

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/325263330>

Penerapan Model Sistem DAS (Watershed Modeling System – WMS) Untuk Prediksi Limpasan Permukaan dan Debit Puncak Serta Sebagai Alat Bantu Identifikasi Banjir dan Konservasi Tanah da...

Conference Paper · May 2017

CITATIONS

0

READS

788

4 authors, including:



Dimas Tukiayat

Unriyo Universitas Respati Yogyakarta

3 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE



Ardila Yananto

Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

15 PUBLICATIONS 14 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



ANALISIS KEJADIAN EL NINO DAN PENGARUHNYA TERHADAP INTENSITAS CURAH HUJAN DI WILAYAH JABODETABEK (Studi Kasus : Periode Puncak Musim Hujan Tahun 2015/2016) [View project](#)

**Penerapan Model Sistem DAS (Watershed Modeling System - WMS) Untuk Prediksi Limpasan Permukaan dan Debit Puncak Serta Sebagai Alat Bantu Identifikasi Banjir dan Konservasi Tanah dan Air
(Kasus : DAS Ciliwung Hulu dan Cisadane Hulu)**

*Application Of Watershed Modeling System For Surface Run Off And Peak Discharge Prediction As Tools For Flood Hazards Identification And Soil And Water Conservation
(Case : Upper stream Of Ciliwung And Cisadane)*

Sunu Tikno¹, Tukiyat², Ardila Yananto³ dan M. Bayu Rizky Prayoga⁴

¹Perekayasa Utama di Balai Besar Teknologi Modifikasi Cuaca, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Gedung Ir. Soebagio, Kompleks Geotech, Kawasan Puspiptek, Serpong Tangerang Selatan 15314, Indonesia, email; sunu.tikno@bppt.go.id

²Perekayasa Madya di Balai Besar Teknologi Modifikasi Cuaca, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Gedung Ir. Soebagio, Kompleks Geotech, Kawasan Puspiptek, Serpong Tangerang Selatan 15314, Indonesia, email; tukiyat@bppt.go.id

³Perekayasa Pertama di Balai Besar Teknologi Modifikasi Cuaca, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Gedung Ir. Soebagio, Kompleks Geotech, Kawasan Puspiptek, Serpong Tangerang Selatan 15314, Indonesia, email; ardila.yananto@bppt.go.id

⁴Perekayasa Pertama di Balai Besar Teknologi Modifikasi Cuaca, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Gedung Ir. Soebagio, Kompleks Geotech, Kawasan Puspiptek, Serpong Tangerang Selatan 15314, Indonesia, email; bayu.rizky@bppt.go.id

Abstrak

Watershed Modelling System (WMS) merupakan model hidrologi yang mengintegrasikan data spasial, model ini mampu mendeskripsikan kondisi kehidrologian secara spasial. Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung dan Cisadane merupakan DAS yang memegang peranan penting dalam kajian bencana hidrologi yang sering melanda wilayah Jabodetabek. Dengan menggunakan aplikasi WMS, dapat diketahui nilai debit puncak yang menyebabkan banjir di wilayah Jabodetabek. Berdasarkan data hujan pada tahun 2013 saat terjadi banjir besar di Jabodetabek, diketahui bahwa hasil simulasi WMS nilai debit puncak (Q_p) untuk DAS Ciliwung Hulu adalah sebesar $54,26 \text{ m}^3/\text{s}$, sementara nilai debit puncak untuk DAS Cisadane Hulu adalah sebesar $794,74 \text{ m}^3/\text{s}$. Hasil validasi dengan nilai debit puncak secara aktual di DAS Ciliwung Hulu menunjukkan persentase keakuratan sebesar 55,9 %, sementara persentase keakuratan hasil simulasi dengan kondisi aktual debit puncak di DAS Cisadane Hulu mencapai 98,4 %. Selain debit puncak, diketahui juga beberapa Sub-DAS di Ciliwung Hulu dan Cisadane Hulu memiliki potensi aliran permukaan yang sangat tinggi. Karena model ini mampu menggambarkan secara spasial kondisi hidrologi dan terkait dengan hasil simulasi besarnya aliran permukaan di DAS Ciliwung Hulu dan Cisadane Hulu, maka model WMS bisa dijadikan bahan masukan untuk upaya konservasi tanah dan air di suatu DAS

Katakunci : Aliran Sungai (DAS) Ciliwung, DAS Cisadane, debit puncak, aliran permukaan, model, WMS

Abstract

Watershed Modeling System (WMS) is a hydrological model that integrates spatial data, so that the model is able to describe the hydrological condition spatially and calculate hydrological parameter. Ciliwung and Cisadane watershed which plays an important role in the study of hydrological disasters (floods) that often occurs in the Jabodetabek area. By using Watershed Modeling System (WMS), the value of peak flow that caused flood in Jabodetabek region can be known. According to the modeling by using 2013 rain data, which caused a massive flood in Jabodetabek region, it is known that the simulation value of peak flow (Q_p) for Ciliwung Upstream watershed is $54,26 \text{ m}^3/\text{s}$, while the value of same variable for Cisadane Upstream watershed is $794,74 \text{ m}^3/\text{s}$. Validation results with the actual value of the peak flow in Upstream Ciliwung watershed shows the percentage of accuracy is 55.9%, while the percentage of accuracy of the simulation results with actual conditions in the Cisadane Upstream watershed reached the value of 98.4%. Aside from knowing the peak flow that caused flood, the modeling that has been done also get some sub-basins in the Upstream Ciliwung and Cisadane that have the very high potential run-off. Referring to the amount of surface run-off in those several sub-basins which was calculated using WMS, and also the ability of WMS to show hydrological condition spatially it indicated that the WMS can be used as tool for soil and water conservation program.

Keywords : Watershed, Ciliwung, Cisadane, peak flow, run-off, modeling, WMS

1. PENDAHULUAN

Bencana banjir memerlukan identifikasi unsur-unsur penyebab. Salah satu unsur penyebab banjir adalah aliran permukaan. Prediksi aliran permukaan dan debit puncak suatu aliran akan membantu dalam identifikasi awal potensi bencana banjir. Aliran permukaan merupakan faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan konservasi sumberdaya lahan (Sudira *et. al.*, 2003). Selain itu, kondisi aliran permukaan juga dapat dijadikan masukan untuk penentuan konservasi tanah dan air di suatu daerah aliran sungai.

Daerah hulu merupakan daerah konservasi, mempunyai kerapatan drainase lebih tinggi, kemiringan lereng lebih besar dari 15%, dan jenis vegetasi umumnya tegakan hutan (Asdak, 2002). Selain merupakan sumber utama dari suatu aliran, dinamisnya perubahan penggunaan lahan di bagian hulu akan sangat mempengaruhi kondisi aliran permukaan suatu DAS. Peran penting daerah hulu suatu aliran dalam pengelolaan sumber daya air hingga konservasi tanah memerlukan pengelolaan sumber daya air.

Aliran Ciliwung dan Cisadane merupakan dua aliran utama yang mengalir di DKI Jakarta dan sekitarnya. Seringkali bencana banjir yang melanda ibukota merupakan turunan dari ketidakmampuan kapasitas aliran dalam menampung air yang mengalir. Banjir kiriman yang kerap terjadi pada musim hujan merupakan salah satu indikasi besarnya debit air yang bersumber dari daerah hulu.

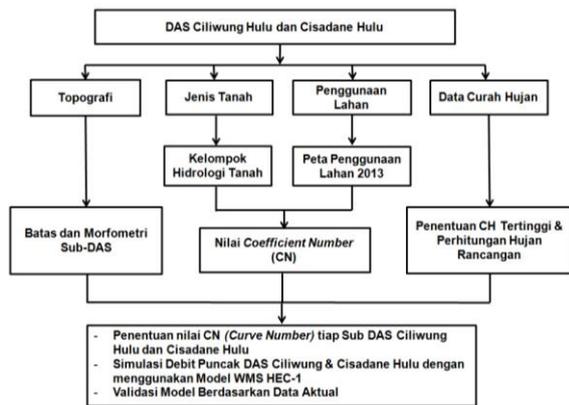
Untuk melihat potensi aliran permukaan dan debit di daerah hulu salah satunya dapat dilakukan dengan melakukan prediksi limpasan yang berpotensi terjadi saat puncak musim hujan terjadi. Aliran permukaan dan debit puncak yang bisa diprediksi akan membantu kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana banjir. Lebih lanjut, dengan mengetahui potensi aliran permukaan dan debit puncak pada daerah hulu suatu DAS akan bisa memberikan arahan prioritas wilayah konservasi.

Prediksi aliran permukaan suatu aliran dapat dilakuka dengan melakukan simulasi pada model hidrologi. Salah satu model hidrologi yang digunakan dalam memprediksi aliran permukaan adalah Model HEC-WMS (*Hydrologic Engineering Corp-Watershed Modeling System*). Menurut Ismawardi *et. al.* (2003), model HEC mempunyai kemampuan dalam mensimulasikan hujan menjadi aliran, efek perubahan tata guna lahan terhadap aliran, dan memecahkan problem hidrologi aktual maupun antisipatif.

Pada tulisan ini, dilakukan penerapan model hidrologi menggunakan *Watershed Modeling System (WMS)* untuk bagian hulu DAS Ciliwung dan Cisadane. Hasil dari pemodelan hidrologi yang dilakukan pada kedua daerah hulu tersebut akan sangat berguna untuk prediksi debit puncak pada masing-masing aliran. Selain itu, dengan melakukan pemodelan di daerah hulu suatu DAS akan memberikan gambaran prioritas arahan wilayah konservasi di kedua DAS tersebut.

2. METODOLOGI

Pada penelitian ini, dilakukan proses pengolahan data spasial dan tabular. Variabel topografi digunakan untuk melakukan deliniasi batas Sub-DAS di DAS Ciliwung Hulu dan Cisadane Hulu. Data Jenis Tanah akan diklasifikasikan berdasarkan karakteristiknya ke dalam Kelompok Hidrologi Tanah (KHT). Hasil *overlay* dari Kelompok Hidrologi Tanah dan Penggunaan Lahan merupakan nilai *Coefficient Number* (CN) pada masing-masing Sub-DAS di Ciliwung Hulu dan Cisadane Hulu.



Gambar 1. Alur Pikir Penelitian.

Pengolahan data curah hujan diperlukan untuk mengetahui penentuan curah hujan historis yang paling tinggi dan digunakan untuk perhitungan hujan rancangan di kedua DAS. Hasil dari pengolahan morfometri DAS dan nilai *Coefficient Number* akan menghasilkan nilai *Curve Number* (CN). Nilai CN yang menunjukkan respon masing-masing Sub-DAS terhadap air hujan sebagai penyumbang aliran permukaan. Nilai tersebut digunakan untuk menentukan arahan prioritas konservasi pada kedua DAS.

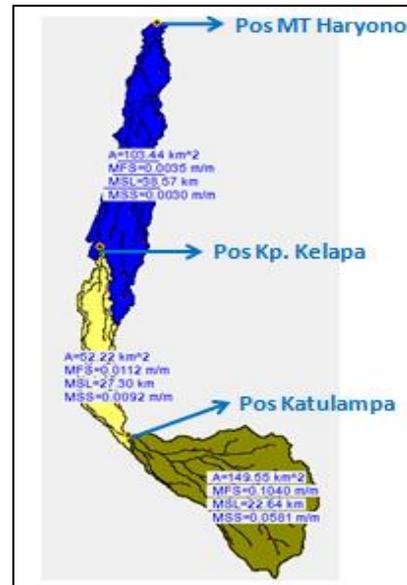
Hasil perhitungan hujan rancangan pada kedua DAS akan digunakan lebih lanjut untuk menentukan simulasi debit puncak dengan menggunakan model HEC-1 pada WMS. Selain itu, dilakukan pula validasi hasil pengolahan model dengan menggunakan data curah hujan aktual di kedua DAS.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengolahan Data Masukan

Pengolahan data masukan yang perlu dilakukan diantaranya meliputi pengolahan data DEM (*Digital Elevation Model*) menjadi informasi morfometri DAS, pengolahan Peta Tanah menjadi Hidrologi Soil Group (HSG), dan penarikan informasi penggunaan lahan DAS Ciliwung dan Cisadane Hulu dari data Citra

Quickbird dan Ikonos wilayah Ciliwung dan Cisadane Hulu.



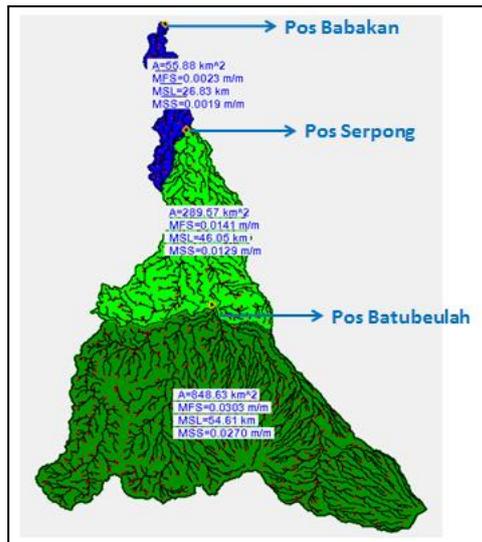
Gambar 1. Mormometri DAS Ciliwung

Hasil pemodelan hidrologi untuk mengetahui segmentasi dan morfometri DAS Ciliwung direpresentasikan pada gambar 1. Salah satu keluaran dari hasil model tersebut adalah mestimasi luasan masing-masing segmen DAS Ciliwung. Bagian Hulu, yang menjadi fokus penelitian kegiatan tahun ini mempunyai luas 149,55 km². Bagian hulu ini mencakup wilayah administrasi Kabupaten dan Kota Bogor. Bagian Tengah DAS Ciliwung mempunyai luas 52,22 km². Bagian ini mencakup wilayah administrasi Kabupaten Bogor dan Kota Depok. Sementara bagian hilir dari DAS Ciliwung mempunyai luas 103,44 km². Bagian ini mencakup wilayah administrasi Kota Depok dan Provinsi DKI Jakarta.

Hasil pemodelan hidrologi untuk mengetahui segmentasi dan morfometri DAS Cisadane Hulu direpresentasikan pada Gambar 2. DAS Cisadane Hulu yang juga merupakan daerah kajian dalam penelitian ini berdasarkan model WMS memiliki luas 848.63 km². Adapun sebagian besar wilayah DAS Cisadane Hulu ini mencakup wilayah Kabupaten Bogor.

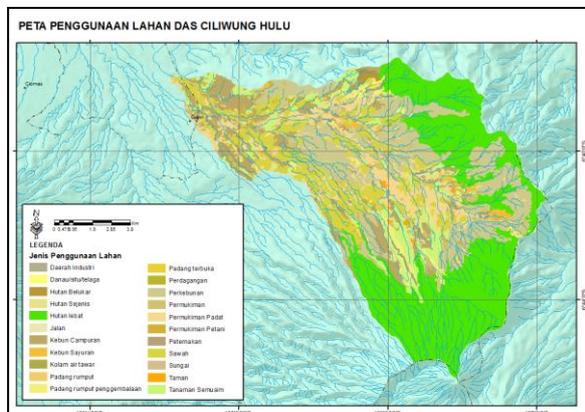
Segmentasi Daerah Aliran Sungai (DAS) ini sangat penting untuk dilakukan, dimana hal ini dapat digunakan baik sebagai dasar satuan wilayah kajian hidrologi, perencanaan tata guna lahan dan juga perencanaan fisik suatu wilayah. Sehingga diharapkan dengan memperhatikan segmentasi dan karakteristik fisik suatu daerah aliran sungai, perencanaan suatu wilayah

nantinya tidak akan mengakibatkan adanya suatu bencana dikemudian hari.



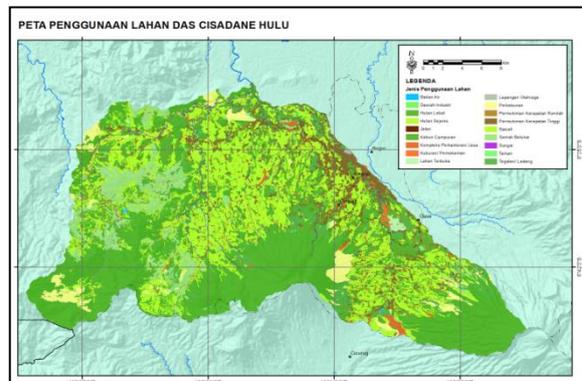
Gambar 2. Mormometri DAS Cisadane

Deliniasi penggunaan lahan DAS Ciliwung dan Cisadane Hulu menggunakan data QuickBird dan Ikonos perekaman tahun 2013/2014. Dimana kedetailan data hasil deliniasi penggunaan lahan termasuk dalam skala besar. Dari hasil deliniasi penggunaan lahan tersebut dapat diketahui terdapat kurang lebih 22 jenis penggunaan lahan yang terdapat di DAS Ciliwung Hulu. Dari ke 22 jenis penggunaan lahan tersebut, jenis penggunaan lahan yang paling mendominasi adalah hutan lebat dengan luas 50.10 km² atau 34.57% dari luas total DAS Ciliwung Hulu. Jenis penggunaan lahan yang dominan selanjutnya adalah perkebunan dengan luas 27.81 km² dengan prosentasi 19.19%, dan jenis penggunaan lahan dominan ketiga adalah sawah dengan luas 17.81 km² dengan prosentase 12.29%. Visualisasi jenis penggunaan lahan yang terdapat di DAS Ciliwung Hulu direpresentasikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta Penggunaan Lahan DAS Ciliwung Hulu

Luas DAS Cisadane hulu adalah sebesar 848,39 km² dengan berbagai penggunaan lahan yang ada didalamnya. Penggunaan lahan yang ada di DAS Cisadane Hulu terdiri dari badan air, daerah industri, hutan lebat, hutan sejenis, jalan, kebun campuran, kompleks perkantoran/jasa, kuburan/pemakaman, lahan terbuka, lapangan olahraga, perkebunan, permukiman kerapatan rendah, permukiman kerapatan tinggi, sawah, semak belukar, sungai taman dan tegalan. Jenis penggunaan lahan terbesar di DAS Cisadane Hulu adalah sawah dengan luas 240,93 km² atau sebesar 28,40% dari luas total DAS Cisadane Hulu. Sedangkan luas terbesar kedua merupakan penggunaan hutan lebat dengan luas 214,77 km² atau sekitar 25,31% dari luas total. Sebaran penggunaan lahan secara spasial tersaji dalam peta penggunaan lahan DAS Cisadane Hulu pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta Penggunaan Lahan DAS Cisadane Hulu

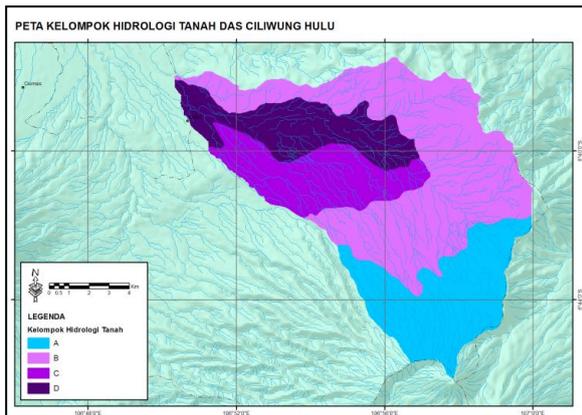
Komponen fisik lainnya yang diperlukan untuk pemodelan hidrologi dengan menggunakan WMS adalah jenis tanah. Jenis tanah diperlukan untuk masukan data respon permukaan DAS terhadap air, baik yang mengalir maupun air hujan yang jatuh ke permukaan. Tiap jenis tanah mempunyai respon yang berbeda terhadap air.

Tabel 1. Deskripsi masing-masing Kelompok Hidrologi Tanah.

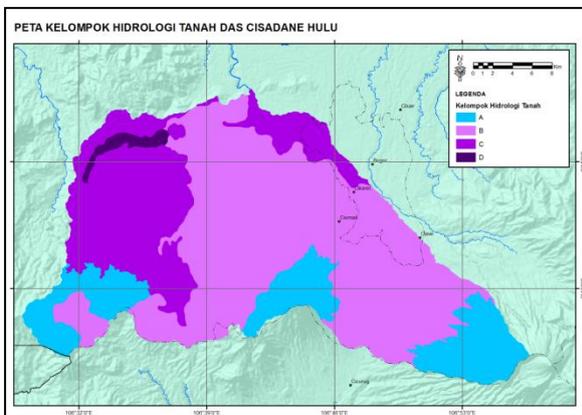
KHT	Deskripsi
A	Potensi aliran permukaan rendah : meliputi tanah bertekstur pasir dan lempung bersolum dalam, atau bertekstur debu yang beragregat baik, permeabilitas cepat (dengan laju infiltrasi minimum : 7,62– 11,43 mm/jam).
B	Potensi aliran permukaan agak rendah : seperti pada kelompok A, tetapi bersolum dangkal, mempunyai permeabilitas sedang – tinggi (dengan laju infiltrasi minimum : 3,81– 7,62 mm/jam).

- C** **Potensi aliran permukaan agak tinggi :** meliputi tanah bertekstur lempung berliat, lempung berpasir dengan solum dangkal, tanah dengan kandungan bahan organik rendah dan tanah dengan kandungan liat tinggi, dengan permeabilitas rendah (laju infiltrasi minimum : 1,27 – 3,81 mm/jam).
- D** **Potensi aliran permukaan tinggi :** meliputi tanah berkadar liat tinggi yang mudah mengembang ketika basah, tanah yang mempunyai lapisan impermeable dekat permukaan atau tanah salin tertentu (laju infiltrasi minimum 0– 1,27 mm/jam).

Berdasarkan deskripsi masing-masing kelompok hidrologi tanah (KHT) seperti yang dideskripsikan pada Tabel 3, maka dilakukan pengelompokan KHT berdasarkan jenis tanah yang telah diolah sebelumnya. Penekanan pengelompokan ini didasarkan pada karakter fisik masing-masing jenis tanah seperti tekstur dan permeabilitas tanah.



Gambar 5. Hasil Pengelompokan Jenis Tanah ke dalam Kelompok Hidrologi Tanah di DAS Ciliwung Hulu.

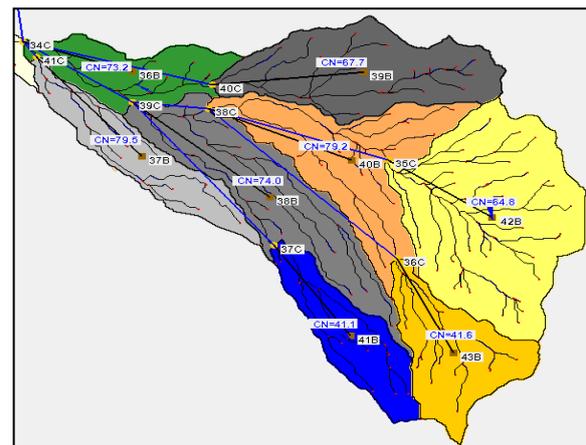


Gambar 6. Hasil Pengelompokan Jenis Tanah ke dalam Kelompok Hidrologi Tanah di DAS Cisadane Hulu

3.2. Pemrosesan Nilai Curve Number

Penentuan nilai Bilangan Kurva Aliran Permukaan (BKAP) atau Curve Number (CN) didasarkan atas pengolahan data penggunaan lahan yang telah diklasifikasikan ke dalam beberapa kelas dan Kelompok Hidrologi Tanah (KHT). Pada kegiatan ini, penentuan nilai CN dilakukan pada masing-masing sub-DAS Ciliwung Hulu yang telah dideliniasi sebelumnya.

Pentingnya pemrosesan nilai CN dalam masing-masing sub-DAS akan sangat berguna dalam mempelajari respon masing-masing sub-DAS Ciliwung Hulu terhadap air hujan sebagai penyumbang aliran permukaan. Pada model WMS, pemberian nilai CN dilakukan dengan cara mencocokkan jenis penggunaan lahan dan Kelompok Hidrologi Tanah (KHT) daerah yang bersangkutan. Gambar 5 menyajikan visualisasi spasial nilai CN pada masing-masing sub-DAS di Ciliwung Hulu.



Gambar 7. Nilai CN pada masing-masing sub-DAS di DAS Ciliwung Hulu

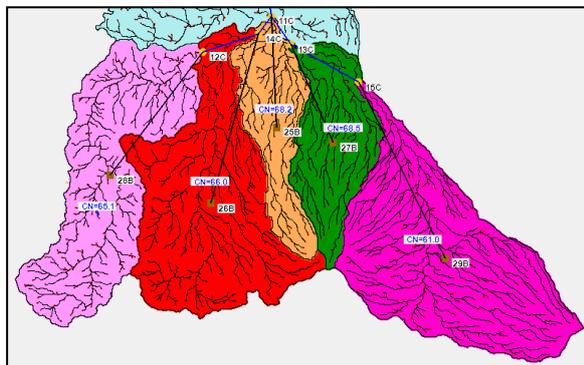
Berdasarkan pengolahan model hidrologi dengan menggunakan WMS, didapatkan nilai CN yang beragam di masing-masing sub-DAS Ciliwung Hulu. Berikut nilai CN pada masing-masing sub-DAS di Ciliwung Hulu.

Tabel 2. Nilai CN pada masing-masing sub-DAS di DAS Ciliwung Hulu.

Sub-DAS Ciliwung Hulu	Nilai CN
36 B	73,2
37 B	79,5
38 B	74,0
39 B	67,7
40 B	79,2
41 B	41,1
42 B	64,8
43 B	41,6
Rata-Rata	66.5

Secara spasial, dapat diamati bahwa nilai CN di sub-DAS Ciliwung Hulu yang berada lebih di hulu (41 B, 42 B, dan 43 B) relatif lebih kecil dibandingkan sub-DAS lainnya. Hal ini menandakan peran dari banyaknya penggunaan lahan berupa hutan di sub-DAS tersebut berfungsi dengan baik sebagai penyerap air hujan. Sementara nilai CN di sub-DAS yang sudah banyak terjamah permukiman dan rekayasa manusia seperti di sub-DAS 36 B cenderung lebih besar dibandingkan sub-DAS yang lain, yaitu sebesar 73,2.

Dari hasil pemrosesan nilai *Curve Number* (CN) di Sub DAS Cisadane Hulu diketahui bahwa nilai CN tertinggi di sub DAS Cisadane Hulu adalah 68,5 sedangkan nilai terendahnya adalah 61,0. Sedangkan nilai rata-rata nilai *Curve Number* DAS Cisadane Hulu adalah 64,6, artinya sebanyak 64,6% air hujan yang jatuh di permukaan DAS Cisadane Hulu, sebanyak 64,6% dari total volume air tersebut akan dilimpaskan di permukaan DAS Cisadane Hulu. Besarnya nilai CN tersebut akan sangat berpengaruh terhadap volume limpasan atau volume air banjir yang menuju daerah Provinsi Banten, Khususnya Kota Tangerang. Adapun hasil pemrosesan nilai *Curve Number* (CN) di Sub DAS Cisadane Hulu di representasikan pada Gambar 8 dan Tabel 3.



Gambar 8. Nilai CN pada masing-masing sub-DAS di DAS Cisadane Hulu

Tabel 3. Nilai CN pada masing-masing sub-DAS di DAS Cisadane Hulu.

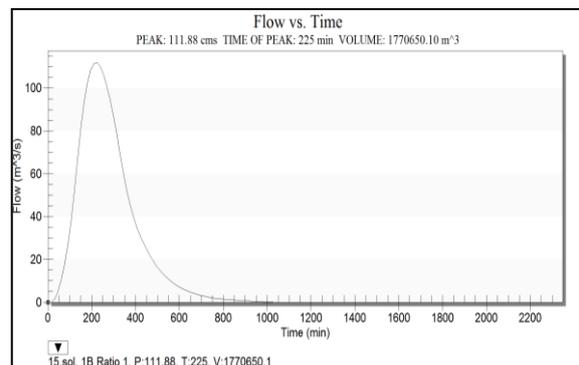
Sub-DAS Cisadane Hulu	Nilai CN
25 B	68.2
26 B	66.0
27 B	68.5
28 B	65.1
29 B	61.0
Rata-rata	64.6

3.3. Simulasi Model WMS

Setelah diperoleh input data model simulasi yang lengkap pada tahapan pemrosesan data sebelumnya, yaitu data DEM, data penggunaan lahan dan data tanah yang dipergunakan untuk

kalkulasi nilai *Curve Number* di DAS Cisadane Hulu serta data intensitas curah hujan parsial, kemudian baru dapat dilakukan simulasi model hidrologi khususnya untuk estimasi debit puncak di DAS Ciliwung dan Cisadane Hulu. Dimana pada simulasi debit puncak ini digunakan model HEC-1 pada WMS.

Simulasi yang dilakukan di DAS Ciliwung Hulu mengambil kejadian pada bulan Januari 2013. Simulasi model ini dilakukan untuk menentukan debit puncak DAS Ciliwung Hulu pada saat terjadi banjir Jakarta tanggal 17-19 Januari 2013, yang disebabkan oleh curah hujan yang tinggi dari tanggal 15-17 Januari 2013. Intensitas curah hujan yang digunakan sebagai masukan data dalam pemrosesan WMS untuk mengetahui nilai debit puncak adalah nilai rata-rata curah hujan di beberapa stasiun yang ada di DAS Ciliwung Hulu. Beberapa stasiun yang digunakan untuk mengetahui intensitas curah hujan pada rentan waktu tersebut diantaranya Stasiun CH Gunung Mas, Stasiun CH Cilember, Stasiun CH Gadog, dan Stasiun CH Katulampa. Berdasarkan rata-rata curah hujan di stasiun-stasiun penakar curah hujan tersebut, didapatkan nilai intensitas curah hujan rata-rata di DAS Ciliwung Hulu sebesar 71 mm.

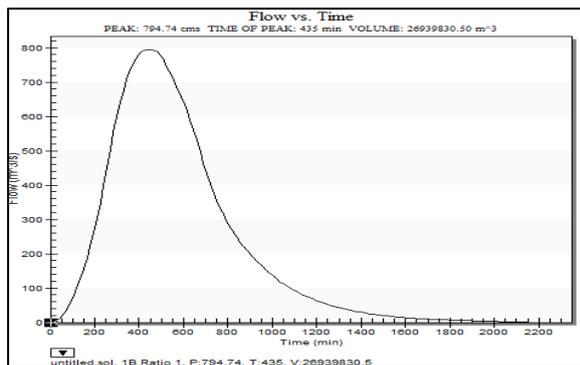


Gambar 9. Hidrograf Hasil Simulasi Debit Puncak di DAS Ciliwung Hulu

Hasil simulasi debit puncak dengan menggunakan intensitas hujan rata-rata 71 mm menghasilkan nilai debit puncak di DAS Ciliwung Hulu sebesar 111.88 m³/s seperti yang direpresentasikan pada Gambar 9. Informasi hasil simulasi ini mengindikasikan bahwa dengan simulasi curah hujan sebesar 71 mm di DAS Ciliwung Hulu, maka ada kemungkinan bahwa debit di aliran Ciliwung Hulu bisa mencapai 111.88 m³/s pada suatu waktu tertentu. Selain mendapatkan nilai debit puncak, hasil simulasi dengan menggunakan WMS juga dapat memberikan informasi waktu konsentrasi (*Time Peak*) pada simulasi tersebut yaitu 225 menit (3 jam 45 menit).

Simulasi Model di DAS Cisadane Hulu dilakukan dengan mengambil kejadian (*event*) kejadian banjir pada tanggal 24 Maret 2013 di

Kota Tangerang, dimana pada tanggal tersebut berdasarkan pengolahan data curah hujan yang diperoleh dari BMKG, dapat diketahui rata-rata curah hujan di DAS Cisadane Hulu adalah 114 mm. Curah hujan tersebut relatif sangat tinggi sehingga sangat memungkinkan menyebabkan terjadinya banjir di daerah hilih DAS Cisadane.

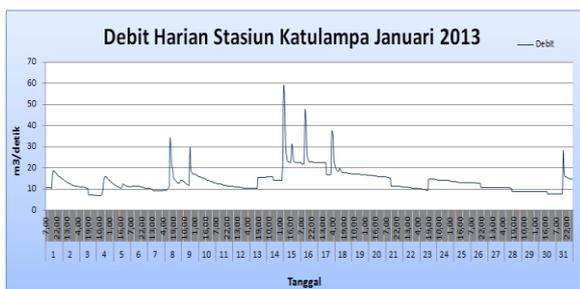


Gambar 10. Hidrograf Hasil Simulasi Debit Puncak di DAS Cisadane Hulu

Hasil Simulasi model di DAS Cisadane Hulu direpresentasikan pada Gambar 10. Berdasarkan hasil simulasi model yang dilakukan di DAS Cisadane Hulu dengan mengambil kejadian pada tanggal 23 Maret 2013 tersebut diperoleh nilai debit (Q) sebesar 794,74 m^3/s dengan waktu konsentrasi ($Time Peak$) aliran (T_c) 5,63 jam.

3.4. Validasi Model WMS

Hasil simulasi yang telah dilakukan di DAS Ciliwung dan Cisadane Hulu memerlukan validasi dengan kondisi aktual di lapangan. Validasi dilakukan untuk mengetahui seberapa akurat hasil simulasi yang telah dilakukan. Validasi dilakukan dengan membandingkan nilai debit puncak dengan nilai debit observasi di Stasiun Pengamat Katulampa sebagai kontrol simulasi model di DAS Ciliwung Hulu dan Stasiun Batubeulah sebagai kontrol simulasi model di DAS Cisadane Hulu.



Gambar 11. Grafik Tinggi Muka Air dan Debit Stasiun Katulampa Periode Januari 2013

Debit maksimum yang tercatat di Katulampa pada periode Januari 2013 seperti yang direpresentasikan pada Gambar 11 tercatat sebesar 59,15 m^3/s yaitu pada tanggal 15 Januari 2013. Jika dibandingkan dengan hasil simulasi WMS pada kejadian tersebut, dengan hasil simulasi debit puncak sebesar 111,88 m^3/s , maka didapatkan nilai debit puncak hasil simulasi WMS lebih besar sekitar 40%.

Berdasarkan pengolahan data Tinggi Muka Air Pos Batubeulah pada Bulan Maret 2013 seperti yang direpresentasikan pada Gambar 12, diketahui nilai debit di Pos Batubeulah tanggal 24 Desember 2013 adalah 807,62 m^3/s .



Gambar 12. Debit Harian Stasiun Batubeulah Bulan Maret Tahun 2013

Dari perbandingan nilai debit hasil keluaran model dengan debit aktual di pos Batu Belulah pada tanggal yang sama, yaitu pada tanggal 24 Maret 2015, dapat diketahui bahwa hasil simulasi model WMS cukup merepresentasikan nilai debit aktual di DAS Cisadane Hulu, dimana debit hasil running model dengan menggunakan curah hujan parsial tanggal 24 Maret 2015 adalah 794,74 m^3/s dan debit aktual di DAS Cisadane Hulu/ Pos Batubeulah pada tanggal 24 Maret 2015 adalah 807,62 m^3/s . Alih fungsi lahan yang belum begitu parah seperti di DAS Ciliwung Hulu yang direpresentasikan dari nilai CN menjadi faktor utama kenapa hasil simulasi model hidrologi di DAS Cisadane Hulu ini dapat memperoleh hasil yang lebih akurat.

3.5. Arah Prioritas Konservasi DAS

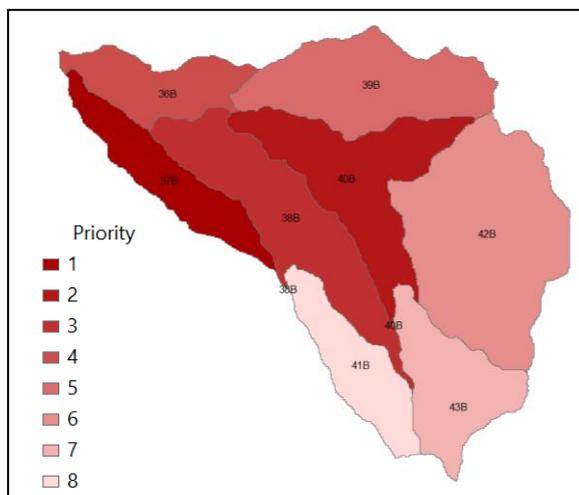
Nilai CN yang telah didapatkan pada proses sebelumnya dapat membantu dalam memberikan arahan prioritas konservasi DAS. Nilai CN pada masing-masing Sub-DAS yang mengindikasikan presentase air hujan yang berpotensi menjadi limpasan permukaan sehingga tidak terserap ke dalam tanah. Tabel 4 menunjukkan prioritas konservasi pada unit Sub-DAS di masing-masing DAS.

Tabel 4. Prioritas Konservasi pada unit Sub-DAS di DAS Ciliwung Hulu dan Cisadane Hulu.

DAS Ciliwung Hulu			DAS Cisadane Hulu		
No. Sub-DAS	Nilai CN	Prioritas	No. Sub-DAS	Nilai CN	Prioritas
37 B	79,5	1	27 B	68,5	1
40 B	79,2	2	25 B	68,2	2
38 B	74,0	3	26 B	66	3
36 B	73,2	4	28 B	65,1	4
39 B	67,7	5	29 B	61	5
42 B	64,8	6			
43 B	41,6	7			
41 B	41,1	8			
Rata-Rata Nilai CN	66.5		Rata-Rata Nilai CN	64.6	

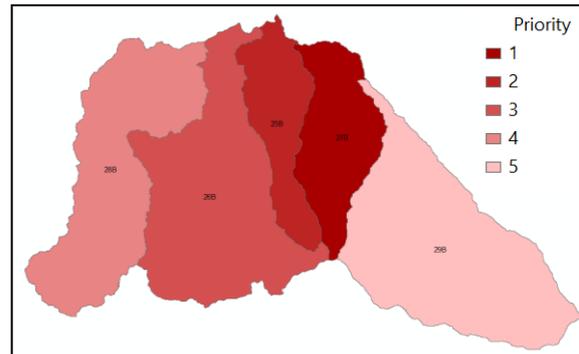


Berdasarkan klasifikasi prioritas konservasi untuk tiap sub DAS seperti yang direpresentasikan pada Tabel 4 tersebut, diketahui terdapat 2 (dua) Sub-DAS di Ciliwung Hulu yang termasuk dalam klasifikasi prioritas konservasi yang tinggi, yaitu Sub-DAS 37 B dan 40 B. Masing-masing Sub-DAS tersebut memiliki nilai CN sebesar 79,5 dan 79,2. Hal itu mengindikasikan potensi limpasan permukaan di kedua DAS tersebut bisa mencapai lebih 79 % dari total air hujan yang turun di Sub-DAS tersebut. Sementara 4 (empat) Sub-DAS lainnya di DAS Ciliwung Hulu masuk di klasifikasi tingkat prioritas konservasi sedang yang mempunyai kisaran nilai CN 50-75.



Gambar 13. Arahkan prioritas konservasi di DAS Ciliwung Hulu.

Secara spasial pada DAS Ciliwung Hulu, Sub-DAS yang memiliki prioritas konservasi yang tinggi (37 B dan 40 B) terletak di bagian Barat dan Tengah DAS Ciliwung Hulu (Gambar 13). Jika dibandingkan dengan Gambar 3, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa Sub-DAS dengan tingkat prioritas konservasi yang tinggi merupakan Sub-DAS dengan tutupan penggunaan lahan terbangun (permukiman, daerah industry, dsb.). Hal tersebut menjadikan infiltrasi di Sub-DAS tersebut kecil, sehingga limpasan permukaan akan semakin besar.



Gambar 14. Arahkan prioritas konservasi di DAS Cisadane Hulu.

Lima Sub-DAS yang ada di DAS Cisadane Hulu mempunyai nilai CN dengan rentan 61-68,5 yang masuk klasifikasi tingkat prioritas konservasi sedang. Meskipun tidak ada Sub-DAS yang masuk ke dalam klasifikasi prioritas konservasi yang tinggi, namun nilai CN di kelima Sub-DAS tersebut cukup besar (di atas 60 %) yang menindikasikan lebih dari setengah air hujan yang turun di masing-masing Sub-DAS menjadi limpasan permukaan. Hal tersebut menjadikan prioritas konservasi di Sub-DAS Cisadane Hulu menjadi penting karena turut menyumbang aliran limpasan yang cukup besar untuk daerah hilir.

Gambar 14 menunjukkan secara spasial arahan prioritas konservasi DAS Cisadane Hulu. Tidak berbeda jauh dengan DAS Ciliwung Hulu, Sub-DAS di Cisadane Hulu yang mempunyai tingkat arahan prioritas konservasi paling tinggi yaitu Sub-DAS (27 B) dengan tutupan penggunaan lahan yang didominasi oleh lahan terbangun seperti permukiman (Gambar 4).

Arahan prioritas daerah konservasi yang telah dijelaskan pada tulisan ini akan mampu membantu dalam pengendalian besarnya nilai limpasan permukaan di kedua DAS. Pengendalian lingkungan dengan konservasi lingkungan di kedua DAS akan berguna untuk mengurangi bencana hidrologi seperti banjir kiriman yang kerap terjadi di daerah Jabodetabek.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Program WMS cukup mampu untuk digunakan dalam proses ekstraksi batas DAS/ Sub DAS, morfometri DAS, kalkulasi nilai CN (*Curve Number*) dan pemodelan simulasi debit puncak.
2. Hasil running model nilai CN (*Curve Number*) cukup merepresentasikan keadaan di lapangan, dimana dari hasil running model dapat diketahui rata-rata nilai CN pada Tahun 2013/2014 di DAS Ciliwung Hulu adalah sebesar 66, 5 %, sedangkan nilai rata-rata CN di DAS Cisadane Hulu adalah sebesar 64, 6%.
3. Berdasarkan simulasi debit puncak dengan menggunakan program WMS, dapat diketahui nilai Q hasil simulasi debit puncak di DAS Ciliwung Hulu lebih besar sekiranya 40% dari data aktual di Bendung Katulampa, sedangkan nilai Q hasil simulasi debit puncak di DAS Cisadane Hulu hampir mendekati nilai Q aktual di Bendung Batubeulah.
4. Arahkan prioritas daerah konservasi yang dihasilkan dari penelitian ini akan mampu membantu dalam pengendalian besarnya nilai limpasan permukaan di DAS Ciliwung dan Cisadane, dimana pengendalian lingkungan dengan konservasi lingkungan di kedua DAS akan berguna untuk mengurangi bencana hidrologi seperti banjir kiriman yang kerap terjadi di daerah Jabodetabek.

4. Dent FJ and Anderson EA. 1971. *System Analysis in Agricultural Management*. Sidney: John Willey & Sons.
5. Gochis D J, Yu W, and Yates D N. 2012. *The NCAR Distributed Hydrological Modeling System (NDHMS) User's Guide and Technical Description*. National Center for Atmospheric Research. Boulder.
6. Puspaningsih, N. 1999. Studi Perencanaan Pengelolaan Lahan di SubDAS Cisadane Hulu Kabupaten Bogor. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* Vol. V, No. 2 : 45-53.
7. Seyhan, E. 1977. *Mathematical Simulation of Watershed Hydrologic Process*. Utrecht: Institute of Geography, State University of Utrecht.
8. Subarkah, Imam. 1980. *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung: Penerbit Idea Dharma Bandung.
9. Sosrodarsono, Suyono., Takeda, Kensaku. 1977. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta : Pradnya Paramita.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anderson, J.R, Hardy, E.E, Roach, J.T., Witmer, R.E. 1976. *A Land Use and Land Cover Clasification System for Use with Remote Sensor Data*. United Stated Government Printing Office, Washington. 365p.
2. Asdak C. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan DAS*. Gadjah Mada University Press. Jakarta
3. Daniel, E. B., Camp, J. V., LeBoeuf, E. J., Penrod, J. R., Abkowitz, M. D., dan Dobbins, J. P. 2010. *Watershed Modelling Using GIS Technology: A Critical Review*. *Journal of Spatial Hydrology*, Vol 10, No. 2, Fall 2010. Tennessee : Department of Civil Environmental Engineering.