal 28-29 Februari 2010



Gambar 3.b Resesi Hidrograf Tanggal 21 – 22 Juni 2010



Gambar 3.c Resesi Hidrograf 5 – 6 November 2010 (Sumber : Data SPAS BPTPDAS Surakarta yang dianalisis, 2010)

1. Hubungan geologi/litologi dan geomorfologi (landform) terhadap aliran dasar

Karakteristik hidrologi suatu daerah sangat dipengaruhi oleh geomorfologi (terutama bentuklahan), dan geologi/litologi dalam kaitannya dengan responnya terhadap aliran dasar sungai (baseflow) (Eckhardt, 2005). Litologi (batuan) merupakan unsur utama dalam bentuk lahan. Batuan yang berbeda akan memberikan kenampakan bentuklahan yang berbeda beserta karakteristiknya terhadap proses-proses geomorfik yang terjadi (Sutikno, 1971). Salah satu unsur utama dalam pembentuk tanah adalah batuan induk, sehingga litologi (batuan) menjadi dasar untuk memperoleh informasi dan karakteristik tanah di suatu objek penelitian lingkungan. Struktur geologi akan menentukan konfigurasi permukaan bumi (relief). Struktur lipatan akan berbeda dengan patahan (sesar) dalam hal topografi, relief dan proses yang berlangsung. Gerakan air tanah baik arah maupun kecepatan alirannya juga dipengaruhi oleh struktur geologi. Pada batuan yang sama tetapi struktur geologi berbeda akan mempunyai potensi airtanah yang berbeda.

Bentuklahan DAS Wuryantoro terdiri atas dataran banjir (10,363%) yang tersusun atas formasi Semilir (3,204%) dan formasi wonosari (7,160%), dataran karst (17,302%) tersusun atas formasi semilir (0,254%) dan formasi Semilir (17,047%), lereng atas perbukitan structural (21,842%) tersusun atas formasi Semilir (13,784%) dan formasi Mandalika (8,059%), dataran tengah perbukitan struktural hanya meliputi formasi Semilir (14,169%), lereng bawah perbukitan structural (36,074%) meliputi formasi Semilir (26,809%) dan formasi Wonosari (9,265%), sand bar dan teras sungai masing – masing (0,028%) dan (0,221%) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tipe bentuk lahan dan formasi geologi DAS Wuryantoro

Tipe bentuklahan	Formasi Geologi	Ha	%
Dataran Banjir	Formasi Semilir	63.582	3.204
	Formasi Wonosari	142.102	7.160
		205.684	10.363
Dataran Karst	Formasi Semilir	5.045	0.254
	Formasi Wonosari	338.347	17.047
		343.392	17.302

Lereng Atas Perbukitan Struktural	Formasi Semilir	273.569	13.784
	Formasi Mandalika	159.942	8.059
		433.510	21.842
Lereng Tengah Perbukitan Struktural	Formasi Semilir	281.224	14.169
Lereng Bawah Perbukitan Struktural	Formasi Semilir	532.084	26.809
	Formasi Wonosari	183.891	9.265
		715.975	36.074
Sand Bar	Formasi Semilir	0.556	0.028
Teras Sungai	Formasi Semilir	4.394	0.221
		1984.736	100

Sumber : analisis citra Landsat dan Peta bentuklahan, 2010

Batuan breksi yang banyak kekar (joint) atau rekahannya (*fracture*) akan bersifat lebih permeabel daripada tanpa kekar atau rekahan. Pemunculan mataair banyak ditentukan oleh struktur geologi, misalnya jalur sesar umumnya akan diikuti oleh pemunculan mataair. Ketersediaan air yang diakibatkan oleh struktur geologi akan berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetasi di daerah tertentu. Struktur geologi juga sangat berpengaruh terhadap stabilitas daerah.

Hasil analisis statistika variasi penggunaan lahan dan aliran dasar di DAS Wuryantoro disajikan pada Tabel 2 s.d Tabel 4. Model regresi menunjukkan hubungan antara variasi penggunaan lahan pada berbagai formasi geologi dan aliran dasar memiliki nilai *Adjusted R-Square* sebesar 0,581 atau (58,1 %), artinya hubungan antara kedua variabel cukup kuat, sedangkan 41,9% dipengaruhi oleh variabel diluar bentuklahan.

Tabel 2. Variasi penggunaan lahan pada formasi Geologi dan Baseflow DAS Wuryantoro, Wonogiri Jawa Tengah

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	0.683 ^a	0.655	0.581	0.821799	2.216

a. Predictors: (Constant), Formasi Mandalika, Formasi Semilir, Formasi Wonosari

b. Dependent Variable: Baselow (m3/det)

Hasil analisis ANOVA pengaruh bentuklahan terhadap baseflow di DAS Wuryantoro pada Tabel 3 menunjukkan bahwa parameter bentuklahan berpengaruh secara bersama-sama terhadap baseflow, dengan nilai F-hitung (16,753) > F-tabel (3,072) pada tarap kepercayaan 5%.

Tabel 3. Hasil ANOVA Variasi penggunaan lahan pada formasi Geologi terhadap Baseflow di DAS Wuryantoro, Wonogiri Jawa Tengah

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	0.339	3	0.113	16.753	0.000 ^b
	Residual	2.168	21	0.007		
	Total	2.507	24			

a. Dependent Variable: Baselow_1 (m³/det)

b. Predictors: (Constant), Formasi Mandalika, Formasi Semilir, Formasi Wonosari

Hasil analisis statistik secara parsial (uji satu per satu variabel) variasi penggunaan lahan pada berbagai tipe bentuklahan terhadap baseflow disajikan pada Tabel 4. Variasi penggunaan lahan pada tipologi bentuklahan kerucut vulkan, lereng bawah gunungapi dan lereng bawah tidak berpengaruh signifikan terhadap baseflow, dimana nilai uji t-hitung < t-tabel secara berturut-turut (0,811), (0,803) dan (1,781) < t-tabel (2,074) pada signifikansi lebih besar dari alfa 0,05. Sedangkan bentuklahan lain seperti lereng atas gunungapi, lereng tengah gunungapi, lereng perbukitan struktural, perbukitan struktural, dan escarpment berpengaruh signifikan terhadap baseflow, dengan t-hitung > t-tabel.

Tabel 4. Hasil Uji Regresi Parsial variasi penggunaan lahan pada formasi geologi terhadap Baseflow di DAS Wuryantoro, Wonogiri Jawa Tengah

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error				Tolerance	VIF
(Constant)	1.426	0.025		4.031	0.000		
Formasi Semilir	0.583	0.011	0.109	3.082	0.038	0.980	1.678
Formasi Wonosari	0.384	0.020	0.052	2.988	0.024	0.027	2.541
Formasi Mandalika	0.269	0.032	0.330	6.303	0.000	0.980	1.339

Dependent Variable: Baselow (m³/det)

2. Variasi penggunaan lahan periode pada beberapa formasi geologi dan tipe bentuklahan

Variasi perubahan penggunaan lahan adalah perubahan fungsi sebagian atau seluruh kawasan lahan dari fungsinya semula (seperti yang direncanakan) menjadi fungsi lain yang membawa dampak negatif (masalah) terhadap lingkungan dan potensi lahan tersebut (Yu-Pin Lin *et al.*, 2007). Penggunaan lahan di DAS Wuryantoro didominasi oleh 6 kelas utama yakni hutan, lahan Pertanian, pemukiman, semak/belukar, lahan kosng, dan tubuh air disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Variasi penggunaan lahan (dalam Ha) Periode 2000 – 2010 DAS Wuryantoro, Wonogiri, Jawa Tengah

Kelas Penggunaan Lahan	2000	2010	Selisih
Hutan	20939,167	9787,471	-11151.7
Lahan Pertanian	12778,333	11766,144	-1012.19
Pemukiman	4793,925	16958,982	12165.06
Semak/Belukar	28,354	28,354	0,00

Lahan Kosong	61,780	61,780	0,00
Tubuh Air	0,002	0,002	0,00

Sumber : Analisis Citra Landsat 2000 dan 2010

Pola dan distribusi perubahan penggunaan lahan di DAS Wuryantoro periode tahun 2000 – 2010 disajikan pada Gambar 6. Variasi penggunaan lahan yang dominan, meliputi hutan tetap menjadi hutan, perubahan hutan menjadi lahan pertanian, perubahan hutan menjadi pemukiman, lahan pertanian tetap menjadi lahan pertanian, perubahan lahan pertanian menjadi hutan, perubahan lahan pertanian menjadi pemukiman, dan pemukiman tetap menjadi pemukiman.

Tabel 6. Variasi penggunaan lahan pada formasi geologi DAS Wuryantoro (Dalam %)

Penggunaan Lahan	Semilir	Wonosari	Mandalika
Hutan - Hutan	14.594	0.806	2.484
Hutan – Lahan Pertanian	8.540	1.482	1.817
Hutan - Pemukiman	6.724	1.311	3.075
Lahan Pertanian - Lahan Pertanian	5.608	20.297	0.155
Lahan Pertanian - Hutan	3.456	1.966	0.118
Lahan Pertanian - Pemukiman	9.286	2.902	0.378
Pemukiman - Pemukiman	10.261	4.426	0.033
Lahan Kosong - Lahan Kosong	0.000	0.084	0.000
Total	58.469	33.275	8.059

Sumber : Analisis Citra Landsat dan peta geologi 2000 dan 2010

Formasi geologi DAS Wuryantoro tersusun atas formasi Semilir (58,469%), formasi Wonosari (33,472%) dan formasi Mandalika (8,059%) disajikan pada Tabel 6. Variasi penggunaan lahan pada formasi Semilir yang dominan yakni hutan tetap menjadi hutan tertinggi (14,594%), perubahan hutan menjadi lahan pertanian (8,540%), perubahan hutan menjadi pemukiman (6,724%). Perubahan lahan pertanian menjadi hutan (3,456%), lahan pertanian menjadi pemukiman (9,286%), dan pemukiman tetap menjadi pemukiman (10,261%), Sementara Variasi penggunaan lahan pertanian tetap menjadi lahan pertanian tertinggi terdapat pada formasi Wonosari (20,297%), dan lahan kosong (0,084%).

Hasil tumpang susun peta penggunaan lahan dan peta bentuklahan memperoleh variasi penggunaan lahan pada berbagai tipe bentuklahan diharapkan dapat menggambarkan kecenderungan respon terhadap kondisi aliran dasar pada DAS Wuryantoro. Variasi penggunaan lahan hutan tetap menjadi hutan (17,924%), hutan menjadi lahan pertanian (11,786%), hutan menjadi pemukiman (11,150%), lahan pertanian tetap lahan pertanian (26,075%), lahan pertanian menjadi hutan (5,680%), lahan pertanian menjadi pemukiman (12,556%) dan pemukiman tetap menjadi pemukiman (14,819%), lahan kosong (0,720%). Variasi penggunaan lahan tertinggi terdapat pada bentuklahan lereng bawah perbukitan struktural (35,984%), diikuti oleh lereng atas perbukitan struktural (21,843%), dataran karst (17,186%), lereng perbukitan struktural (14,173%), dataran banjir (10,466%), teras sungai (0,221%), dan sand bar (0,147%). Variasi penggunaan lahan pada berbagai tipe bentuklahan menunjukkan bahwa variasi penggunaan lahan hutan,

lahan pertanian dan pemukiman umumnya dominan terjadi pada tipe bentuklahan lereng bawah perbukitan struktural disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Variasi penggunaan lahan pada berbagai tipe bentuklahan (dalam %)

Variasi PL	DB	DK	LAPS	LTPS	LBPS	SB	TS	Total
H - H	0,098	0,837	8,054	5,713	3,223	0,000	0,000	17,924
H - LP	0,463	1,305	4,997	0,625	4,233	0,027	0,135	11,786
H - PMK	0,615	0,290	3,943	1,466	8,834	0,001	0,000	11,150
LP - LP	5,850	8,442	0,407	1,007	10,359	0,009	0,000	26,075
LP - H	0,031	1,960	1,959	0,886	0,734	0,109	0,000	5,680
LP - PMK	2,877	1,714	0,669	0,676	6,544	0,000	0,085	12,566
PMK-PMK	0,513	2,637	1,814	3,799	6,055	0,001	0,000	14,819
LK - LK	0,308	0,053	0,101	0,102	0,155	0,001	0,000	0,720
Total	10,466	17,186	21,843	14,173	35,984	0,147	0,221	100

Sumber : Analisis Citra Landsat, Peta Penggunaan Lahan dan Peta Bentuklahan

Ket : DB=Dataran Banjir; DK=Dataran Karst; LAPS=Lereng Atas Perbukitan Struktural; LTPS=Lereng Bawah Perbukitan Struktural; LBPS=Lereng Bawah Perbukitan Struktural; SB=Sand Bar; TS=Teras Sungai

Hutan tetap menjadi hutan dominan terjadi pada lereng atas perbukitan struktural (8,054%), diikuti lereng tengah dan lereng bawah perbukitan struktural masing-masing (5,713%) dan (3,223), dataran karst (0,837%), dataran banjir (0,098%). Perubahan hutan menjadi lahan pertanian dominan terdapat di lereng atas dan lereng bawah perbukitan struktural dan dataran karst sebesar (4,997%), (4,233%), dan (1,303%), sand bar (0,027), teras sungai (0,135%). Perubahan hutan menjadi pemukiman dominan terdapat pada lereng bawah perbukitan struktural (8,834%), diikuti oleh lereng atas (0,615%), lereng tengah (0,290%), dan sand barr (0,001%). Lahan pertanian tetap menjadi lahan pertanian dominan terdapat pada lereng bawah perbukitan struktural (10,359%), diikuti oleh dataran karst (8,442%), dataran banjir (5,850%), lereng tengah (1,007%) lereng atas (0,407%), sand bar (0,009%). Perubahan lahan pertanian kembali menjadi hutan terdapat di dataran karst (1,960%), lereng atas (1,956%), lereng tengah (0,886%), lereng bawah (0,734%), sand bar (0,109%) dan dataran banjir (0,031%). Perubahan lahan pertanian menjadi pemukiman dominan terdapat di lereng bawah perbukitan struktural (6,544%), datan banjir (2,877%), dataran karst 1,714%), lereng atas dan lereng tengah masing-masing (0,669%) dan (0,676%), teras sungai (0,085%). Pemukiman tetap menjadi pemukiman dominan terdapat pada lereng bawah perbukitan struktural (6,055%), diikuti lereng tengah (3,799%), dataran karst (2,637%), lereng atas (1,814%), dataran banjir (0,513%), dan sand barr (0,001%).

Perubahan Penggunaan lahan di DAS dapat mempengaruhi pasokan air dengan merubah proses hidrologi seperti infiltrasi, resapan airtanah, aliran dasar dan limpasan. DAS skala besar dengan permukaan kedap (*impervious*) sering mengakibatkan limpasan permukaan dan laju erosi permukaan meningkat. Selain itu, Aktivitas manusia yang merubah pola penggunaan lahan dan mengurangi aliran dasar dengan mengubah jalur aliran airtanah ke badan air permukaan. Perubahan penggunaan lahan dan pengaruhnya terhadap proses hidrologi di tingkat DAS sangat penting dalam perencanaan dan manajemen penggunaan sumberdaya tanah dan air. Aktivitas manusia dalam merubah jenis penggunaan lahan hutan menjadi penggunaan lahan selain hutan seperti

penggunaan lahan pertanian dan pemukiman, perubahan lahan pertanian menjadi pemukiman, dapat terus memodifikasi system hidrologi dan geomorfologi di daerah-daerah penelitian. Perubahan hutan menjadi lahan pertanian (misal pertanian lahan kering maupun sawah irigasi dan/atau sawah non irigasi) dan perubahan hutan menjadi pemukiman, dapat menurunkan habitat ekosistem DAS, dan mendorong perubahan penutupan lahan (Leuven & Poudevigne, 2002). Dampak-dampak ekologi perubahan penggunaan lahan di ekosistem DAS, terutama perubahan keanekaragaman hayati, ketersediaan habitat, peningkatan amblesan tanah (*subsidence*), penurunan kualitas air, dan penurunan produksi biologis sungai (Olsen, Washington-Allen & Dale, 2005).

Perubahan penggunaan lahan dalam pelaksanaan pembangunan tidak dapat dihindari. Pola dan distribusi perubahan penggunaan lahan lebih rentan dalam mempengaruhi keberlanjutan aliran dasar sungai. Oleh karena itu pengelolaan aliran dasar sungai harus lebih memperhatikan ekosistem bantaran sungai sebagai kawasan penyangga daerah pengelolaan air. Kawasan ini berfungsi sebagai tanggul sungai, berada pada kanan dan kiri badan sungai. Kawasan ini dicirikan oleh batuan dasar yang keras yang secara alami air tidak mampu lagi untuk menerobosnya, hingga kadang kala bentuknya berkelok-kelok. Penutupan vegetasi riparian, membentuk satuan ekologi terkecil, dan dipengaruhi oleh ketinggian tempat dan jenis batuan; bantaran sungai merupakan jalur koridor hijau alur badan sungai yang memberikan jasa ekologi sebagai penyaring air limpasan, penahan nutrien dan sedimen, serta habitat bagi kehidupan satwa liar seperti mamalia terbang, binatang melata, reptil, burung, dan beberapa jenis satwa lainnya.

KESIMPULAN

1. Karakteristik resesi baseflow di DAS Wuryantoro menunjukkan kondisi aliran dasar dengan kemampuan menyimpan dan meloloskan air optimal. Kondisi ini tergambar secara grafis dari bentuk kurva resesi yang landai dan nilai koefisien resesi 0,99 dan proporsi aliran dasar rata-rata 80%. Kondisi ini menunjukkan hampir semua morfologi *landform* DAS Wuryantoro berpengaruh signifikan terhadap baseflow
2. Variasi penggunaan lahan periode 2000 – 2010 menunjukkan bahwa semua variasi penggunaan lahan berpengaruh signifikan terhadap baseflow di DAS Wuryantoro , kecuali variasi perubahan penggunaan lahan pertanian menjadi hutan yang tidak berpengaruh signifikan terhadap baseflow.
3. Hasil analisis statistik karakteristik aliran dasar di DAS Wuryantoro merupakan hasil interdependensi dan interrelasi antara parameter geospasial lingkungan. Sehingga dalam pengelolaan aliran dasar sungai di DAS harus memperhatikan sinergitas semua aspek lingkungan secara holistik dan berkesinambungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Eckhardt, K., 2005. How to construct recursive digital filters for baseflow separation? *Hydrological Processes* 19, 507–515.
- Horton, R.E., 1933. The role of infiltration in the hydrologic cycle. *Trans. Am. Geophys. Union*, 14: 446- 460.
- Longobardi,A., Villani P., 2008. Baseflow Index Regionalization analysis in a Mediterranean area and data scarcity context : Role of the catchment permesbility index. *Journal of Hydrology* 355, 63 - 75
- Lyne, V.D., Hollick, M., 1979. Stochastic time-variable rainfall runoff modelling. *Hydrology and Water Resources Symposium*. Institution of Engineers, Australia, Perth, pp. 89–92
- Maillet, E., 1905. *Essai d'hydraulique souterraine et fluviale*. Libraire Sci., A. Herman, Paris. (Cited by Hall (1968).)Nathan, R.J. and McMahon, T.A. 1990. Evaluation of Automated Techniques for Baseflow and Recession Analysis. *Water Resources Research*, Vol. 26. No. 7, Pages 1465-1473, July 1990.
- Sutikno, 1971. *Kondisi Geomorfologi dan Hubungannya dengan Kondisi Air Tanah DAS Jati dan Mlinjo* Trenggalek, Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.
- Szilagyi, J., Gribovszki, Z., Kalicz, P., 2007. Estimation of catchment- scale evapotranspiration from baseflow recession data: numerical model and practical application results. *Journal of Hydrology* 336, 206–217
- Szilagyi, J., Parlange, M.B., 1997. Baseflow separation based on analytical solutions of the Boussinesq equation. *Journal of Hydrology* 336, 206–217
- Tallaksen, L.M., 1994. A Review of Baseflow recession analysis. *Journal of Hydrology*, p.350-370
- Yu-Pin Lin, Nien-Ming Hong, Pei-Jung Wu, Chen-Fa Wu, Verburg PH., 2007. Impacts of land use change scenarios on hydrology and land use patterns in the Wu-Tu watershed in Northern Taiwan. *ELSEVIER Landscape and Urban Planning* 80, 111 - 126