

MODEL SIMULASI DEBIT ALIRAN/SUNGAI KARENA PENGARUH CURAH HUJAN DAN PENUTUP LAHAN MENGGUNAKAN DATA PENGINDERAAN JAUH (STUDI KASUS DAS CILIWUNG)

Susanto

Pusat Pengembangan Pemanfaatan dan Teknologi Penginderaan Jauh, LAPAN

Email : susanto_lapan@yahoo.com

ABSTRAK

Dalam tiga dasawarsa terakhir ini alih guna lahan hutan menjadi permukiman, perkebunan, dan lainnya di kawasan Puncak Bogor mempunyai peranan penting untuk diperhatikan karena pengaruhnya terhadap fungsi hidrologi DAS di daerah hulu. Hutan umumnya dikaitkan dengan fungsi positif tata air dalam suatu ekosistem DAS dan semua alih guna lahan dianggap akan berdampak negatif terhadap kuantitas dan kualitas air bagi masyarakat di daerah hilir. Kegiatan ini bertujuan untuk mengkaji model simulasi debit aliran permukaan/sungai pada wilayah DAS Ciliwung karena pengaruh intensitas curah hujan dan penutup lahan dengan menggunakan data penginderaan jauh citra SPOT dan Landsat. Metoda yang digunakan adalah berdasarkan analisis DEM (Digital Elevation Model) SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), dan data-data : run-off, debit aliran/sungai, kemiringan, dan curah hujan (TRMM dan QMorph). Hasil penelitian menunjukkan bahwa model simulasi perubahan debit aliran/sungai dapat digunakan untuk menyusun strategi penghijauan dan konversi lahan di wilayah DAS. Konversi di daerah non-permukiman DAS Ciliwung diperkirakan mampu menurunkan sekitar 14% dari debit total. Sementara konversi lahan yang terus menerus akan mengakibatkan penambahan debit sekitar 8%. Hasil ini menjadi indikator bahwa DAS Ciliwung, khususnya bagian hilir telah mengalami degradasi karena relatif tidak ada perubahan debit, walaupun dilakukan penghijauan atau konversi lahan.

Kata Kunci: aliran permukaan, DAS, penutup lahan, curah hujan, dan kelerengan.

ABSTRACT

This last three decades of forest conversion into settlements, gardens, and so on in Puncak Bogor area has led to concerns over the hydrological functions of the upper watershed. Forests generally are associated with positive watershed functions and all land use change is expected to negatively affect the quantity and quality of river flow from the perspective of people living downstream. The objective of this research was studied the (surface flow/river) current simulation model in the Ciliwung watershed area, because of affect of intensity the rainfall and the land cover by using remote sensing data of SPOT and Landsat image. The method used is based on the analysis of DEM (Digital Elevation Model) SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) and by using of run-off, (surface flow/river), inclination, and the rainfall (TRMM dan QMorph) data. The result of the research showed that the simulated changes development model of the surface flow/river current can be used to charting the strategic of greenery and of land conversion in the watershed area. The conversion in the non-settlement area of Ciliwung watershed estimated be able to dropped that are 14% from of current total. As the land conversion a nonstop could result in the increased of current that are 8%. This results make of indicators that Ciliwung watershed, specially of downstream has degraded, because of relative there are not the current changes, even if conducted of greenery or land conversion.

Keywords: run-off, watershed, land cover, rainfall, and inclination.

PENDAHULUAN

Peningkatan intensitas dan perubahan penutup lahan akan berpengaruh terhadap besarnya debit aliran/sungai di suatu wilayah DAS. Semakin tinggi intensitas curah hujan yang turun di suatu wilayah DAS maka semakin besar debit aliran/sungai yang terjadi. Volume aliran air yang semakin meningkat atau meluapnya limpasan air permukaan (volumenya melebihi kapasitas pengaliran sistem drainase) maka akan terjadi banjir. Umumnya banjir terjadi akibat kegiatan manusia, antara lain konversi lahan (alih guna lahan) yang tidak terkendali, pembangunan permukiman di bantaran sungai dan pembuangan sampah di sungai. Kegiatan tersebut akan berdampak pada kerusakan ekosistem dan sistem hidrologi DAS yang pada akhirnya dapat meningkatkan resiko terjadinya banjir.

Alih guna lahan hutan menjadi permukiman, perkebunan, dan lainnya di kawasan DAS mempunyai peranan penting untuk diperhatikan karena pengaruhnya terhadap fungsi hidrologi DAS. Hutan umumnya dikaitkan dengan fungsi positif tata air dalam suatu ekosistem DAS dan semua alih guna lahan dianggap akan berdampak negatif terhadap kuantitas dan kualitas air bagi masyarakat di daerah hilir. Kelestarian DAS dan ekosistem didalamnya mempunyai peranan yang sangat penting untuk menjaga keseimbangan alam, karena kerusakan DAS akan mengakibatkan hilangnya kemampuan DAS untuk menyimpan air, meningkatkan frekuensi banjir tahunan, menurunkan kuantitas dan kualitas air sepanjang tahun serta meningkatkan erosi tanah dan sedimentasi. Oleh karena itu pengelolaan (pemantauan dan pemeliharaan) kelestarian DAS dan ekosistem didalamnya sangat dibutuhkan untuk mengurangi resiko terjadinya bencana banjir.

Teknologi Penginderaan Jauh (*remote sensing*) sebagai sarana penyedia data dan informasi dewasa ini telah berkembang sangat pesat. Pemakaian citra satelit resolusi tinggi telah menggantikan cara-cara konvensional dalam hal inventarisasi dan evaluasi sumberdaya alam, serta pemantauan lingkungan sebagai input untuk perencanaan pengambilan keputusan. Pesatnya perkembangan teknologi ini tentunya sangat menguntungkan, terutama dalam menyiapkan sistem informasi kerawanan bencana, khususnya banjir. Kondisi topografi, geografi dan lingkungan yang berkaitan dengan banjir, dan dapat dipantau melalui citra satelit

adalah batas dan luas DAS, bentuk lahan, kondisi topografi wilayah, luas areal banjir, dan vegetasi penutup lahan.

Kegiatan ini bertujuan untuk mengkaji model simulasi debit aliran permukaan/sungai pada wilayah DAS Ciliwung karena pengaruh intensitas curah hujan dan penutup lahan dengan menggunakan data penginderaan jauh citra SPOT dan Landsat. Sebaran simulasi debit aliran permukaan/sungai akan sangat berpengaruh terhadap potensi kejadian banjir di wilayah DAS tersebut. Data yang digunakan adalah *Digital Elevation Model* (DEM) SRTM, citra satelit (SPOT dan Landsat), dan data curah hujan (TRMM dan QMorph). DEM SRTM digunakan untuk menentukan pola dan batas DAS menggunakan metode aliran kemiringan tercuram, dan penurunan luas penampang piksel untuk perhitungan luas penutup lahan. Data penutup lahan diturunkan dari citra satelit SPOT, sedangkan intensitas curah hujan diturunkan dari data TRMM dan Qmorph. Hasil kegiatan ini diharapkan dapat menjadi masukan secara institusional maupun kepada para peneliti untuk mengembangkan simulasi debit aliran permukaan/sungai pada wilayah DAS berbasis data satelit penginderaan jauh.

METODOLOGI

Data

Data-data yang digunakan yang digunakan dalam kegiatan ini adalah sebagai berikut:

- Data Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) untuk wilayah Jabotabek dengan resolusi spasial 90 m untuk perekaman 2000
- Data Landsat 7 ETM+ untuk wilayah Jabotabek dan sekitarnya dengan resolusi spasial 30 m untuk perekaman tahun 2002.
- Data SPOT-4 untuk wilayah Jabotabek dan sekitarnya dengan resolusi spasial 20 m untuk perekaman tahun 2007
- Data Tropical Rainfall Measurement Mission (TRMM) bulanan dengan resolusi spasial 27 km untuk perekaman tahun 1998-2009
- Data Qmorph dengan resolusi spasial 8 km untuk perekaman 28-30 November 2009
- Data batas aliran sungai dari BP-DAS, Departemen Kehutanan

Lokasi penelitian untuk pembuatan batas DAS adalah DAS Ciliwung. Pemilihan lokasi dilakukan dengan mempertimbangkan bahwa:

- DAS tersebut memang menjadi fokus kegiatan mitigasi bencana banjir karena hampir setiap tahun terjadi bencana banjir di DAS tersebut.
- Kondisi topografi DAS dan tutupan lahan yang bervariasi
- Ketersediaan data utama dan data pendukung

Metode Penelitian

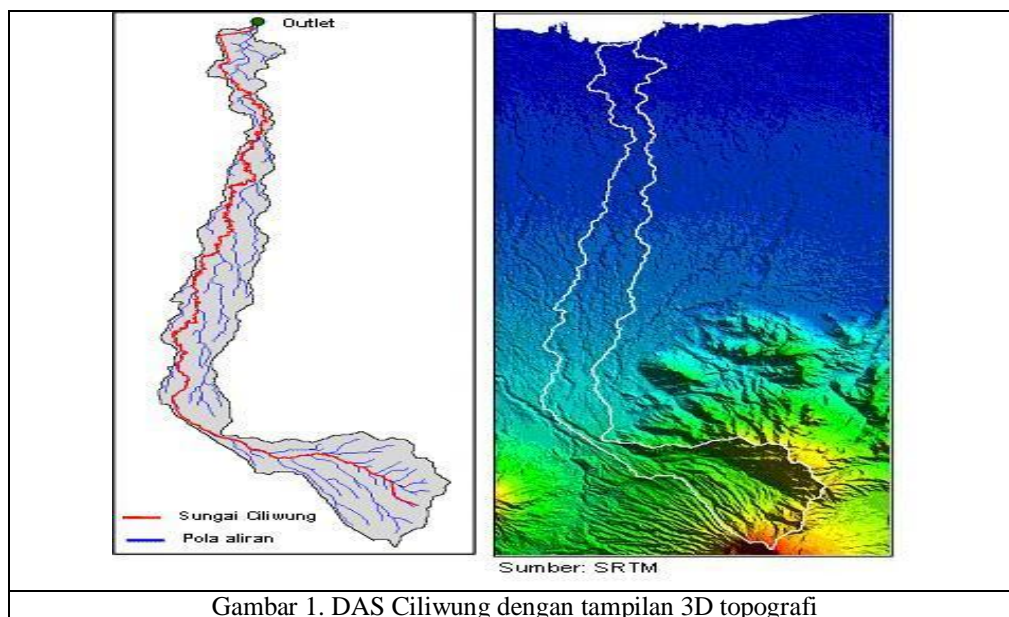
Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan pemantauan terhadap distribusi spasial debit aliran dan debit sungai di setiap pintu air dengan menggunakan data potensi curah hujan harian. Pola aliran (bentuk dan luas) DAS diperoleh dengan menggunakan data penginderaan jauh berdasarkan analisis Digital Elevation Model (DEM) SRTM. Informasi tentang koefisien aliran (run-off) disesuaikan dengan berbagai tipe penutup lahan yang bersumber dari Puslitbang Air (1984) dan Hardiningrum (2005). Sedangkan penentuan distribusi spasial debit, pengolahannya dioverlaykan dengan data dari luas penampang piksel, kemiringan, penutup lahan (Lapan, 2007), dan data curah hujan harian dari (TRMM dan Qmorph).

• Informasi Pola Aliran DAS

Informasi pembuatan batas DAS dilakukan menggunakan software WMS.ver 6.0. Data DEM dengan perbedaan ketinggian pada setiap pixel dapat digunakan untuk menentukan kearah mana air akan mengalir (arah aliran), kemudian menghitung akumulasi aliran yang terjadi dan akhirnya memetakan batas daerah aliran. Pola aliran dibuat dengan menarik garis untuk menghubungkan piksel dengan akumulasi rendah mengarah ke piksel dengan akumulasi lebih tinggi. Sehingga diperoleh *Pola aliran* yang mengarah pada suatu outlet yang terdapat di akhir aliran. Tahap terakhir adalah membuat poligon untuk membatasi semua arah aliran yang menuju kepada outlet tersebut. Poligon ini merupakan batas DAS yang ingin dipetakan.

Hasil pemetaan pola aliran dan batas DAS Ciliwung dengan menggunakan data DEM (*Digital Elevation Model*) SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) resolusi spasial 90 m diperlihatkan pada Gambar 1 kiri. Pola aliran permukaan

diperlihatkan dengan garis biru, aliran sungai Ciliwung diperlihatkan dengan garis merah tebal, sedangkan batas DAS dengan garis hitam. Pada pola aliran, cabang-cabang aliran (orde 1) akan bergabung menjadi aliran yang lebih besar (orde 2) dan seterusnya, sehingga membentuk aliran utama (orde tertinggi). Gambar 1 kiri memperlihatkan bahwa aliran utama tersebut berhimpit (tumpang tindih) dengan aliran sungai Ciliwung, yang berarti pola aliran yang dibuat cukup akurat. Pengujian terhadap batas DAS dilakukan dengan melakukan tumpang tindih antara batas DAS Ciliwung dengan tampilan 3D topografi seperti diperlihatkan pada Gambar 1 kanan. Terlihat dengan jelas bahwa pada wilayah bertopografi tinggi, garis batas tersebut melalui punggung gunung (igir-igir) sesuai dengan definisi DAS yaitu suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggung gunung (igir-igir) yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama.



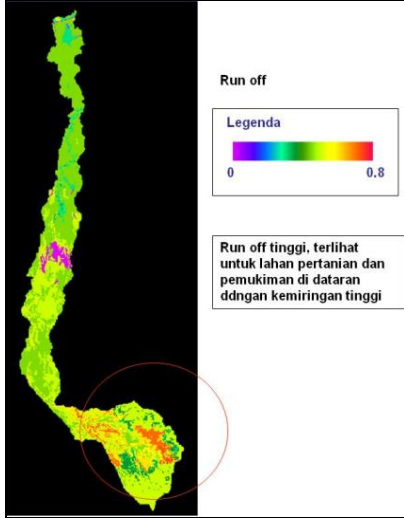
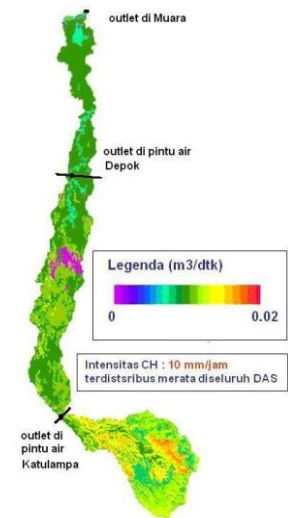
- **Koefisien Aliran**

Distribusi peta spasial koefisien aliran permukaan untuk DAS Ciliwung diperlihatkan pada Gambar 2. Koefisien aliran yang tinggi teridentifikasi di bagian hulu DAS Ciliwung. Bila kita memperhatikan kondisi penutup lahan dan kemiringan lahan di wilayah tersebut, maka dapat diketahui bahwa daerah dengan

tutupan lahan permukiman dan pertanian yang terdapat pada daerah dengan kemiringan yang tinggi mempunyai koefisien aliran yang tertinggi.

- **Debit Aliran Permukaan /Sungai**

Hasil pengolahan distribusi spasial debit aliran untuk seluruh DAS Ciliwung diperlihatkan pada Gambar 3 yang dibagi dalam 3 outlet yaitu : outlet muara ciliwung, outlet wilayah pintu air Katulampa (outlet di pintu air Katulampa) dan wilayah pintu air Depok (outlet di pintu air Depok). Dengan intensitas curah hujan 10 mm/jam terdistribusi merata diseluruh DAS, maka akan mempunyai nilai estimasi sebaran debit aliran permukaan dari yang terendah (warna merah ping) hingga tinggi (warna merah merah) berkisar 0,0 hingga 0,02 m³/det.

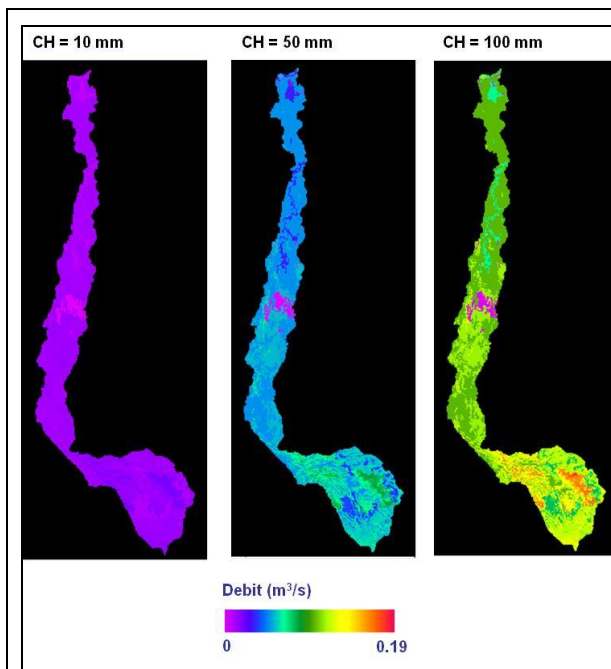
	
<p>Gambar 2. Distribusi peta spasial koefisien aliran permukaan DAS Ciliwung</p>	<p>Gambar 3. Distribusi spasial debit aliran DAS Ciliwung</p>

HASIL DAN PEMBAHASAN

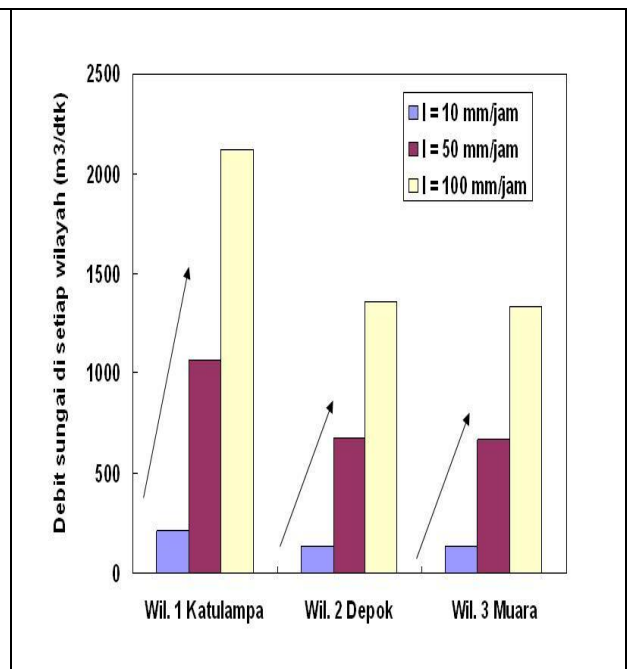
- **Simulasi Terhadap Curah Hujan dan Penutup Lahan**

Simulasi dilakukan untuk melihat pengaruh peningkatan intensitas dan perubahan penutup lahan (konversi atau penghijauan) terhadap besarnya debit aliran/sungai di DAS Ciliwung. Simulasi peningkatan intensitas curah hujan dilakukan dengan menggunakan intensitas curah hujan 10 mm/jam, 50 mm/jam

dan 100 mm/jam. Gambar 4 memperlihatkan hasil simulasi distribusi spasial debit aliran permukaan untuk setiap terhadap intensitas curah hujan. Semakin tinggi intensitas curah hujan yang turun semakin besar debit aliran yang terjadi. Penambahan debit aliran berkorelasi lurus dengan semakin tinggi intensitas curah hujan yang turun. Gambar 5 memperlihatkan peningkatan debit untuk setiap wilayah (Wilayah 1, 2 dan 3). Terlihat bahwa semakin tinggi intensitas curah hujan, total debit sungai di wilayah 1 (pintu air Katulampa) meningkat secara cepat dibandingkan peningkatan total debit sungai di wilayah 2 (pintu air Depok) dan wilayah 3 (Muara Ciliwung).



Gambar 4. Distribusi spasial debit aliran untuk peningkatan intensitas curah hujan



Gambar 5. Peningkatan total debit sungai untuk setiap wilayah

• Simulasi Perubahan Penutup (Penghijauan dan Konversi Lahan)

Simulasi perubahan penutup lahan dilakukan dengan 2 jenis simulasi, yaitu: simulasi perubahan penutup lahan karena penghijauan dan simulasi perubahan penutup lahan karena konversi lahan yang semakin parah. Intensitas curah hujan di asumsikan sebesar 10 mm/jam dan terdistribusi merata di seluruh DAS.

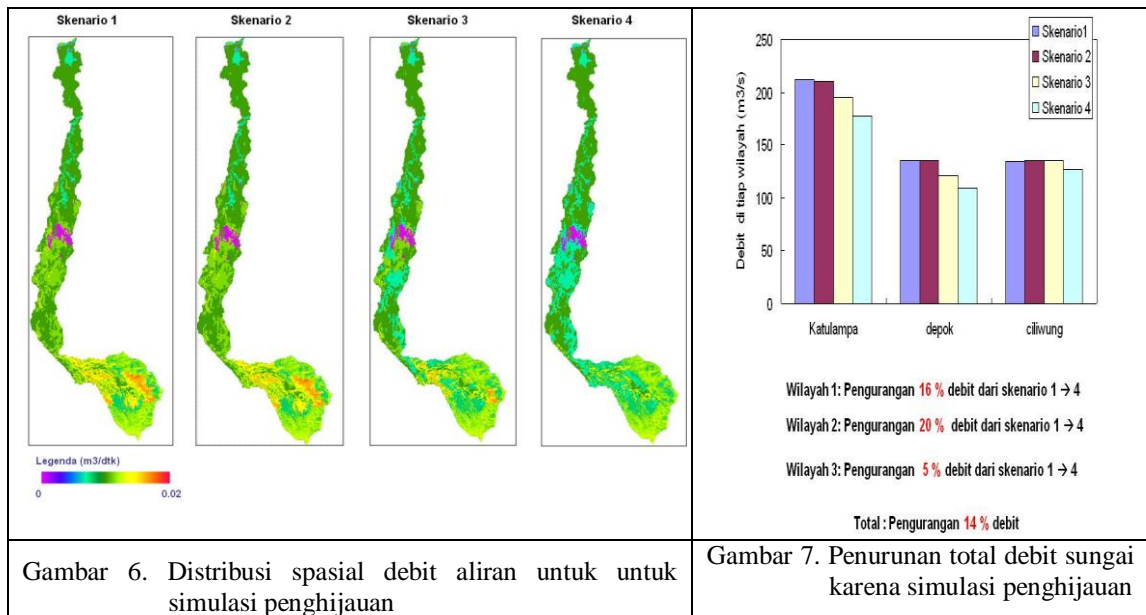
Simulasi Penghijauan :

Pada simulasi ini dilakukan 4 skenario seperti pada Tabel-1, dimana penutup lahan aktual yang memungkinkan untuk dilakukan penghijauan (semak, lahan terbuka, tegalan/ladang, perkebunan dan sawah) dirubah menjadi secara bertahap menjadi hutan. Sementara pemukiman tetap dalam kondisi pemukiman karena tidak memungkinkan untuk dirubah atau dihijaukan menjadi hutan. Gambar 6 memperlihatkan perubahan distribusi spasial aliran permukaan untuk skenario 1 sampai dengan skenario 4. Semakin luas lahan yang dihijaukan semakin berkurang debit aliran permukaan di DAS Ciliwung. Gambar 7 memperlihatkan total debit sungai di setiap wilayah (wilayah 1: Katulampa, wilayah 2: Depok, dan wilayah 3: muara Ciliwung). Hasil memperlihatkan bahwa perubahan skenario 1 menjadi skenario 4 mengakibatkan berkurangnya total debit sungai untuk setiap wilayah. Wilayah 1 mengalami pengurangan total debit sungai sebesar 16%, wilayah 2 sebesar 20% dan wilayah 3 sebesar 5%. Sehingga total debit sungai DAS Ciliwung berkurang 14 %.

Tabel 1. Skenario perubahan penutup lahan karena penghijauan

Tutupan Lahan	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4
Semak	Semak	Hutan	Hutan	Hutan
Fasilitas umum	Pemukiman	Pemukiman	Pemukiman	Pemukiman
Hutan	Hutan	Hutan	Hutan	Hutan
Kampung	Pemukiman	Pemukiman	Pemukiman	Pemukiman
Perkotaan	Pemukiman	Pemukiman	Pemukiman	Pemukiman
Tegalan	Pertanian	Pertanian	Hutan	Hutan
Perkebunan	Perkebunan	Perkebunan	Perkebunan	Hutan
Pelabuhan	Pemukiman	Pemukiman	Pemukiman	Pemukiman
Sawah	Pertanian	pertanian	Pertanian	Hutan
Lahan terbuka	Pemukiman	Hutan	Hutan	Hutan
Waduk	Air	Air	Air	Air

Keterangan:
 Skenario 1 : Tidak melakukan penghijauan
 Skenario 2 : Penghijauan pada → Semak dan lahan terbuka
 Skenario 3 : Penghijauan pada → Semak, lahan terbuka dan tegalan
 Skenario 4 : Penghijauan pada → Semak, lahan terbuka, tegalan, perkebunan dan sawah



Simulasi Konversi Lahan :

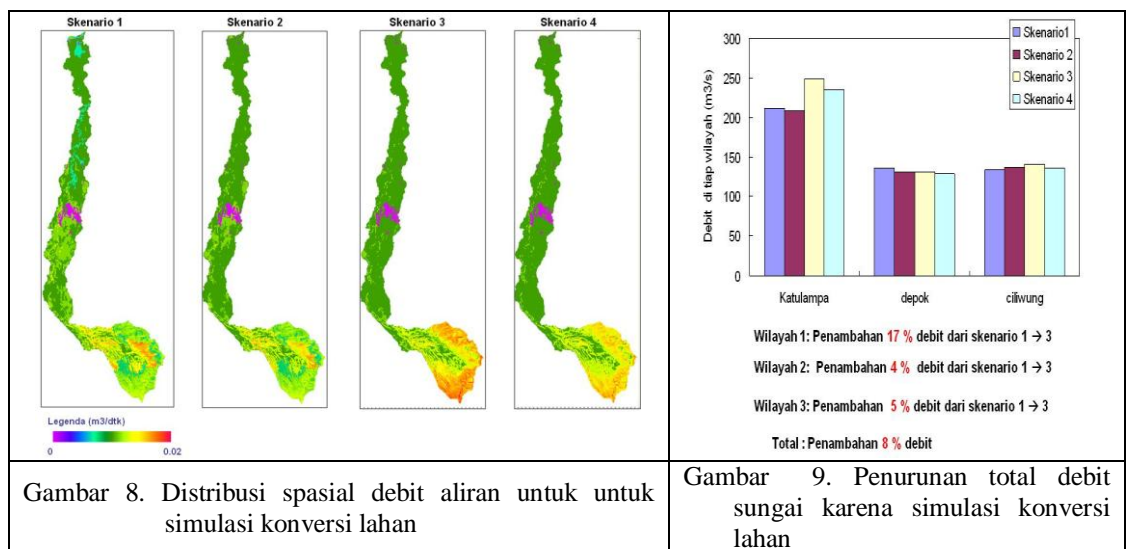
Pada simulasi ini dilakukan 4 skenario seperti pada Tabel 2, dimana penutup lahan aktual yang memungkinkan untuk dilakukan konversi lahan (semak, lahan terbuka, tegalan/ladang, perkebunan, sawah dan hutan) dirubah menjadi secara bertahap menjadi permukiman. Sementara waduk tetap dalam kondisi semula karena tidak memungkinkan untuk dirubah menjadi permukiman. Gambar 8 memperlihatkan perubahan distribusi spasial aliran permukaan untuk skenario 1 sampai dengan skenario 4. Semakin luas lahan yang dikonversi menjadi permukiman semakin bertambah debit aliran permukaan di DAS Ciliwung.

Gambar 9 memperlihatkan total debit sungai di setiap wilayah (wilayah 1: Katulampa, wilayah 2: Depok, dan wilayah 3: muara Ciliwung). Hasil memperlihatkan bahwa perubahan skenario 1 menjadi skenario 3 mengakibatkan berkurangnya total debit sungai untuk setiap wilayah. Wilayah 1 mengalami pengurangan total debit sungai sebesar 17%, wilayah 2 sebesar 4% dan wilayah 3 sebesar 5%. Sehingga total debit sungai DAS Ciliwung berkurang 8 %.

Tabel 2. Skenario perubahan penutup lahan karena konversi lahan

Tutupan Lahan	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4
Semak	Semak	Permukiman	Permukiman	Permukiman
Fasilitas umum	Pemukiman	Permukiman	Permukiman	Permukiman
Hutan	Hutan	Hutan	Pertanian	Permukiman
Kampung	Pemukiman	Permukiman	Permukiman	Permukiman
Perkotaan	Pemukiman	Permukiman	Permukiman	Permukiman
Tegalan	Pertanian	Permukiman	Permukiman	Permukiman
Perkebunan	Perkebunan	Perkebunan	Permukiman	Permukiman
Pelabuhan	Permukiman	Permukiman	Permukiman	Permukiman
Sawah	Pertanian	Pertanian	Pertanian	Permukiman
Lahan terbuka	Semak	Permukiman	Permukiman	Permukiman
Waduk	Air	Air	Air	Air

Keterangan:
 Skenario 1 : Tidak ada konversi
 Skenario 2 : Konversi pada → Semak dan tegalan
 Skenario 3 : konversi pada → Semak, tegalan, hutan, perkebunan
 Skenario 4 : Penghijauan pada → Semak, tegalan, hutan, perkebunan dan sawah



Gambar 8. Distribusi spasial debit aliran untuk untuk simulasi konversi lahan

Gambar 9. Penurunan total debit sungai karena simulasi konversi lahan

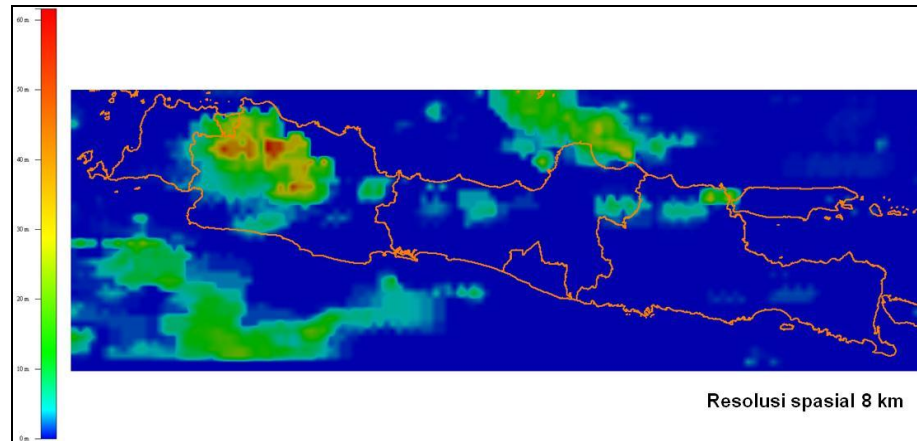
• Pemantauan Distribusi Spasial Debit Aliran Menggunakan Data Qmorph Harian

Pemantauan/prediksi distribusi spasial debit aliran permukaan atau debit sungai dapat dipantau dengan menggunakan data potensi curah hujan harian. Potensi curah hujan harian dapat diturunkan dengan menggunakan data TRMM atau data QMorph. Dengan alasan bahwa data QMorph mempunyai resolusi spasial yang lebih baik dibandingkan data TRMM (QMorph: 8 km, TRMM: 27

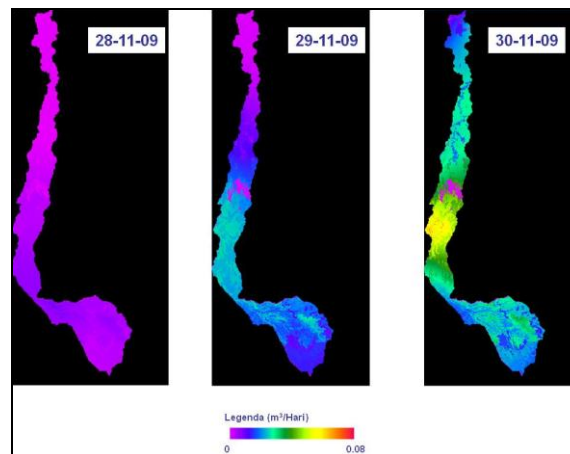
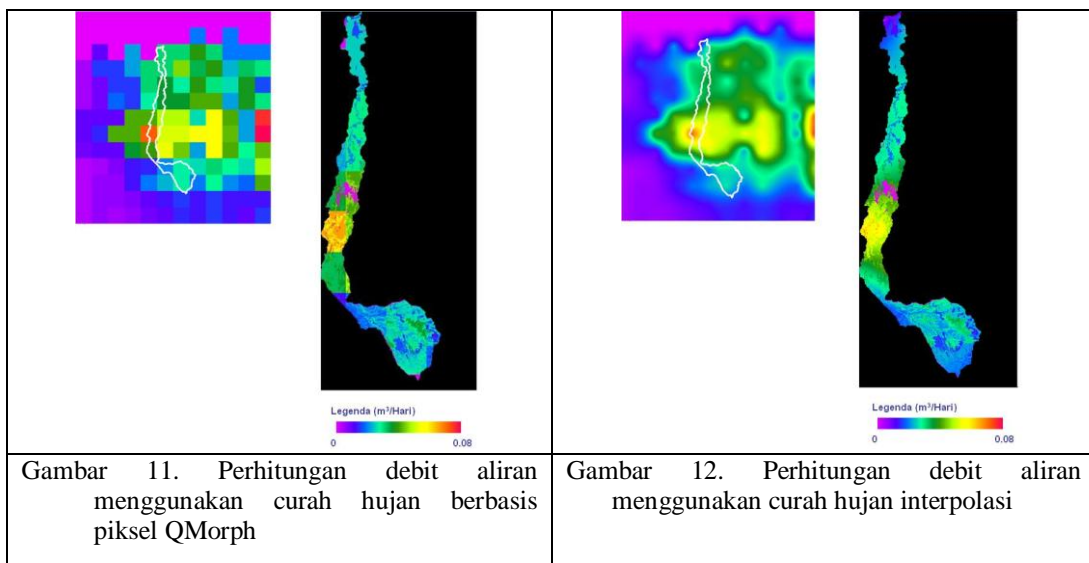
km), maka kegiatan ini menggunakan data QMorph untuk menurunkan potensi curah hujan harian. Gambar 10 memperlihatkan data potensi curah hujan dari QMorph untuk tanggal 30 November 2009.

Gambar 11 dan Gambar 12 memperlihatkan data potensi curah hujan data QMorph tanggal 30 November 2009 dan hasil perhitungan debit aliran di DAS Ciliwung. Disebabkan resolusi spasial data curah hujan yang rendah maka nilai debit yang dihasilkan menjadi tidak kontinyu (Gambar 11), oleh karena itu dilakukan interpolasi terhadap data curah hujan dengan menggunakan metoda krigging kemudian dilakukan perhitungan debit sehingga menghasilkan distribusi spasial debit aliran yang kontinyu (Gambar 12).

Selanjutnya dilakukan pemantauan distribusi spasial debit aliran permukaan dari tanggal 28-30 November 2009 (Gambar 13). Dari distribusi spasial debit aliran terlihat bahwa tanggal 28 November intensitas hujan rendah sehingga distribusi debit aliran di seluruh DAS Ciliwung menjadi rendah. Pada tanggal 29 November intensitas curah hujan meningkat di bagian hulu dan tengah DAS Ciliwung, sehingga distribusi debit aliran di seluruh DAS Ciliwung menjadi meningkat. Walaupun curah hujan rendah di wilayah Jakarta tapi perlu diwaspadai debit kiriman dari bagian hulu dan tengah DAS. Informasi ini dapat debit dari wilayah hulu dan tengah dapat diketahui dengan menghitung besarnya total debit sungai di setiap pintu air. Selanjutnya pada tanggal 30 November intensitas curah hujan meningkat di seluruh DAS Ciliwung, terutama di bagian tengah DAS, yang mengakibatkan meningkatnya debit aliran di seluruh wilayah. Kewaspadaan perlu ditingkatkan bila total debit sungai di setiap pintu air telah mendekati batas debit yang mendatangkan banjir (batas ketinggian air sungai di setiap pintu air yang diperkirakan dapat mendatangkan banjir). Informasi mengenai batas debit yang diperkirakan mendatangkan banjir dapat diperoleh dari hasil pengukuran di setiap pintu air.



Gambar 10 Potensi curah hujan dari data QMorph untuk tanggal 30 November 2009



Gambar 13. Pemantauan distribusi spasial debit aliran tanggal 28-30 November 2009

Dari pemaparan diatas diperoleh bahwa informasi distribusi spasial debit aliran dan perhitungan total debit sungai disetiap pintu air dapat dilakukan setiap

hari dengan menggunakan data potensi curah hujan harian. Tetapi hasil ini masih memerlukan kajian lebih lanjut apakah dapat dimanfaatkan untuk kegiatan pemantauan yang bersifat operasional. Hasil-hasil yang diperoleh dari simulasi curah hujan, penghijauan, dan konversi lahan terhadap perubahan debit aliran/sungai dapat dimanfaatkan untuk menyusun strategi melakukan penghijauan dan konversi lahan di DAS. Simulasi penghijauan di daerah non-permukiman DAS Ciliwung diperkirakan mampu menurunkan sekitar 14% dari debit total. Sementara konversi lahan yang terus menerus akan mengakibatkan penambahan debit sekitar 8%. Hasil inipun sekaligus menjadi indikator bahwa DAS Ciliwung, khususnya bagian hilir telah mengalami degradasi yang parah karena relatif tidak ada perubahan debit walaupun dilakukan penghijauan atau konversi lahan.

KESIMPULAN

Hasil simulasi distribusi spasial debit aliran permukaan terhadap berbagai intensitas curah hujan, menunjukkan bahwa semakin tinggi intensitas curah hujan yang turun semakin besar debit aliran yang terjadi. Hasil simulasi penghijauan memperlihatkan bahwa perubahan skenario 1 (tidak ada konversi) menjadi skenario 4 (penghijauan pada → semak, lahan terbuka, tegalan, perkebunan dan sawah) mengakibatkan berkurangnya total debit sungai untuk setiap wilayah. Sehingga total debit sungai DAS Ciliwung berkurang 14 %. Hasil simulasi konversi lahan memperlihatkan bahwa perubahan skenario 1 (tidak ada konversi) menjadi skenario 3 (penghijauan pada → semak, lahan terbuka dan tegalan) mengakibatkan berkurangnya total debit sungai untuk setiap wilayah. Sehingga total debit sungai DAS Ciliwung berkurang 8 %.

Hasil pemantauan distribusi spasial debit aliran permukaan dengan simulasi curah hujan dari tanggal 28-30 November 2009 dapat diketahui bahwa: a) distribusi spasial debit aliran tanggal 28 November dengan intensitas hujan rendah menyebabkan distribusi debit aliran di seluruh DAS Ciliwung menjadi rendah, b) distribusi spasial debit aliran tanggal 29 November dengan intensitas curah hujan meningkat di bagian hulu dan tengah DAS Ciliwung, menyebabkan distribusi debit aliran di seluruh DAS Ciliwung menjadi naik, sehingga walaupun

curah hujan rendah di wilayah Jakarta tapi perlu diwaspadai debit kiriman dari bagian hulu dan tengah DAS.

Simulasi perubahan debit aliran/sungai dapat dimanfaatkan untuk menyusun strategi melakukan penghijauan dan konversi lahan di DAS. Simulasi penghijauan di daerah non-permukiman DAS Ciliwung diperkirakan mampu menurunkan sekitar 14% dari debit total. Sementara konversi lahan yang terus menerus akan mengakibatkan penambahan debit sekitar 8%. Hasil inipun sekaligus menjadi indikator bahwa DAS Ciliwung, khususnya bagian hilir telah mengalami degradasi yang parah karena relatif tidak ada perubahan debit walaupun dilakukan penghijauan atau konversi lahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 2000. *Konservasi Tanah dan Air*. Serial Pustaka. IPB Press.
- Bagian Proyek Penelitian Sumberdaya Agroklimat dan Hidrologi (BP2SAH) dan Bagian Proyek Pembinaan Perencanaan Sumber Air Ciliwung - Cisadane. 2004. *Laporan Akhir Pengembangan Teknologi Dam Parit untuk Penanggulangan Banjir dan Kekeringan*. Balai Agroklimat dan Hidrologi Bogor.
- Fakhrudin, M. 2003. Kajian Respon Hidrologi Akibat Perubahan Penggunaan Lahan di DAS Ciliwung. *Bahan Seminar Program Pascasarjana IPB*. Bogor
- Irianto, G., N, Pujilestari dan N, Heryani. 2001. Pengembangan Teknologi Panen Hujan dan Aliran Permukaan. *Laporan Akhir*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat
- Irianto, G. 2003. *Kumpulan Pemikiran: Banjir dan Kekeringan – Penyebab danantisipasi dan Solusinya*. CV. Universal Pustaka Media. Bogor. 135 hal
- Karama, A,S, Irianto, G, Pawitan, H. 2002. Panen Hujan dan Aliran Permukaan untuk Menanggulangi Banjir dan Kekeringan serta Mengembangkan Komoditas Unggulan. Kantor MENRISTEK dan LIPI. Jakarta
- Kartiwa, B. 2004. *Modelisation Du Fonctionnement Hydrologique Des Bassins Versants. These De Doctorat*. Universite D'Angers. France
- Kustiyo dkk. 2008. Analisis Ketelitian Ketinggian Data DEM SRTM. Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN ke XIV. Bandung
- Parwati dkk. 2008. Sistem Peringatan Dini untuk Banjir/Longsor Berbasis Data Penginderaan Jauh. Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN ke XIV. Bandung

Pawitan, H. 2002. Flood hydrology and an integrated approach to remedy the Jakarta floods. *International Conference on Urban Hydrology for the 21st Century*. Kuala Lumpur, Malaysia.

Rodriguez-Iturbe I. et Valdes. J. B.. The geomorphologic structure of hydrologic response. *Water Resour. Res.* 15 (5:1409-1420)

Runtunuwu.N., Pujilestari. N., Ramdani. F., Hari Adi. S., dan Hamdani A., 2004. Panduan Perangkat Lunak “Water and Agroclimate Resources Management” (WARM) Laboratorium Numeric dan Sistem Informasi Spasial Agroklimat dan Hidrologi. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Bogor

Soil Survey Staff. 1998. *Key to Soil Taxonomy* 8th edition. USDA - NRCS Washington DC.

[Http://www.docstoc.com/Google./Prinsip-Dasar-Pengelolaan-Daerah-Aliran-Sungai](http://www.docstoc.com/Google./Prinsip-Dasar-Pengelolaan-Daerah-Aliran-Sungai)

DISKUSI

Pemberi saran : M. Fakhruddin (Puslit Limnologi - LIPI)

Saran : Metode rasional biasanya digunakan pada daerah tangkapan air yang kecil. Pada DAS Ciliwung, ada routing, delay, bukan penggabungan pixel - pixel pada DEM resolusi 90 m. Disarankan untuk menggunakan runoff curve number.

Tanggapan : Analisis kondisi DAS Ciliwung berkaitan dengan banjir. Metode rasional dipandang sebagai salah satu cara yang dapat menggabungkan antara penginderaan jauh dan data curah hujan. Simulasi dengan metode yang disarankan akan dilakukan.

CATATAN

1. Diperlukan keterangan lebih jelas mengenai luas grid yang digunakan.
2. Sebaiknya pada tanggal 28 - 30 November 2009 dilakukan pengecekan data debit di stasiun Katulampa dan Depok agar dapat dibandingkan dengan hasil perhitungan.
3. LAPAN termasuk mudah untuk mendapatkan citra series, sebaiknya ekstraksi informasi dari citra tidak sebatas penggunaan lahan, dapat juga dimanfaatkan untuk mendapatkan informasi mengenai Antecedent Moisture Content (AMC) yang sangat penting untuk proses terbentuknya aliran permukaan.