

# Pemodelan kejadian banjir daerah aliran sungai Ciliwung hulu dengan menggunakan data radar

Sepanie Putiamini<sup>1</sup>, Eko Kusratmoko<sup>2</sup>, Fadli Syamsudin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)

<sup>2</sup>Departemen Geografi, Fakultas Matematika & Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia

Email: [sepanie.putiamini@bppt.go.id](mailto:sepanie.putiamini@bppt.go.id)

**Abstrak.** Penelitian ini melaporkan penerapan pemodelan hidrologi, HEC-HMS, terintegrasi dengan Sistem Informasi Geografis (GIS) untuk mengkaji hubungan curah hujan dan debit aliran dengan kasus DAS Ciliwung Hulu. Data spasial curah hujan yang diperoleh dari data radar digunakan dalam proses simulasi curah hujan-debit aliran dan hasilnya dibandingkan dengan hasil simulasi menggunakan data curah hujan hasil observasi. Analisis hasil simulasi curah hujan-debit aliran dianalisis dengan pendekatan spasial, yaitu membandingkan perbedaan dan persamaan antar sub DAS. Simulasi dilakukan untuk kejadian banjir tahun 2002, 2007 dan 2013. Hasil simulasi curah hujan-debit aliran dengan menggunakan data radar hujan, menunjukkan bahwa sub-DA CiLiwung (Tugu) merupakan sub-DAS yang memberikan debit dengan volume tertinggi pada kejadian banjir bulan Januari - Februari tahun 2002 dan 2007 serta tanggal 16 - 17 Januari 2013 yakni masing-masing sebesar 117 mm, 124 mm dan 46 mm. Faktor karakteristik fisik DAS berupa kemiringan DAS, penggunaan lahan, jenis tanah, dan besarnya curah hujan menjadi faktor yang menentukan tingginya debit aliran. Hasil validasi menggunakan metode RMSE dan Nash menghasilkan nilai simpangan yang kecil terhadap data observasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan data radar cuaca dapat diandalkan dalam mensimulasikan hujan-debit.

**Kata kunci:** Daerah Aliran Sungai, Ciliwung Hulu, Curah Hujan-Debit Aliran, HEC- HMS, Karakteristik Fisik DAS, radar

**Abstract.** This study reports the applicability of hydrological modeling, HEC-HMS, integrated with Geographic Information Systems (GIS) to examine the rainfall - runoff relationship with a case study of Upper Ciliwung watershed. Spatial rainfall data derived from radar data used in the process of simulating rainfall - runoff and the results are compared with simulation results using the observed rainfall data. Analysis of the rainfall-runoff simulation was conducted based on spatial approach by comparing the differences and similarities between sub catchments. The simulations carried out for the flood events in 2002, 2007 and 2013. The results of the simulation of rainfall - runoff using C-Doppler weather rainfall radar data shows the sub-watershed of Ciliwung (Tugu) produced discharge with the highest volume in January - February 2002 and 2007, and also 16 - 17 January 2013, i.e. 117 mm, 124 mm and 46 mm, respectively. Physical characteristics of the watershed such as slope, land use, and soil type, are the factors that determine the high discharge value. The results of validation using RMSE and Nash produces small deviation value of the observation data. It shows that the use of weather radar data is reliable in the rainfall-runoff simulation in the Upper Ciliwung watershed.

**Keywords:** Watershed, upper Ciliwung, rainfall-runoff, HEC-HMS, physical characteristic of watershed, radar

## 1. Pendahuluan

Berbagai aktivitas manusia dan derap pembangunan yang berkembang pesat di wilayah daerah aliran sungai (DAS) Ciliwung Hulu merupakan konsekuensi akibat peningkatan aktivitas manusia yang akan menimbulkan perubahan penggunaan tanah. Oleh karena itu, Ali *et al.* (2011) menerangkan bahwa pemahaman mengenai dampak penggunaan tanah pada proses hidrologi DAS adalah sangat penting dalam memprediksi potensi banjir dan mitigasinya. Pembangunan secara besar-besaran di wilayah DAS Ciliwung hulu menyebabkan siklus hidrologi ini menjadi tidak seimbang, dimana jumlah curah hujan yang turun tidak dapat lagi meresap kedalam tanah secara maksimal dikarenakan tutupan lahan oleh bangunan atau pemukiman yang tidak terkontrol, sehingga menyebabkan limpasan dan menimbulkan genangan. Dalam analisis hidrologi sangatlah penting untuk mengetahui besarnya hujan yang turun dan kapan hujan itu terjadi (Davie, 2002). Oleh karena itu, data pengukuran curah hujan sangat dibutuhkan dalam penelitian ini. Data yang digunakan adalah data pengukuran penakar hujan (*rain gauge*) dan radar cuaca *C-band* Doppler.

Setiap DAS memiliki karakteristik fisik yang unik yang membedakan satu sama lain. Karakteristik fisik ini sangat berpengaruh dalam *run-off* yang dihasilkan jika hujan turun. Karakteristik fisik tersebut didapatkan dari gambaran suatu wilayah antara lain: topografi, penggunaan tanah, dan jenis tanah. Selain itu, Daerah Aliran Sungai memiliki 3 (tiga) jenis Bentuk DAS, yaitu: (1).Bentuk bulu burung, memiliki karakteristik bentuk DAS ini adalah jalur anak sungai di kiri-kanan sungai utama mengalir menuju sungai utama, debit banjir yang dihasilkan relatif kecil, karena waktu tiba banjir datang tiap anak-anak sungai berbeda; (2) Bentuk radial (menyebar) memiliki karakteristik Bentuk DAS ini adalah menyerupai kipas atau lingkaran, anak-anak sungai berkonsentrasi pada satu titik secara radial, yang menyebabkan banjir besar terjadi di titik pertemuan anak sungai; dan (3) Bentuk paralel memiliki karakteristik dimana dua aliran sungai yang sejajar bersatu di bagian hilir, banjir terjadi di pertemuan anak sungai (Ramdan, 2004).

Model hidrologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah kombinasi yang berbasis GIS yang memodelkan debit limpasan (*Run-off*) dengan *Soil Conservation Service* (SCS) menggunakan HEC-HMS. SCS adalah suatu metode yang dikembangkan oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat sejak tahun 1947. Metode ini digunakan untuk menghitung nilai *Direct Run Off* (DRO) menggunakan Curve Number (CN) dari suatu kejadian hujan. Perhitungan DRO dengan menggunakan Metode SCS cukup baik, sebab sudah memperhitungkan tutupan lahan, jenis tanah juga kelembaban tanah. Untuk menentukan besar CN, ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan yaitu, jenis tanah, tutupan lahan, kondisi hidrologi dan kelembaban tanah. Tabel CN mengacu pada metode yang digunakan oleh United States Department of Agriculture (USDA-SCS,1985).

HEC-HMS adalah model numerik dapat memprediksi aliran air yang digunakan untuk mensimulasikan DAS, dan struktur perilaku kontrol air. *Hydrologic Engineering Center* (HEC) yang merupakan satu divisi di dalam *Institute for Water Resources* (IWR), di bawah *US Army Corps of Engineers* (USACE, 2013). Metode HEC-HMS dapat menentukan besaran volume limpasan yang dihasilkan berdasarkan karakteristik DAS dan curah hujan yang jatuh di wilayah DAS dengan mengubah data curah hujan yang turun di wilayah DAS menjadi besaran debit aliran yang keluar di DAS tersebut. Penggunaan HEC-HMS memungkinkan untuk penciptaan model hidrologi menggunakan data fisik. Model hidrologi terdistribusi menggunakan estimasi data grid curah hujan radar cuaca, yang akan dapat menghasilkan model curah hujan yang kompleks secara akurat (Hoblit & Curtis, 2001).

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui karakteristik fisik 6 (enam) sub-DAS Ciliwung Hulu yang berperan terhadap debit aliran tertinggi di DAS Ciliwung Hulu

- b. Mengetahui pengaruh distribusi hujan dan karakteristik fisik dari masing-masing sub-DAS Ciliwung Hulu menggunakan simulasi hujan-debit
- c. Mendapatkan hasil validasi hasil model HEC HMS tersebut dengan data observasi

Manfaat dari penelitian ini diharapkan mendapatkan informasi model hujan-debit yang sesuai dengan kondisi Daerah Aliran Sungai Ciliwung Hulu dengan menggunakan beberapa parameter yang akan ditetapkan, sehingga model hujan debit tersebut dapat digunakan dalam memprediksi dan sistem peringatan dini kejadian banjir di DAS Ciliwung Hulu dan DKI Jakarta.

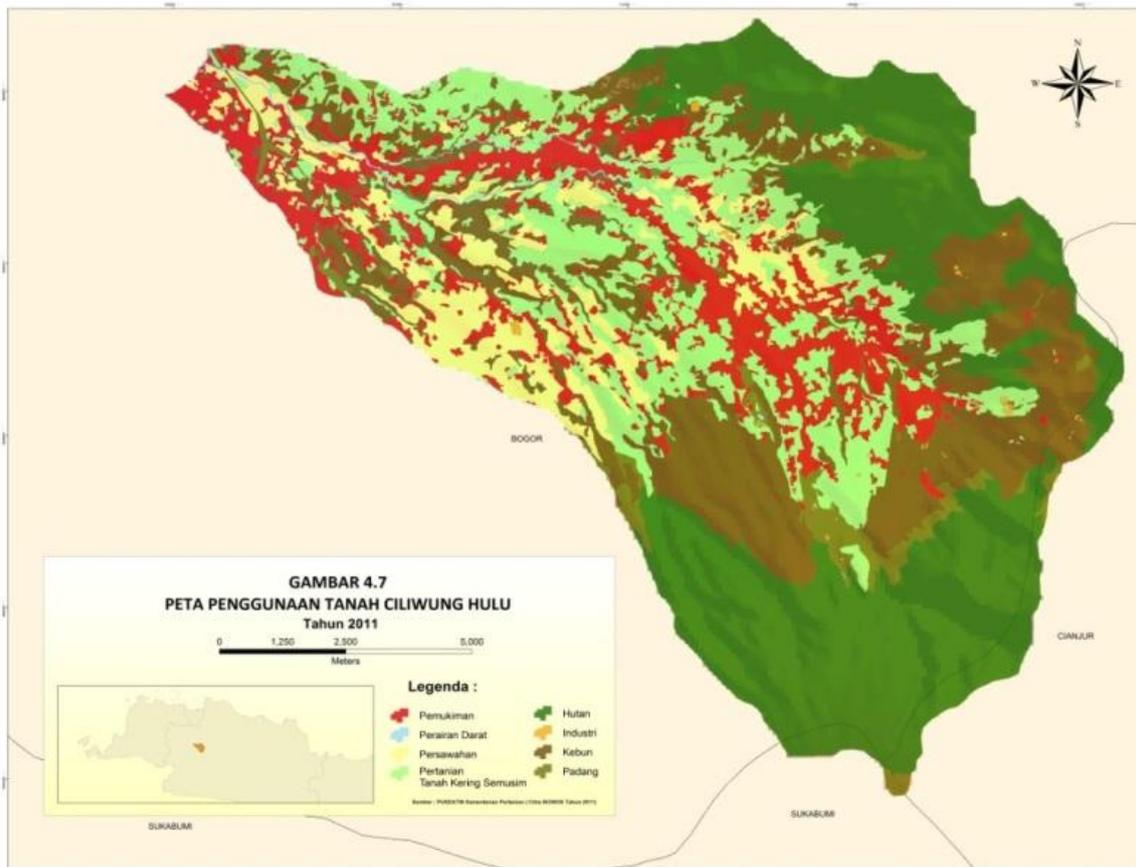
## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Lokasi Penelitian

Secara geografis Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung Hulu terletak pada  $6^{\circ}37'$  -  $6^{\circ}46'$  LS dan  $106^{\circ}50'$  -  $107^{\circ}0'$  BT dan memiliki Luas sebesar  $151.46 \text{ km}^2$ . Daerah Aliran Sungai Ciliwung Hulu memiliki 6 sub-DAS yaitu (Gambar 1):

- Sub-DAS Cisukabirus, sub-DAS ini terletak di Kecamatan Ciawi dan Megamendung yang memiliki luas sebesar  $18,81 \text{ km}^2$ ,
- Sub-DAS Ciseuseupan, sub-DAS ini terletak Kecamatan Ciawi dan Megamendung yang memiliki luas sebesar  $11,39 \text{ km}^2$ ,
- Sub-DAS Cisarua, sub-DAS ini terletak di Kecamatan Cisarua yang memiliki luas sebesar  $22,70 \text{ km}^2$ ,
- Sub-DAS Ciliwung (Tugu), sub-DAS ini terletak di Kecamatan Ciawi, Megamendung dan Cisarua yang memiliki luas sebesar  $60,79 \text{ km}^2$ ,
- Sub-DAS Ciesek, sub-DAS ini terletak di Kecamatan Megamendung dan Cisarua yang memiliki luas sebesar  $25,29 \text{ km}^2$ ,
- Sub-DAS Cibogo, sub-DAS ini terletak di Kecamatan Ciawi, Megamendung dan Cisarua yang memiliki luas sebesar  $13,002 \text{ km}^2$ .





**Gambar 2.** Peta Penggunaan Tanah Daerah Aliran Sungai Ciliwung Hulu Tahun 2011

Daerah Aliran Sungai Ciliwung Hulu memiliki nilai curah hujan wilayah tipe monsun yaitu memiliki distribusi curah hujan bulanan berbentuk ‘V’ dengan curah hujan minimum pada bulan Juni, Juli, dan Agustus dan tertinggi pada bulan Desember, Januari dan Februari. Curah Hujan wilayah tertinggi yaitu pada bulan Januari sebesar 556,62 mm dan curah hujan wilayah terendah yaitu pada bulan Agustus sebesar 114,17 mm.

Sedangkan sebesar 9,53% wilayah Daerah Aliran Sungai Ciliwung Hulu memiliki kemiringan yang curam di wilayah selatan. Selain itu, 28,11% wilayah ini merupakan daerah yang landai dan 24,67% merupakan wilayah yang sangat landai. Hal tersebut memungkinkan populasi terkonsentrasi pada wilayah ini. Selain itu, berdasarkan Peta Tanah Semi Detail Tahun 1992 skala 1:50.000 yang dikeluarkan oleh Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat terdapat 3 jenis tanah di wilayah Daerah Aliran Sungai Ciliwung Hulu, yaitu: Andosol, Latosol dan Regosol.

## 2.2. Kebutuhan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder:

- Peta Penggunaan Tanah yang digunakan adalah data dari Badan Pertanahan Nasional (BPN) yang digunakan untuk menganalisis penggunaan lahan di DAS Ciliwung Hulu.
- Peta Jenis Tanah di dapatkan dari Balai Penelitian tanah, data ini digunakan untuk melihat kemampuan permeabilitas tanah di DAS Ciliwung Hulu
- Topografi, didapatkan dari data Digital Elevation Model (DEM) *Shuttle Radar Topography* (SRTM) DAS Ciliwung Hulu. *Digital elevation model* (DEM) adalah data topografi grid yang

mewakili elevasi dari grid cell. (Hoblit & Curtis, 2001). Data ini digunakan untuk melihat kemiringan lereng di DAS Ciliwung Hulu.

Dengan menggunakan data jaringan sub-DAS Ciliwung Hulu, Nilai CN, dan curah hujan bulanan yang dihasilkan dari informasi karakteristik fisik sub-DAS Ciliwung Hulu dan distribusi curah hujan harian dari data penakar hujan (*rain gauge*) dan data radar cuaca, akan menghasilkan data debit per sub-DAS Ciliwung Hulu menggunakan pemodelan hujan-debit HEC-HMS yang kemudian akan diperoleh debit keseluruhan dari DAS Ciliwung Hulu di Katulampa. Hasil pemodelan tersebut akan di validasi oleh data observasi di pintu air Katulampa. Data pengamatan radar cuaca digunakan sebagai pembandingan dalam menganalisis distribusi spasial hujan dan debit yang dihasilkan per kejadian banjir.

Penyusunan model *basin* pada penelitian ini adalah memiliki 6 sub-DAS, 5 *reach*, 5 *junction*, dan 1 *outlet*. Semua parameter yang dipilih yang dimasukkan dalam simulasi hujan-debit menggunakan HEC-HMS dihitung pada masing-masing sub-DAS. Pada Tabel 1 dapat dilihat penggunaan parameter yang dipilih dalam penelitian ini.

**Tabel 1.** Metode dan Parameter Simulasi Hujan-Debit Menggunakan HEC-HMS

Model	Metode	Parameter
Kehilangan ( <i>Loss</i> )	<i>SCS Curve Number</i>	Resapan Awal ( <i>Initial Abstraction</i> ); <i>Curve Number</i> ; dan Nilai Kedap Air ( <i>Impervious</i> )
Transformasi ( <i>Transform</i> )	Model Hidrograf Snyder	Waktu Tenggang ( <i>Lag Time</i> ); Koefisien Puncak ( <i>Peaking Coefficient</i> )
Aliran Dasar ( <i>Baseflow</i> )	Resesi ( <i>Recession</i> )	Debit Aliran Awal ( <i>Initial Discharge</i> ) dan Resesi Konstan ( <i>Recession Constant</i> )
Rute Aliran Sungai ( <i>Routing</i> )	Rute Muskingum	Muskingum K , Muskingum X, Jumlah Anak Sungai

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Distribusi Curah Hujan Data Penakar Hujan (*Rain gauge*) Januari-Februari tahun 2002 dan 2007

Dalam penelitian ini, pengolahan data curah hujan dari penakar hujan (*rain gauge*) pada tahun 2002 dan 2007 menggunakan metode poligon Thiessen untuk melihat bobot dari kelima stasiun pengamatan meteorologi terhadap masing-masing sub-DAS di DAS Ciliwung Hulu, dengan perhitungan curah hujan wilayah ini diasumsikan bahwa curah hujan yang turun di satu wilayah sub-DAS adalah sama. Ada lima (5) stasiun pengamatan meteorologi yang berpengaruh dalam distribusi hujan di Daerah Aliran Sungai Ciliwung Hulu, yaitu : (1) Gunung Mas, (2) Citeko, (3). Gadog, (4). Ciawi, dan (5) Katulampa. Pada Tabel 2. dapat dilihat nilai bobot dari masing-masing Sub DAS. Dari pembobotan

**Tabel 2.** Bobot Poligon Thiessen Pada Masing-masing Sub-DAS di Daerah Aliran Sungai Ciliwung Hulu

Nama Sub-DAS	Nilai Bobot				
	Gunung Mas	Citeko	Gadog	Ciawi	Katulampa
Cisukabirus	0.21	0.67	0.12	0.00	0.00
Ciseuseupan	0.00	0.14	0.36	0.36	0.14
Cisarua	0.61	0.34	0.05	0.00	0.00
Ciliwung (Tugu)	0.54	0.22	0.21	0.00	0.02
Ciesek	0.07	0.48	0.46	0.00	0.00
Cibogo	0.03	0.83	0.15	0.00	0.00

di atas didapatkan rerata curah hujan wilayah harian bulan Januari sampai dengan Februari tahun 2002 dan 2007 seperti pada Tabel 3 dan Tabel 4.

**Tabel. 3** Curah Hujan Wilayah Harian Rerata Bulan Januari dan Februari Tahun 2002

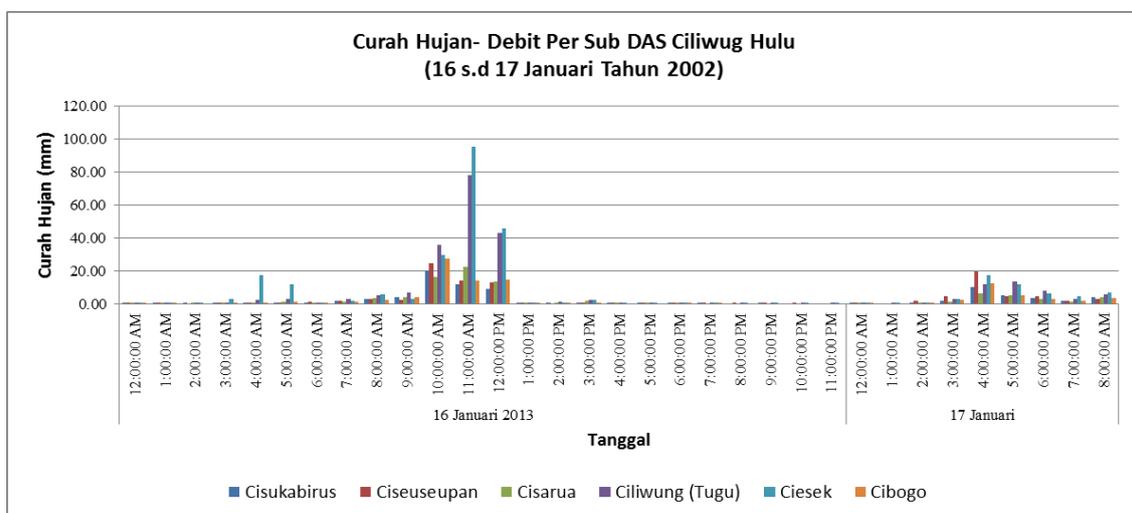
Nama Sub-DAS	CH Harian Rata-rata (mm)	
	Januari	Februari
Cisukabirus	20.72	23.66
Ciseuseupan	20.64	17.74
Cisarua	20.63	25.95
Ciliwung	20.56	24.50
Ciesek	21.35	20.77
Cibogo	20.74	22.64

**Tabel. 4** Curah Hujan Wilayah Harian Rata-rata Bulan Januari dan Februari Tahun 2007

Nama Sub-DAS	CH Rata-rata (mm)	
	Januari	Februari
Cisukabirus	13.95	31.17
Ciseuseupan	12.63	29.27
Cisarua	14.59	28.22
Ciliwung (Tugu)	15.10	28.16
Ciesek	15.07	31.49
Cibogo	13.60	32.58

### 3.2. Distribusi Curah Hujan Per Kejadian Banjir Data Radar Cuaca 16 – 17 Februari tahun 2013

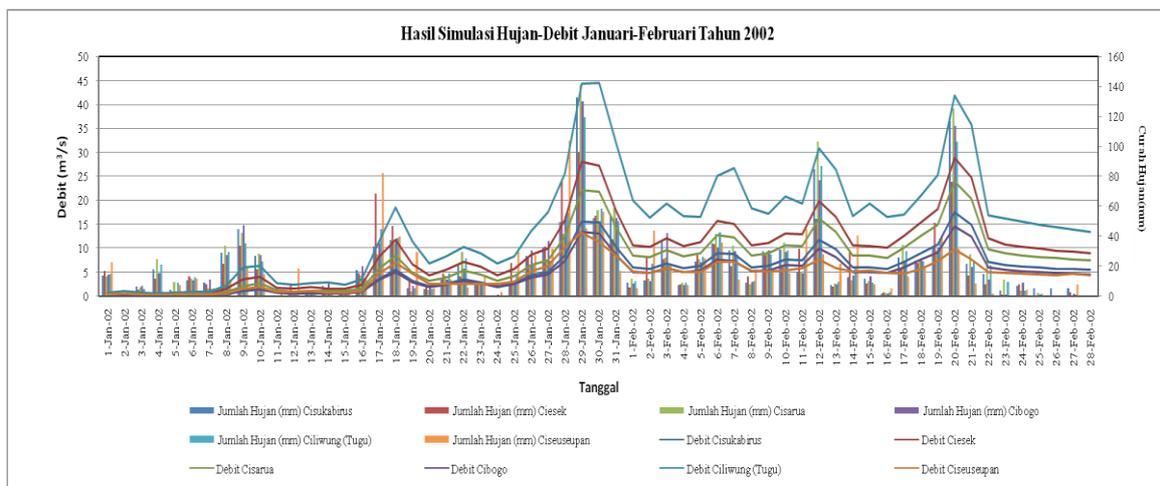
Selain menganalisis data penakar hujan (*rain gauge*), penelitian ini juga menganalisis distribusi curah hujan menggunakan data radar per kejadian banjir. Sampel yang diambil adalah kejadian banjir pada tanggal 16-17 Januari 2013 menggunakan data hujan radar cuaca C-doppler. Dari hasil pengolahan data radar didapatkan distribusi curah hujan di masing-masing sub-DAS di Daerah Aliran Sungai Ciliwung Hulu seperti pada gambar 3. Gambar 3 menunjukkan bahwa terdapat kenaikan curah hujan pada pukul 8.00 s.d 12.00 di seluruh sub-DAS di Daerah Aliran Sungai Ciliwung Hulu dan curah hujan tertinggi terjadi pada sub DAS Ciesek pada pukul 11.00 sebesar 95,41 mm.



**Gambar 3.** Grafik Curah Hujan Daerah Aliran Sungai Ciliwung Hulu 16-17 Januari 2013

### 3.3. Simulasi Hujan-Debit Data Penakar Hujan (*Rain Gauge*) bulan Januari s.d Februari tahun 2002 dan 2007

Gambar 4 dan Tabel 5 menjelaskan bahwa debit puncak pada kejadian banjir tahun 2002 terjadi pada tanggal 29 Januari. Sub-DAS Ciliwung (Tugu) merupakan penyumbang debit tertinggi yaitu sebesar 44,4 m<sup>3</sup>/s yang dihasilkan karena hujan sebesar 119,43 mm. Debit volume yang dihasilkan Sub-DAS Ciliwung (Tugu) sebesar 117,28 mm, hal tersebut dikarenakan sub-DAS ini memiliki luasan 39,9% dari luasan DAS Ciliwung Hulu sehingga luasan distribusi hujan di wilayah ini mempengaruhi besarnya debit yang dihasilkan. Sedangkan, sub-DAS Ciseuseupan dan sub-DAS Cibogo memberikan distribusi debit volume yang rendah masing-masing sebesar 35,81 mm dan 32,92 mm yang dihasilkan karena hujan masing-masing sub-DAS sebesar 45,46 mm dan 12,76 mm.



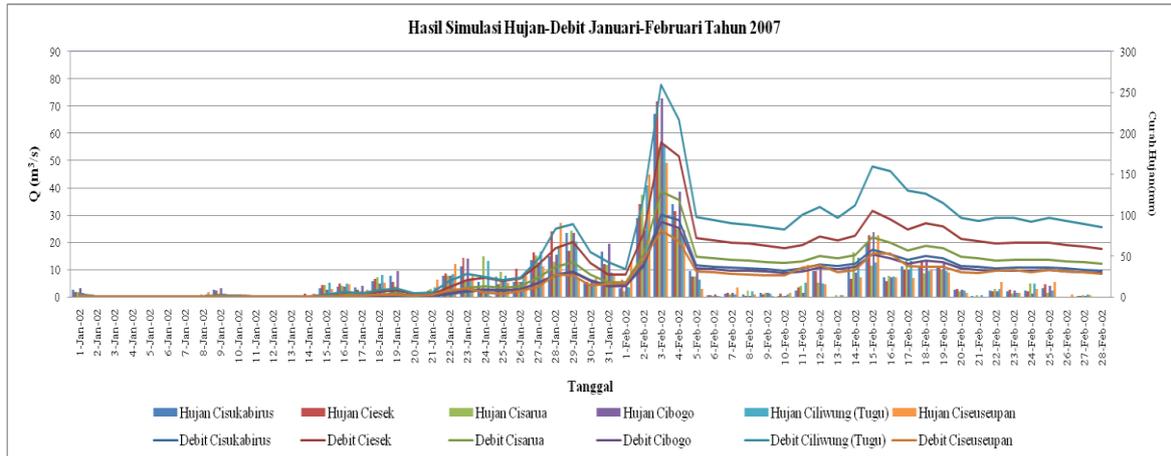
**Gambar 4.** Debit Hasil Simulasi Hujan-Debit (Januari-Februari 2002)

Sub-DAS Ciliwung (Tugu) merupakan sub-DAS yang memiliki luas 44,8% dari luas keseluruhan DAS Ciliwung Hulu, berbentuk sungai radial yang menyebabkan debit terkonsentrasi pada pertemuan anak sungai, kemiringan lereng dari agak curam hingga sangat curam sebesar 40,74% dan hanya memiliki hutan sebesar 24,61% dari luas keseluruhan sub-DAS Ciliwung (Tugu), dan jenis tanah dengan permeabilitas sedang. Sedangkan sub-DAS Cibogo merupakan sub-DAS yang menghasilkan debit volume yang rendah sebesar 32,92 mm yang dihasilkan oleh hujan yang tinggi yaitu 129,76 mm. Hal ini disebabkan hujan terjadi pada luasan sub-DAS yang kecil yaitu 13,002 km<sup>2</sup> yang memiliki jenis tanah dengan permeabilitas sedang. Hal tersebut yang menyebabkan tinggi rendahnya nilai debit suatu wilayah.

**Tabel 5.** Hubungan Karakteristik Fisik dan Distribusi Hujan Pada Masing-masing Sub-DAS Terhadap Nilai Debit Kejadian Banjir Tanggal 29 Januari 2002

Keterangan	Luas Km <sup>2</sup>	Penggunaan Tanah (%)				Jenis Tanah	Kemiringan Lereng (>15%)	Hujan (mm)	Q Vol (mm)
		Hutan	Persawahan	Pertanian Lahan Kering	Lahan Terbangun				
Cisukaburus	18.81	57.93	9.84	27.27	4.96	Andosol, Regosol dan Latosol	69.02%	132.69	38.32
Ciesek	25.29	40.37	2.11	44.39	12.59	Latosol	52.38%	95.96	70.38
Cisarua	22.7	49.97	1.32	35.07	13.56	Andosol, Regosol dan Latosol	62.45%	141.22	55.37
Cibogo	13.00 2	1.12	9.56	83.56	5.75	Andosol, Regosol dan Latosol	14.66%	129.76	32.92
Ciliwung (Tugu)	60.79	24.61	7.94	49.95	17.00	Andosol, Regosol dan Latosol	40.74%	119.43	117.28
Ciseuseupan	11.39	-	38.45	26.41	35.05	Latosol	0.07%	45.46	35.81

Sedangkan kejadian banjir tahun 2007 terjadi pada tanggal 3 Februari, dimana Sub-DAS Ciliwung (Tugu) merupakan penyumbang volume debit tertinggi yaitu sebesar 124,21 mm yang dihasilkan karena hujan sebesar 186,18 mm, sama halnya dengan kejadian banjir pada tahun 2002 bahwa luasan sub-DAS ini mempengaruhi jumlah distribusi hujan yang turun dikarenakan luasan wilayah yang besar dibandingkan sub-DAS lainnya. Selain itu, sub-DAS Ciseuseupan merupakan sub-DAS yang memiliki distribusi debit volume terendah yaitu sebesar 41,33 mm yang dihasilkan karena hujan sebesar 164,2 mm, seperti pada gambar 4 dan Tabel 6.



**Gambar 4.** Debit Hasil Simulasi Hujan-Debit (Januari-Februari 2007)

Tabel 6 menunjukkan nilai debit volume tertinggi bahwa kejadian banjir tanggal 3 Februari 2007 dihasilkan oleh Sub-DAS Ciliwung (Tugu) yaitu 124,21 mm yang disebabkan hujan sebesar 186,18 mm di sub-DAS yang memiliki luas 44,8% dari luas keseluruhan DAS Ciliwung Hulu. Sama halnya dengan kejadian banjir pada tahun 2002, bahwa luasan sub-DAS mempengaruhi besarnya luasan distribusi hujan yang turun.

**Tabel 6.** Hubungan Karakteristik Fisik dan Distribusi Hujan Pada Masing-masing Sub-DAS Terhadap Nilai Debit Kejadian Banjir Tanggal 3 Februari 2007

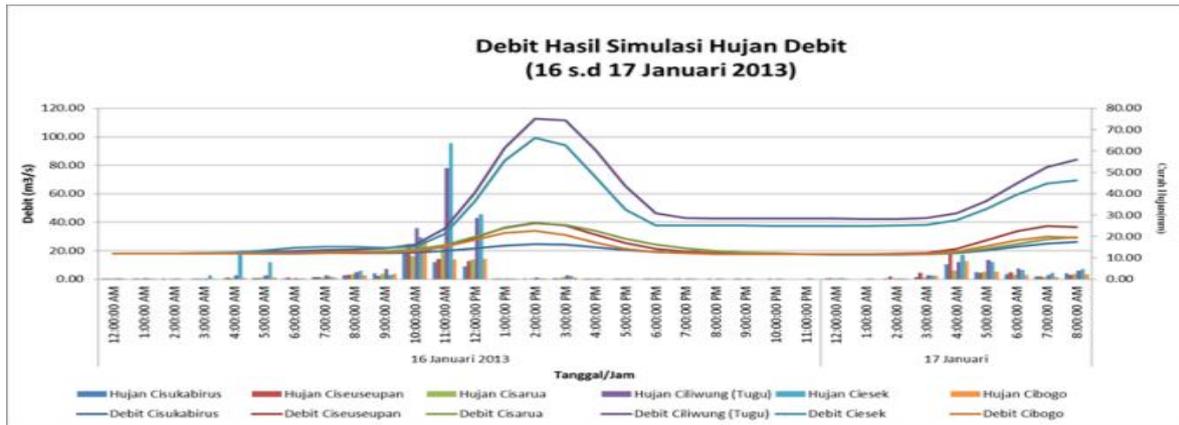
Sub-DAS	Luas Km <sup>2</sup>	Penggunaan Tanah (%)				Jenis Tanah	Kemiringan Lereng (>15%)	Hujan (mm)	Q Vol (mm)
		Hutan	Persawahan	Pertanian Lahan Kering	Lahan Terbangun				
Cisukabirus	18.81	57.93	9.84	27.27	4.96	Andosol, Regosol dan Latosol	69.02%	223.96	48.95
Ciesek	25.29	40.37	2.11	44.39	12.59	Latosol	52.38%	239.1	91.70
Cisarua	22.7	49.97	1.32	35.07	13.56	Andosol, Regosol dan Latosol	62.45%	183.42	62.48
Cibogo	13.002	1.12	9.56	83.56	5.75	Andosol, Regosol dan Latosol	14.66%	242.96	44.80
Ciliwung (Tugu)	60.79	24.61	7.94	49.95	17	Andosol, Regosol dan Latosol	40.74%	186.18	124.21
Ciseuseupan	11.39	-	38.45	26.41	35.05	Latosol	0.07%	164.20	41.33

### 3.4. Simulasi Hujan-Debit Data Radar Cuaca Bulan 16 s.d 17 Januari tahun 2013

Penggunaan data radar cuaca C-doppler, bermaksud melihat kejadian hujan dan debit yang dihasilkan secara rinci pada tiap-tiap sub-DAS. Hal tersebut dikarenakan radar cuaca dapat merekam secara otomatis setiap 6 menit kejadian hujan yang terjadi di tiap wilayah termasuk masing-masing sub-DAS di DAS Ciliwung ini. Diharapkan dapat melihat bagaimana distribusi hujan mempengaruhi debit secara lebih detail berdasarkan waktu turun dan kenaikan hujan.

Dengan karakteristik fisik tersebut debit yang dihasilkan oleh sub-DAS Ciliwung (Tugu) pada tanggal ini adalah sebesar 23,6 m<sup>3</sup>/s. Sub-DAS Ciseuseupan merupakan wilayah dengan 38,45% berupa persawahan dan 34,52% berupa pemukiman, memiliki curah hujan perjam rerata 14,23 mm dan memiliki jenis tanah dengan permeabilitas sedang. Dengan karakteristik fisik tersebut debit yang dihasilkan oleh sub-DAS Ciseuseupan pada tanggal ini adalah sebesar 15,1 m<sup>3</sup>/s.

Gambar 5 menunjukkan jumlah hujan tertinggi terjadi pada pukul 11.00 dan letak hujan itu terjadi di masing-masing sub-DAS di Daerah Aliran Sungai Ciliwung Hulu tersebut digambarkan oleh Gambar 1.



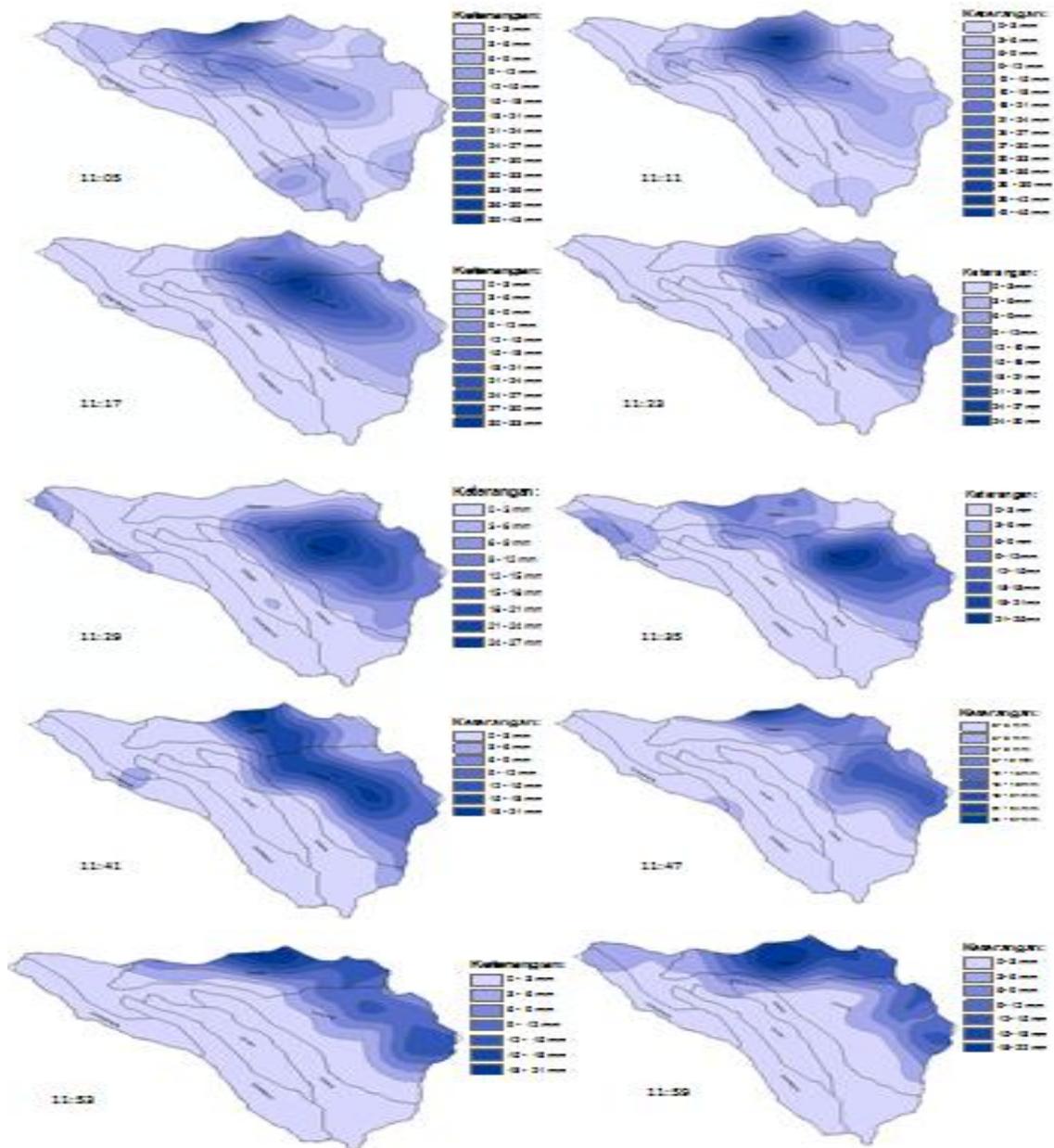
**Gambar 5.** Hasil Simulasi Hujan-Debit Kejadian Banjir Pada Tanggal 16 s.d 17 Januari 2013

Gambar 6 menggambarkan sebaran distribusi hujan di Daerah Aliran Sungai Ciliwung Hulu pada tanggal 16 Januari 2013, pukul 11.05 s.d 11.59. Sub-DAS Ciliwung (Tugu) dan Sub-DAS Ciesek merupakan sub-DAS yang memiliki sebaran curah hujan tinggi sehingga menghasilkan curah hujan masing-masing sebesar 77,9 mm/jam dan 95,41 mm/jam. Sedangkan Tabel 7. menunjukkan bahwa sub-DAS Ciliwung (Tugu) dan sub-DAS Ciesek menghasilkan debit volume yang tinggi masing-masing 45,65 mm dan 41,5 mm.

Sub-DAS Ciesek merupakan sub-DAS yang lebih kecil luasannya dibandingkan sub-DAS Ciliwung (Tugu) namun distribusi hujan yang tinggi di wilayah ini menyebabkan nilai debit volume menjadi tinggi hampir sebesar debit volume yang dihasilkan sub-DAS Ciliwung (Tugu). Selain itu wilayah ini hanya memiliki hutan sebesar 40,37 %, kemiringan lereng yang curam sebesar 52,38 %, dan permeabilitas tanah yang sedang.

**Tabel 7.** Hubungan Karakteristik Fisik dan Distribusi Hujan Pada Masing-masing Sub-DAS Terhadap Nilai Debit Kejadian Banjir Tanggal 16 Januari 2013

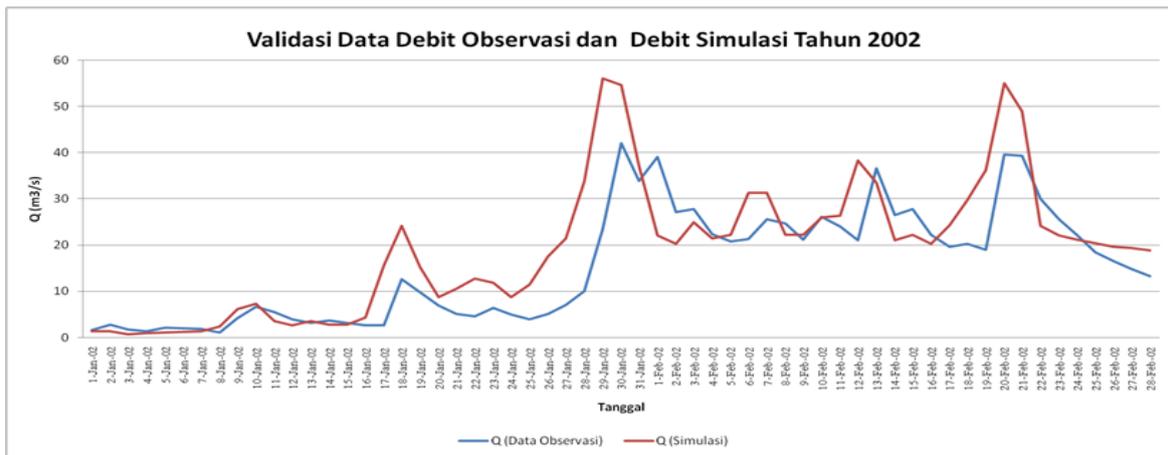
Sub-DAS	Luas Km <sup>2</sup>	Penggunaan Tanah (%)				Jenis Tanah	Kemiringan Lereng (>15%)	Hujan (mm)	Q Vol (mm)
		Hutan	Persawahan	Pertanian Lahan Kering	Lahan Terbangun				
Cisukabirus	18.81	57.93	9.84	27.27	4.96	Andosol, Regosol dan Latosol	69.02%	12.09	22.80
Ciesek	25.29	40.37	2.11	44.39	12.59	Latosol	52.38%	95.41	41.50
Cisarua	22.70	49.97	1.32	35.07	13.56	Andosol, Regosol dan Latosol	62.45%	22.53	28.25
Cibogo	13.00	1.12	9.56	83.56	5.75	Andosol, Regosol dan Latosol	14.66%	13.81	26.66
Ciliwung (Tugu)	60.79	24.61	7.94	49.95	17.00	Andosol, Regosol dan Latosol	40.74%	77.90	45.65
Ciseuseupan	11.39	-	38.45	26.41	35.05	Latosol	0.07%	14.23	27.00



**Gambar 6.** Data Curah Hujan Tanggal 16 Januari Pukul 11.05 s.d 11.59 dari Radar Cuaca R- Doppler

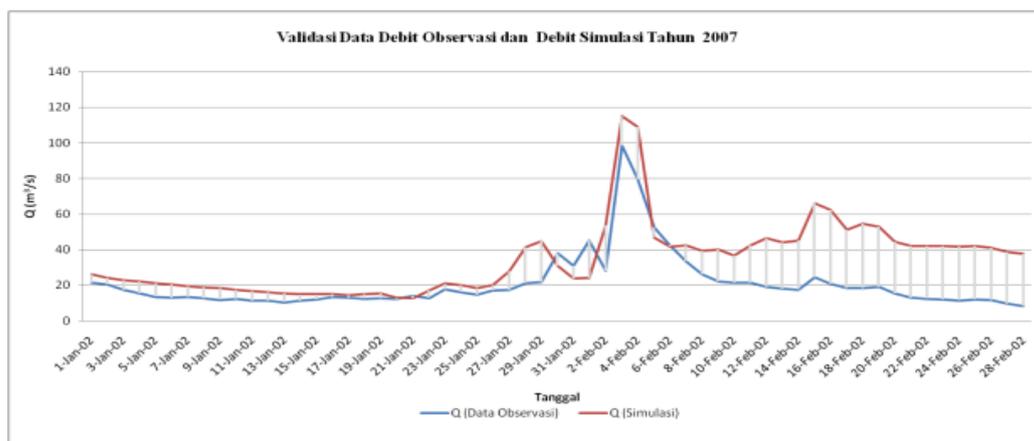
### 3.5. Validasi Hasil Simulasi Data Penakar Hujan (*Rain gauge*)

Dalam menganalisa hasil pemodelan tersebut perlu dilakukan analisa apakah model tersebut menggunakan 2 metode validasi yaitu RMSE dan Nash. Berikut hasil kalibrasi dari pemodelan:



**Gambar 7.** Validasi Hasil Simulasi Tahun 2002

Gambar 7 menggambarkan bahwa hasil debit puncak dari pemodelan sebesar  $56,1 \text{ m}^3/\text{s}$  pada tanggal 29 Januari 2013, sedangkan data debit puncak dilapangan sebesar  $42,1 \text{ m}^3/\text{s}$  pada tanggal 30 Januari 2013. Namun pola debit pengamatan dan pemodelan memiliki kemiripan. Sedangkan pada Gambar 9 menggambarkan pola debit puncak dari pemodelan memiliki kemiripan, dengan nilai debit hasil pemodelan sebesar  $115,1 \text{ m}^3/\text{s}$  pada tanggal 4 Februari 2013, sedangkan data debit puncak dilapangan sebesar  $98,49 \text{ m}^3/\text{s}$  pada tanggal 4 Februari 2013.

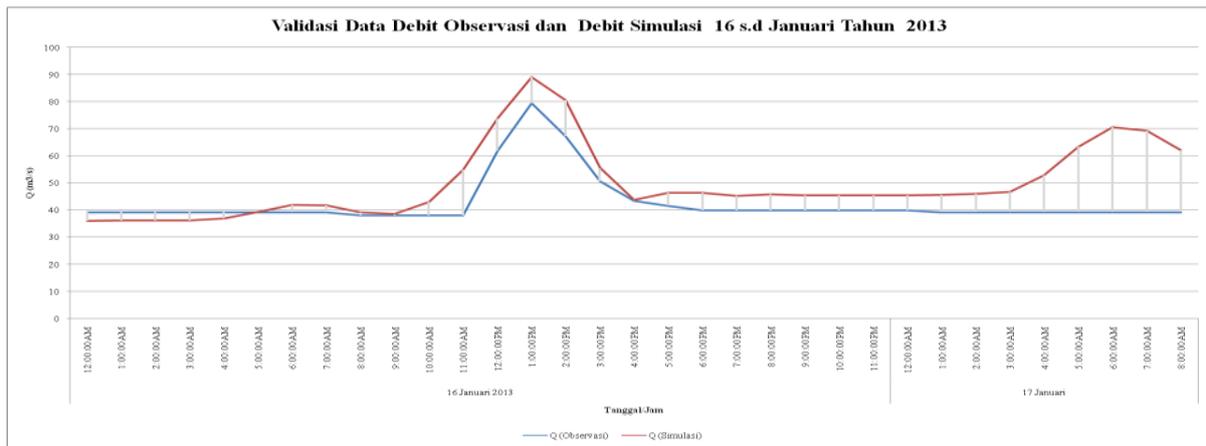


**Gambar 8.** Validasi Hasil Simulasi Tahun 2007

Gambar 7 dan 8 memiliki pola yang sama namun nilai debit yang dihasilkan berbeda, sehingga memiliki nilai simpangan. Nilai simpangan yang dihasilkan dari hasil pemodelan debit pada tahun 2002 memberikan nilai RMSE 0,35 (mendekati 0) dan nilai Nash 0,65 (mendekati 1), hal tersebut mempresentasikan rata-rata kuadrat simpangan (selisih) antara nilai keluaran model terhadap nilai pengukuran mendekati nilai sebenarnya, dibandingkan hasil pemodelan pada tahun 2007. Walaupun dalam nilai *peak* debit yang dihasilkan dari pemodelan debit tahun 2007 lebih mendekati nilai sebenarnya.

### 3.6. Validasi Hasil Simulasi Data Radar Cuaca

Hasil validasi pemodelan debit menggunakan data radar cuaca dan data observasi memiliki pola yang sama dan menghasilkan nilai simpangan yang kecil, dengan nilai RMSE sebesar 0,21 (mendekati 0) dan nilai Nash sebesar 0,79 (mendekati 1).



**Gambar 9.** Validasi Hasil Simulasi 16 s.d 17 Januari Tahun 2013

#### 4. Kesimpulan

Dilihat dari hasil dan pembahasan diatas didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Daerah Aliran Sungai Ciliwung Hulu memiliki 6 (enam) Sub-DAS yang memiliki karakteristik fisik yang berbeda-beda. Karakteristik fisik dan luas distribusi hujan di masing-masing sub-DAS sangat mempengaruhi nilai debit yang dihasilkan.
2. Berdasarkan hasil validasi simulasi hujan-debit data penakar hujan (*rain gauge*) menggunakan metode RMSE dan Nash menunjukkan bahwa hasil simulasi hujan-debit pada Januari s.d Februari tahun 2002 memiliki nilai simpangan yang lebih kecil dibandingkan hasil simulasi hujan-debit pada Januari s.d Februari tahun 2007. Walaupun dalam nilai *peak* debit yang dihasilkan dari simulasi hujan-debit tahun 2007 lebih mendekati tanggal kejadian sebenarnya.
3. Berdasarkan hasil validasi simulasi hujan-debit data radar cuaca menggunakan metode RMSE dan Nash menunjukkan bahwa hasil simulasi hujan-debit pada 16 s.d 17 Januari 2013 menghasilkan pola yang sama dengan data observasi dan memiliki nilai simpangan yang kecil, Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan data radar mendekati nilai sebenarnya dan lebih baik dari penggunaan data penakar hujan (*rain gauge*)

#### Daftar Pustaka

- Ali, M., Khan, S.J., Aslam, I., & Khan, Z. (2011). Simulation of the impacts of land-use change on surface runoff Lai Nullah Basin in Islamabad, Pakistan. *Landscape and Urban Planning*, 102(4), 271-279.
- Davie, T. (2002). *Fundamental of hydrology Second Edition*. New York: Routledge.
- Hoblit, B.C., and Curtis, D.C., (2001, march). *Integrating radar rainfall estimates with digital elevation models and land use data to create an accurate hydrologic model*, paper presented at the Floodplain Management Association Spring 2001 Conference, San Diego, California, 13-16 March 2001.
- Ramdan H. (2004). Prinsip dasar Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Jatinangor: Laboratorium Ekologi Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Winaya Mukti.
- United States Army Corps of Engineers (2013). *Hydrologic Modeling System HEC-HMS: User's Manual Version 4.0*. California: Hydrologic Engineering Center.
- United States Department of Agriculture – Soil Conservation Service (1985). *National Engineering Handbook, Section 4 – Hydrology*. Washington D.C.: USDA-SCS.