

ANALISIS LIMPASAN LANGSUNG MENGUNAKAN METODE NRCS-CN DENGAN MODEL KOMPOSIT

(Studi Kasus pada Daerah Aliran Sungai Borobudur, SubDAS Progo, bagian hulu)

Huriyah Fadhillah¹, Puji Harsanto², Jaza'ul Ikhsan³

¹ Mahasiswa (NIM. 20120110299) ² Dosen Pembimbing I ³ Dosen Pembimbing II

ABSTRAK

Limpasan langsung yang terjadi pada suatu wilayah DAS dihasilkan dari curah hujan dan dipengaruhi oleh faktor topografi dan geologi. Data curah hujan biasanya tersedia dalam rentang waktu yang panjang sedangkan data pengukuran debit aliran sungai pada stasiun AWLR biasanya tidak tersedia atau tersedia lebih sedikit. Salah satu metode dalam mengalihragamkan data curah hujan menjadi data debit limpasan langsung adalah metode *Natural Resources Conservation Service-Curve Number (NRCS-CN)*. Metode NRCS-CN secara empiris memperhitungkan karakteristik fisik DAS seperti tanah, vegetasi, jenis penggunaan lahan dengan bilangan kurva limpasan permukaan (*runoff curve number*) yang menunjukkan potensi limpasan permukaan pada curah hujan tertentu. Pada penelitian ini analisis limpasan langsung menggunakan model komposit dan menggunakan metode NRCS-CN yang lokasi tinjauan berada pada DAS Progo hulu dengan lokasi stasiun AWLR Borobudur. Untuk hitungan distribusi hujan jam-jaman sebagai data masukan pada hidrograf ordinat satuan SCS pada penelitian ini digunakan metode *Alternating block method* sehingga akan didapat hujan efektif jam-jaman yang berbeda-beda. Data curah hujan yang digunakan adalah pada tanggal 20 - 24 Januari 2012.

Faktor kesesuaian antara hasil simulasi dengan kejadian yang sebenarnya dinyatakan dengan koefisien penentu (R^2). Dari hasil penelitian nilai *coefficient of determination (R²)* dari semua percobaan kalibrasi rata-rata bernilai 0,3 untuk kondisi hujan 1 dan 3 sedangkan untuk kondisi hujan 2 dan 4 bernilai antara 0,04-0,09. Karena nilai R^2 jauh dari mendekati angka 1 maka disimpulkan bahwa model hidrologi metode NRCS-CN tidak dapat diterapkan di DAS Progo hulu karena data debit limpasan langsung hitungan tidak mendekati hasil debit limpasan pengamatan AWLR.

Kata kunci : Limpasan langsung, metode NRCS-CN, Model komposit, *Alternating block method*

A. PENDAHULUAN

Limpasan langsung yang terjadi disuatu wilayah DAS sangat mempengaruhi debit air pada sungai. Luapan yang terjadi pada sungai merupakan *feedback* dari curah hujan yang melebihi kapasitas sungai dan tidak dapat ditampung lagi. Sama halnya dengan tata guna lahan, topografi dan geologi, kemampuan daya serap air pada tanah yang rendah dan akibat perubahan tata guna lahan yang tidak terencana juga sangat mempengaruhi terjadinya limpasan langsung. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dipandang perlu adanya penelitian untuk menganalisis serta memberikan rekomendasi penyelesaian tersebut melalui analisis model

hidrologi. Analisis ini nantinya juga akan bermanfaat pada aplikasi bidang teknik sipil dalam perancangan bangunan air. Namun permasalahan yang sering terjadi dalam analisis hidrologi adalah ketersediaan data debit aliran sungai yang biasanya tidak tersedia atau tersedia lebih sedikit dibandingkan data curah hujan. Ajward (1996, dalam Smadi 1998) mengemukakan bahwa jika data curah hujan lebih lengkap dibandingkan dengan data debit aliran sungai, maka data debit aliran sungai tiruan dapat dihasilkan menggunakan sebuah model hubungan antara curah hujan dengan limpasan langsung dari data curah hujan yang tersedia.

Salah satu metode dalam mengubah data curah hujan menjadi debit limpasan langsung adalah metode *Natural Resources Conservation Service-Curve Number (NRCS-CN)* (Smadi, 1998). Metode *NRCS-CN* memperhitungkan kondisi fisik DAS seperti penutupan lahan dan jenis tanah. Kondisi penutupan lahan dan jenis tanah tersebut akan diterjemahkan dalam suatu indeks yang mencerminkan potensi limpasan langsung, indeks tersebut dinamakan *curve number (CN)*.

Dalam studi ini membahas suatu analisa model hujan-limpasan yang bertujuan untuk mengkaji model hidrologi *NRCS-CN* dalam memberikan hasil debit limpasan langsung yang terjadi di DAS Borobudur pada tanggal 20-24 Januari 2012.

B. TINJAUAN PUSTAKA

Metode SCS dikembangkan oleh Departemen Pertanian AS, *Soil Conservation Services (SCS)* limpasan langsung *curve number, CN* (SCS, 1985), yang sekarang telah berganti nama menjadi *NRCS (Natural Resources Conservation Service)*. Metode ini mengkaitkan beberapa karakteristik DAS seperti jenis tanah, tataguna lahan (*land use*), kondisi permukaan tanah, dan kondisi kelembaban awal tanah (*Antecedent Moisture Condition, AMC*) (Asdak, 2004). Karena hujan, penutupan lahan, dan jenis tanah sifatnya bervariasi terhadap ruang (spasial), sehingga dalam proses kombinasi data sangat kompleks, oleh karena itu untuk mempermudah pengolahan data digunakan pendekatan *Geographic Information System (GIS)*, *GIS* merupakan *software* yang dapat membantu dalam menampilkan, menyimpan, menganalisis, memperbaiki, dan menghasilkan data spasial (Smadi, 1998).

Demikian juga untuk mempermudah hitungan, beberapa parameter yang sifatnya spasial dijadikan komposit. Model tidak terdistribusi (komposit) memperhitungkan volume limpasannya menggunakan asumsi bahwa hujan yang jatuh di setiap stasiun dalam

suatu DAS dianggap sama yaitu data hujan dibuat hujan merata DAS (hujan area). Untuk mendapatkan hujan efektif jam-jaman dari hujan area rata-rata digunakan metode ABM dimana hujan yang jatuh setiap jam dianggap tidak merata dan mendekati kejadian hujan sebenarnya. Hujan efektif jam-jaman ini akan menjadi data masukan untuk menganalisis limpasan langsung dalam penggunaan hidrograf ordinat satuan SCS.

Debit limpasan langsung menggunakan metode *NRCS-CN* dipengaruhi oleh curah hujan, volume simpanan penahan air (*volume of total storage*), dan abstraksi awal (*Initial abstraction*). Potensi limpasan langsung diterjemahkan dalam indeks yang disebut CN, dimana nilai CN tersebut ditentukan berdasarkan kombinasi dari tataguna lahan dan potensial tanah terhadap limpasan langsung (kelompok jenis tanah). Nilai CN bervariasi antara 0 – 100. Nilai CN 100 menunjukkan bahwa semua air hujan yang jatuh akan menjadi limpasan langsung sedangkan untuk CN bernilai nol tidak ada limpasan langsung yang dihasilkan.

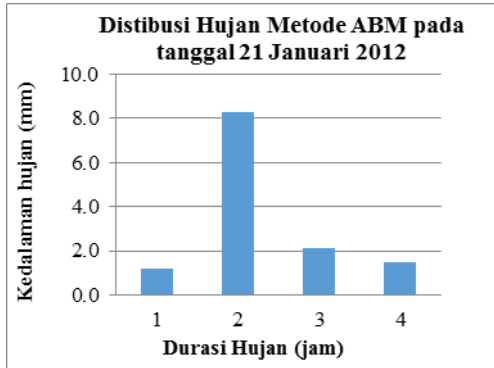
C. LANDASAN TEORI

Konsep Daur Hidrologi

Air hujan yang mencapai permukaan tanah sebagian akan terserap kedalam tanah (*infiltration*) dan sebagian lainnya akan tertampung sementara pada permukaan tanah yang tergantung pada jenis tanah, penutupan lahan dan karakteristik DAS yang lainnya. Air hujan yang berlebih akan menjadi limpasan langsung (*runoff*) kemudian mengalir di atas permukaan tanah ke tempat yang lebih rendah yang secara perlahan akan sampai ke sungai. Air yang terinfiltrasi akan menjadi aliran antara (*interflow*) dan sebagian akan mengalami perkolasi yang nantinya akan mengisi akifer tanah dan menjadi bagian dari air tanah (*groundwater*). Air tanah tersebut terutama pada musim kemarau akan mengalir pelan-pelan ke sungai menjadi baseflow (Asdak, 2004).

Alternating Block Method (ABM)

ABM merupakan model distribusi hujan untuk mengalihragamkan hujan harian ke hujan jam-jaman (Triatmodjo, 2014). Contoh hasil *hyetograph* rencana dengan metode ABM pada tanggal 21 Januari 2012 ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Hyetograph ABM

Limpasan Langsung NRCS-CN Method

Limpasan terjadi ketika jumlah hujan melampaui laju infiltrasi air ke dalam tanah. Limpasan (*surface runoff*) adalah bagian dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah. Limpasan permukaan akan mengalir melalui saluran atau parit dan akhirnya sampai kesungai. Sebelum terjadi limpasan permukaan, sebagian hujan menjadi abstraksi awal. Abstraksi awal (*Initial abstraction, I_a*) adalah fungsi penggunaan tanah, perlakuan dan kondisi, serta kandungan air tanah sebelumnya.

Parameter ini mewakili nilai intersepsi, evaporasi, dan penahan air yang akan memengaruhi kemungkinan terjadinya limpasan langsung (Arsyad, 2012). Abstraksi awal yang terjadi sebelum limpasan permukaan meliputi air yang tertahan di permukaan, air yang terintersepsi oleh vegetasi, evaporasi dan infiltrasi. *Initial abstraction, I_a* merupakan variabel yang komplek tapi secara umum (USDA NRCS, 2005), yang dapat didekati dengan berhubungan dengan tanah dan penutupan lahan persamaan empiris sebagai berikut :

$$I_a = 0,2 \times S \quad (2)$$

Parameter 0,2 adalah rasio *initial abstraction* dan dinyatakan dengan simbol λ (lamda). Variabel λ selalu berubah-ubah dari hujan ke hujan lainnya. Dengan demikian variabel λ harus dikalibrasi

untuk mendapatkan hasil yang optimal. Untuk menghitung limpasan permukaan harian, digunakan persamaan seperti berikut :

$$P_e = \frac{(P_d - I_a)^2}{(P_d - I_a) + S} \quad (3)$$

Persamaan (3) menunjukkan bahwa besar kecilnya limpasan dipengaruhi oleh retensi potensial maksimum air (S) oleh tanah, yang sebagian besar adalah karena infiltrasi. Retensi potensial maksimum memiliki bentuk yang disajikan pada persamaan berikut :

$$S = 25,4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad (4)$$

Selain merupakan fungsi karakteristik DAS, nilai CN juga harus memperhatikan kondisi kelembaban tanah sebelumnya atau biasa disebut AMC (*antecedent moisture conditions*). Kondisi AMC dibagi menjadi tiga yaitu AMC I, AMC II, dan AMC III. AMC I mewakili kondisi tanah kering (terjadi saat musim kering/kemarau) sehingga potensi limpasan kecil. AMC II adalah kondisi tanah normal. AMC III mewakili kondisi tanah basah (terjadi saat musim penghujan) dan kemungkinan potensi limpasan langsung besar. Tabel nilai CN yang diberikan oleh NRCS adalah nilai CN pada kondisi normal (AMC-II). Untuk mencari nilai AMC-I dan AMC-III NRCS dapat menggunakan persamaan berikut :

$$CN-I = \frac{4,2 \times CN-II}{10 - 0,058 \times CN-II} \quad (5)$$

$$CN-III = \frac{23 \times CN-II}{10 - 0,13 \times CN-II} \quad (6)$$

(Sumber : Triatmodjo, 2014)

dengan:

CN-I = Nilai CN untuk kondisi AMC-I

CN-II = Nilai CN untuk kondisi AMC-II

CN-III = Nilai CN untuk kondisi AMC-III

D. METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini meninjau lokasi DAS Borobudur yang merupakan sub-DAS Progo dengan lokasi stasiun *Automatic Water Level Recorder (AWLR)* di Stasiun AWLR Borobudur dengan menggunakan data pada bulan Januari 2012. Wilayah DAS Progo terletak pada 109° 59' BT – 110° 291' BT dan 07° 12' LS – 08° 04' LS. Ruas sungai yang dijadikan sebagai objek penelitian adalah ruas Sungai Progo sepanjang ± 68 km dari hulu dengan hilir sungai berada di

daerah Stasiun AWLR Borobudur.

Sumber Data

Dalam melakukan analisis limpasan langsung diperlukan data-data yang mendukung baik data primer maupun data sekunder. Berikut data-data yang diperlukan dan sumber data yang diperoleh :

1. Data curah hujan harian, sumber data dari ARR (Automatic Rainfall Recorder) yang dikelola oleh (KPU-BBWS) Serayu-Opak.
2. Data muka air harian dan debit aliran sungai harian, sumber data *Automatic Water Level Recorder (AWLR)* Borobudur yang dikelola oleh (KPU-BBWS) Serayu-Opak.
3. Data tata guna lahan dan peta topografi diperoleh dari kantor Pusat Pelayanan Informasi Kebumihan (PPIK) Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

E. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Hujan Area Rata-Rata

Analisis hidrologi pada penelitian ini mengubah hujan titik menjadi hujan area menggunakan *Thiessen Polygon Method*. Dimana dalam satu DAS terdapat 16 stasiun, diantaranya stasiun Seneng, Sawangan, Grabag, Kebraman, Jumo, Salaman, Mendut, Kaliloro, Kalegen, Muntilan, Dukun, Babadan, Ngablek, Ngadirejo, Kandangan, dan Badran. Karena menggunakan metode komposit, masing-masing kedalaman hujan di tiap stasiun dikalikan dengan luasan *polygon* yang mewakili tiap stasiun tersebut sehingga diperoleh hujan area rata-rata. Untuk menghitung hujan area rata-rata dapat menggunakan persamaan 7.

$$\bar{p} = \frac{A_1 p_1 + A_2 p_2 + \dots + A_n p_n}{A_n + A_n + \dots + A_n} \quad (7)$$

Hasil analisa data curah hujan area rata-rata pada tanggal 20-24 Januari 2012 pada subDAS Progo dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Curah Hujan Area Rata-Rata

Tanggal	Curah hujan area rata-rata (mm)
20	2.22
21	13.12
22	9.42
23	7.06
24	0.59

Menentukan Hujan Efektif (Pe) dengan menggunakan Metode ABM

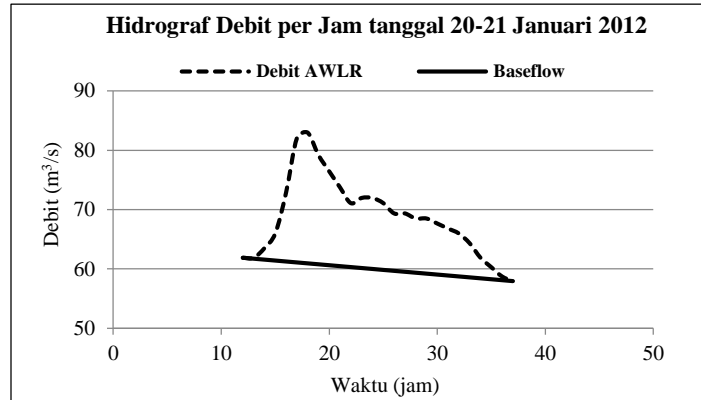
Dalam menganalisis debit limpasan, diperlukan masukan berupa hujan rancangan yang didistribusikan kedalam kedalaman hujan jam-jaman (*hyetograph*). Berikut contoh hitungan *hyetograph* dengan metode ABM :

Tabel 2 Distribusi Hujan metode ABM pada tanggal 21 Januari 2012

Td	Δt	I_t	$I_t T_d$	Δp	Pt (%)	hyetograph	
jam	jam	mm/jam	mm	mm	%	%	mm
1	0-1	4.5497	4.5497	4.5497	62.9961	9.144	1.2
2	1-2	2.8662	5.7323	1.1826	16.374	62.9961	8.2674
3	2-3	2.1873	6.5619	0.8295	11.486	16.374	2.1489
4	3-4	1.8056	7.2223	0.6604	9.144	11.486	1.5074
jumlah				7.22	100	100	13.12

Pemisahan Aliran Dasar Sungai Progo di DAS Borobudur

Proses pemisahan hidrograf debit aliran dasar dari hidrograf debit aliran sungai jam-jaman pengukuran AWLR menggunakan pendekatan *straight line method*. Cara ini merupakan cara paling sederhana yakni dengan menghubungkan titik dimana limpasan permukaan limpasan mulai terjadi, dengan titik pemisah aliran dasar pada kurva resesi. Contoh hidrograf debit aliran dasar (*baseflow*) jam-jaman pada tanggal 20-21 Januari 2012 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Hidrograf Baseflow pada tanggal 20-21 Januari 2012

Penentuan Nilai CN DAS Borobudur

Proses penentuan nilai *Curve Number* (CN) dilakukan dengan menggunakan peta tataguna lahan dan peta DAS Progo hulu sebagai data masukan. Dengan menggunakan *software ArcMap V.10, Analysis Tools Clip* digunakan dalam proses membuat irisan dari peta tataguna lahan dan peta DAS Progo hulu. Data tekstur

tanah untuk seluruh wilayah di DAS Borobudur dikelompokkan dalam satu jenis tanah yaitu kelompok B dalam *Hydrologic Soil Groups*, maka luasan dan nilai CN di DAS Borobudur identik dengan tataguna lahan saja. Hasil nilai *Curve Number* pada DAS Borobudur ditunjukkan pada Tabel 3.

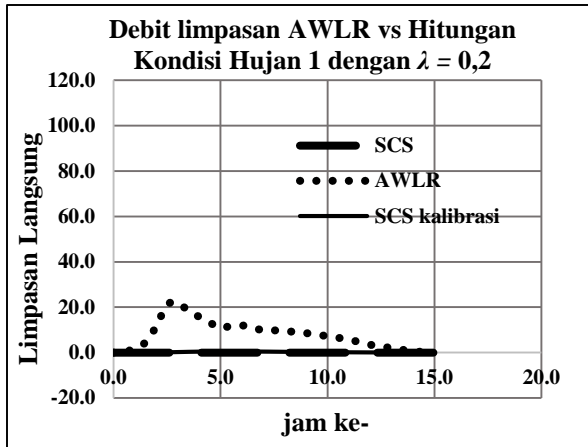
Tabel 3. Nilai *Curve Number* Simulasi pada DAS Borobudur

No	Tataguna Lahan	Luas (m ²)	Persentase (%)	Faktor Pembobot	CN-II	CN-III	CN-III Komposit
1	SAWAH TADAH HUJAN	339557214.1	22.614	0.2261	73.0	86.1	19.48
2	PEMUKIMAN	230624947.5	15.360	0.1536	85.0	92.9	14.27
3	KEBUN	433467591.8	28.869	0.2887	65.0	81.0	23.39
4	SAWAH	228748200.5	15.235	0.1523	73.0	86.1	13.12
5	TANAH LADANG	174159647.4	11.599	0.1160	86.0	93.4	10.83
6	AIR TAWAR	6419061.9	0.428	0.0043	100.0	100.0	0.43
7	RUMPUT	20984197.9	1.398	0.0140	69.0	83.7	1.17
8	BELUKAR	61963495.5	4.127	0.0413	72.0	85.5	3.53
9	GEDUNG	857211.6	0.057	0.0006	92.0	96.4	0.06
10	TANAH BERBATU	455296.9	0.030	0.0003	77.0	88.5	0.03
11	HUTAN	4265215.1	0.284	0.0028	60.0	77.5	0.22
Jumlah		1501502080.2	100.0	1.0			86.52

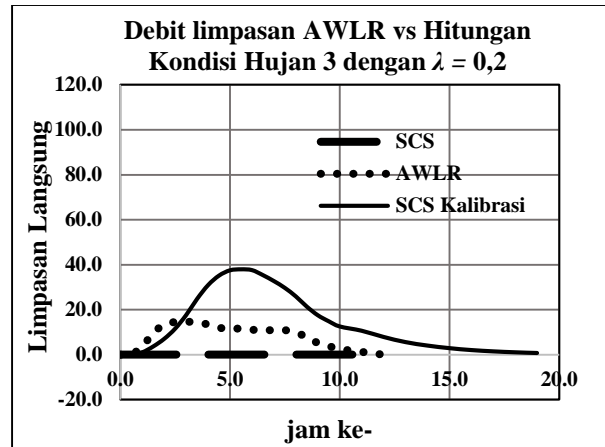
Simulasi Limpasan Langsung menggunakan Metode NRCS-CN

Dalam penelitian ini debit limpasan simulasi dianalisis menggunakan parameter asli $\lambda = 0,2$ untuk mengetahui apakah nilai lamda tersebut menghasilkan debit simulasi hitungan yang mendekati debit pengamatan AWLR atau tidak. Jika tidak sesuai maka perlu dilakukan proses kalibrasi nilai rasio *initial abstraction* (λ) agar mendapatkan grafik debit limpasan langsung hitungan (metode *NRCS-CN*) yang mendekati

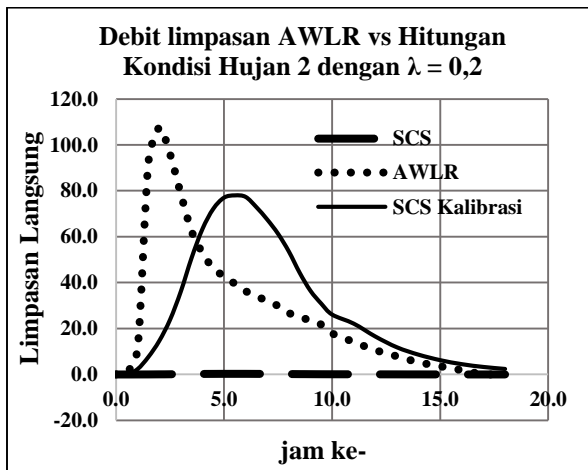
keadaan sebenarnya dilapangan (debit limpasan langsung AWLR). Hasil perbandingan hidrograf debit dengan parameter asli $\lambda = 0,2$ dan debit hasil kalibrasi $\lambda = 0,02$ dengan debit pengamatan AWLR ditunjukkan pada Gambar 3, 4, 5 dan 6.



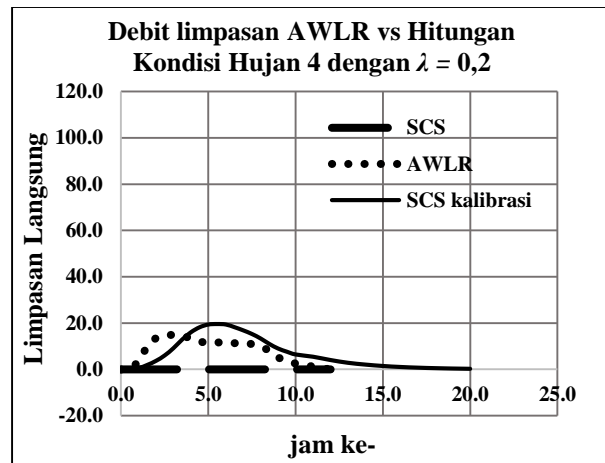
Gambar 3. Kondisi Hujan 1



Gambar 5. Kondisi Hujan 3



Gambar 4. Kondisi Hujan 2



Gambar 6. Kondisi Hujan 4

Kedekatan hasil simulasi limpasan langsung metode *NRCS-CN* kalibrasi dan limpasan langsung pengamatan *AWLR* dapat dilihat dari hasil uji korelasi dari kedua hidrograf debit *AWLR* dan hitungan *SCS*. Nilai korelasi dari beberapa percobaan kalibrasi ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Nilai Korelasi (R^2) pada Kondisi Hujan I, II, III, dan IV

Kalibrasi λ	Nilai Korelasi Kondisi Hujan			
	I	II	III	IV
0	0,3263	0,0735	0,3327	0,0401
0,1	-	0,0977	0,3852	0,0728
0,2	-	0,0977	-	-
0,01	0,372	0,0906	0,3729	0,0662
0,02	0,372	0,0931	0,3797	0,0714
0,001	0,3586	0,0883	0,3665	0,0606
0,0001	0,3564	0,0881	0,3658	0,0601
0,00001	0,3562	0,0881	0,3658	0,06
0,000001	0,3562	0,0881	0,3658	0,06

Dari nilai korelasi yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa dengan setiap nilai kalibrasi λ yang diuji coba, menunjukkan penyimpangan besar artinya pendekatan dengan menggunakan metode *NRCS-CN* pada kasus ini tidak memberikan hasil yang mendekati debit pengamatan *AWLR*. Harto (1993) pernah melakukan pengujian hidrograf satuan sintetik metode Snyder pada beberapa sungai di Pulau Jawa, ternyata bahwa persamaan-persamaan Snyder juga menunjukkan penyimpangan yang besar. Penyimpangan hidrograf terjadi karena metode Snyder mengandung beberapa koefisien empirik yang dikembangkan di daerah *Appalachian* di Amerika yang kurang sesuai dengan keadaan di Indonesia (Harto, 1993).

Penyimpangan besar dan perbedaan hasil debit limpasan yang jauh berbeda pada penelitian ini dapat dipahami karena oleh beberapa sebab, yaitu :

1. Klasifikasi kelompok tanah di DAS Progo hulu pada penelitian ini dikelompokkan dalam satu jenis tanah yaitu kelompok B dalam *Hydrologic Soil Groups* untuk seluruh wilayah di DAS Progo hulu. Penentuan klasifikasi kelompok tanah sebaiknya menggunakan data tanah yang sebenarnya. Hal ini akan sangat berpengaruh terhadap nilai *Curve Number (CN)* yang digunakan dalam analisis limpasan langsung.
2. Nilai *CN* pada penelitian ini menggunakan nilai *CN* komposit. Nilai *CN* komposit akan menghasilkan data limpasan langsung yang kurang akurat (Smadi, 1998).
3. *Initial abstraction*, I_a selalu berubah sesuai kondisi kelembaban tanah sehingga nilai λ juga selalu berubah-ubah setiap waktu dan sulit untuk diketahui nilainya, maka dianggap perlu untuk melakukan proses kalibrasi terhadap nilai λ pada analisis limpasan langsung. Pada penelitian ini perubahan nilai rasio *initial abstraction* diasumsikan sama untuk 5 hari.
4. Data grafik muka air yang diterima dari KPU-BBWS Serayu Opak tidak begitu akurat karena mesin jam pengukur tidak teratur.

F. HASIL DAN KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tentang analisis limpasan langsung dengan model komposit menggunakan metode *Natural Resources Conservation Service-Curve Number (NRCS-CN)* pada tanggal 20-24 Januari 2012 di Daerah Aliran Sungai (DAS) Progo bagian hulu, dapat ditarik beberapa kesimpulan, antara lain :

1. Model hidrologi hasil analisis *NRCS-CN* dengan menggunakan parameter asli $\lambda = 0,2$ memberikan hasil debit limpasan langsung yang jauh berbeda dengan debit limpasan langsung pengamatan *Automatic Water Level Recorder (AWLR)*, hal ini dapat dilihat dari nilai *coefficient of determination (R²)*. Dengan menggunakan parameter asli $\lambda = 0,2$ tidak ada debit limpasan langsung yang dihasilkan karena nilai I_a yang dihasilkan lebih besar dari pada curah hujan awal, sehingga nilai korelasi juga tidak ada.
2. Setelah dilakukan kalibrasi parameter λ , dengan mencoba nilai $\lambda = 0,01$, $0,02$, $0,001$

, $0,0001$, $0,00001$, dan $0,000001$ rata-rata nilai korelasi yang dihasilkan sebesar $0,3$ untuk kondisi hujan 1 dan 3 dan untuk kondisi hujan 2 dan 4 bernilai antara $0,04-0,09$. Dari semua hasil percobaan kalibrasi menunjukkan nilai R^2 jauh dari mendekati angka 1 yang berarti bahwa model hidrologi metode *NRCS-CN* menghasilkan data debit limpasan langsung yang tidak mendekati hasil data pengamatan *AWLR* dan metode *NRCS-CN* kurang tepat untuk diterapkan di DAS Progo hulu. Selain itu untuk beberapa kondisi hujan (kondisi hujan yang terjadi antara tanggal 22-24) , dengan menggunakan kalibrasi $\lambda = 0,01$, $0,02$, $0,001$, $0,0001$, $0,00001$, dan $0,000001$ metode *NRCS-CN* memberikan hasil prediksi debit limpasan langsung yang terlalu tinggi (*overestimate*) pada DAS Pogo hulu.

G. SARAN

Adapun saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya, antara lain :

1. Pada penelitian ini merupakan analisis limpasan langsung dengan data curah hujan pada tanggal 20-24 Januari 2012 di DAS Progo hulu, maka perlu dilakukan kajian lanjut menggunakan data curah hujan harian lainnya pada bulan Januari 2012.
2. Perlu dilakukan simulasi model hidrologi metode *NRCS-CN* di DAS dimana data komposisi tataguna lahan dan jenis tanah lebih kompleks serta seri waktu data yang lebih panjang.
3. Perlu menggunakan model distribusi dalam analisis limpasan langsung agar hasil model yang diperoleh lebih akurat.
4. Disarankan perlu untuk dilakukan lagi penelitian pada lokasi lain yang mempunyai variasi luasan DAS yang berbeda-beda dengan menggunakan metode *NRCS-CN* sebagai pembanding.

G. DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. (2012). *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor : IPB Press
- Asdak, C. (2014). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- Budiawan, S.S. (2012). *Pendugaan Debit Puncak menggunakan Model Rasional*

dan SCS-CN (*Soil Conservation Service-Curve Number*). Program Studi Ilmu Kehutanan Institut Pertanian Bogor

Section 4 : Hydrology. U.S.A.

- Furey, P.R., dan Gupta, V.K. (2001). A Physically Based Filter For Separating Baseflow From Streamflow Time Series. *Water Resources Research*. Vol 37 (11) : 2709–2722. U.S.A. : University of Colorado
- Harsanto, P. (2007). Analisis Limpasan Langsung Dengan Model Distribusi Dan Komposit. *Tesis*. Magister Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Harto, Br.S. (1993). *Analisis Hidrologi*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama
- Ikhsan, J., Fujiata, M., Takebayashi. H., (2010), Sediment Disaster and Resource Management in the Mount Merapi Area, Indonesia. *International Journal of Erosion Control Engineering*, Vol.3, No.1, 2010
- Palar, R.T. (2013). Studi Perbandingan Antara Hidrograf SCS (*Soil Conservation Service*) dan Metode Rasional pada DAS Tikala. *Jurnal Sipil Statik* Vol.1 No.3 Universitas Sam Ratulangi
- Seyhan, Ersin. 1977. *Dasar - Dasar Hidrologi*. Editor Soenardi Prawirohatmojo. Yogyakarta : UGM Press
- Smadi, M. (1998). Incorporating Spatial and Temporal Variation of Watershed Response in a Gis-Based Hydrologic Model. *Tesis*. Master of Science In Biological Systems Engineering Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA
- Soemarto, 1987. *Hidrologi Teknik*. Surabaya : Usaha Nasional
- Sosrodarsono, Suyono. 2006. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita
- Triatmodjo, B. (2014). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset
- United States Department of Agriculture. (1986). *Urban Hydrology for Small Watersheds TR-55*. U.S.A.
- USDA Soil Conservation Service. (1972). *National Engineering Handbook*