

ESTIMASI DEBIT LIMPASAN MENGGUNAKAN METODE *NATURAL RESOURCES CONSERVATION SOIL (NRCS)* UNTUK OPTIMALISASI TUTUPAN LAHAN DI DAS SERANG DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Iwuk Sri Lestari¹, Totok Gunawan², dan Slamet Suprayogi³

*BPDAS Serayu, Opak, Progo*¹, *Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada*^{2,3}, Yogyakarta, Indonesia
iwuksl@gmail.com

Diterima : Desember 2015 ; Direvisi : Juni 2016; Dipublikasikan: September 2016

ABSTRAK Ada banyak faktor yang menyebabkan kondisi DAS menjadi kritis. Perubahan tutupan lahan menjadi salah satu pemicu awal terjadinya kondisi kritis tersebut. Terlebih dengan makin bertambahnya jumlah penduduk, menyebabkan pemanfaatan sumber daya alam makin meningkat. Perubahan tutupan lahan pun akan makin banyak terjadi. Perubahan tutupan lahan yang intensif ke arah tutupan lahan yang tidak bervegetasi menyebabkan limpasan (*overlandflow*) meningkat. Pada pengelolaan DAS, limpasan (*overlandflow*) ini penting untuk diperhatikan, karena merupakan komponen penting penyumbang air ke saluran yang menggambarkan dampak perubahan tutupan lahan yang terjadi. Dengan diketahui perubahan tutupan lahan dan limpasan yang dihasilkan, maka dapat disusun suatu skenario tutupan lahan agar limpasan yang dihasilkan terkendali. Penelitian ini bertujuan untuk: 1) Mempelajari sebaran nilai CN-lereng di DAS Serang; 2) Mengkaji besarnya limpasan yang dihasilkan dengan menggunakan nilai CN dan CN-lereng; 3) Menyusun skenario optimalisasi tutupan lahan untuk mengendalikan besarnya limpasan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Natural Resources Conservation Soil (NRCS)* dengan penyesuaian (memasukkan) lereng. Penyesuaian lereng digunakan untuk mengetahui pengaruh lereng pada nilai CN. Hasil penyesuaian lereng pada nilai CN disebut CN-lereng. CN-lereng ini kemudian digunakan untuk mengestimasi tebal limpasan dan digunakan untuk menyusun skenario tutupan lahan. Estimasi limpasan di DAS Serang menggunakan data hujan harian. Peta Tanah, Peta Tutupan Lahan, dan Peta Lereng dibuat menggunakan Sistem Informasi Geografi (SIG). Hasil penelitian menunjukkan 1) Nilai CN-lereng lebih tinggi dari nilai CN; 2) Limpasan dengan menggunakan nilai CN-lereng lebih tinggi dibanding dengan nilai CN. Ini membuktikan bahwa lereng berpengaruh pada limpasan yang dihasilkan; 3) Limpasan dapat dikendalikan dengan skenario tutupan lahan yang telah disusun dengan mengubah cara pengolahan lahan dan tutupan lahannya.

Kata kunci: *Curve Number (CN); Curve Number-Lereng (CN-Lereng); penyesuaian lereng; skenario tutupan lahan.*

ABSTRACT There are many factors that causes the watershed being critical. Changes in land cover into one trigger the onset of the critical condition. Especially with the growing number of the population, causing the utilization of natural resources is increasing. Changes in land cover will be more and more the case. Intensive land cover change to un vegetated land cover cause overlandflow increasing. On watershed management, overlandflow is important to note, because it is an important component contributing to water channels that describe the impact of land cover changes which occurred. With the known changes in land cover and the runoff is generated, it can be arranged a land cover scenarios so that the resulting overlandflow control. The objectives of this research are: 1) to study the spatial distribution CN-slope values in Serang Watershed; 2) to study overlandflow which estimate using CN and CN-slope values; 3) to arrange land cover scenario for controlling overlandflow. The methode applied in this research is *Natural Resources Conservation Soil(NRCS)* with slope adjustment. Slope adjustment used to know effect of slope on CN values. Result of slope adjustment called as CN-Slope values The CN-Slope valaues were followed to estimate overlandflow depth and used to arranged the land cover scenario. Estimated the overlandflow in Serang Watershed used daily rainfall. Soil map, Land Cover map and Slope map were generated in Geographical Information System (GIS). The result showed that 1) the CN-Slope values are higher than CN values; 2) Overlandflow using CN-Slope values are higher than overlandflow using CN value. It gives proof that slope influence on overlandflow depth; 3) Overlandflow can be control by land cover scenarios arranged with to change land management and land cover.

Key words: *Curve Number; Curve Number-Slope; slope adjustment; scenario land cover.*

PENDAHULUAN

Menurut Keputusan Menteri Kehutanan No.328/Menhut-II/2009 tentang Penetapan Urutan DAS Prioritas, saat ini terdapat 108 DAS yang berada dalam kondisi kritis. Perubahan tutupan lahan dapat menjadi salah satu pemicu awal terjadinya kondisi kritis tersebut. Terlebih dengan makin bertambahnya jumlah penduduk, pemanfaatan sumber daya alam

akan semakin intensif. Perubahan tutupan lahan pun akan makin banyak terjadi.

Perubahan tutupan lahan yang intensif kearah tutupan lahan yang tidak bervegetasi menyebabkan limpasan (*overlandflow*) meningkat. Air hujan yang jatuh tidak dapat masuk ke dalam tanah. Air tersebut kemudian terakumulasi dan mengisi cekungan-cekungan tanah. Jika air berlebih, maka air tersebut

menjadi limpasan (*overlandflow*). Limpasan (*overlandflow*) ini merupakan pergerakan air yang masih ada di lahan atau sebelum mencapai saluran. Pada pengelolaan DAS, limpasan (*overlandflow*) ini penting untuk diperhatikan, karena merupakan komponen penting penyumbang air ke saluran (Sudarmadji dkk., 2014). Limpasan (*overlandflow*) merupakan pemicu awal (*trigger*) terbentuknya aliran pada saluran (*surface runoff* atau *stream channel*). Oleh karena itu merupakan hal pertama yang harus mendapat perhatian, kaitannya dengan perubahan tutupan lahan yang terjadi. Besarnya limpasan ini dapat diestimasi dengan menggunakan metode *Natural Resources Conservation Soil* (NRCS) (Sudarmadji dkk., 2014). Secara umum metode ini sangat responsif terhadap besarnya limpasan yang dihasilkan di dalam DAS (Ponce and Hawkins, 1996). Metode ini sangat cocok untuk menggambarkan dan memprediksi limpasan kaitannya dengan perubahan tutupan lahan. Metode ini juga dapat digunakan untuk mengestimasi limpasan pada DAS yang tidak memiliki Stasiun Pengamat Aliran Sungai (SPAS) (Ponce and Hawkins, 1996).

Berdasarkan latar belakang diatas, maka untuk mengetahui besarnya limpasan akibat perubahan tutupan lahan pada DAS yang tidak memiliki Stasiun Pengamat Aliran Sungai (SPAS) dapat dilakukan dengan menggunakan metode NRCS. Mengingat metode ini berlaku untuk daerah dengan rata-rata kemiringan lereng <30%, maka nilai CN dipandang perlu disesuaikan terlebih dahulu untuk kemiringan lereng >30% yang ada di daerah penelitian.

Berkaitan dengan hal tersebut, maka dirumuskan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengkaji sebaran spasial nilai CN-lereng di DAS Serang
2. Mengkaji besarnya limpasan DAS Serang, baik limpasan yang diperoleh dengan menggunakan nilai CN dan CN-Lereng
3. Menyusun skenario optimalisasi tutupan lahan di DAS Serang untuk mengendalikan besarnya limpasan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di DAS Serang dilakukan pada bulan Desember hingga Juni 2015. Secara geografis DAS Serang terletak pada 395.442,076 mT–411.604,89 mT dan 9.145.163,088 mU–9.119.968,212 mU.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi GPS, kantong plastik, sekop, meteran, spidol, kamera, alat tulis, komputer dan printer. Software yang digunakan adalah Arc GIS 9.x, dan *microsoft office*. Bahan yang digunakan meliputi Peta RBI skala 1:25.000, Peta Tanah, Peta Lereng, Peta Tutupan Lahan, *Digital Elevation Model (DEM)*, SPOT 5 dan Google Earth.

Metode estimasi limpasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Natural Resources Conservation Soil* (NRCS). Metode ini dapat digunakan untuk mengestimasi volume limpasan pada DAS yang tidak memiliki stasiun duga air (Ponce and Hawkins, 1996). Menurut Asdak (2002) metode ini berlaku untuk daerah dengan rata-rata kemiringan lereng kurang dari 30%. Sehingga untuk daerah dengan kemiringan lereng yang bervariasi, maka perlu dilakukan penyesuaian nilai CN untuk berbagai kemiringan lereng tersebut (Williams, 1995 dalam Neitsch et al., 2011).

Satuan lahan merupakan unit analisis yang digunakan dalam penelitian ini. Satuan lahan disusun berdasarkan peta bentuk lahan, tutupan lahan dan tanah. Pada satu satuan lahan yang sama ini, kondisi fisik dan hidrologinya juga sama, sehingga sampel yang diambil pada satu satuan lahan ini dianggap mewakili satuan lahan yang ada. Pengambilan sampel tanah untuk menguji tekstur tanah dan sampel infiltrasi untuk mengukur kapasitas infiltrasi lapangan dilakukan pada setiap satuan lahan yang dominan.

Sebaran Spasial Nilai CN-Lereng di DAS Serang, dilakukan dengan terlebih dahulu menentukan tutupan lahan, Kelompok Hidrologi Tanah (KHT) (Tabel 1 dan 2), nilai Curve Number (CN) (Tabel 3 dan 4), dan nilai CN-Lereng. Penentuan tutupan lahan dilakukan melalui citra SPOT 5 dan Google Earth selanjutnya dilakukan cekung lapangan. KHT ditentukan berdasarkan nilai infiltrasi tanah (Tabel 1) dikombinasikan dengan tekstur tanah (Tabel 2).

Tabel 1. Klasifikasi Laju Infiltrasi

Kelas	Laju Infiltrasi	Besarnya Infiltrasi (mm/jam)
0	Sangat Lambat	<2,5
I	Lambat	2,5-15
II	Sedang	15-28
III	Tinggi	28-53
IV	Sangat Tinggi	>53

Sumber: ILRI (1974) dalam Gunawan (1991)

Tabel 2. Klasifikasi Infiltrasi Berdasarkan Tekstur Tanah

Kelompok Hidrologi Tanah	Keterangan	Tekstur
A	Infiltrasi tinggi, runoff rendah	Pasir (sand), Pasir bergeluh (loamy sand), Geluh berpasir (sandy loam)
B	Infiltrasi sedang, runoff sedang	Geluh berdebu (silty loam), Geluh (loam)
C	Infiltrasi lambat, runoff sedang-tinggi	Geluh lempung berpasir (sandy clay loam)
D	Infiltrasi sangat lambat, runoff tinggi	Geluh berlempung (clay loam), Geluh lempung berdebu (silty clay loam), Lempung berpasir (sandy clay), Lempung berdebu (silty clay), Lempung (clay)

Sumber: Schroder

Nilai CN diperoleh melalui tumpang susun antara tutupan lahan dan KHT. Penentuan nilai CN-Lereng dengan memasukkan faktor lereng menggunakan persamaan NRCS, 2009 sebagai berikut:

$$CN_2 \text{lereng} = CN_2 \times K \dots\dots\dots(1)$$

$$K = \frac{(322,79 + (15,56 \times \alpha))}{(\alpha + 323,52)} \dots\dots\dots(2)$$

dimana: CN₂ adalah nilai CN standar dalam kondisi normal (ARC II), K adalah konstanta, dan α adalah lereng (persen).

Estimasi limpasan total per sub DAS nilai CN₂ merupakan CN tertimbang sub DAS dengan besar lereng (%) tertimbang sub DAS, dengan persamaan berikut:

$$Lereng \text{ tertimbang} = \sum a_i \times s_i / A \dots\dots\dots(3)$$

dimana α_i adalah luas lereng (km); s_i adalah lereng (%) dan A adalah luas poligon.

Besarnya limpasan DAS Serang diperoleh melalui persamaan:

$$Q = \frac{(P-0,2S)^2}{(P+0,8S)} \quad \text{jika } P > I_a; \text{ dan } Q=0 \text{ jika } P \leq I_a \dots\dots\dots(4)$$

Sumber : [NRCS \(2004\)](#)

dimana Q= tebal limpasan (mm); P=curah hujan harian (mm); I_a= *initial abstraction* termasuk simpanan permukaan, intersepsi dan evaporasi (mm); S= retensi potensial maksimum setelah limpasan mulai atau curah hujan pada DAS saat aliran dimulai (mm). S mencerminkan tanah dan kondisi tutupan lahan di dalam DAS yang diperoleh melalui sebuah kurva (*Curve Number/CN*). Nilai CN antara 0 hingga 100 dan nilai S berhubungan dengan CN sebagai berikut:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \dots\dots\dots(5)$$

dimana 25400 dan 254 adalah tetapan

Nilai CN sendiri akan berubah-ubah sesuai dengan kelembaban yang didasarkan pada total hujan 5 hari terakhir. Kondisi kelembaban berdasarkan total hujan 5 hari terakhir tersebut disebut *Antecedent Runoff Condition* (ARC). Kondisi ARC I (kering) jika total hujan 5 hari terakhir <35 mm. Kondisi ARC II

(normal) jika total hujan 5 hari terakhir 35-52,5 mm. Kondisi ARC III (basah) jika total hujan 5 hari terakhir >52,5 mm. Perubahan nilai CN pada berbagai kondisi kelembaban dapat diperoleh melalui persamaan berikut ([NRCS, 2004](#)):

$$CN_I = 4,2CN_{II}/(10 - 0,058CN_{II}) \dots\dots\dots(6)$$

$$CN_{III} = 23CN_{II}/(10 + 0,13CN_{II}) \dots\dots\dots(7)$$

dimana nilai CN_{II} adalah nilai CN yang diperoleh dari Lampiran 1 dan 2.

DAS dengan banyak tutupan lahan dapat menggunakan komposit *curve number* dalam analisisnya (NRCS, 2004). Hal yang perlu dicatat disini adalah ketika komposit *curve number* digunakan, analisis tidak memperhitungkan lokasi tutupan lahan tertentu, tetapi melihat area DAS sebagai tutupan lahan seragam diwakili dengan nilai komposit *curve number*. Persamaan yang digunakan untuk menghitung komposit *curve number* sebagai berikut ([NRCS, 2004](#)):

$$CN_{aw} = \frac{\sum_{i=1}^n (CN_i \times A_i)}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots(7)$$

dimana: CN_{aw} = nilai CN tertimbang untuk seluruh DAS/sub DAS; CN_i = nilai CN untuk setiap poligon hasil tumpang susun dari penutupan lahan dan kelompok hidrologi tanah; A_i= luas setiap poligon hasil tumpang susun dari penutupan lahan dan kelompok hidrologi tanah; n = jumlah setiap poligon penutupan lahan-kelompok hidrologi tanah di DAS/sub DAS.

Besarnya tebal limpasan dengan menggunakan CN atau CN-Lereng adalah dengan memasukkan data hujan harian (P), dan retensi potensial maksimum (S) dengan nilai CN atau CN-Lereng pada persamaan (4). Tebal limpasan ini diestimasi pada kondisi ARC I, II, dan III. Setelah tebal limpasan diperoleh, volume limpasan dihitung dengan mengalikan tebal limpasan (Q_{mm}) dengan luas DAS. Sementara besarnya debit diperoleh dengan membagi volume limpasan dengan waktu (detik) selama 24 jam.

Skenario optimalisasi tutupan lahan disusun dengan cara melakukan uji coba terhadap rencana tutupan lahan hingga diperoleh besar limpasan paling kecil dan koefisien limpasan minimal 0,5. Besarnya

limpasan ini menjadi variabel utama dalam optimalisasi tutupan lahan. Namun demikian tetap mempertimbangkan aspek sosial, ekonomi, teknis dan kebijakan yang ada. Keempat aspek sosial tersebut akan dianalisis secara deskripsi untuk mendapatkan suatu kondisi yang optimal menurut masyarakat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hujan Harian Sebagai Input

Data hujan yang digunakan untuk mengestimasi besarnya tebal limpasan (Q_{mm}) adalah data hujan harian Tahun 2014 yang jatuh merata di semua stasiun. Stasiun yang digunakan sebanyak 12 stasiun hujan yang ada di DAS Serang dan sekitarnya. Dua belas stasiun tersebut antara lain stasiun Kaligesing, Singkung, Kenteng, Plaosan, Gembongan, Boroarea, Kokap, Pengasih, Wates, Panjatan, Hargorejo, dan Temon. Estimasi tebal limpasan dilakukan pada 11 kejadian hujan dari bulan Januari hingga Desember tahun 2014. Besarnya hujan dihitung menggunakan metode *polygon thiessen*. Selain hujan harian sebagai input, besarnya akumulasi hujan 5 hari terakhir digunakan untuk menentukan kondisi ARC (*Antecedent Runoff Condition*). Kondisi ARC ini perlu diketahui untuk menentukan nilai *Curve Number* (CN) yang digunakan.

Sebaran Nilai Curve Number (CN)

Sebaran nilai CN di lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 2. Nilai CN paling dominan merupakan tutupan hutan-kombinasi rumput (kebun buah dan pohon) dengan kondisi baik pada kelompok tanah B. Meliputi lahan seluas 90,57 km² (42,79%). Nilai CN sebesar 58 (pada kondisi ARC II). Nilai CN dominan kedua berupa tegalan dengan tutupan unggul atau sebaran kacang-kacangan atau padang rumput pada kelompok tanah C dengan penanaman jalur lurus. Meliputi lahan seluas 21,25 km² (10,04%). Nilai CN sebesar 81 (pada kondisi ARC II). Nilai CN 81 diprediksi memiliki tebal limpasan yang lebih besar dibanding lahan dengan nilai 58. Sebab makin tinggi nilai CN, maka tebal limpasan juga semakin besar. Dengan kata lain tegalan dengan tutupan unggul/sebaran kacang-kacangan/padang rumput dalam kondisi buruk dengan pengolahan jalur lurus akan memiliki tebal limpasan yang lebih besar dibanding kebun dengan tutupan hutan-kombinasi rumput (kebun buah dan pohon) dalam kondisi baik.

Lahan dengan sebaran nilai CN tinggi paling (ditandai dengan warna merah pada Gambar 2) banyak berada di sub DAS Sumitro, sedikit di sub DAS Sekiyep, dan dibagian hilir sub DAS Sidatan, Nagung dan Serang Hilir. Umumnya berpenutup lahan tegalan, sawah tadah hujan dan sawah irigasi. Lahan dengan

nilai CN rendah (warna hijau pada Gambar 2) paling banyak ditemukan di sub DAS Ngrancah, sub DAS Nagung dan sebagian kecil di sub DAS Sumitro, sub DAS Sidatan dan sub DAS Serang Hilir. Umumnya berpenutup lahan kebun (hutan-kombinasi rumput, kebun buah dan pohon).

Tebal Limpasan dengan Menggunakan Nilai Curve Number (Q_{CN})

Tebal limpasan diestimasi untuk masing-masing sub DAS. Curah hujan yang digunakan sebagai input adalah hujan harian yang jatuh merata di seluruh DAS. Estimasi tebal limpasan ini dilakukan dengan asumsi mengabaikan besarnya intersepsi, simpanan air pada permukaan, simpanan air pada saluran, waktu tempuh limpasan dari hulu ke hilir DAS/sub DAS, suhu, kelembaban, dan intensitas hujan. Tebal limpasan yang dimaksud adalah tebal limpasan yang dihasilkan pada lahan disetiap sub DAS dengan tutupan lahan dan tanah yang berbeda.

Pada uji coba dengan hujan wilayah masing-masing sub DAS sebagai input. Pada kondisi ARC dan nilai CN yang sama, semakin tinggi curah hujan semakin besar tebal limpasan yang dihasilkan. Pada tanggal 11 Desember dengan hujan lebih tinggi (42,85 mm) menghasilkan tebal limpasan yang lebih besar (14,73 mm) dengan debit sebesar 9,64 m³/detik. Sementara pada tanggal 22 Desember dengan hujan lebih rendah (16,82 mm) menghasilkan tebal limpasan yang lebih kecil (1,21 mm) dengan debit sebesar 0,79 m³/detik.

Semakin tinggi ARC dan CN, dengan hujan yang makin tinggi, tebal limpasan yang dihasilkan juga semakin tinggi. Sebaliknya semakin rendah ARC, CN makin rendah, dengan hujan makin rendah, tebal limpasan juga makin rendah. Sebagai contoh tebal limpasan di sub DAS Serang Hilir pada tanggal 17 November lebih tinggi (13,89 mm dengan debit sebesar 6,5 m³/detik) dibanding tebal limpasan pada tanggal 11 Desember 2014 (0,61 mm). Pada tanggal 17 November kondisinya lebih basah (ARC III), dibanding tanggal 11 Desember (kondisi normal/ARC II). Nilai CN tanggal 17 November juga lebih tinggi (86) dibanding nilai CN tanggal 11 Desember (73). Oleh karena pada tanggal 17 November kondisinya memang lebih basah/jenuh, ditambah hujan yang lebih tinggi, menyebabkan tanah makin jenuh. Pada kondisi demikian air hujan yang jatuh tidak mampu terinfiltrasi lagi, sehingga volume limpasan yang dihasilkan lebih besar dibanding tanggal 11 Desember.

Tebal limpasan akan tetap tinggi pada kondisi ARC dan CN yang lebih tinggi, meskipun hujan yang jatuh lebih rendah. Sebagai contoh di sub DAS Sumitro. Pada kejadian hujan tanggal 24 Februari (32,40 mm) dan 13 Maret (41,62 mm). Tebal limpasan tanggal 24 Februari

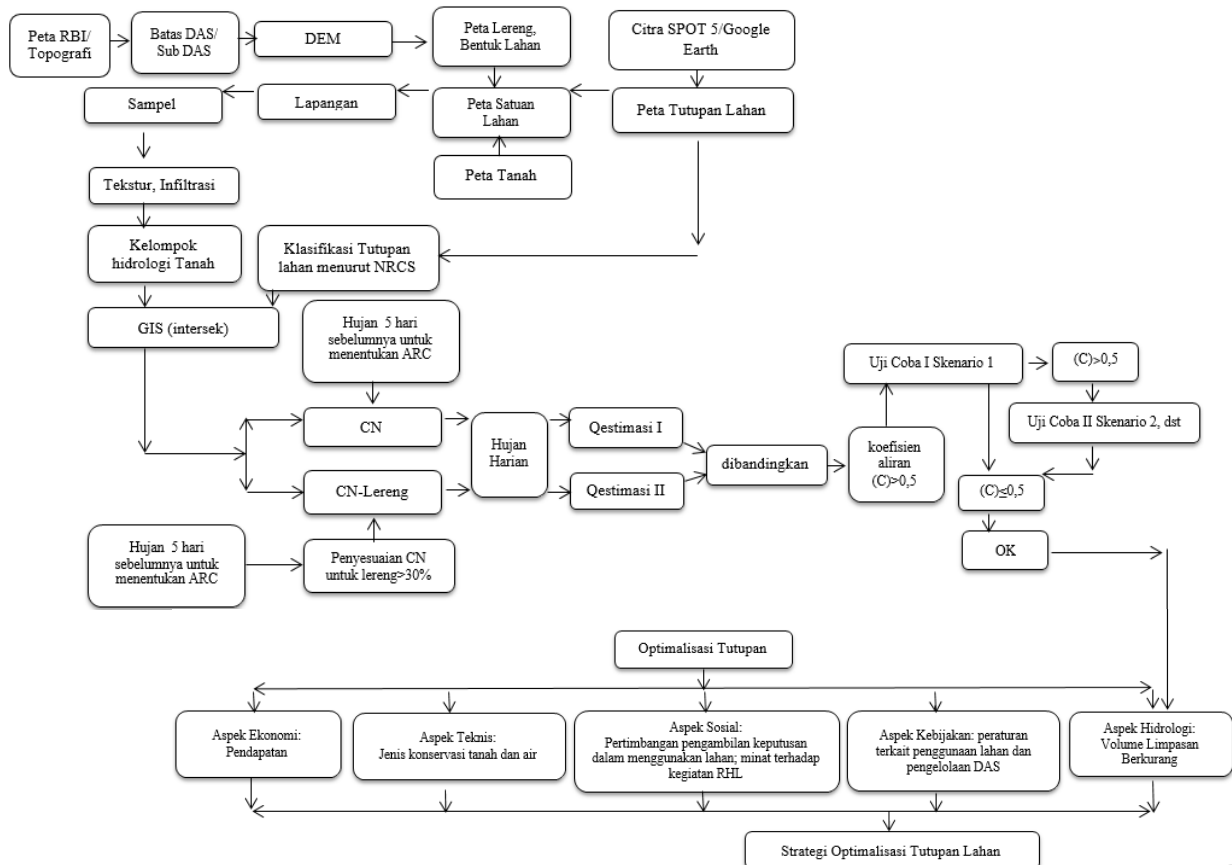
(8,15 mm) tetap lebih tinggi dibanding tanggal 13 Maret (4,15 mm). Meskipun hujan pada tanggal 13 Maret lebih tinggi. Kondisi demikian dapat terjadi, sebab pada tanggal 24 Februari kondisi tanah lebih basah. Pada kondisi demikian penambahan hujan sedikit saja, akan menghasilkan tebal limpasan yang lebih tinggi. Kondisi tanah yang lebih basah mengurangi kemampuan infiltrasi air, sehingga air yang jatuh sebagian besar akan menjadi limpasan. Kondisi ini berbeda dengan tanggal 13 Maret yang memiliki kondisi kelembaban normal (ARC dan CN lebih rendah). Hujan yang jatuh, meskipun lebih tinggi, sebagian besar akan mampu terinfiltrasi ke dalam tanah, sehingga tebal limpasan pada tanggal 13 Maret tetap lebih kecil.

Sementara itu pada uji coba dengan hujan wilayah seluruh DAS Serang sebagai input. Diketahui bahwa dengan hujan dan ARC yang sama, makin tinggi nilai CN, semakin besar tebal limpasan. Contoh kejadian hujan tanggal 29 November. Hujan yang jatuh merata diseluruh sub DAS sebesar 29,66 mm pada kondisi ARC II. Nilai CN bervariasi antar sub DAS menunjukkan bahwa kondisi tutupan lahan dan tanah yang berbeda antar sub DAS. Makin tinggi nilai CN, menghasilkan tebal limpasan yang semakin tinggi pula. Nilai CN yang semakin tinggi menandakan bahwa tutupan lahan dan tanah memiliki kemampuan

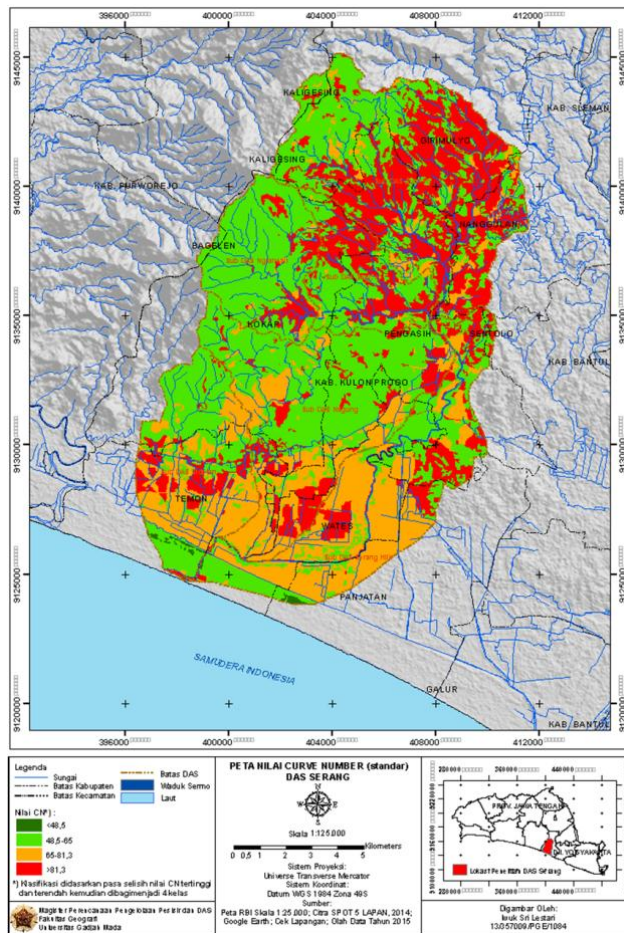
infiltrasi yang rendah, sehingga tebal limpasan meningkat.

Pada kondisi ARC yang sama, dengan hujan dan nilai CN yang makin tinggi, menghasilkan tebal limpasan yang semakin tinggi. Sebab dengan makin bertambahnya hujan, tanah akan semakin lembab, sehingga kapasitas infiltrasi akan berkurang, dan semakin banyak air hujan menjadi limpasan.

Berdasarkan estimasi yang dilakukan diantara enam sub DAS yang ada di DAS Serang, sub DAS yang memiliki tebal limpasan tertinggi adalah sub DAS Sumitro dan Serang Hilir. Sub DAS Sumitro memiliki tebal limpasan sebesar 16,19 mm dengan debit sebesar 10,55 m³/detik. Sub DAS Serang Hilir memiliki tebal limpasan sebesar 16,84 mm dengan debit sebesar 7,83 m³/detik. Berdasarkan besarnya debit limpasan tersebut dapat dikatakan bahwa penyumbang limpasan terbesar di DAS Serang adalah limpasan yang dihasilkan dari lahan yang ada di sub DAS Sumitro dan sub DAS Serang Hilir. Ini dapat berarti pula bahwa sub DAS yang paling banyak mengalami erosi adalah sub DAS Sumitro dan Serang Hilir. Sebab semakin tinggi limpasan berarti daya angkut dari air semakin tinggi, sehingga peluang bagi tanah untuk hanyut dan terangkut hingga ke hilir semakin tinggi. Pada akhirnya sedimentasi yang terjadi di bagian hilir DAS Serang juga semakin besar.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Peta Sebaran Nilai CN (ARC II) di DAS Serang

Penyesuaian Nilai Curve Number dengan Lereng (CN-Lereng)

Penyesuaian nilai CN dilakukan hanya untuk lahan dengan kemiringan lereng >30%. Penyesuaian ini dilakukan karena menurut [Asdak \(2002\)](#), metode NRCS berlaku untuk DAS dengan rata-rata kemiringan lereng <30%, sehingga perlu dilakukan penyesuaian nilai CN terhadap lereng (NRCS, 2009). Lereng merupakan salah satu faktor yang turut mempengaruhi besarnya tebal limpasan yang dihasilkan. Penyesuaian nilai CN terhadap lereng menghasilkan nilai CN baru yang kemudian disebut dengan CN-lereng. Sebaran nilai CN-Lereng DAS Serang tersaji dalam Gambar 3.

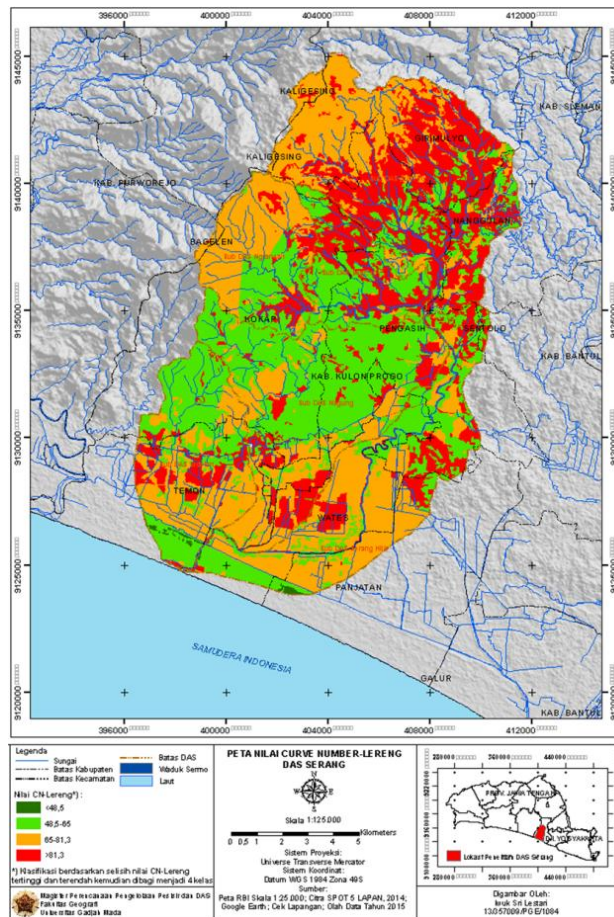
Sub DAS yang memiliki lereng lebih 30% adalah sub DAS Ngrancah, Sumitro, Sekiyep, Nagung dan Sidatan. Sementara pada Sub DAS Serang Hilir tidak dilakukan penyesuaian CN dengan lereng, sebab sub DAS ini tidak memiliki lahan dengan kemiringan lereng >30%. Nilai CN-Lereng sedikit lebih tinggi dibanding CN. Sebagaimana telah disebutkan di awal bahwa semakin tinggi nilai CN, tebal limpasan yang dihasilkan akan semakin besar. Sehingga diprediksi estimasi tebal limpasan dengan menggunakan CN-lereng menjadi sedikit lebih besar dibanding estimasi tebal limpasan dengan menggunakan CN. Meskipun hanya berpengaruh sedikit, penelitian ini membuktikan

bahwa lereng tetap berpengaruh terhadap tebal limpasan yang dihasilkan di lokasi penelitian. Lokasi penelitian merupakan daerah dengan lereng yang bervariasi, sehingga dipandang perlu memasukkan faktor lereng dalam estimasi tebal limpasannya.

Sebaran nilai CN-Lereng di DAS Serang disajikan dalam Gambar 2. Tampak warna merah yang menandakan nilai CN lebih tinggi mendominasi lahan di bagian hulu sub DAS Sumitro dan sub DAS Sekiyep. Pada sub DAS Ngrancah, sub DAS Sidatan dan sub DAS Nagung nilai CN-Lereng ditandai dengan warna hijau yang lebih terang di bagian hulu. Sisanya adalah lahan dengan lereng <30% sehingga nilai CN tidak berubah.

Tebal Limpasan dengan Menggunakan Nilai Curve Number-Lereng (Q_{CN-Lereng})

Hasil estimasi tebal limpasan menggunakan nilai CN-Lereng menghasilkan tebal limpasan yang sedikit lebih tinggi dibanding hasil estimasi menggunakan nilai CN. Hasil ini membenarkan prediksi awal bahwa tebal limpasan dengan menggunakan CN-lereng menjadi sedikit lebih besar dibanding estimasi tebal limpasan dengan menggunakan CN. Selain itu juga membuktikan bahwa lereng turut berpengaruh meningkatkan tebal limpasan.



Gambar 3. Peta Sebaran Nilai CN-Lereng (ARC II) di DAS Serang

Secara garis besar hasil estimasi limpasan menggunakan CN-Lereng dan CN memiliki kesamaan pola. Kesamaan pola tersebut antara lain:

1. Pada kondisi kelembaban (ARC) yang sama, CN-Lereng sama, makin tinggi hujan, semakin besar tebal limpasan yang dihasilkan. Alasannya semakin banyak hujan yang jatuh, tanah akan semakin basah dan jenuh. Saat tanah menjadi jenuh berarti air tidak dapat terinfiltrasi ke dalam tanah. Kelebihan air inilah yang kemudian mengalir menjadi limpasan.
2. Semakin tinggi kelembaban (ARC) dan nilai CN, dengan hujan makin tinggi, volume limpasan juga makin tinggi. Pada ARC III, kondisi tanah lebih lembab dibanding ARC II dan ARC I. Pada kondisi ini tanah semakin jenuh. Kelebihan air akan mudah menjadi limpasan. Ditambah lagi dengan nilai CN yang semakin tinggi yang berarti kapasitas infiltrasi tanah makin lambat dengan tutupan lahan yang makin tidak rapat. Sehingga dengan semakin banyak hujan, maka air akan semakin banyak yang tidak terinfiltrasi dan berubah menjadi limpasan.
3. Pada hujan dan ARC yang sama, semakin tinggi nilai CN-Lereng, makin tinggi volume limpasan yang dihasilkan. Sebab makin tinggi nilai CN-Lereng berarti kapasitas infiltrasi tanah makin

lambat, tutupan lahan makin jarang dengan kondisi perakaran yang tidak membantu terjadinya infiltrasi, ditambah lereng yang semakin miring/curam menyebabkan air limpasan akan dengan cepat terbentuk dan menjadi lebih tinggi.

Hasil estimasi dengan CN-Lereng menunjukkan sub DAS Sumitro dan sub DAS Serang Hilir tetap menjadi penyumbang terbesar limpasan di DAS Serang dibanding sub DAS Sidatan, Sekiye, Nagung dan Ngrancah (Tabel 3). Dengan asumsi bahwa hasil estimasi yang dilakukan sudah dianggap benar, maka skenario optimalisasi tutupan lahan dapat disusun dalam rangka mengurangi limpasan yang ada di setiap sub DAS.

Skenario Optimalisasi Tutupan Lahan Menggunakan Nilai CN-Lereng

Optimalisasi tutupan lahan dilakukan dengan maksud untuk mengurangi tebal limpasan yang dihasilkan masing-masing sub DAS. Berdasarkan estimasi tebal limpasan yang telah dilakukan, dari 11 kejadian hujan, tanggal 11 Desember dengan hujan sebesar 44,97 mm menghasilkan tebal limpasan tertinggi. Sub DAS dengan limpasan tertinggi hingga terendah berturut-turut sebagai berikut: sub DAS Sumitro, sub DAS Serang Hilir, sub DAS Sidatan, sub DAS Sekiye, sub DAS Nagung dan sub DAS

Ngrancah. Besarnya limpasan total per sub DAS disajikan pada Tabel 3.

Setelah diketahui kondisi total limpasan per sub DAS, kemudian disusun skenario optimalisasiutupan lahan. Skenarioutupan lahan disusun dengan cara uji coba, mengubah cara pengolahan lahan danutupan lahan eksisting. Uji coba ini dilakukan pada setiap satuan lahan yang ada di setiap sub DAS hingga memperoleh limpasan paling rendah dengan nisbah antara tebal limpasan dan curah hujan (koefisien limpasan) minimal 0,5. Besar limpasan hasil uji coba menggunakan skenarioutupan lahan ditunjukkan pada Tabel 4. Satuan lahan digunakan sebagai unit analisis, karena dalam satu satuan lahan memiliki karakteristik yang seragam sehingga memudahkan dalam analisis.

Sebaran nilai koefisien limpasan eksisting pada setiap satuan lahan yang ada di setiap sub DAS, ditunjukkan pada Gambar 3. Satuan lahan dengan koefisien limpasan >0,5 ditunjukkan dengan warna gradasi orange hingga merah. Ditemukan di sub DAS Sumitro, dan sebagian sub DAS Sekiyep, Nagung, Serang Hilir dan Sidatan. Koefisien limpasan >0,5 umumnya berada padautupan lahan tegalan, sawah tadah hujan, sawah irigasi, dan pemukiman. Setelah

dilakukan uji coba skenarioutupan lahan, sebaran nilai koefisien limpasan berubah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.

Tabel 3. Besar Limpasan Total Per Sub DAS

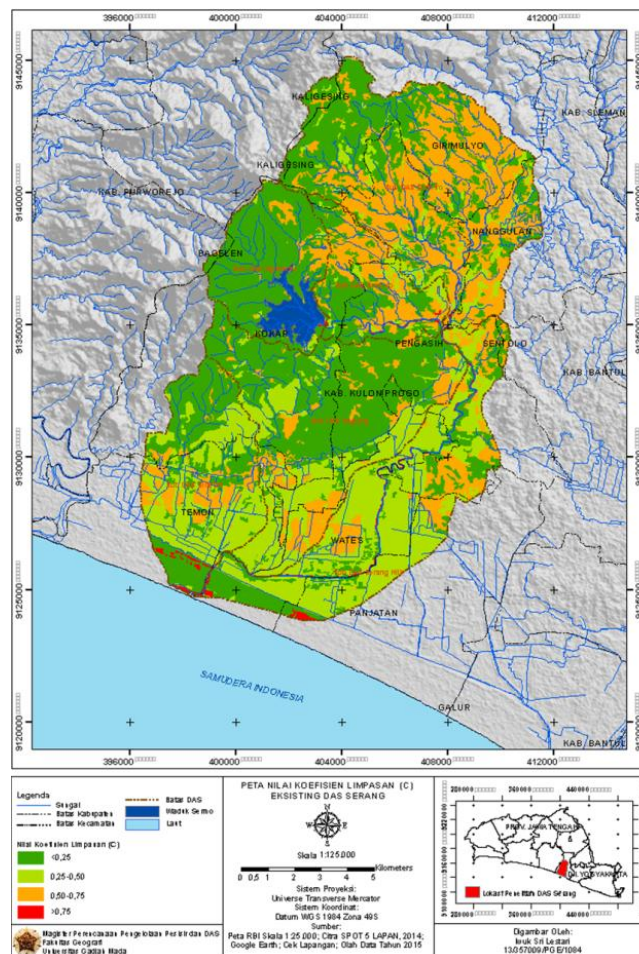
No	Sub DAS	Volume Limpasan (mm)	Debit Limpasan (m ³ /detik)
1	Sumitro	16,52	10,76
2	Serang Hilir	16,84	7,83
3	Nagung	12,98	7,13
4	Sidatan	14,67	4,86
5	Sekiyep	14,66	2,78
6	Ngrancah	9,39	2,12

Sumber: Olah Data (2015)

Tabel 4. Besar Limpasan (Skenario) Total Per Sub DAS

No	Sub DAS	Debit Limpasan (m ³ /detik)	Debit Limpasan (m ³ /detik)
1	Sumitro	10,76	10,05
2	Serang Hilir	7,83	7,53
3	Nagung	7,13	7,02
4	Sidatan	4,86	4,72
5	Sekiyep	2,78	2,56
6	Ngrancah	2,12	2,11

Sumber: Olah Data (2015)



Gambar 4. Peta Sebaran Nilai Koefisien Limpasan Eksisting Pada Setiap Satuan Lahan di DAS Serang

Tutupan lahan eksisting sebelum dilakukan uji coba skenarioutupan lahan ditunjukkan pada Gambar 5. Skenarioutupan lahan optimal agar limpasan yang dihasilkan rendah ditunjukkan pada Gambar 6.

Optimalisasi Tutupan Lahan Ditinjau dari Aspek Sosial, Ekonomi, Teknis dan Kebijakan

Optimalisasiutupan lahan dari sisi sosial ekonomi, tetap memperhatikan jenis komoditas unggulan yang memiliki pasar jelas dan disukai masyarakat sebagai pemilik lahan. Optimalisasi dari sisi teknis konservasi yang utama adalah memperbaiki teras-teras di lahan pertanian dan perkebunan terutama pada lahan yang memiliki lereng III hingga V. Selain memperbaiki teras, penanaman sejajar kontur dan pemanfaatan sisa tanaman atau seresah sangat direkomendasi, sebab sisa tanaman atau seresah tersebut membantu mengurangi laju dan besarnya limpasan.

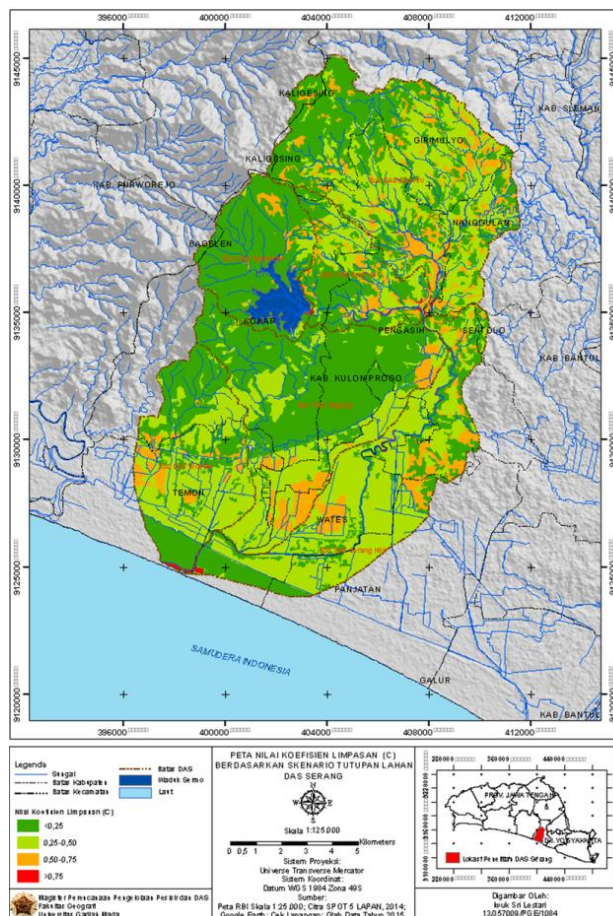
Optimalisasi dari sisi kebijakan, telah didukung dengan adanya Perda Kabupaten Kulonprogo nomor 1 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Kulonprogo Tahun 2012-2032 telah menjamin tentang Pola Ruang wilayah yang terdiri atas dua kawasan yaitu kawasan lindung dan budidaya Peraturan Pemerintah nomor 37 tahun 2012 tentang Pengelolaan DAS serta Peraturan Bupati Kulonprogo

nomor 53 tahun 2013 tentang Rencana Pengelolaan DAS Terpadu DAS Serang.

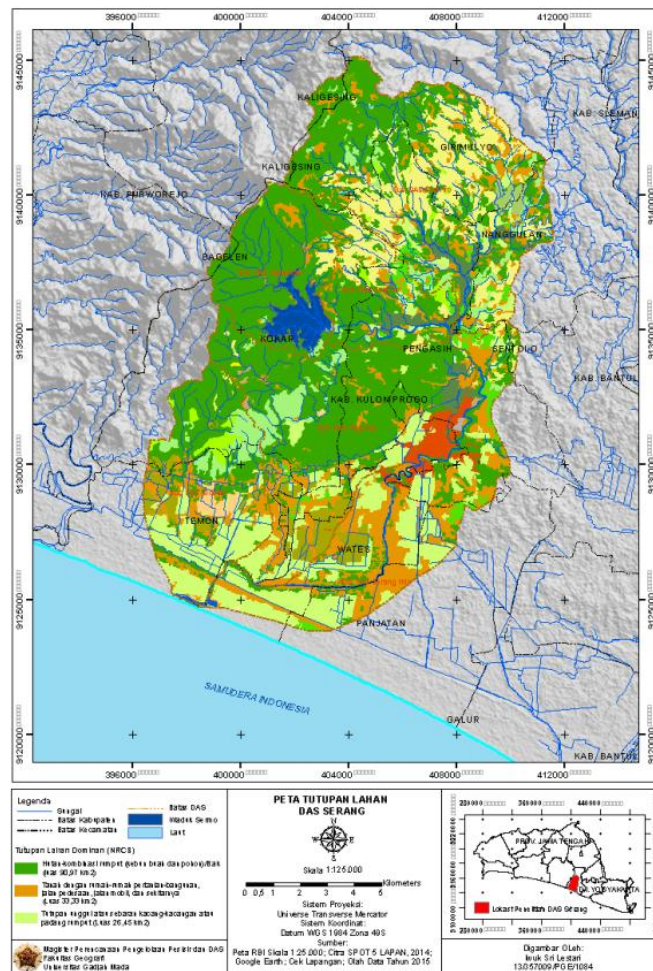
Strategi Pengelolaan DAS

Limpasan di setiap sub DAS dapat diturunkan dengan:

- Memperbaiki teras terutama pada lahan-lahan yang miring dengan batu-batu; tanaman penguat teras seperti kaliandra atau leresede; tanaman tahunan seperti jati lokal, mahoni atau albasiah.
- Memperbaiki jalur penanaman (sejajar kontur untuk lahan miring).
- Memanfaatkan sisa tanaman atau seresah untuk menghambat laju limpasan.
- Memanfaatkan lahan kosong /semak menjadi kebun atau hutan-kombinasi rumput (kebun buah dan pohon);
- Menambah jumlah tegakan pohon sebaiknya mempertimbangkan jenis-jenis pohon yang diminati masyarakat seperti jati (gmelina), sengon, kelapa, mahoni, albasiah, manggis dan petai.
- Memanfaatkan lahan bawah tegakan untuk budidaya empon-empon atau rami. Selain bernilai ekonomis juga baik secara konservasi (melindungi tanah dari erosi).



Gambar 5. Peta Sebaran Nilai Koefisien Limpasan Berdasarkan Skenario Tutupan Lahan di Setiap Satuan Lahan DAS Serang



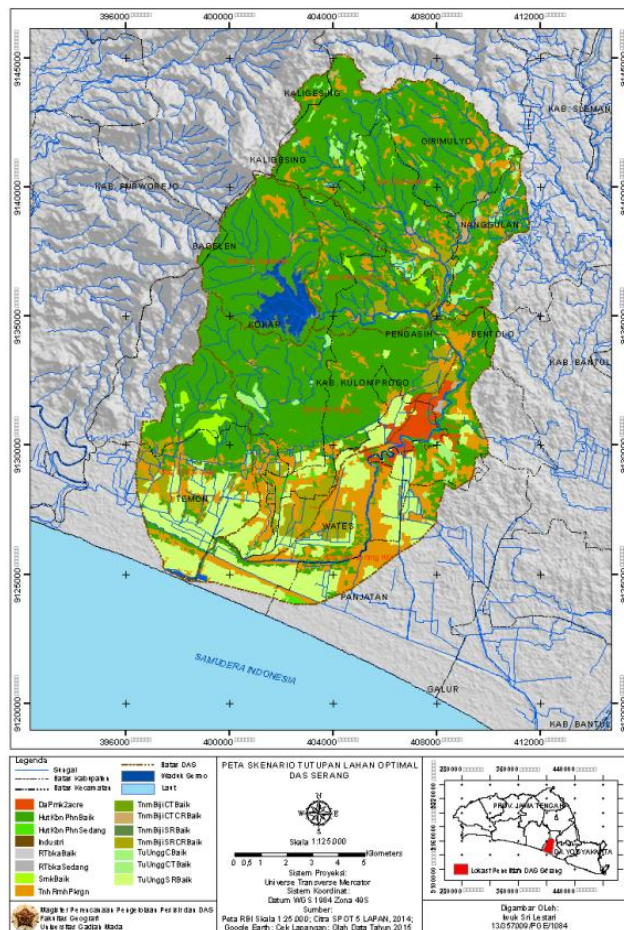
Gambar 6. Peta Tutupan Lahan DAS Serang

KESIMPULAN

1. Nilai CN dominan di DAS Serang adalah 58 (pada kondisi ARC II) berupa hutan-kombinasi rumput (kebun buah dan pohon) dengan kondisi baik pada kelompok tanah B. Nilai CN dominan kedua berupa tegalan dengan tutupan unggul atau sebaran kacang-kacangan atau padang rumput pada kelompok tanah C dengan penanaman jalur lurus dengan CN sebesar 81 (pada kondisi ARC II). Semakin tinggi nilai CN, maka tebal limpasan semakin besar. Tegalan dengan nilai CN 81 memiliki tebal limpasan yang lebih besar dibanding kebun dengan nilai CN 58.
2. Uji coba dengan hujan wilayah masing-masing sub DAS menunjukkan pada kondisi ARC dan nilai CN/CN-Lereng yang sama, semakin tinggi curah hujan semakin besar tebal limpasan yang dihasilkan; Semakin tinggi ARC dan CN/CN-

Lereng, dengan hujan yang makin tinggi, tebal limpasan yang dihasilkan juga semakin tinggi; Tebal limpasan akan tetap tinggi pada kondisi ARC dan CN/CN-Lereng yang lebih tinggi, meskipun hujan yang jatuh lebih rendah. Uji coba dengan hujan wilayah seluruh DAS Serang menunjukkan pada hujan dan ARC yang sama, makin tinggi nilai CN/CN-Lereng, semakin besar tebal limpasan; pada kondisi ARC yang sama, dengan hujan dan nilai CN/CN-Lereng yang makin tinggi, menghasilkan tebal limpasan yang semakin tinggi.

3. Hasil estimasi tebal limpasan menggunakan nilai CN maupun CN-Lereng menunjukkan bahwa sub DAS dengan tebal limpasan tertinggi adalah sub DAS Sumitro dan Serang Hilir. Skenario optimalisasi tutupan lahan dilakukan dengan mengubah cara pengolahan lahan dan mengubah tutupan lahan eksisting.



Gambar 7. Peta Sebaran Skenario Tutupan Lahan Optimal DAS Serang

DAFTAR PUSTAKA

Asdak, C. (2002). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada

Gunawan, T. (1991). Penerapan Teknik Penginderaan Jauh Untuk Menduga Debit Puncak Menggunakan Karakteristik Lingkungan Fisik DAS (Studi Kasus Di Daerah Aliran Sungai Bengawan Solo Hulu Jawa Tengah). *Disertasi*. Institut Pertanian Bogor

Natural Resources Conservation Service. (2004). *Part 630 Hydrology National Engineering Handbook: Estimation of Direct Runoff from Storm Rainfall* USA: USDA, Chapter 10.

Natural Resources Conservation Service. (2009). *Part 630 Hydrology National Engineering Handbook: Hydrologic Soil Groups*, USA: USDA, Chapter 7.

Neitsch, S.L., Arnold, J.G., Kiniry, R., Williams, J.R. (2011). "Soil and Water Assessment Tool

Theoretical Documentation Version 2009", *Texas Water Resources Institute Technical Report No.406, Texas A and M University System*.

Ponce, V.M., Hawkins, R.H. (1996). "Runoff Curve Number: Has It Reached Maturity?", *Journal of Hydrologic Engineering*. 1, 11-19.

Sudarmadji, Hadi, P., Widyastuti, M. (2014). *Pengelolaan Sumberdaya Air Terpadu*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Peraturan:
 Keputusan Menteri Kehutanan Nomor 328/Menhut-II/2009 tentang Penetapan Urutan DAS Prioritas.
 Perturan Direktur Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Nomor P.001/V-DAS/2007 tanggal 30 Januari 2007 tentang Pedoman Pemantauan Tata Air Daerah Aliran Sungai Dengan Pendekatan Model Hidrologi.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Curve Number untuk Tutupan Lahan Perkotaan1)

Penjelasan Tutupan Lahan		Curve Number untuk Kelompok Hidrologi Tanah			
Tipe Tutupan dan Kondisi hidrologi	Rata-Rata Area Kedap air ²⁾	A	B	C	D
<i>Daerah Perkotaan yang sepenuhnya dikembangkan (pembinaan vegetasi)</i>					
Ruang terbuka (rumput, taman, lapangan golf, pemakaman, dll) ³⁾ :					
Kondisi buruk (rumput <50%)		68	79	86	89
Kondisi sedang (rumput 50%-75%)		49	69	79	84
Kondisi baik (>75%)		39	61	74	80
Area Kedap Air:					
Parkir beraspal, atap, jalan mobil, dll		98	98	98	98
Jalan:					
Beraspal, berbatu, selokan		98	98	98	98
Beraspal, selokan terbuka		83	89	92	93
Kerikil		76	85	89	91
Tanah		72	82	87	89
Daerah perkotaan:					
Komersial dan bisnis	85	89	92	94	95
Industri	72	81	88	91	93
Daerah pemukiman yang luas					
1/8 acre atau kurang	65	77	85	90	92
¼ acre	38	61	75	83	87
1/3 acre	30	57	72	81	86
½ acre	25	54	70	80	85
1 acre (0.405 ha)	20	51	68	79	84
2 acres	12	46	65	77	82
<i>Area perkotaan yang sedang berkembang</i>					
Area baru (tidak ada vegetasi, hanya area yang tidak kedap air) ⁴⁾		77	86	91	94
Lahan Bero (nilai CN ditentukan dengan tipe tutupan untuk lahan pertanian lain/lihat tabel)					

1) Kondisi limpasan rata-rata dan $Ia=0.2S$
2) Rata-rata persentase area kedap air digunakan untuk mengembangkan nilai komposit CN dengan asumsi area kedap air terhubung langsung dengan sistem drainase. area kedap air memiliki CN 98. Area yang tidak kedap air dianggap setara dengan ruang terbuka dengan kondisi hidrologi baik. Nilai CN dari kombinasi kondisi yang lain dihitung menggunakan persamaan 3 dan 4.
3) CN yang ditampilkan adalah setara dengan padang rumput. CN komposit dihitung untuk kombinasi lain dari jenis tutupan pada ruang terbuka.
4) CN komposit dihitung dengan menggunakan persamaan 3 dan 4 berdasarkan tingkat perkembangan (persentase daerah kedap air) begitu pula untuk daerah yang tidak kedap air yang baru dibuka.

Sumber: NRCS, 2004

Lampiran 2 Curve Number untuk Lahan Pertanian¹⁾

Penjelasan Tutupan Lahan			Curve Number untuk Kelompok Hidrologi Tanah			
Tipe Tutupan	Pengolahan ²⁾	Kondisi Hidrologi ³⁾	A	B	C	D
Kosong/Belum ditanami	Tanah gundul	—	77	86	91	94
	Tutupan Sisa Tanaman (<i>Crop Residu Cover/CR</i>)	Buruk	76	85	90	93
Baik		74	83	88	90	
Jalur Tanaman	Jalur Lurus (<i>Straight Row/SR</i>)	Buruk	72	81	88	91
		Baik	67	78	85	89
	SR + CR	Buruk	71	80	87	90
		Baik	64	75	82	85
	Kontur (C)	Buruk	70	79	84	88
		Baik	65	75	82	86
	C + CR	Buruk	69	78	83	87
		Baik	64	74	81	85
	Kontur dan Teras (C & T)	Buruk	66	74	80	82
		Baik	62	71	78	81
	C&T+CR	Buruk	65	73	79	81
		Baik	61	70	77	80
Tanaman Biji-bijian (<i>small grain</i>)	Jalur Lurus (SR)	Poor	65	76	84	88
		Good	63	75	83	87
	SR + CR	Buruk	64	75	83	86
		Baik	60	72	80	84
	Kontur (C)	Buruk	63	74	82	85
		Baik	61	73	81	84
	C + CR	Buruk	62	73	81	84
		Baik	60	72	80	83
	Kontur dan Teras (C & T)	Buruk	61	72	79	82
		Baik	59	70	78	81
	C&T+CR	Buruk	60	71	78	81
		Baik	58	69	77	80
Tutupan unggul atau sebaran kacang-kacangan atau padang rumput	SR	Buruk	66	77	85	89
		Baik	58	72	81	85
	C	Buruk	64	75	83	85
		Baik	55	69	78	83
	C&T	Buruk	63	73	80	83
		Baik	51	67	76	80
Padang rumput dan lahan penggembalaan, range-yang digunakan untuk pakan ternak ⁴⁾ Padang rumput- untuk rumput. dilindungi dari penggembalaan dan umumnya disiangi untuk membuat rumput kering		Buruk	68	79	86	89
		Sedang	49	69	79	84
		Baik	39	61	74	80
		Baik	30	58	71	78
Semak-campuran antara semak, gulma, rumput dengan dominasi semak-semak ⁵⁾		Buruk	48	67	77	83
		Sedang	35	56	70	77
		Baik	30 ⁶⁾	48	65	73
Hutan-kombinasi rumput (kebun buah dan pohon) ⁷⁾		Buruk	57	73	82	86
		Sedang	43	65	76	82
		Baik	32	58	72	79
Hutan ⁸⁾		Buruk	45	66	77	83
		Sedang	36	60	73	79
		Baik	30 ⁴⁾	55	70	77

Lanjutan Lampiran 2.

Penjelasan Tutupan Lahan			Curve Number untuk Kelompok Hidrologi Tanah			
Tipe Tutupan	Pengolahan ²⁾	Kondisi Hidrologi ³⁾	A	B	C	D
Tanah dengan rumah-rumah pertanian-bangunan, jalan pedesaan, jalan mobil, dan sekitarnya		—	59	74	82	86
Jalan: Tanah Kerikil		—	72 76	82 85	87 89	89 91

1) Kondisi limpasan rata-rata dan $I_a=0.2S$
2) Penutupan sisa tanaman berlaku hanya jika residu setidaknya 5% dari permukaan sepanjang tahun
3) Kondisi hidrolik didasarkan pada faktor-faktor kombinasi yang mempengaruhi infiltrasi dan limpasan. termasuk (a) kepadatan dan kanopi daerah vegetatif; (b) jumlah penutup sepanjang tahun; (c) jumlah rumput atau serupa kacang-kacangan. (d) persen dari residu penutup pada permukaan tanah (baik $\geq 20\%$); dan (e) tingkat kekasaran permukaan.
Buruk: faktor yang mengurangi infiltrasi dan cenderung meningkatkan limpasan.
Baik : faktor yang rata-rata mendorong dan membuat lebih baik rata-rata infiltrasinya dan menurunkan limpasan.
4) Buruk : <50% terdapat penutup tanah atau berumput tanpa mulsa
Sedang: 50 sampai 75% terdapat penutup tanah dan tidak banyak rumput
Baik : > 75% terdapat penutup tanah dan sedikit atau berumput jarang
5) Buruk : <50% terdapat penutup tanah
Sedang : 50 sampai 75% terdapat penutup tanah
Baik : > 75% terdapat penutup tanah
6) CN aktual kurang dari 30; menggunakan CN = 30 untuk menghitung limpasan.
7) CN yang ditunjukkan di atas untuk menghitung di daerah dengan 50% hutan dan 50% rumput (padang rumput) penutup. Kombinasi kondisi lainnya dapat dihitung dari tabel CN untuk hutan dan padang rumput.
8) Buruk : sampah hutan. pohon kecil. dan semak dihancurkan oleh penggembalaan berat atau pembakaran biasa.
Sedang : hutan yang berumput tetapi tidak terbakar. dan beberapa sampah hutan yang menutupi tanah.
Baik : hutan yang dilindungi dari penggembalaan. sampah dan semak yang cukup untuk menutupi tanah.

Sumber: NRCS, 2004