

APLIKASI METODE CURVE NUMBER UNTUK MEMPRESENTASIKAN HUBUNGAN CURAH HUJAN DAN ALIRAN PERMUKAAN DI DAS CILIWUNG HULU – JAWA BARAT

Sunu Tikno¹, Teguh Hariyanto², Nadjadji Anwar,²
Asep Karsidi,³, Edvin Aldrian⁴

¹UPT-Hujan Buatan-BPPT, ²Institut Teknologi Sepuluh Nopember

³Badan Survei dan Pemetaan Nasional

⁴Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika

Abstrak

Aliran permukaan/limpasan (*run off*) merupakan salah satu variabel hidrologi yang sangat penting di dalam menunjang kegiatan pengembangan sumber daya air. Metode prediksi yang handal untuk menghitung jumlah dan laju limpasan yang berasal dari permukaan tanah dan bergerak menuju sungai di suatu DAS yang tidak dilengkapi alat ukur (*ungaged watershed*) adalah suatu pekerjaan yang sangat sulit dan memerlukan waktu yang banyak. Penelitian ini dilakukan di DAS Ciliwung Hulu, yang merupakan daerah penting dalam kontribusi banjir di Jakarta. Untuk mengetahui *run off* yang terjadi, digunakan data curah hujan dan debit Tahun 2007-2009. Sebagai model, untuk mengetahui *run off* menggunakan peta penggunaan lahan, peta jenis tanah, dan topografi. Peta-peta tersebut diolah dengan menggunakan Arcview, sehingga didapatkan nilai CN. Berdasarkan analisis perhitungan, besarnya debit mendekati 50% dari tebal hujan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kondisi DAS Ciliwung Hulu sudah tidak mampu lagi menyerap curah hujan dengan baik. Korelasi antara hasil prediksi *run off* model yang menggunakan CN dengan perhitungan *run off* observasi cukup baik. Hal ini menunjukkan bahwa metode Curve Number cukup dapat mempresentasikan hubungan curah hujan dengan aliran permukaan (*run off*).

kata kunci : Run off observasi, run off model, curve number

Abstract

Run off (surface flow) is one of the most important hydrological variable in supporting the activities of water resources development. A reliable prediction method to calculate the amount and rate of runoff from the land surface caused by the rain that falls in a watershed that is not equipped with measuring devices (un gauge watershed) is a very difficult job and requires a lot of time. The research was conducted in the watershed Ciliwung Hulu, which is an important area in relation to the incidence of flooding in Jakarta. Curve Number (CN) method can be used to predict the amount of runoff from a watershed. This model required input of rainfall; land cover maps; soil type maps, and topography. The maps are processed using Arc View software, so we get the value of CN. In this study, we used of rainfall and discharge data 2007-2009. Based on the

analysis of calculation, known that amount of surface flow approaching 50% of rainfall depth. This condition indicates that the Ciliwung Hulu watershed conditions were not able and proper to absorb of rainfall. The correlation between the results of run-off prediction models using CN with run-off observation was quite good. This indicated that the Curve Number method could be able to represent the relationship of rainfall with surface flow (run off) and also to predict runoff

key words: Run off observation, run-off model, curve number

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah Aliran Sungai (menurut Undang-undang NO. 7 Tahun 2004 tentang SDA DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. Sub DAS adalah bagian dari DAS yang menerima air hujan dan mengalirkannya melalui anak sungai ke sungai utama. Setiap DAS terbagi habis ke dalam Sub DAS-Sub DAS.

DAS juga diartikan sebagai suatu sistem hidrologi, yang mencakup empat sub sistem yaitu : sistem air dipermukaan, sistem air didalam zona tidak jenuh, sistem air di zona jenuh dan sistem air pada jejaring aliran sungai 1). Interaksi antar sub sistem di dalam DAS tersebut akan berperan mengatur proses, seperti proses air hujan menjadi aliran permukaan / limpasan (*run-off*), aliran bawah permukaan (*interflow*) dan aliran air tanah (*groundwater flow*).

Limpasan merupakan salah satu variabel hidrologi yang sangat penting di dalam menunjang kegiatan pengembangan sumber daya air. Metode prediksi yang handal untuk menghitung jumlah dan laju limpasan yang berasal dari permukaan tanah dan bergerak menuju sungai di suatu DAS yang tidak dilengkapi alat ukur (*ungaged*

watershed) adalah suatu pekerjaan yang sangat sulit dan memerlukan waktu yang lama. Model konvensional untuk menghitung jumlah limpasan yang masuk ke sungai harus mempertimbangkan data hidrologi dan meteorologi. Dimana, upaya pengadaan data tersebut membutuhkan waktu yang intensif, biaya tinggi dan prosesnya sulit.

Teknologi Penginderaan Jauh (*remote sensing technology*) dapat meningkatkan pengembangan studi model hubungan curah hujan–limpasan secara konvensional. Peran utama teknologi penginderaan jauh dalam perhitungan jumlah limpasan, secara umum adalah untuk menyediakan data masukan dan membantu dalam perhitungan koefisien dan parameter model. Berdasarkan pengalaman, menunjukkan bahwa dari hasil interpretasi citra satelit dapat diperoleh berbagai sumber informasi tematik seperti: tutupan lahan, tanah, tumbuhan, pola pengaliran (*drainage*)²⁾.

Data hasil interpretasi citra satelit tersebut dikombinasikan dengan data hasil pengukuran konvensional seperti: curah hujan, temperatur, ketinggian tempat, kontur, lereng, maka akan diperoleh suatu data tumpang (*overlay*) yang diperlukan untuk masukan model curah hujan – limpasan. Data *overlay* yang telah diperoleh dapat diolah dengan menambahkan informasi geografis (*georeference data*) yang selanjutnya dapat diolah dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). SIG adalah sebuah sistem untuk pengelolaan, penyimpanan, pemrosesan atau manipulasi, analisis, dan penayangan data; dimana data tersebut secara spasial (*keruangan*) terkait dengan muka bumi³⁾.

Model hidrologi yang mencerminkan hubungan antara curah hujan dengan limpasan, secara umum dibedakan menjadi dua pendekatan yaitu konsep lump (lumped) parameter dan konsep distribusi keruangan fisik (*spatially distributed physically*). Konsep lump parameter tidak memperhitungkan aspek heterogenitas respon DAS secara keruangan. Artinya dalam konsep ini hanya akan menggunakan nilai tunggal untuk parameter masukan model. Sedangkan konsep distribusi keruangan sangat memperhatikan heterogenitas respon DAS secara keruangan dengan mendetil. Karena secara konsep berbeda, maka hasil perhitungan juga berbeda. Konsep distribusi keruangan mencoba menirukan secara realistis yang berlaku di alam, bahwa produksi limpasan disebabkan oleh hujan yang dikontrol oleh karakteristik hidromorfologi DAS yang meliputi: topografi, tanah, tumbuhan penutup, dan kedalaman air tanah. Pendekatan ini menjadi kompleks dan sulit serta hubungan hujan – limpasan yang diperoleh dalam bentuk non-linier. Keuntungan dari lump parameter adalah perumusannya sederhana. Untuk prediksi limpasan pada skala yang besar dan terintegrasi, seperti pendugaan pada titik outlet DAS, diketahui bahwa hasil perhitungan konsep lump dan distribusi tidak berbeda⁴⁾.

Salah satu model yang menggunakan pendekatan lump parameter adalah model Natural Resources Conservation Service (NRCS) Curve Number (NRCS, 1994). Pertama kali gagasan model ini dimunculkan oleh SCS (Soil Conservation Service) pada tahun 1933 yang ditujukan untuk menghitung laju aliran permukaan secara sederhana. Model ini cukup luas dan banyak digunakan di dunia untuk aplikasi perhitungan hidrologi⁵⁾ terutama dari sifat kesederhanaan bentuk rumusan yang digunakan⁴⁾.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan metode NRCS Curve Number yang dikombinasikan dengan Teknologi Pengeinderaan Jauh dan

SIG untuk menghitung limpasan di DAS yang tidak dilengkapi dengan peralatan ukur yang lengkap memberikan hasil yang baik dan sangat bermanfaat bagi perencanaan bangunan hidrologi dan perencanaan debit puncak^{2, 6, 7)}. Dalam penelitian yang lain disebutkan bahwa tidak terdapat perbedaan hasil antara model distribusi (TOPMODEL) dengan lump model (*NRCS-Curve Number*) untuk skala yang besar dan terintegrasi⁴⁾.

1.2 Tujuan

Secara umum, penelitian ini bertujuan mengkaji lebih mendalam baik secara analisis maupun ekperimental tentang perilaku komponen-komponen yang terkait dengan model NRCS Curve Number, dan secara khusus mempelajari :

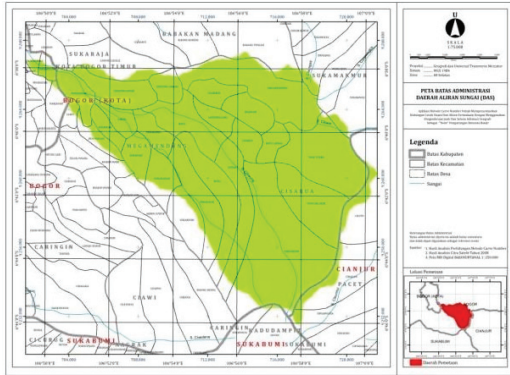
1. Antecedent Moisture Conditions (AMC) atau kondisi kelembababan tanah sebelumnya, yaitu suatu kondisi kelembababan tanah yang dihitung dengan pendekatan menjumlahkan nilai curah hujan 5 (lima) hari sebelumnya.
2. Melakukan perhitungan prediksi limpasan (*run off*) dengan model curve number
3. Menganalisis perbandingan nilai limpasan hasil model (Q_{mod}) dengan limpasan hasil pengukuran (Q_{obs})
4. Menyusun model hubungan curah hujan limpasan dengan metode NRCS Curve Number dengan menggunakan penginderaan jauh dan SIG, agar dapat diperoleh gambaran kondisi hidrologis secara keruangan (spatial).

2. METODOLOGI

2.1 Lokasi Penelitian

Daerah penelitian merupakan bagian hulu DAS Ciliwung. DAS Ciliwung Hulu memiliki luas 15225,84 Ha. Posisi geografis DAS tersebut adalah 6o 35' - 6o 49' LS dan 106o 49' - 107o 00' BT. Peta Administrasi DAS Ciliwung Hulu terdapat pada Gambar 1.

DAS Ciliwung Hulu terdiri dari 4 Sub DAS yaitu : Sub DAS Ciesek, Hulu Ciliwung, Cibogo-Cisarua, dan Ciseuseupan-Cisukabirus.



Gambar 1. Peta Batas Administrasi DAS Ciliwung Hulu

2.2 Sampling dan Analisis

1) Data

Data yang digunakan adalah :

1. Data hujan tahun 2007-2009 kawasan DAS Ciliwung Hulu
2. Data tinggi muka air Bendung Katulampa (outlet DAS Ciliwung Hulu)
3. Peta Rupabumi Indonesia skala 1:25.000, Ciliwung Hulu
4. Peta Tanah Ciliwung Hulu
5. Citra Landsat TM daerah Ciliwung Hulu Tahun 2001 dan 2007

Alat yang digunakan :

1. Software Arcview
2. Ring permeabilitas
3. Kamera digital

2) Analisis Curve Number (CN)

Metode CN merupakan pendekatan empirik untuk mengestimasi aliran permukaan (run off) dari hubungan antara hujan, tutupan lahan, dan kelompok hidrologis tanah (Cover complex classification). Satuan pemetaan ini dapat didekati berdasarkan analisis data penginderaan jauh. Dalam analisis penginderaan jauh, program sistem informasi geografi yang digunakan adalah Arcview.

Metode CN yang dijelaskan dalam NEH – 4 (SCS 1986)³⁾ dirumuskan dengan persamaan berikut :

$$Q = \frac{(P - 0.2 S) 2}{(P + 0.8 S)}$$

dimana :

- Q = tebal aliran permukaan / runoff (mm)
P = curah hujan (mm)
S = retensi air potensial maksimum atau kapasitas penyimpanan maksimum setelah run-off terjadi atau air yang terinfiltrasi ke dalam tanah (mm)

$$\text{dimana, } S = 25400 - 254 \text{ CN}$$

CN = Curve Number

Nilai CN dapat diestimasi bila klasifikasi tanah dan tutupan lahan diketahui (9). Dalam menentukan nilai CN juga harus memperhatikan kondisi kelembaban tanah sebelumnya atau biasa disebut antecedent moisture conditions (AMC). Tanah dengan kondisi jenuh air, berkontribusi menghasilkan air permukaan besar dan tanah dengan kondisi kering sedikit berkontribusi menghasilkan aliran permukaan.

NRCS telah menentukan tiga jenis kondisi kelembaban bertingkat (antecedent moisture condition – AMC) sebagai faktor yang mempengaruhi CN pada lahan, yaitu : kering (kondisi 1, kondisi titik layu belum terlewati), rerata (kondisi 2), dan jenuh air (kondisi 3).

Tabel CN yang digunakan dalam penelitian ini terdapat pada Tabel 1. Tabel 1 merupakan nilai CN pada AMC II. Untuk mengetahui nilai CN pada AMC I dan III, menggunakan Tabel 2.

Klasifikasi AMC terdapat pada Tabel 3. Perhitungan AMC pada penelitian ini adalah jumlah curah hujan 5 hari sebelumnya.

Untuk mengetahui karakteristik hidrologi tanah, di daerah penelitian dilakukan uji infiltrasi. Pengelompokan Hidrological Soil Group terdapat Tabel 3.

Tahapan dalam penggunaan model curve number untuk memprediksi jumlah aliran permukaan, disajikan pada Gambar 2.

Besarnya tebal aliran *run-off* yang diperoleh dalam penelitian ini meliputi : Tebal *run-off* observasi (Qobs) dan *run-off* Model (Qmod). *Run off* observasi diperoleh dari data hujan yang dipasangkan dengan hidrograf aliran. Sedangkan *run-off* model diperoleh dengan metode Curve Number. Dari data curah tahun 2007 – 2009, dipilih 30 kejadian hujan.

Selanjutnya, untuk mengetahui korelasi Qobs dan Qmod dilakukan analisis statistik.

Tabel 1. Nilai CN Tutupan Lahan berdasarkan Hasil Pemrosesan Citra Penginderaan Jauh

No	Tutupan lahan	Kelompok hidrologi tanah			
		A	B	C	D
1	Hutan	25	55	70	77
		30	58	72	78
		25	55	70	77
2	Padang rumput	36	60	73	78
3	Kawasan industri & perkiraan kedap air	90	93	94	94
		90	93	94	95
4	Kawasan perumahan	60	74	83	87
5	Lahan terbuka	72	82	88	90
		77	86	91	94
6	Lahan pertanian tertutup tanaman	52	68	79	84
7	Lahan pertanian	64	75	83	87
8	Tubuh perairan	98	98	98	98

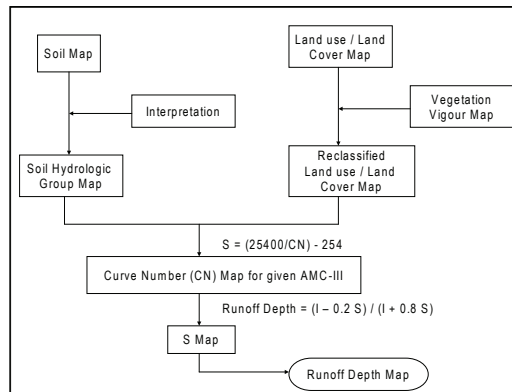
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan menggunakan Arcview, dan hasil survey lapangan, diperoleh :

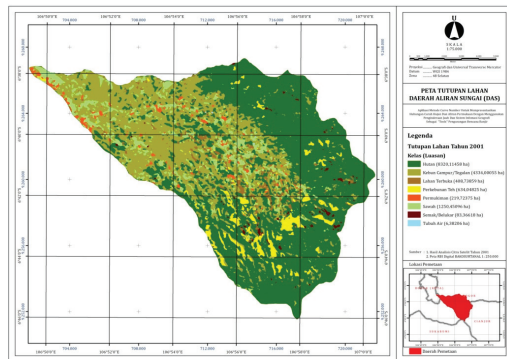
- Peta Tutupan Lahan DAS Ciliwung Hulu Tahun 2001 (Gambar 3).
- Peta Tutupan Lahan DAS Ciliwung Hulu

Tahun 2008 (Gambar 4).

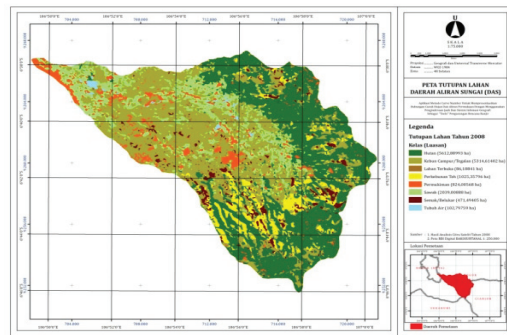
- Peta Hydrological Soil Group DAS Ciliwung Hulu (Gambar 5). Tabel 4 menunjukkan karakteristik hydrogical soil group, dan Tabel 5 menunjukkan jenis dan luasnya.



Gambar 2. Bagan alir penentuan nilai CN



Gambar 3. Peta Tutupan Lahan DAS Ciliwung Hulu Tahun 2001



Gambar 4. Peta Tutupan Lahan DAS Ciliwung Hulu Tahun 2008

Tabel 2. CN untuk Kondisi AMC I dan III

CN untuk AMC	CN untuk AMC	
	I (kering)	III (jenuh air)
100	100	100
95	87	99
90	78	98
85	70	97
80	63	94
75	57	91
65	45	83
60	40	79
55	35	75
50	31	70
45	27	65
40	23	60
35	19	55
30	15	50
25	12	45
20	9	39
15	7	33
10	4	26
5	2	17
0	0	0

Tabel 3. Klasifikasi Kondisi Kelembabab Tanah (AMC)

Kelompok AMC	Jumlah hujan 5 hari sebelumnya (cm)
Kelompok 1 (kering)	< 3,6
Kelompok II (rerata)	3,6 – 3,3
Kelompok III (basah)	> 5,3

3.1 Tutupan Lahan

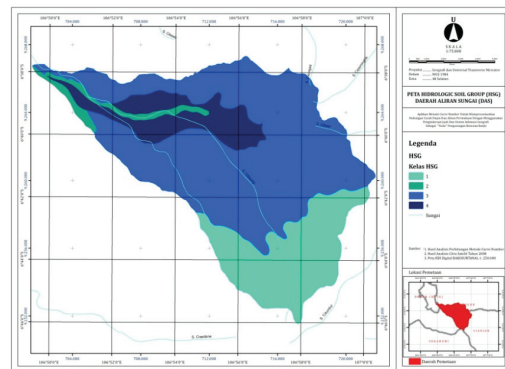
Tutupan lahan berkaitan dengan jenis kenampakan yang ada di permukaan bumi, sedangkan penggunaan lahan berkaitan dengan kegiatan manusia pada obyek tersebut¹⁰⁾.

Tutupan lahan suatu kawasan mempengaruhi kondisi hidrologi. Kegiatan

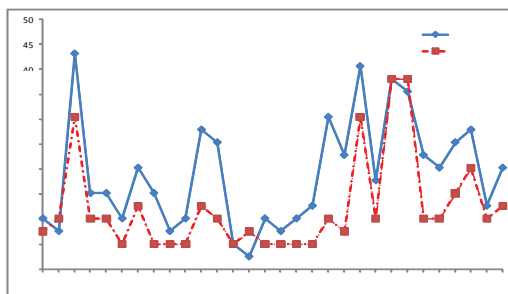
yang bersifat merubah tipe maupun jenis penggunaan lahan dapat memperbesar atau memperkecil hasil air (water yield) 11).

Berdasarkan analisis citra Landsat TM Tahun 2001 dan 2008, DAS Ciliwung hulu mengalami perubahan tutupan lahan. Perubahan tutupan lahan tersebut terdapat pada Tabel 6. Peta Tutupan Lahan 2001 terdapat pada Gambar 3 dan Peta Tutupan Lahan 2008 terdapat pada Gambar 4.

Berdasarkan Tabel 6, hutan merupakan area terluas dari keseluruhan DAS. Pada tahun 2001 luas hutan 9114,42 ha(59,86%) dan Tahun 2008 luas hutan 6065,56 ha (39,845). Hal ini menunjukkan bahwa pada Tahun 2001 sampai 2008, luas hutan berkurang 20%. Permukiman pada Tahun 2001 seluas 222,00 ha (1,46 %), sedangkan pada tahun 2008 seluas 983,96 (6,46%). Hal ini menunjukkan peningkatan kawasan permukiman dari tahun 2001 – 2008 sebesar 5%.



Gambar 5. Peta Hidrological Soil Group DAS Ciliwung Hulu



Gambar 6. Nilai Qobs dan Qmodel selama 30 kejadian hujan

Tabel 4. Hydrological Soil Group

Kelompok A :	Potensi pengaliran rendah, laju infiltrasi dan tingkat drainase tinggi. Terutama untuk tanah pasir dan kerikil
Kelompok B :	Laju infiltrasi sedang. Untuk tanah berbutir sedang
Kelompok C :	Laju infiltrasi lambat. Untuk tanah berbutir sedang sampai halus
Kelompok D :	Potensi pengaliran tinggi. Laju infiltrasi sangat lambat. Untuk tanah liat dengan daya kembang tinggi dan tanah dengan muka air tanah permanen tinggi

3.2 Antecedent Moisture Conditions (AMC)

Antecedent Moisture Conditions menunjukkan kondisi tanah yang dipengaruhi hujan. Nilai AMC di daerah penelitian terdapat pada Tabel 7.

Berdasarkan Tabel 7, AMC III mendominasi retensi air potensial maksimum atau kapasitas penyimpanan maksimum setelah *run-off* terjadi atau air yang terinfiltrasi ke dalam tanah. Hal ini menunjukkan bahwa kadar kelembaban tanah tinggi, sebelum *run off* terjadi. Hal ini tentu berpengaruh terhadap *run off* yang dihasilkan.

Berdasarkan Tabel 7 dan dikaitkan dengan Tabel 9, menunjukkan bahwa pada saat AMC III, rerata *run off* observasi yang dihasilkan lebih dari 50% hujan yang terjadi.

3.3 Curve Number

Nilai CN dipengaruhi tutupan lahan, keadaan hidrologis, dan AMC. Berdasarkan overlay peta hidrological soil group dan peta tutupan lahan tahun 2008, diperoleh satuan pemetaan seperti yang terdapat pada Tabel 8.

Nilai CN pada setiap kejadian hujan

Tabel 5. Klasifikasi dan Luas Hydrological Soil Group DAS Ciliwung Hulu

No	Kelompok Tanah	Luas (Ha)
1	A	3424,66
2	B	49,59
3	C	9433,00
4	D	1872,56
Total		15255,84

berbeda. Perbedaan ini sangat dipengaruhi oleh AMC. Nilai CN pada satuan pemetaan yang sama namun beda kondisi AMC, tentu, nilai CN nyapun berbeda.

Kawasan hutan dan hydrological Soil Group bertipe C, memdominasi DAS Ciliwung Hulu. Kondisi ini, mempengaruhi nilai CN yang dihasilkan.

3.4 Run Off

Setelah mengetahui CN, nilai tebal *run off* (Q) dapat diketahui. *Run off* yang diperoleh adalah *Run off* observasi (Qobs) dan *Run off* model (Qmod). Nilai tersebut terdapat pada Tabel 9.

Dari 30 kejadian hujan, 10 kejadian hujan menunjukkan bahwa hujan yang terjadi, lebih dari 50% menjadi aliran permukaan (*run off*), dan sisanya terinfiltrasi. Hal ini mendeskripsikan bahwa kondisi tanah di DAS tersebut sudah sangat jenuh, sehingga hujan yang terjadi, banyak yang menjadi limpasan/aliran permukaan/*run off*.

Sedangkan 20 kejadian hujan menunjukkan kurang dari 50% hujan menjadi aliran permukaan (*run off*), dan sisanya terinfiltrasi. Hal ini sangat kita harapkan, karena kejadian ini tidak berkontribusi banjir pada DAS bagian tengah, dan dengan banyaknya air yang terinfiltrasi, cadangan air tanah di kawasan tersebut, nantinya sangat berguna pada musim kering.

3.5 Analisis Statistik

Setelah nilai (Qmod) dan (Qobs) dihasilkan, dilakukan perbandingan. Dengan analisis statistik sederhana, diperoleh nilai korelasi (r) dan koefisien determinasi (R²). Deskripsi statistik (Qmod) dan (Qobs)

terdapat pada Tabel 10.

Berdasarkan Tabel 10, korelasi tahun 2007 sangat bagus yaitu $r = 0.95$, tahun 2008 sedikit menurun yaitu, $r = 0.75$, dan pada tahun 2009 sedikit meningkat lagi menjadi $r = 0.78$. Bila dilihat secara keseluruhan dengan 30 data ulangan nilai korelasinya berkisar $r = 0.78$.

Dari semua nilai korelasi di atas menunjukkan bahwa hasil prediksi model dengan metode CN cukup baik tingkat keeratannya terhadap hasil observasi. Atau dengan kata lain hasil prediksi dengan metode curve number cukup baik untuk mengestimasi besarnya aliran permukaan (*run off*) yang diakibatkan oleh hujan di DAS Ciliwung Hulu. Selain dengan analisis

aliran yang relative besar / tinggi model mampu memberikan hasil prediksi yang cukup baik. Namun pada aliran yang rendah model kurang bagus hasil prediksinya. Kondisi ini bersesuaian pada tahun 2007 di DAS Ciliwung merupakan periode banyak hujan dan banyak dijumpai debit aliran yang tinggi. Hal ini berarti pada kondisi tanah yang cukup jenuh / kelembaban tanah tinggi, metode Curve Number mampu menyajikan hasil prediksi yang cukup bagus.

Penelitian Curve Number (bilangan kurva) di Indonesia belum banyak. Penelitian CN yang pernah dilakukan di sub DAS Kaduung, Wonogiri menunjukkan over estimate antara Q_{mod} dengan Q_{obs} . Over estimasi ini dikarenakan luas DAS yang

Tabel 6. Perubahan Tutupan Lahan DAS Ciliwung Hulu

Tutupan Lahan	2001		2008	
	LUAS (Ha)	LUAS (%)	LUAS (Ha)	LUAS (%)
Hutan	9114,42	59,86	6065,56	39,84
Kebun Campur/Tegalan	4353,43	28,59	5369,87	35,27
Lahan Terbuka	408,75	2,68	87,00	0,57
Perkebunan Teh	634,05	4,16	1056,33	6,94
Permukiman	222,00	1,46	983,96	6,46
Sawah	1254,84	8,24	1928,94	12,67
Semak/Belukar	84,78	0,56	483,63	3,18
Tubuh Air	6,38	0,04	103,30	0,68
Total	15225,84	100,00	15225,84	100,00

Sumber: Analisis Citra Landsat TM 2001 dan 2008

korelasi, hubungan (Q_{mod}) dan (Q_{obs}) dijawantahkan secara grafis seperti pada Gambar 6.

Berdasarkan Gambar 6 tersebut, menunjukkan bahwa secara umum nilai fluktuasi model mampu mengikuti irama fluktuasi hasil observasi. Khusus pada tahun 2007 tingkat irama fluktuasi antara hasil prediksi model dengan observasi dapat tergambarkan dengan baik.

Berdasarkan hasil perbandingan secara grafis ini mengindikasikan bahwa pada saat

besar. Sejauh ini, metode CN diterapkan pada DAS berukuran kecil¹²⁾. DAS Kaduung, Wonogiri memiliki luas 40.664 ha.

Nilai (Q_{mod}) dengan (Q_{obs}) DAS Ciliwung Hulu tidak over estimate, karena DAS Ciliwung Hulu memiliki luas relatif kecil (15.225,84 Ha). Penelitian CN (Bilangan Kurva) di Sub DAS Aopa Hulu, memberikan alternatif model pemanfaatan lahan yang dapat menurunkan CN¹³⁾.

Bila dikaitkan dengan banjir, semakin kecil CN, maka nilai Q akan mengecil.

Tabel 7. Antecedent Moisture Condition (AMC) DAS Ciliwung Hulu

No	Tanggal	AMC per 5 sebelumnya	Kelas AMC
1	23/01/2007	2,29	I
2	28/01/2007	94,00	III
3	29/01/2007	121,71	III
4	15/02/2007	46,00	III
5	16/02/2007	88,71	III
6	26/02/2007	24,43	II
7	04/11/2007	73,29	III
8	12/11/2007	84,14	III
9	30/11/2007	8,29	I
10	13/12/2007	6,07	I
11	01/01/2008	72,14	III
12	02/01/2008	101,57	III
13	20/01/2008	21,30	I
14	23/01/2008	22,30	I
15	27/01/2008	26,57	II
16	28/01/2008	36,54	II
17	29/01/2008	41,54	III
18	30/01/2008	60,06	III
19	13/03/2008	102,14	III
20	18/03/2008	122,86	III
21	14/01/2009	130,74	III
22	16/01/2009	202,46	III
23	02/02/2009	79,83	III
24	03/02/2009	125,00	III
25	04/02/2009	158,50	III
26	07/03/2009	23,50	II
27	09/03/2009	50,67	II
28	10/03/2009	80,50	III
29	12/03/2009	118,67	III
30	26/03/2009	49,17	III

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 8. Tutupan Lahan dan Hidrological Soil Group DAS Ciliwung Hulu

No	Lahan penutup	Jenis tanah	Luas (Ha)
1	Hutan	A	2601.64
		C	3471.24
		D	33.22
2	Kebun Campur/ Tegalan	A	203.34
		B	135.10
		C	3953.82
		D	1172.64
3	Lahan Terbuka	A	16.59
		C	23.34
		D	19.53
4	Perkebunan Teh	A	434.48
		C	416.95
5	Permukiman	A	15.87
		B	122.83
		C	266.66
		D	137.15
6	Sawah	B	214.82
		C	1056.24
		D	531.28
7	Semak/Belukar	A	123.00
		C	174.96
		D	20.24
8	Tubuh Air	B	16.82
		C	47.66
		D	16.39
Total			15225.84

Sumber: Analisis Landsat 2008 dan Hydrological Soil Group

*)Karakteristik jenis tanah terdapat pada Tabel 4

Tabel 9. *Run Off* Observasi dan Model DAS Ciliwung Hulu

No	Tanggal	Hujan (mm)	Run Off Observasi (mm)	Run Off Model (mm)
1	23/01/2007	36	10	8
2	28/01/2007	41	8	10
3	29/01/2007	86	43	30
4	15/02/2007	41	15	10
5	16/02/2007	43	15	10
6	26/02/2007	15	10	5
7	04/11/2007	51	20	13
8	12/11/2007	23	15	5
9	30/11/2007	20	8	5
10	13/12/2007	25	10	5
11	01/01/2008	48	28	13
12	02/01/2008	43	25	10
13	20/01/2008	13	5	5
14	23/01/2008	8	3	8
15	27/01/2008	15	10	5
16	28/01/2008	13	8	5
17	29/01/2008	23	10	5
18	30/01/2008	20	13	5
19	13/03/2008	43	30	10
20	18/03/2008	36	23	8
21	14/01/2009	58	41	30
22	16/01/2009	33	18	10
23	02/02/2009	53	38	38
24	03/02/2009	46	36	38
25	04/02/2009	43	23	10
26	07/03/2009	30	20	10
27	09/03/2009	33	25	15
28	10/03/2009	41	28	20
29	12/03/2009	36	13	10
30	26/03/2009	23	20	13

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 10. Korelasi Tebal *Run off* Model dengan *Run off* Observasi DAS Ciliwung Hulu

Tahun	Jumlah Data (N)	(r) Nilai korelasi	R2 (koef. Determinasi)
2007	10	0.95	91 %
2008	10	0.71	51 %
2009	10	0.75	57 %
2007 - 2009	30	0.78	61 %

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dengan sedikitnya nilai Q menunjukkan bahwa aliran permukaan sedikit atau dapat dikatakan, bahwa hujan yang terjadi banyak yang terinfiltrasi.

Nilai CN di kawasan DAS Ciliwung Hulu dapat diperkecil dengan dilakukan perekayasaan tutupan lahan. Namun di daerah tengah dan hilir pun perlu melakukan hal yang sama, sehingga banjir dapat dihindari.

Banjir sering terjadi di wilayah kemiringan lereng landai atau dataran. Banjir terjadi karena faktor alam dan faktor manusia. Faktor alam seperti curah hujan yang tinggi, kenaikan permukaan air laut, dan badai. Intervensi manusia yang menyebabkan terjadinya perubahan tata ruang dan berdampak pada perubahan alam, serta degradasi lingkungan seperti hilangnya tumbuhan penutup tanah pada DAS, pedangkalan sungai akibat sedimentasi, dan penyempitan alur sungai.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

- 1) Hasil analisis korelasi (Qmod) dengan (Qobs) menunjukkan hasil yang cukup baik. Untuk tahun 2007 nilai r sebesar : 0.95; tahun 2008 nilai r sebesar : 0.71; tahun 2009 nilai r sebesar : 0.75 dan untuk gabungan dari tahun 2007 – 2009 diperoleh nilai r sebesar : 0.78.

- Nilai korelasi yang diperoleh tersebut cukup memberikan indikasi bahwa hasil keluaran/prediksi Curve Number untuk menghitung tebal aliran permukaan cukup baik.
- 2) Berdasarkan analisis grafis yang menggambarkan hubungan (asosiasi) antara (Qmod) dengan (Qobs) menunjukkan irama fluktuasi yang sama. Hal ini berarti model cukup baik untuk menghitung tebal aliran permukaan (run-off) di DAS Ciliwung Hulu dan model cukup baik untuk merepresentasikan hubungan antara curah hujan dengan tebal aliran permukaan yang terjadi.
 - 3) Hasil analisis korelasi dan grafis bila digabungkan memberikan indikasi bahwa pada saat aliran yang tinggi model mampu memberikan hasil hitungan yang baik, sedangkan pada aliran yang rendah sedikit kurang baik.
 - 4) Perubahan tutupan lahan dan AMC akan berkontribusi pada nilai CN, dan berpengaruh pada aliran permukaan (run-off) yang terjadi.

4.2 Saran

Metode Curve Number perlu dikembangkan mengingat banyaknya DAS di Indonesia, dan dapat dijadikan metode evaluasi pengelolaan sumber daya air.

DAFTAR PUSTAKA

1. Griend, H.A., 1979. Modelling catchment Response and Runoff Analysis, Ins. Of Earth Sciences Free-University, Amsterdam The Netherlands.
2. Nayak, T. R. dan Jaiswal, R.K., 2003. Rainfall-Runoff Modelling using Satellite Data dan GIS for Bebas River in Madhya Pradesh, IE (I) Journal Vol. 84, hal. 47-50.
3. Suharyadi, 1991. Tutorial Sistem Informasi Geografis, Program Studi Penginderaan Jauh. Fakultas Geografi, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
4. Nachabe, M.H., 2006. "Equivalence Between TOPMODEL and the NRCS Curve Number Method in Predicting Runoff Source Areas", Journal of the American Water Resources Association (JAWRA), Vol. 42, No. 1, hal. 225-235.
5. Woodward, D. E., Hawkin, R. H., Hjelmfelt, Van Mullem, Quan, Q.D., 2002. Curve Number Method: Origin, Applications and Limitations. ftp://ftp.wcc.nrcs.usda.gov/support/water/hydrology/Woodward.doc.
6. Pandey., V.K., Panda, S.N. dan Sudhakar, S., 2002. Curve Number estimation from watershed using digital image of IRS-1D, LISS III. www.gisdevelopment.net
7. Garen, D. C., dan D. S. Moore, 2005. Curve number hydrology in water quality modeling: Uses, abuses, and future directions, Journal of the American Water Resources Association, Vol. 41, No. 2, hal. 377-388.
8. Natural Resources Conservation Service Conservation Engineering Division, 1986. Urban Hydrology for Small Watersheds, Technical Release 55, United States Department of Agriculture.
9. Wanielista, M., Kersten, R., dan Eaglin, R., 1997. Hydrology-Water Quantity and Quality Control, John Wiley & Sons, Inc., New York. 567 hal.
10. Lillesand, T.M., dan Kjefer, R.W., 1979. Remote Sensing and Image Interpretation, New York, Chichester: John Wiley. 612 hal.
11. Asdak, C., 1995. Hidrologi pengelolaan daerah aliran sungai, Cetakan pertama, Gadjah Mada University Press, Jogyakarta.
12. Murtiono, U.H., Kajian estimasi volume limpasan permukaan, debit puncak aliran, dan erosi tanah dengan model soil conservation service (SCS), rasional dan modified universal soil loss equation (Musle), Forum Geografi,

- Vol. 22, hal: 169-185.
13. Pakasi, S.E., Malamassam, D., Zubair, H., dan Barkey, R., Model pemanfaatan lahan daerah aliran sungai berdasarkan bilangan kurva aliran permukaan pada sub das Aopa Hulu di das Konawehea Sulawesi Tenggara, *J. Sains & Teknologi*, Vol. 5 No. 3, hal: 147-151.
 14. Ragan, R. M., dan Jackson, T. J., 1980. Runoff synthesis using landsat and the SCS model, *J. Hydraul. Div. ASCE*, Vol. 106, hal. 3-14.
 15. Slack, R. B., dan Welch, R., 1980. Soil conservation service runoff curve number estimates from Landsat data, *Bull. Wat. Resour.* Vol. 16, hal 887-893.
 16. Bondelid, T.R., Jackson, T.J., dan McCuen, R.H., 1982. Estimating runoff curve numbers using remote sensing data. *Proceeding of the International Symposium on Rainfall-Runoff Modeling. Applied Modeling in Catchment Hydrology*, Water Resources Publications, Littleton, CO, hal. 519-528.