



Seminar Nasional Restorasi DAS :

Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim

ESTIMASI VOLUME BANJIR DI JAKARTA¹

Oleh:

Irfan Budi Pramono²

²Peneliti pada Balai Penelitian Teknologi Kehutanan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai
Jalan A. Yani Pabelan P.O. Box 295 Surakarta Jawa Tengah 57102
Telepon/Fax.: (0271) 716709 ; Fax (0271) 716959
Email: ibpramono@yahoo.com

Abstrak

Banjir di Jakarta merupakan kejadian rutin yang terjadi hampir setiap tahun. Untuk dapat menangani banjir di Jakarta secara efektif perlu diketahui dahulu volume banjir yang masuk di Jakarta. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui volume banjir di Jakarta yang berasal dari Sungai Ciliwung dan sungai-sungai di sekitarnya. Volume banjir dipisahkan sumbernya yaitu yang berasal dari hulu dan hilir. Pemisahan ini juga berguna bagi pembagian kerja antara instansi yang mengurus masalah konservasi air dan instansi yang mengurus kelancaran drainase. Metode yang digunakan dalam mengestimasi volume banjir ini adalah metode “Curve Number” yang dikembangkan oleh *Soil Conservation Service USA*. Data yang dibutuhkan dalam metode ini adalah penutupan lahan, jenis tanah, konservasi tanah, dan hujan harian sebelum terjadinya banjir. Dari keempat data tersebut diperoleh nilai *Curve Number* suatu DAS atau sub DAS. Volume banjir diperoleh dari hubungan antara hujan harian maksimum dan *Curve Number*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume banjir dari Sub DAS Ciliwung Hulu 8 %, Ciliwung Tengah 9 %, Ciliwung Hilir 7 %. Volume banjir dari DAS Kali Angke 19 %, Kali Angke dan Pasanggrahan Hilir 5 %, Kali Cakung 9 %, Kali Krukut 13 %, Kali Pasanggrahan 12 %, Kali Buaran 5 %, sedangkan volume banjir dari Kali Sunter Hulu 2%, dan Sunter Hilir 10 % dari total banjir Jakarta. Dari data tersebut terlihat bahwa kontribusi volume banjir yang paling besar berasal dari DAS Ciliwung yaitu 24 % disusul oleh Kali Angke 19 % dari total banjir Jakarta. Dari data tersebut terlihat bahwa kontribusi banjir dari Sub DAS Ciliwung Hulu hanya 8 % dari banjir Jakarta. Berdasarkan data tersebut dapat dilakukan usaha pengurangan banjir berdasarkan volume banjirnya.

Kata Kunci: Banjir Jakarta, Volume Banjir, Curve Number.

I. PENDAHULUAN

Banjir di musim penghujan dan kekeringan di musim kemarau banyak terjadi di Indonesia. Untuk mengatasi persoalan tersebut tidak dapat dilakukan secara parsial namun harus terintegrasi dalam satuan pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS). Pengelolaan DAS adalah upaya manusia dalam mengatur

¹Disampaikan dalam Seminar Nasional Restorasi DAS : Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim diselenggarakan atas kolaborasi dari BPTKPDAS, Pascasarjana UNS dan Fakultas Geografi UMS di Surakarta, pada tanggal 25 Agustus 2015.



Seminar Nasional Restorasi DAS :

Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim

hubungan timbal balik antara sumber daya alam dengan manusia di dalam DAS dan segala aktivitasnya, agar terwujud kelestarian dan keserasian ekosistem serta meningkatnya kemanfaatan sumber daya alam bagi manusia secara berkelanjutan (PP 37 tahun 2012).

Disadari bahwa DAS merupakan cadangan dan pasokan air yang sangat dibutuhkan untuk irigasi, pertanian, industri, dan konsumsi rumah tangga. Disamping itu DAS merupakan pengendali air hujan terhadap banjir, kekeringan, dan sedimentasi hasil erosi tanah. Kenyataan yang ada, DAS di Indonesia menunjukkan penurunan daya dukungnya. Hal ini ditunjukkan dengan adanya banjir yang makin luas dan intensitasnya makin tinggi.

Penurunan daya dukung DAS tersebut disebabkan oleh beberapa hal antara lain perubahan penutupan lahan dari hutan menjadi lahan pertanian atau dari hutan dan lahan pertanian menjadi pemukiman. Solusi untuk menangani penurunan daya dukung DAS ini tidak dapat dilakukan sepotong-sepotong atau masing-masing sektor bekerja sendiri-sendiri. Selama ini penanganannya hanya melalui rehabilitasi lahan, penanaman, konservasi tanah dan air belum sampai penanganan yang menyentuh seluruh DAS sehingga indikator keberhasilan keberhasilan daya dukung DAS sulit terlihat. Restorasi DAS merupakan salah satu pendekatan yang menyeluruh. Walaupun untuk kembali ke kondisi semula suatu DAS adalah hal yang sulit tercapai namun dengan acuan kondisi DAS yang dipertahankan maka tujuan restorasi DAS dapat dicapai (Pramono et al. 2015). Ada beberapa masalah yang membuat kegagalan program restorasi DAS yaitu: 1) tidak menemukan akar masalah, 2) kurang memahami proses di hulu dan permasalahan di hilir serta memetakan hubungannya, 3) tidak tepat menggunakan teknologi, satu teknologi untuk mengatasi semua masalah, 4) tidak adanya prioritas penanganan, 5) design proyek yang tidak sesuai, 6) kegagalan mendapatkan dukungan dari masyarakat maupun swasta, 7) kurangnya monitoring untuk menentukan keberhasilan restorasi (Roni & Beechi, 2013).

Permasalahan utama di DAS Ciliwung adalah banjir, Hampir tiap tahun wilayah DKI di landa banjir. Makin tahun banjir yang terjadi



Seminar Nasional Restorasi DAS :

Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim

makin besar dengan penyebaran yang makin luas sehingga tujuan utama pengelolaan DAS Ciliwung adalah mengendalikan banjir. Banjir di DAS Ciliwung dan sekitarnya tahun 2002 disebabkan oleh hujan sebesar 361,7 mm/hari menggenangi wilayah Jakarta seluas 331 km² dan 100 km² di wilayah Bodetabek. Sedangkan banjir tahun 2007 yang disebabkan oleh hujan sebesar 340 mm/hari menggenangi wilayah Jakarta seluas 458,8 km², Tangerang 221 km², dan Depok, Bogor, dan Bekasi seluas 250 km² (Tempo, 2014)

Perkembangan jumlah penduduk di DAS Ciliwung dengan segala aktivitasnya yang demikian pesat membutuhkan ruang yang semakin besar pula. Pertumbuhan yang tidak terkendali tersebut berbanding terbalik dengan ketersediaan ruang yang terbatas, sehingga ruang terbuka hijau habis digunakan untuk perumahan. Perubahan penggunaan lahan untuk perumahan dan industry meningkat drastis. Tahun 1970 luas perumahan dan industry hanya 33,5 % dari luas DAS Ciliwung kemudian meningkat menjadi 41,85 % tahun 1980, 52,76 % tahun 1990, dan 61,05 (Melati et al. dalam Hendrayanto, 2008). Akibatnya daerah resapan air menjadi berkurang drastis. Air hujan yang jatuh tidak dapat masuk lagi ke dalam tanah. Sebagian besar air hujan menjadi aliran permukaan dan menyebabkan banjir di daerah hilirnya. Kondisi ini diperparah dengan bentuk lahan di daerah hilir yang merupakan dataran rawan banjir. Prasasti et al.(2014) menyebutkan bahwa peningkatan luas area pemukiman di DAS Ciliwung telah mengakibatkan peningkatan area yang rawan banjir. Selain itu perluasan pemukiman menyebabkan peningkatan nilai koefisien aliran.

Penyebab banjir di DAS Ciliwung harus dilihat dari dua sisi yaitu besarnya pasokan air banjir dari daerah hulu dan kerentanan banjir daerah hilir. Penanganan banjir di daerah banjir tidak akan menyelesaikan masalah jangka panjang karena sumber atau pasokan air banjir dari daerah hulu akan terus meningkat jika daerah hulu tidak ditangani secara bersamaan. Untuk mengendalikan banjir DAS Ciliwung harus diketahui dahulu berapa volume banjir yang masuk Jakarta serta sumber-sumber air banjir tersebut berasal dari DAS atau sub DAS apa.

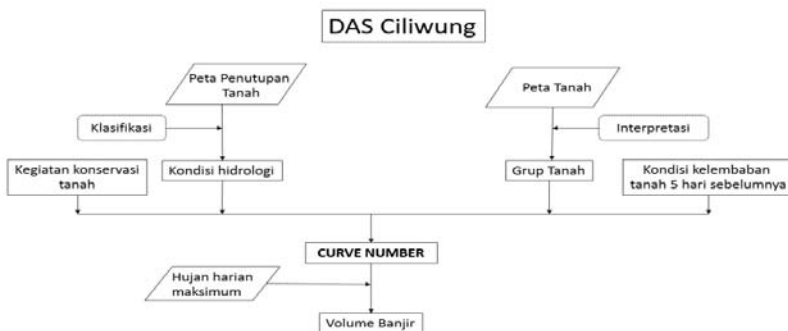


Tujuan penelitian ini adalah mengestimasi volume banjir dari sungai-sungai yang masuk ke Jakarta. Sungai-sungai yang masuk di Jakarta dibagi dalam hulu dan hilir.

II. METODE PENELITIAN

1. Perhitungan Volume Banjir

Volume banjir dari masing-masing sungai yang masuk ke Jakarta perlu dihitung. Masing-masing sungai dibagi menjadi bagian hulu, tengah, dan hilir. Metode yang digunakan untuk menghitung volume banjir ini adalah metode “Curve Number”. Metode ini dikembangkan oleh Soil Conservation Service USA (Dunne & Leopold, 1978). Volume banjir dipengaruhi oleh hujan maksimum sebagai input dan kondisi fisik DAS sebagai prosesor. Kondisi fisik DAS meliputi penutupan lahan, tehnik konservasi tanah dan air, jenis tanah, serta kelembaban tanah sebelumnya. Parameter yang digunakan dalam metode ini adalah penutupan lahan, jenis tanah yang dikelompokkan menjadi kelompok hidrologi tanah seperti yang terlihat dalam diagram alir berikut ini:



Penghitungan volume banjir

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:



Seminar Nasional Restorasi DAS :

Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim

Metode *Curve Number (CN)*:

$$Q = \frac{(I - 0.2S)^2}{(1 + 0.8S)}$$
$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Q = tebal runoff (mm)

I = hujan (mm)

S = perbedaan antara hujan dan runoff (mm)

Hasil penelitian penerapan metode curve number oleh Ebrahimian et al.(2012) di DAS pegunungan semi arid di Iran menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata antara hasil pengukuran dan hasil estimasi. Tikno et al.(2013) menerapkan number metode curve ini di sub DAS Ciliwung Hulu menyebutkan bahwa hubungan antara hasil estimasi dan pengukuran runoff selama tahun 2007 sampai dengan 2009 menunjukkan nilai $r = 0,78$.

2. Identifikasi daerah rawan banjir

Setelah volume banjir yang masuk di Jakarta dapat dihitung, maka daerah-daerah yang rawan banjir perlu diidentifikasi. Identifikasi daerah rawan banjir ini didasarkan pada bentuk lahan atau kemiringan lahan. Daerah-daerah dengan kelerengan $< 2\%$ diidentifikasi sebagai daerah yang rawan terhadap banjir.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Seperti telah disebutkan dalam Bab Metode di atas bahwa faktor-faktor yang berperan dalam menentukan besarnya volume banjir adalah hujan harian maksimum, penutupan lahan, dan jenis tanah.

1. Hujan harian maksimum

Data curah hujan yang mewakili hulu DAS Ciliwung DS diwakili oleh data hujan yang dikumpulkan di perkebunan Gunung Mas (mewakili hulu), Katulampa mewakili (tengah), dan Depok (mewakili hilir). Hujan harian maksimum dari ketiga daerah tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.



Seminar Nasional Restorasi DAS :

Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim

Tabel 1. Hujan harian maksimum di stasiun hujan Gunung Mas, Katulampa, dan Depok.

Hujan harian maksimum DAS Ciliwung			
Tahun	Gn.Mas	Katulampa	Depok
1996	162	130	99
1997	109	115	76
1998	101	122	126
1999	65	101	82
2000	113	79	82
2001	129	102	118
2002	147	154	117
2003	118	129	112
2004	78	109	105
2005	157	111	89
2006	127	71	92
2007	247	172	72
2008	110	166	79
2009	110	112	105
2010	141	145	95
2011	115	102	
2012	75	136	
Rata2	124	121	97

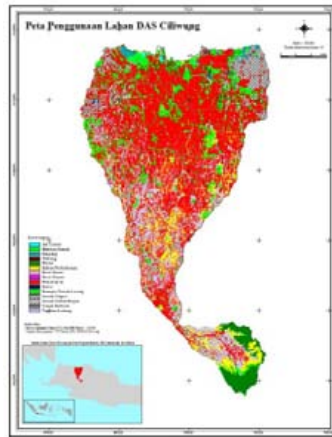
Dari Tabel 1 tersebut terlihat bahwa hujan harian maksimum rata-rata di DAS Ciliwung untuk daerah hulu sebesar 124 mm, daerah tengah 121 mm, dan daerah hilir 97 mm.

2. Penutupan Lahan

Penutupan lahan di DAS Ciliwung DS didominasi oleh Pemukiman sebesar 51 % dari luas DAS. Tegalan atau ladang dan semak belukar menempati porsi masing-masing sebesar 12 %, sedangkan luas sawah dan perkebunan masing-masing sebesar 9 % dan 8 %. Hutan di DAS Ciliwung DS hanya menempati luas sebesar 3 % dari luas DAS sebarannya dapat dilihat pada Gambar 1.



Seminar Nasional Restorasi DAS : Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim



Gambar 1. Peta Penutupan Lahan DAS Ciliwung DS

3. Jenis Tanah

Jenis tanah di DAS Ciliwung DS terdiri dari beberapa jenis tanah namun yang dominan adalah jenis Paleudults yang tersebar di daerah tengah, tropoquepts di daerah hilir dan Entropepts di daerah hulu. Penyebaran jenis tanah di DAS Ciliwung selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Peta Jenis Tanah DAS Ciliwung DS

4. Daerah rawan banjir

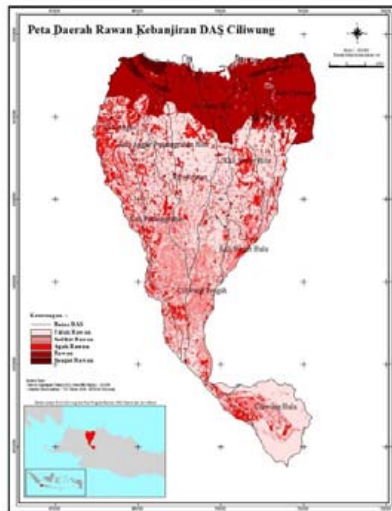
Identifikasi daerah rawan banjir diperoleh dari peta lereng. Daerah-daerah dengan kelerengan < 2 % diidentifikasi sebagai daerah



Seminar Nasional Restorasi DAS :

Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim

yang rawan banjir. Hasil identifikasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini. Dari Gambar 3 tersebut terlihat bahwa daerah yang paling rentan terkena banjir tersebar di Jakarta Barat dan Jakarta Utara. Pengurangan potensi banjir di daerah tersebut dapat diatasi dengan perbaikan saluran drainase.

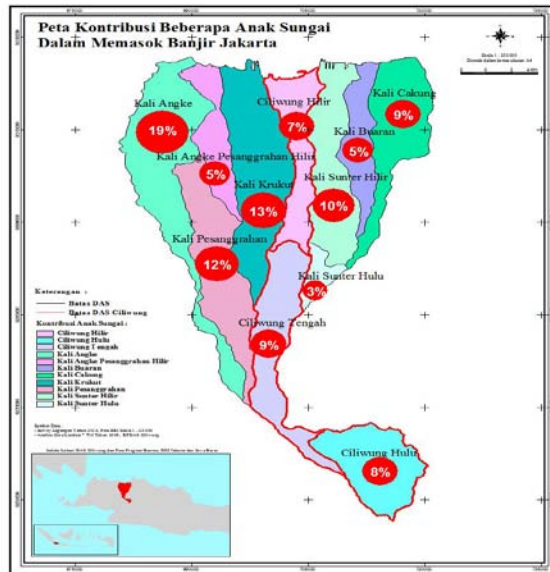


Gambar 3. Peta Rawan Kebanjiran DAS Ciliwung DS

Dalam tipologi lahan dibedakan antara daerah pasokan air banjir dan daerah yang rawan banjir. DAS Ciliwung Hulu yang sering dianggap sebagai sumber bencana banjir Jakarta ternyata hanya memasok 8% dari seluruh pasokan air banjir dan Ciliwung Tengah 9%. Total DAS Ciliwung DS sendiri hanya memasok 24% banjir Jakarta, dan sisanya merupakan sumbangan DAS Kali Angke (19%), DAS Kali Krukut dan yang lainnya yang secara spasial diilustrasikan dalam Gambar 4. Hasil Gambar 4 tersebut diperoleh dari perhitungan volume banjir dari Tabel 2. Masing-masing sub DAS diperoleh volume banjirnya (m^3) dari runoff (mm) dikalikan dengan luas sub DAS (Ha). Prosentase kontribusi banjir dari masing-masing sub DAS diperoleh dengan membagi volume banjir masing-masing sub DAS dengan volume total banjir di Jakarta.



Seminar Nasional Restorasi DAS : Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim



Gambar 4. Distribusi spasial pasokan air banjir DAS Ciliwung DS
Perincian volume banjir masing-masing sub DAS dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan volume banjir masing-masing Sub DAS

Sub DAS	CN	H. Maks (mm)	S	$(P-0.2)^2$	$P+0.8S$	Runoff (mm)	Luas (ha)	Vol. Banjir (m3)
Ciliwung Hilir	87	96	38.0	9177.6	126.4	72.6	10451	7590462
Ciliwung Tengah	78	120	71.6	14352.0	177.3	80.9	13265	10736946
Ciliwung Hulu	61.7	128	157.7	16332.8	254.1	64.3	14925	9592034
Kali Angke Pasanggraha	86.5	96	39.8	9177.6	127.8	71.8	7866	5646601
Kali Angke	85.8	120	42.1	14352.0	153.7	93.4	24048	22453442
Kali Cakung	88.1	96	34.4	9177.6	123.5	74.3	14744	10956747
Kali Krukut	84.6	96	46.1	9177.6	132.9	69.1	22393	15466712
Kali Pasanggrahan	78.6	120	69.2	14352.0	175.4	81.8	16868	13802968
Kali Buaran	86.6	96	39.3	9177.6	127.4	72.0	8008	5766900
Kali Sunter Hilir	86.6	96	39.3	9177.6	127.4	72.0	15535	11187411
Kali Sunter Hulu	81.3	120	58.6	14352.0	166.9	86.0	2838	2440561
Jumlah								115640782



Seminar Nasional Restorasi DAS :

Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Estimasi volume banjir di Jakarta sebesar 115 juta m³ yang disebabkan oleh hujan harian maksimum 124 mm di daerah hulu, 121 mm di daerah tengah dan 96 mm di daerah hilir.
2. Sungai-sungai yang berkontribusi besar dalam menyumbang banjir di Jakarta berturut-turut adalah Sungai Ciliwung (24%), Angke (19%), Pasanggrahan (17%), Krukut (13%), Sunter (13%), Cakung (9%), dan Buaran (5%).
3. Walaupun kontribusi Sungai Ciliwung terbesar (24%) dalam memasok banjir Jakarta, namun kontribusi Sub DAS Ciliwung Hulu dalam menyumbang banjir Jakarta hanya 8 %.
4. Dalam rangka mengurangi volume banjir Jakarta maka penanganannya tidak hanya di Sub DAS Ciliwung Hulu seperti yang selama ini dilakukan namun harus dilakukan secara bersama-sama di DAS yang berkontribusi terhadap banjir Jakarta.
5. Volume banjir yang sangat tinggi di Jakarta disebabkan terutama oleh perubahan penutupan lahan. Penutupan lahan di DAS Ciliwung DS sebagian besar berupa pemukiman. Dengan kondisi tersebut penanaman pohon sudah tidak memadai lagi dalam mengurangi banjir Jakarta. Pembuatan sumur resapan merupakan alternatif dalam mengurangi pasokan air banjir di Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Dunne, T and L.B. Leopold. 1978. WATER in Environmental Planning. W.H. Freeman and Company. New York.
- Ebrahimian,E., A.A. Nuruddin, M.A.B.M.Soom, A.M. Sood.2012. Application of NRCS-Curve Number method for runoff estimation in a mountainous watershed. Caspian J.Envr.Sci. 10 (1): 103-114
- Hendrayanto. 2008. Transboundary Watershed Management: A case study of upstream-downstream relationships in Ciliwung watershed. Bull. TERC.Univ. Tsukuba.No.8 Supplement No.2.
- Peraturan Pemerintah Nomor 37. Tahun 2012. Pengelolaan DAS.



Seminar Nasional Restorasi DAS :

Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim

- Pramono, I.B., Paimin, T.M. Basuki, Purwanto. 2012. Laporan Hasil Penelitian Perencanaan Pengelolaan DAS Ciliwung DS. Balai Penelitian Teknologi Kehutanan Pengelolaan DAS. Solo.
- Pramono, I.B., E.Savitri, T.M.Basuki, A.B.Supangat, S. Donie, S.A.Cahyono. 2015. Restorasi DAS Ciliwung. Proses pencetakan.
- Prasasti, I., P.Sofian, N. Febrianti, T.Suprpto.2014. Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh untuk Analisis Pengaruh Perubahan Lahan terhadap Distribusi Spatial Daerah Bahaya Banjir di Jakarta. Seminar Nasional Penginderaan Jauh LAPAN 2014.
- Roni, P, and T. Beechi. 2013. Stream and Watershed Restoration: A Guide to Restoring Riverine Processes and Habitats. Wiley-Blackwell. West Sussex, UK.
- Tempo.co.id. 2014. Banjir Jabodetabek dari tahun ke tahun. Tempo 21 November 2014.
- Tikno, S., T. Hariyanto, N.Anwar. A.Karsidi. 2013. Comparison between the calculation of surface runoff using curve numbermethod and the observation data in the Upstream Ciliwung watershed, West Java. J. Basic Applc.Sci.Res 3 (5): 386-397.