

Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Limpasan Permukaan Dan Laju Aliran Puncak Sub DAS Gajahwong Hulu-Kabupaten Sleman

Andiri Rahardian¹, Imam Buchori²

Diterima : 31 Maret 2016

Disetujui : 18 Juli 2016

ABSTRACT

Upstream Gajahwong Sub-Watershed included in Yogyakarta Urban Agglomeration Region and regional development of tourism that utilizes the beauty of the slopes of Mount Merapi also the support accessibility (Solo-Magelang-Semarang road; this condition is assumed to be the cause of landuse changes, followed by vegetation land shrinkage. The shrinkage's result is water catchment areas reduction that disrupts the Sub-Watershed hydrology function. One of indication is the increasing flood discharge that can be seen from the changes in surface runoff and peak flow rate. This research aims to assess the impact of landuse change on surface runoff and peak flow rate in Gajahwong Sub-Watershed using a quantitative method that consists of spatial and mathematic analysis with SCS and Rational Method. The results showed that the landuse changes impact on increasing surface runoff and peak flow rate. The surface runoff in year 2002 amounted to 3.073 mm with a peak flow rate of 98.02 m³/sec then increased to 3.901 mm with a peak flow rate of 101.65 m³/sec in year 2011. The landuse changes that occur tend to built landuse which was followed by vegetation shrinkage and impact on the increase in surface runoff and peak flow rate. Predictions in year 2031 also showed an increase in surface runoff and peak flow rate, if there is a tendency of landuse changes linearly as landuse changes in year 2002 – 2011. Alternative analytical efforts to handle surface runoff and peak flow rate showed that by combining the development of Green Open Space with water conservation technology (Biopori and Infiltration Wells) can reduce surface runoff and peak flow rate.

Key Word: Sub-Watershed, Landuse Change, Surface Runoff, Peak Flow Rate

ABSTRAK

Wilayah Sub DAS Gajahwong Hulu, Kabupaten Sleman termasuk Kawasan Aglomerasi Perkotaan Yogyakarta dan daerah pengembangan kepariwisataan yang memanfaatkan keindahan lereng Gunung Merapi serta dukungan aksesibilitas (jalur Solo-Magelang-Semarang); kondisi ini diasumsikan menjadi penyebab terjadinya perubahan penggunaan lahan yang diikuti dengan penyusutan lahan vegetasi. Penyusutan lahan vegetasi mengakibatkan pengurangan daerah resapan air sehingga mengganggu fungsi hidrologi Sub DAS ini. Salah satu indikasinya ialah peningkatan debit banjir yang dapat dilihat dari perubahan limpasan permukaan dan laju aliran puncaknya. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dampak perubahan penggunaan lahan terhadap limpasan permukaan dan laju aliran puncak di Sub DAS Gajahwong Hulu menggunakan metode kuantitatif, terdiri dari analisis spasial dan matematis dengan metode SCS dan Rasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan di Sub DAS Gajahwong hulu berdampak pada peningkatan limpasan permukaan dan laju aliran puncak di wilayah tersebut. Limpasan permukaan di Sub DAS Gajahwong hulu pada tahun 2002 sebesar 3,073 mm dengan laju aliran puncak sebesar 98,02 m³/detik meningkat menjadi 3,901 mm dengan laju aliran puncaknya sebesar 101,65 m³/detik pada tahun 2011. Perubahan penggunaan lahan yang terjadi cenderung ke penggunaan lahan terbangun yang diikuti dengan penyusutan vegetasi. Analisis alternatif upaya penangan limpasan permukaan dan laju aliran puncak di Sub DAS Gajahwong hulu menunjukkan bahwa cara kombinasi dengan menggabungkan pembangunan Ruang Terbuka Hijau dengan penerapan teknologi konservasi air (Biopori dan Sumur Resapan) dapat menurunkan limpasan permukaan dan laju aliran puncak.

Kata Kunci: Sub DAS, Perubahan Penggunaan Lahan, Limpasan Permukaan, Laju Aliran Puncak

¹ Pusat Data dan Teknologi Informasi, Kementerian PU-PERA, JL. Pattimura No.20, Jakarta Selatan
Kontak Penulis : andirahardian@yahoo.com

² Dosen Magister Pembangunan Wilayah dan Kota, Undip Semarang, Jawa Tengah

PENDAHULUAN

Perubahan tata guna lahan mempengaruhi kelestarian DAS sehingga terjadi perubahan keseimbangan tata air pada suatu unit lahan dengan mempertimbangkan tingkat debit dan sedimentasi (Asdak, 2004). Sub DAS Gajahwong Hulu berada di lereng Gunung Merapi dan termasuk wilayah Kabupaten Sleman. Pengembangan perumahan dengan memanfaatkan keindahan alam lereng Gunung Merapi pun semakin berkembang. Lokasi dan karakteristik wilayah Kabupaten Sleman yang merupakan jalur Solo – Magelang – Semarang mendukung aksesibilitas wilayah tersebut sehingga memacu intensitas laju perubahan penggunaan lahan yang dikendalikan oleh izin perubahan penggunaan lahan yang relatif konsisten (Sudirman dkk, 2010). Konversi lahan menjadi lahan pemukiman dapat menyebabkan penyusutan vegetasi yang berdampak pada pengurangan daerah resapan air sehingga mengganggu fungsi hidrologi Sub DAS Gajahwong hulu. Salah satu indikasinya ialah peningkatan debit banjir yang dapat dilihat dari perubahan limpasan permukaan dan laju aliran puncak di Sub DAS Gajahwong hulu.

GAMBARAN UMUM LOKASI

Sub DAS Gajahwong Hulu berada di lereng selatan Gunung Merapi, tepatnya di Kabupaten Sleman yang meliputi Kecamatan Pakem, Kecamatan Ngemplak, Kecamatan Ngaglik, dan Kecamatan. Kelerengan bervariasi antara 0 – 45% dengan jenis tanah regosol. Curah hujan di wilayah ini berkisar dari 1.500 - 4.000 mm/tahun. Kepadatan penduduk di wilayah Sub DAS Gajahwong hulu dibedakan menjadi 3 kelas yaitu [1] kepadatan rendah mencakup Kecamatan Pakem dan Ngemplak, [2] kepadatan sedang meliputi Kecamatan Ngaglik, serta [3] kepadatan tinggi yang terletak di Kecamatan Depok. Penggunaan lahannya bervariasi antara lain badan air, hutan/vegetasi primer, rumput/semak belukar, sawah, tegalan, lahan terbuka, dan permukiman.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan analisis meliputi luas dan bentuk Sub DAS, perubahan penggunaan lahan, dampak perubahan penggunaan lahan terhadap limpasan permukaan dan laju aliran puncak, serta upaya penanganan limpasan permukaan dan laju aliran puncak. Periode waktu yang digunakan tahun 2002 dan tahun 2011.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Perubahan Penggunaan Lahan

Aktivitas manusia yang dinamis seringkali berdampak pada ekosistem DAS. Penelitian Buchori dan Tanjung (2013) menunjukkan bahwa salah satu penyebab tergenangnya area di sepanjang aliran sungai (DAS) ialah penggunaan lahan. Perambahan hutan dan konversi lahan nonproduktif untuk kegiatan pertanian di daerah tangkapan air dapat meningkatkan sedimentasi sungai dan volume debit sungai serta menghilangkan penutup lahan yang membantu dalam peresapan air hujan (Asdak, 2004). Perubahan penggunaan lahan dapat diidentifikasi melalui citra satelit Landsat dimana citra ini dapat memberikan informasi yang sangat berguna dalam studi perubahan penggunaan lahan secara rinci (Kolios dan Stylios, 2013). Analisis perubahan penggunaan lahan dalam penelitian ini menggunakan citra satelit Landsat 7 ETM+ menggunakan kombinasi band 543. Kombinasi band 543 menampilkan

reflektansi NIR dan MIR sehingga vegetasi terlihat sangat mencolok (Heine, Kotska, dan Grillmayer; 2001).

B. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) atau Indeks Kerapatan Vegetasi

NDVI adalah perbandingan nilai pantulan antara band near-infrared (NIR) dan band red (Meng et al, 2008) dimana rumusnya adalah: $NDVI = (NIR - red)/(NIR + red)$. Nilai NDVI dapat digunakan untuk estimasi nilai koefisien aliran permukaan dengan cara membagi DAS dalam 3 bagian (Wibowo dkk, 2010):

1. Nilai NDVI DAS < -0,0607 diubah menjadi persentase Tutupan Permukaan Kedap Air (TPKA). $TPKA = -63,16x^2 - 116,6x + 46,977...$ ($x = \text{nilai NDVI}$), maka $C = 0,05 + 0,91*TPKA$
2. Nilai NDVI > 0,4202 diubah menjadi persentase Kerapatan Vegetasi (PKV).
 $PKV = 127,9x - 2,4779$ dan $C = -PKV + 1$
3. Nilai NDVI berkisar antara -0,0607 — 0,4202; nilai koefisien aliran permukaannya (C) = 0,5.

C. Limpasan Permukaan

Limpasan permukaan adalah bagian curah hujan yang mengalir di atas tanah (Tsheko, 2006). Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah Metode SCS-CN. Model ini cocok untuk DAS kecil kurang dari 250 Km² dan membutuhkan data sifat fisik tanah, penggunaan lahan, dan kondisi vegetasi (Gupta dan Panigrahy, 2008). Metoda SCS berusaha mengkaitkan karakteristik DAS seperti tanah, vegetasi, dan penggunaan lahan dengan bilangan kurva (CN) yang menunjukkan potensi air larian untuk curah hujan tertentu (Asdak, 2004). Rumus Metode SCS-CN ialah sebagai berikut (Mishra dan Singh, 2004):

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

Q = Limpasan permukaan (mm)
 P = Jumlah total curah hujan (mm)
 I_a = Besarnya air yang hilang melalui simpanan permukaan, intersepsi, dan infiltrasi sebelum menjadi limpasan
 λ = Koefisien abstraksi
 I_a^* = Abstraksi non-dimensional
 C = Koefisien limpasan
 S = Retensi potensial maksimum (mm)

$$I_a = \lambda S$$

$$\lambda = \frac{CI_a^*}{(1 - I_a^*)(1 - I_a^* - C)}$$

$$S = \frac{(25400/CN) - 254}{}$$

$$CN = \frac{\sum(CN_i \times A_i)}{\sum A_i}$$

CN = Kurva limpasan; nilai 0 – 100
 Cn_i = Kurva limpasan penggunaan lahan i
 A_i = Luas penggunaan lahan i

Keterangan:

Nilai CN dipengaruhi kondisi AMC (Antecedent Moisture Categories) atau nilai kelembaban sebelumnya. Nilai CN pada Kondisi rata-rata (AMC II) dilihat pada tabel HSG SCS.

D. Laju Aliran Puncak

Laju aliran puncak menurut Soil Conservation Service (1989) ialah aliran yang terjadi saat debit banjir maksimum. Berdasarkan SNI 03-2415-1991 tentang Tata Cara Perhitungan Debit Banjir, metode yang sesuai untuk penelitian ini ialah metode empiris dimana metode empiris menggunakan parameter hujan dan karakteristik Daerah Pengaliran Sungai serta untuk luas DAS kecil memakai metode SCS dan metode Rasional.

1. Metode SCS

Metode SCS menggunakan variabel penggunaan lahan yang diwakili oleh nilai kurva limpasan (CN). Adapun rumusnya ialah (Natakusumah dkk, 2011):

$Q_p = 2,08A/T_p$	Q_p = Laju aliran permukaan (debit) puncak ($m^3/detik$)
	T_p = Waktu puncak (jam)
$T_p = T_l + 0,5T_r$	T_l = Waktu jeda/ time lag (jam)
	T_r = Satuan durasi hujan (jam)
T_l	L = Panjang sungai (km)
$= L^{0,8} \left(\frac{2540 - 22,86CN}{14104CN^{0,7}S^{0,5}} \right)$	CN = Kurva limpasan (0 – 100)
	S = Kemiringan sungai
$T_r = (R/380)^2$	R = Curah hujan (mm)

2. Metode Rasional

Variabel penggunaan lahan dalam Metode Rasional diwakili oleh nilai koefisien aliran permukaan. Metode ini memiliki rumus sebagai berikut (Suripin, 2004):

$Q_p = 0,002778CIA$	Q_p = Laju aliran permukaan (debit) puncak ($m^3/detik$)
	C = Koefisien aliran permukaan ($0 \leq C \leq 1$; $0\% \leq C \leq 100\%$)
	I = Intensitas hujan (mm/jam)
	A = Luas DAS (Ha/Km^2)

nilai $C=0$ (air berinfiltrasi dengan baik) dan nilai $C=1$ (air hujan menjadi limpasan) Semakin mendekati angka 1, kondisi DAS semakin rusak.

Perhitungan nilai koefisien aliran permukaan dilakukan dengan metode skoring dengan menggunakan parameter penggunaan lahan, kelerengan, tanah, dan kerapatan aliran (drainase). Parameter-parameter tersebut dioverlay menggunakan aplikasi ArcMap.

$C_{DAS} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$	C_i = Koefisien aliran permukaan penggunaan lahan i
	A_i = Luas penggunaan lahan i
$I = \frac{R}{24} \cdot \left[\frac{24}{T_c} \right]^{\frac{3}{4}}$	I = Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)
	R = Hujan sehari (mm)
	T_c = Waktu konsentrasi (jam)
$T_c = \left[\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right]^{0,385}$	T_c = Waktu konsentrasi (jam)
	L = Panjang sungai utama (Km)
	S = Kemiringan rata-rata saluran utama pada catchment area (m)

E. Pengujian Keandalan Metode Terpilih

Hasil analisis metode SCS dan Rasional diuji keakuratannya melalui perbandingan dengan hasil pengamatan alat di Stasiun Pos Duga Air menggunakan metode evaluasi model:

1. Relative Error (RE), dipakai untuk mengevaluasi hasil perhitungan suatu model (Moriasi et al, 2007; dalam Xiao et al, 2011).

$RE = \frac{Q_{cal} - Q_{obs}}{Q_{obs}} \times 100\%$	Semakin rendah nilai RE, maka semakin baik hasil perhitungan model terpilih.
---	--

2. Root Mean Square Error (RMSE), digunakan untuk mengukur perbedaan antara nilai prediksi model dan nilai observasi aktual dengan rumus (Mishra et al, 2004):

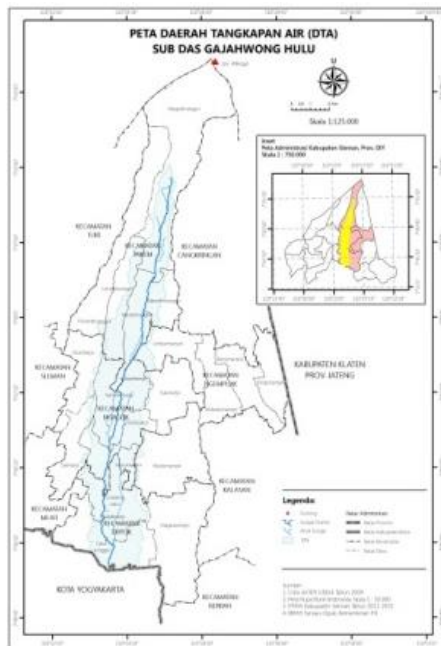
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Q_{obs} - Q_{comp})^2}$$

Nilai RMSE = 0 merupakan nilai terbaik yang mengindikasikan keakuratan model perhitungan yang digunakan. Semakin rendah nilai RMSE, maka semakin baik hasil perhitungan model terpilih

ANALISIS DAMPAK PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN TERHADAP LIMPASAN PERMUKAAN DAN LAJU ALIRAN PUNCAK DI SUB DAS GAJAH WONG HULU

A. Analisis Luas dan Bentuk Sub DAS Gajahwong Hulu

Menggunakan ASTER GDEM, diolah dengan GlobalMapper dan ArcMap. Deliniasi Daerah Tangkapan Air menghasilkan karakteristik sebagai berikut:



Sumber: Hasil analisis, 2016

GAMBAR 1.

PENGGUNAAN LAHAN SUB DAS GAJAHWONG HULU TAHUN 2011

TABEL 1.

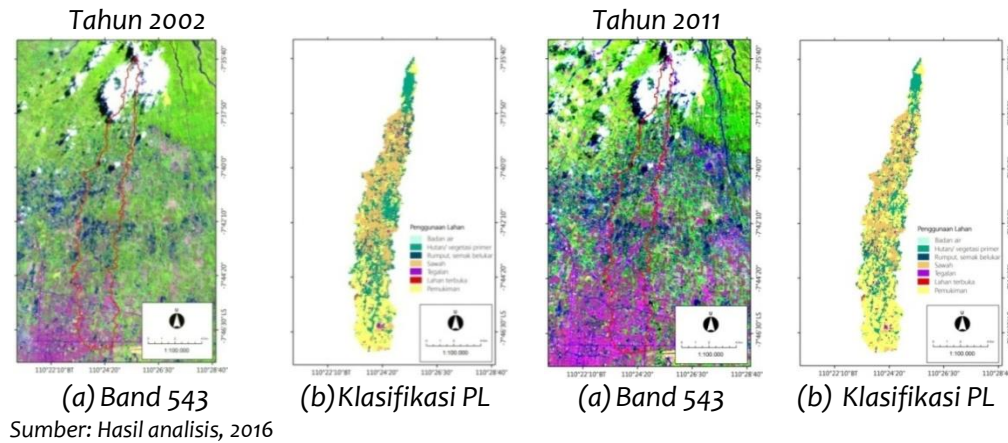
DATA FISIK SUB DAS GAJAHWONG HULU

No.	Data	Keterangan
1	Bentuk	Memanjang
2	Luas DAS	47,97 Km ²
3	Keliling DAS	60,77 Km
4	Panjang sungai utama	24,32 Km
5	Panjang sungai utama dan anak sungainya	45,07 Km
6	Kemiringan sungai	0,032 (3,2%)

Sumber: Hasil analisis, 2016

B. Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Sub DAS Gajahwong Hulu

1. Tingkat Kerapatan Vegetasi Tahun 2002 dan Tahun 2011
Berdasarkan Klasifikasi Kisaran Tingkat Kerapatan NDVI (Kemenhut, 2002) diketahui bahwa tingkat kerapatan vegetasi di Sub DAS Gajahwong Hulu pada tahun 2002 termasuk berkerapatan jarang – sedang dan tahun 2011 berkerapatan jarang. Estimasi awal nilai koefisien limpasan berdasarkan transformasi nilai NDVI ialah C = 0,5 (50%).
2. Penggunaan Lahan dan Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 2002 – 2011
Klasifikasi penggunaan lahan menggunakan Landsat 7 ETM+ dengan metode Klasifikasi Terbimbing (ArcMap). Analisis memperlihatkan bahwa sebagian besar lahan di terkonversi menjadi lahan pemukiman.



GAMBAR 2.
PENGUNAAN LAHAN SUB DAS GAJAHWONG HULU TAHUN 2011

TABEL 2.
PERUBAHAN PENGUNAAN LAHAN SUB DAS GAJAHWONG HULU TAHUN 2002 – 2011

No	Penggunaan Lahan	Luas (Ha)				Perubahan	
		Th. 2002	%	Th. 2011	%		%
1	Badan air	3,438	0,072	3,389	0,071	0,049	-1,420
2	Hutan	1020,737	21,277	747,213	15,575	273,524	-26,797
3	Rumput, semak belukar	481,052	10,027	341,385	7,116	139,668	29,034
4	Sawah	1417,245	29,542	1230,460	25,649	186,785	-13,179
5	Tegalan	51,085	1,065	42,011	0,876	9,074	-17,762
6	Lahan terbuka	8,334	0,174	8,305	0,173	0,029	-0,354
7	Pemukiman	1815,494	37,843	2424,623	50,541	609,129	+33,552
Total		4797,385	100,00	4797,385	100,00	1218,257	54,995

Sumber: Hasil analisis, 2016

C. Analisis Dampak Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Limpasan Permukaan dan Laju Aliran Puncak di Sub DAS Gajahwong Hulu

1. Kurva Limpasan (CN) dan Koefisien Aliran Permukaan (C)

Perubahan penggunaan lahan tahun 2002 – 2011 di Sub DAS Gajahwong Hulu meningkatkan nilai CN dan nilai C di wilayah tersebut. Koefisien aliran permukaan tahun 2002 dan tahun 2011 mendekati perhitungan awal melalui analisis NDVI yang menghasilkan nilai C = 0,5 (50%).

TABEL 3.
KURVA LIMPASAN (CN) DAN KOEFISIEN ALIRAN PERMUKAAN (C)

No	Penggunaan Lahan	CN (%)			C (%)		
		Th. 2002	Th. 2011	Perubahan	Th. 2002	Th. 2011	Perubahan
1	Hutan	5,319	3,894	0,366	9,527	7,083	0,257
2	Rumput, semak belukar	3,911	2,775	0,290	5,059	3,593	0,290
3	Sawah	18,021	15,646	0,132	0	14,502	0,130
4	Tegalan	0,479	0,394	0,178	0,518	0,434	0,162
5	Lahan terbuka	0,085	0,085	0,003	0,096	0,108	0,005
6	Pemukiman	19,300	25,776	0,336	21,701	7	0,368
	Total	47,115	48,569	1,301	53,572	55,406	1,212

Sumber: Hasil analisis, 2016

2. Curah Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan dihitung menggunakan metode Polygon Thiessen dengan sebaran hujan rancangan Log Normal. Periode ulang hujan yang dipakai ialah 10 tahun. Model pendugaan laju aliran puncak umumnya menggunakan interval hujan 10 tahun (Arsyad, 2010).

TABEL 4.
PERIODE ULANG CURAH HUJAN HARIAN MAKSIMUM SUB DAS GAJAHWONG HULU

No	Periode Ulang (Tahun)	Curah Hujan (mm)	Waktu Konsentrasi (jam)	Intensitas Hujan (mm/jam)
1	2	56,914	2,914	11,529
2	5	75,868	2,914	15,369
3	10	88,196	2,914	17,866
4	20	99,758	2,914	20,208
5	50	114,784	2,914	23,252
6	100	126,326	2,914	25,590

Sumber: Hasil perhitungan, 2016

3. Limpasan Permukaan

Limpasan permukaan di Sub DAS Gajahwong Hulu periode tahun 2002 dan tahun 2011 mengalami peningkatan. Asumsi sementara penyebab peningkatan ialah perubahan penggunaan lahan. Hasil analisis perubahan penggunaan lahan tahun 2002 – 2011 menunjukkan bahwa terjadi penyusutan lahan vegetasi. Nilai CN tertinggi pada lahan terbangun yang menambah nilai retensi penahanan air dan berimbas meningkatnya limpasan permukaan. Prediksi tahun 2031 menggunakan asumsi curah hujan terdistribusi secara normal dan merata serta perubahan penggunaan lahan berlangsung secara linier seperti perubahan penggunaan lahan tahun 2002 – 2011. Prediksi menggunakan Tahun 2031 didasarkan pada periode RTRW Kabupaten Sleman Tahun 2011 – 2031.

TABEL 5.
LIMPASAN PERMUKAAN SUB DAS GAJAHWONG HULU

No.	Tahun	Curah Hujan Harian Maks. (mm)	Limpasan Permukaan (mm)
1	2002	88,196	3,073
2	2011	88,196	3,901
3	2031	88,196	5,809

Sumber: Hasil perhitungan, 2016

4. Laju Aliran Puncak Metode SCS dan Metode Rasional

Volume laju aliran puncak dari periode tahun 2002 - 2011 menunjukkan peningkatan berdasarkan hasil Metode SCS dan Metode Rasional. Peningkatan terjadi akibat adanya perubahan penggunaan lahan dari lahan vegetasi (nonterbangun) yang memiliki kurva limpasan dan koefisien aliran permukaan rendah menjadi lahan nonvegetasi (terbangun) yang mempunyai kurva limpasan dan koefisien aliran permukaan tinggi sehingga berperan dalam peningkatan volume laju aliran puncak. Perubahan yang terjadi memang tidak begitu besar namun hal ini perlu diwaspadai karena potensi genangan air akan semakin meningkat.

TABEL 6.
LAJU ALIRAN PUNCAK SUB DAS GAJAHWONG HULU BERDASARKAN METODE SCS DAN METODE RASIONAL

Tahun	Curah Hujan (mm)	Intensitas Hujan (mm/jam)	CN (%)	C (%)	Waktu (jam)			Vol. Laju Aliran Puncak (m ³ /detik)	
					Jeda	Puncak	Konsentrasi	SCS	Rasional
2002	88,196	17,866	47,16	53,6	0,991	1,018	2,914	98,021	127,715
2011	88,196	17,866	48,57	55,4	0,955	0,982	2,914	101,650	132,004
2031	88,196	17,866	51,48	59,0	0,887	0,914	2,914	109,231	140,582

Sumber: Hasil perhitungan, 2016

5. Uji Keandalan Metode Terpilih

Hasil pengujian memperlihatkan bahwa penerapan metode SCS lebih baik dibandingkan metode rasional. Debit hasil perhitungan metode SCS menunjukkan nilainya lebih mendekati hasil pencatatan alat sehingga nilai pengujian lebih kecil daripada nilai pengujian Metode Rasional. Penelitian ini belum memasukkan parameter seperti infiltrasi aktual, evapotranspirasi, dan debit air kotor sehingga hasil perhitungan belum sama dengan hasil alat. Walaupun demikian, penerapan Metode SCS dan Metode Rasional mampu menggambarkan pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap limpasan permukaan dan laju aliran puncak.

TABEL 7.
UJI KEANDALAN METODE SCS DAN METODE RASIONAL DI SUB DAS GAJAHWONG HULU

Tahun	Qp Hitung (m ³ /detik)		Qp Observasi (m ³ /detik)	RE (%)*		RMSE*	
	SCS	Rasional		SCS	Rasional	SCS	Rasional
2002	98,02	127,72	83,57	17,29	52,82	2,60	7,93
2011	101,65	132,00	112,7	-9,81	17,12	1,99	3,47

*Nilai = 0 nilai terbaik. Semakin kecil nilai, semakin baik hasil perhitungan

Sumber: Hasil perhitungan, 2016

6. Hubungan Perubahan Penggunaan Lahan dengan Limpasan Permukaan dan Laju Aliran Puncak di Sub DAS Gajahwong Hulu

Analisis hubungan menggunakan Uji Korelasi Pearson. Data yang digunakan ialah perubahan penggunaan lahan dan perubahan nilai kurva limpasan (CN) mengacu pada Metode SCS sebagai metode terpilih sesuai pengujian keandalan. Uji korelasi Pearson dilakukan satu arah (1-tailed) karena hasil analisis spasial telah memperlihatkan hubungan perubahan penggunaan lahan dan perubahan nilai CN. Hubungan keduanya bersifat searah; semakin tinggi perubahan penggunaan lahan, maka semakin tinggi nilai CN serta semakin tinggi nilai CN semakin tinggi limpasan permukaan dan laju aliran puncaknya. Uji normalitas menunjukkan bahwa data berdistribusi normal sehingga dapat digunakan sebagai data uji Korelasi Pearson (Tabel 9). Uji Korelasi Pearson (Tabel 10) menunjukkan terdapat hubungan yang kuat, searah, dan signifikan. Dengan demikian, semakin tinggi perubahan penggunaan lahan dari lahan vegetasi (nonterbangun) menjadi lahan nonvegetasi (terbangun) di wilayah Sub DAS Gajahwong Hulu, maka semakin tinggi limpasan permukaan dan laju aliran puncaknya.

TABEL 8.
UJI KORELASI PEARSON

		Perubahan PL	Perubahan CN
Perubahan PL	Pearson Correlation	1	,727*
	Sig. (1-tailed)		,032
	N	7	7
Perubahan CN	Pearson Correlation	,727*	1
	Sig. (1-tailed)	,032	
	N	7	7

Sumber: Hasil perhitungan, 2016

D. Upaya Penanganan Limpasan Permukaan dan Laju Aliran Puncak di Sub DAS Gajahwong Hulu

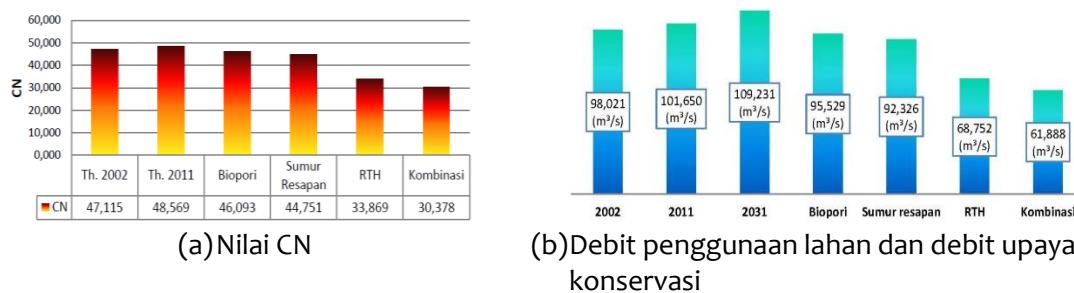
Upaya konservasi sumber daya air terkait dengan penanganan limpasan permukaan dan laju aliran puncak di Sub DAS Gajahwong Hulu dilakukan dengan menggunakan beberapa asumsi skenario yaitu:

1. Skenario pengadaan Ruang Terbuka Hijau, luasnya 30% (UUPR No.26/2007), terdiri dari RTH Publik 20% dan RTH Privat 10% (Permenpu No. 05/PR/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan).
2. Skenario pembuatan Sumur Resapan Air Hujan, 10% lahan permukiman telah membuat sumur resapan. Sumur resapan berada di lahan permukiman sehingga sumur resapan disamakan dengan RTH Privat 10%. Syarat minimal rancangan sumur resapan ialah berada di lokasi dengan tutupan vegetasi < 30%, permukiman padat penduduk, dan di lahan datar

(Permenpu No.11/PRT/M/2014 tentang Pengelolaan Air Hujan pada Bangunan Gedung dan Persilnya serta Permenlh No.12/2009 tentang Pemanfaatan Air Hujan).

3. Skenario penerapan teknologi Lubang Resapan Biopori (LRB), 10% total lahan permukiman menggunakan teknologi ini. Biopori dikarenakan masuk di dalam lahan permukiman, maka disamakan dengan RTH Privat 10%. Biopori berada di daerah sekitar permukiman, taman, halaman parkir, dan sekitar pohon (Permenpu No.11/PRT/M/2014 dan Permenlh No.12/2009).
4. Skenario penerapan kombinasi dari ketiga upaya konservasi di atas.

Simulasi upaya konservasi sumber daya air di Sub DAS Gajahwong Hulu memperlihatkan penurunan nilai kurva limpasan (CN) dan debit laju aliran puncak. Penurunan paling besar ditunjukkan oleh cara kombinasi dan apabila diterapkan dapat mengurangi debit prediksi tahun 2031 sekitar 43,3%. Kombinasi upaya konservasi air (RTH, Sumur Resapan Air Hujan, dan Lubang Resapan Biopori) dapat menjadi solusi untuk mengendalikan debit banjir di wilayah Sub DAS Gajahwong Hulu.



Sumber: Hasil perhitungan, 2016

GAMBAR 3.
PERBANDINGAN NILAI CN (A) SERTA DEBIT PENGGUNAAN LAHAN DENGAN DEBIT UPAYA KONSERVASI (B) DI SUB DAS GAJAHWONG HULU

Distribusi spasial upaya penanganan limpasan permukaan dan laju aliran puncak dibagi menjadi 3 bagian yaitu:

1. Ruang Terbuka Hijau (RTH)

Analisis menggunakan peta penggunaan lahan Sub DAS Gajahwong Hulu tahun 2011 dengan lahan hutan dan rumput/semak belukar sebagai RTH Eksisting. RTH Eksisting ini mengacu pada definisi RTH menurut Permenpu No.05/PR/M/2008, Ruang Terbuka Hijau adalah area yang penggunaannya bersifat terbuka dan tempat tumbuh tanaman, baik tumbuh alami maupun sengaja ditanam. Sub DAS Gajahwong Hulu memiliki kekurangan 350,617 Ha untuk memenuhi syarat minimal kebutuhan RTH 30%. Skenario pemenuhan kebutuhan RTH dilakukan dengan pengadaan RTH Publik di kawasan sempadan sungai dan jalan serta RTH pekarangan sebagai RTH Privat. Batas RTH Publik dibuat sesuai ketentuan dalam RTRW Kabupaten Sleman Tahun 2011-2031, Permenpu No.05/PR/M/2008, dan SNI T-14-2004 (Geometri Jalan Perkotaan).

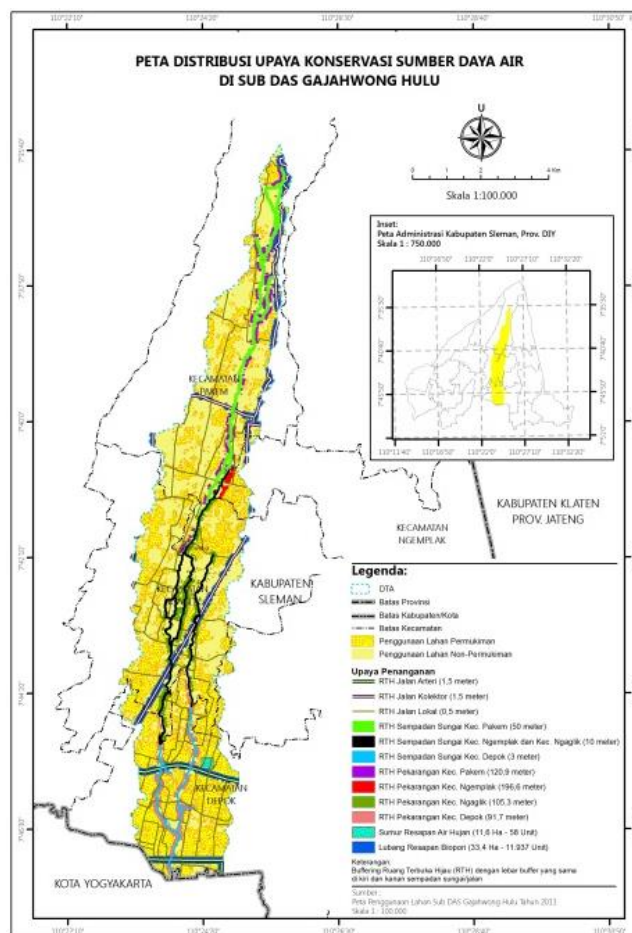
2. Sumur Resapan Air Hujan

Nilai CN dan debit upaya sumur resapan digunakan dalam penentuan jumlah sumur resapan agar sesuai dengan hasil analisis nilai CN dan debit upaya konservasi. Lokasi sumur resapan berada di Kecamatan Depok karena dari analisis telah memenuhi syarat minimal rancangan sesuai asumsi skenario pembuatan sumur resapan. Rancangan sumur resapan menggunakan parameter dari SNI-03-2453-2002 (Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan di Lahan Pekarangan) yakni [1] Sumur resapan dangkal dengan diameter lubang 1 m dan kedalaman 2

m; [2] Jenis tanah di Sub DAS Gajahwong Hulu ialah regosol dengan tekstur pasir bergeluh sehingga koefisien permeabilitas tanahnya ditentukan 0,48 m/hari. Analisis jumlah sumur resapan air hujan dengan metode perhitungan SNI-03-2453-2002 memperlihatkan bahwa untuk menurunkan debit laju aliran puncak 92,434 m³/detik membutuhkan 58 unit sumur resapan. Visualisasi distribusi sumur resapan air pada peta membutuhkan luas plot 11,6 Ha karena setiap tutupan bangunan seluas 50 m² diperlukan 1 unit sumur resapan dangkal (Permenlh No.12/2009). Plotting dilakukan pada titik berat di Kecamatan Depok yang mewakili seluruh wilayah Sub DAS Gajahwong Hulu hasil dari metode Poligon Thiessen.

3. Lubang Resapan Biopori

Analisis lubang resapan biopori ini sama dengan sumur resapan karena sama-sama berbentuk silinder. Lokasi penerapan biopori di seluruh Sub DAS Gajahwong Hulu dengan rancangan ukuran minimal berdiameter 10 cm dan kedalamannya 1 m sesuai Permenlh No.12/2009. Jumlah kebutuhan lubang resapan biopori di Sub DAS Gajahwong Hulu untuk memenuhi asumsi penerapan 10% dari total luas lahan permukiman di wilayah ini ialah 14.922 unit. Jumlah lubang resapan biopori tersebut didistribusikan ke dalam peta dengan luas plot 41,8 Ha dikarenakan setiap 7 m² luas tutupan bangunan memerlukan 1 unit lubang resapan biopori (Permenlh No.12/2009). *Plotting* dilakukan di jalan arteri dan jalan kolektor untuk memenuhi luas plot distribusi.



Sumber: Hasil analisis, 2016

GAMBAR 4.
**PETA DISTRIBUSI UPAYA KONSERVASI SUMBER DAYA AIR
DI SUB DAS GAJAHWONG HULU**

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan beberapa hal yakni:

1. Perubahan penggunaan lahan telah mengakibatkan peningkatan limpasan permukaan dan laju aliran puncak. Limpasan permukaan di Sub DAS Gajahwong hulu pada tahun 2002 sebesar 3,073 mm dan laju aliran puncak sebesar 98,02 m³/detik dan meningkat pada tahun 2011 menjadi 3,901 mm dan laju aliran puncaknya sebesar 101,65 m³/detik pada tahun 2011 berdasarkan perhitungan Metode SCS-CN.
2. Perubahan penggunaan lahan di Sub DAS Gajahwong hulu cenderung ke arah penggunaan lahan terbangun (nonvegetasi). Sebagian besar lahan vegetasi (hutan, tanaman keras, rumput, dan semak belukar) serta lahan pertanian (sawah dan tegalan) terkonversi menjadi lahan pemukiman.
3. Semakin luas penggunaan lahan terbangun (nonvegetasi) dibandingkan penggunaan lahan nonterbangun (vegetasi), maka semakin besar limpasan permukaan dan laju aliran puncak.
4. Kombinasi antara teknik biopori, sumur resapan, dan Ruang Terbuka Hijau (RTH) dalam upaya konservasi sumber daya air di Sub DAS Gajahwong hulu telah memberikan penurunan terhadap volume limpasan permukaan dan debit laju aliran puncak.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press.
- Asdak, Chay. 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Buchori, Imam and Kartika Tanjung. 2013. *Developing a Simulation Model for Predicting Inundated Areas Affected by Land Use Change: A Case Study of Keduang Sub-watershed*. The International Journal of Environmental Sustainability Vo. 9, pp: 79 – 108. CG Publisher.
- Gupta, P. K. and S. Panigrahy. 2008. *Geo-Spatial Modeling of Runoff ff Large Land Mass: Analysis, Approach and Results for Major River Basins of India*. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B2. Beijing, China.
- Heine, Erwin; Robert Kotska; and Rolland Grillmayer. 2001. *Mapping Mt. Kailash An Interdisciplinary Project On Cultural Landscape Documentation*. Space and Time – GIS and Remote Sensing Conference, 6 – 8 September, Sopron, Hungary.
- Kolios, Stavros and Chrysostomos D. Stylios. 2013. *Identification of Land Cover/Land Use Changes in The Greater Area of The Preveza Peninsula in Greece Using Landsat Satellite Data*. Applied Geography Journal Vol. 40, pp. 150 – 160. Elsevier.
- Maryono, Agus. 2005. *Menangani Banjir, Kekeringan, dan Lingkungan*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Meng, Qingmin et al. 2008. *Large Area Forest Inventory Using Landsat ETM+: A Geostatistical Approach*. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing-2008, Vol. 64, pp: 27-36. Elsevier.
- Mishra, Surendra Kumar and Vijay P. Singh. 2004. *Validity and Extension of The SCS-CN Method for Computing Infiltration and Rainfall-excess Rates*. Hydrological Processes Vol. 18, pp. 3323 – 3345. Wiley.
- Mishra, Surendra Kumar et al. 2004. *Field Applicability of the SCS-CN-Based Mishra–Singh General Model and its Variants*. Water Resources Management Vol. 19, pp: 37 – 62. Springer.
- Natakusumah, Dantje K. dkk. 2011. *Prosedur Umum Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetis dengan Cara ITB dan Beberapa Contoh Penerapannya*. Jurnal Teknik Sipil Vol. 18, No. 3, hal: 251 – 291. Institut Teknologi Bandung.

- Sarwono, Jonathan. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif & Kualitatif*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Soil Conservation Service. 1989. *Engineering Hydrology Training Series, Module 106: Peak Discharge*. USA: United States Department of Agriculture.
- Sudirman, Senthot dkk. 2010. *Analisis Faktor Penyebab dan Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Pertanian Pinggiran Kota Yogyakarta*. Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian, Vol. 4, No. 1, hal: 37 – 52. Universitas Jember.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Tsheko, Rejoice. 2006. *Comparison Between The United States Soil Conservation Service (SCS) and The Two Models Commonly Used for Estimating Rainfall-Runoff in South-Eastern Botswana*. Water SA Vol.32 No.1 January 2006. AJOL.
- Tang, Z et al. 2005. *Forecasting Land Use Change and Its Environmental Impact at A Watershed Scale*. Journal of Environmental Management Vol. 76, pp. 35 – 45. Elsevier.
- Wibowo, Hendro dkk. 2010. *Transformasi NDVI untuk Estimasi Nilai Koefisien Aliran, Kasus di DAS Citarum Hulu*. Jurnal Limnotek Vol.17, No. 2, hal: 138 – 146. LIPI.
- Xiao, Bo et al. 2011. *Application of the SCS-CN Model to Runoff Estimation in A Small Watershed with High Spatial Heterogeneity*. Pedosphere Vol. 21, No. 6, pp: 738 – 749. Elsevier.