

KAJIAN HIDROLOGI SEBAGAI DASAR DALAM PEMODELAN KORELASI HUJAN-BANJIR DI DAS CILIWUNG

M. Fakhruddin, Apip, dan Iwan Ridwansyah

Abstrak

Perubahan penggunaan lahan dari areal hutan atau pertanian menjadi pemukiman yang berkembang pesat di kawasan Bopunjur menyebabkan perubahan perilaku banjir Sungai Ciliwung, kondisi ini diperparah lagi dengan berkurangnya situ (*small lake*) yang berfungsi sebagai *retarding pond*. Permasalahannya adalah seberapa besar pengaruh perubahan *land cover* baik lokasi maupun jenisnya terhadap peningkatan banjir. Penelitian ini dilakukan untuk menyusun hubungan kuantitatif antara perubahan *land cover* terhadap banjir, dengan menggunakan model SEDIMOT. Model ini mampu mensimulasikan mulai hujan yang jatuh di DAS Ciliwung dengan berbagai periode ulang, proses terjadinya *surface runoff*, perambatan hidrograf sampai besarnya banjir. Saat ini pada tahap awal untuk karakterisasi hidrologi untuk menyusun model tersebut dan diharapkan akan selesai pada tahun berikutnya.

Kata Kunci : karakterisasi, hidrologi, DAS ciliwung, banjir

Pendahuluan

Latar Belakang

Sungai Ciliwung mempunyai peran penting baik dalam penggelontoran kota, maupun sebagai sumber air baku untuk air bersih bagi kota metropolitan Jakarta yang pada tahun 1996 sebesar 5.825 l/dt (30 %). Tetapi sungai ini pula yang mengancam banjir ketika memasuki musim hujan, sering dikenal dengan banjir kiriman (Bogor) dengan berbagai implikasinya. Pada awal tahun 1996 di Jakarta terjadi banjir besar, disebabkan oleh aliran yang dahsat dari Sungai Ciliwung dengan tinggi muka air pada stasiun pencatatan TMA Depok setinggi 435 cm (normal 200 cm). Pada tahun 2002 terjadi banjir lagi yang lebih dahsat dari tahun sebelumnya, sekitar 40 % kota Jakarta terendam air, penyebabnya selain berasal dari Sungai Ciliwung juga berasal dari curah hujan yang tinggi di Jakarta.

Hasil studi Siswoko, (1997) menunjukkan bahwa terjadi perubahan perilaku banjir Sungai Ciliwung yang cukup serius selama kurun waktu 25 tahun terakhir, debit banjir 100 tahunan di Pintu Air Manggarai pada tahun 1973 sebesar 370 m³/dt, pada saat ini meningkat menjadi 570 m³/dt yang berarti telah terjadi kenaikan sebesar 54 persen. Perubahan perilaku banjir ini berkaitan erat dengan perubahan fisik yang terjadi di daerah hulu dan diduga berhubungan pula dengan perubahan kapasitas situ. Daerah hulu DAS Ciliwung yang terbentang mulai lereng bagian utara gunung Pangrango, Gede dan Puncak, kemudian lereng selatan gunung Megamendung, lalu menyempit di daerah Gadog Ciawi, merupakan kawasan yang memegang peran penting dalam keseimbangan hidrologi sungai Ciliwung.

Perubahan penggunaan lahan dari areal hutan atau pertanian menjadi pemukiman yang berkembang pesat di kawasan Bopunjur, padahal hutan

berfungsi sebagai penyeimbang dalam siklus hidrologi atau sebagai sumber *storage* air, yang pada musim hujan akan menyimpan air hujan melalui proses infiltrasi pada permukaan tanah, sehingga *surface runoff* menjadi kecil, tetapi relatif merata sepanjang tahun. Sedangkan areal pemukiman merupakan daerah yang sebagian besar permukaan tanah kedap (*impermeable*) terhadap air hujan, sehingga ketika datang hujan yang lebat akan menyebabkan banjir.

Kondisi inilah yang menyebabkan peningkatan banjir Sungai Ciliwung. Hal ini diperparah lagi dengan berkurangnya situ atau daerah parkir air yang berfungsi sebagai *retarding pond*. Permasalahannya adalah seberapa besar pengaruh perubahan *land cover* baik lokasi maupun jenisnya terhadap peningkatan banjir, untuk itu penelitian ini akan menjawab permasalahan ini secara kuantitatif.

Tujuan dan Kegunaan

Tujuan akhir penelitian ini adalah penyusunan modelling hujan-banjir di DAS Ciliwung, tetapi pada tahun ini baru pada tahap karakterisasi hidrologi DAS Ciliwung. Jadi tujuan penelitian tahun ini adalah karakterisasi hidrologi DAS Ciliwung untuk penyusunan modelling hujan-banjir. Diharapkan tahun berikutnya akan dilakukan penyusunan modelling hujan-banjir dengan data yang diperoleh pada tahun ini, dan dilakukan pula kalibrasi antara hasil model dengan pengukuran di lapangan.

Hasil penelitian ini diharapkan menjadi acuan dalam mengendalikan banjir yang berasal dari Sungai Ciliwung, yang dapat dilakukan dengan simulasi-simulasi pola dan jenis penggunaan lahan yang tepat untuk mendapatkan aliran sungai (banjir) yang sekecil mungkin. Model simulasi hujan – banjir dapat juga digunakan untuk memprediksi besar dan distribusi banjir pada masa yang akan datang jika laju perubahan *land cover* seperti saat ini, sehingga dapat diantisipasi dampak negatif yang akan timbul atau dikurangi besar dampak tersebut.

Metodologi

1. Lokasi Penelitian

Daerah Aliran Sungai Ciliwung luaran stasiun Kebon Baru - Manggarai (luas sub-DAS 322 km²), terletak antara 6° 12' 55,14" - 6° 46' 2,16" Lintang Selatan dan 106° 57' 53,64" - 107° 00' 21,91" Bujur Timur. Sedangkan menurut administrasi pemerintahan terletak di Kabupaten Bogor, yang meliputi Kecamatan Cisarua, Kecamatan Ciawi, dan Kecamatan Kedung Halang; Kotamadya Bogor; Kota Administrasi Depok dan daerah khusus ibu kota Jakarta.

2. Pengumpulan Data dan Informasi

Data yang diperlukan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder, data primer didapatkan dengan melakukan pengamatan atau pengukuran langsung di lapangan, sedangkan data sekunder didapatkan dari data yang telah dikumpulkan pada penelitian-penelitian sebelumnya atau yang telah dikumpulkan oleh instansi terkait.

3. Analisa Data

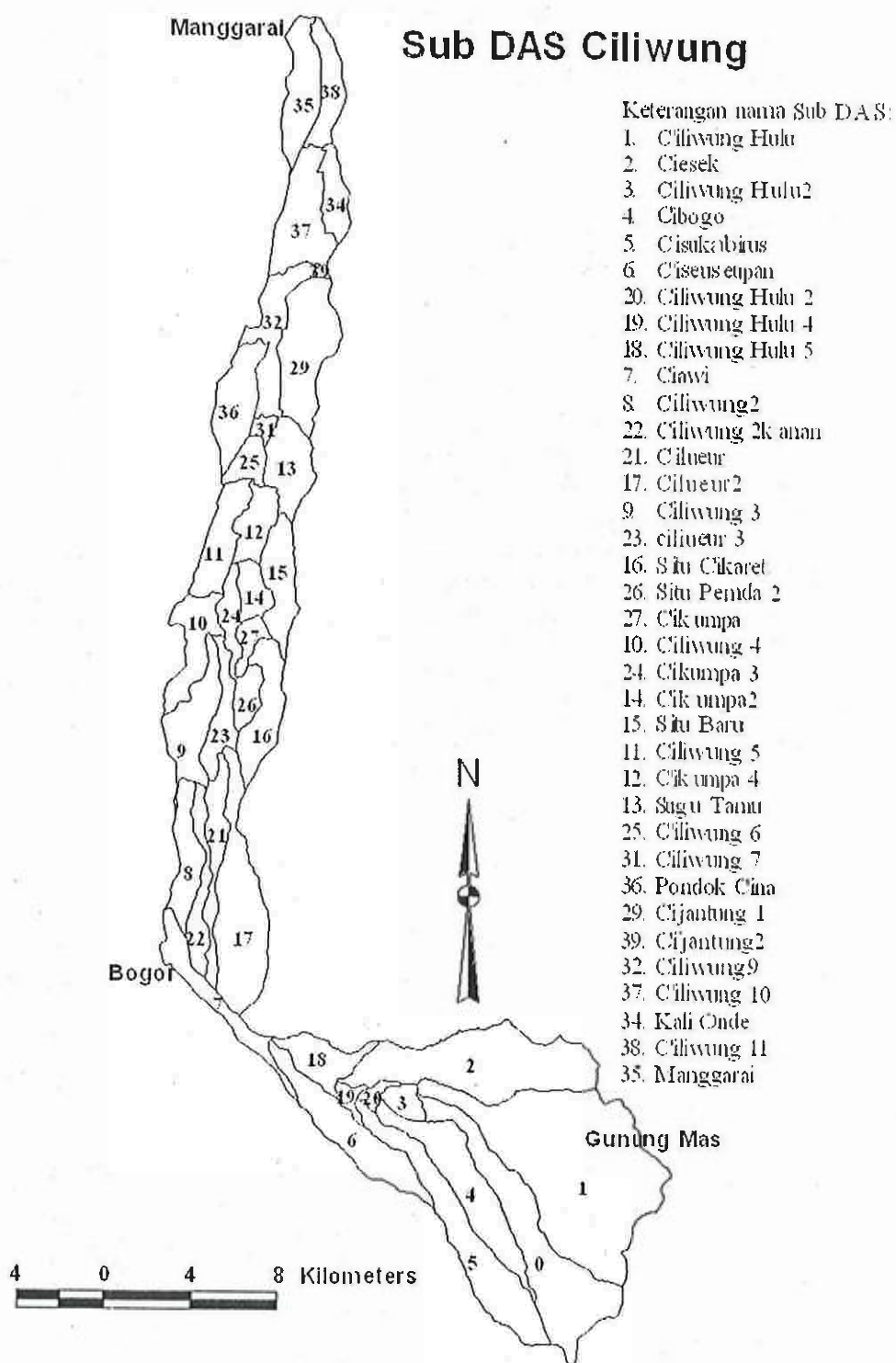
Analisa data dilakukan untuk menentukan struktur DAS Ciliwung (*Junction*, *Struktur*, *Branch*, dan sub-DAS), rata-rata hujan wilayah dan rancangan hujan, *runoff curve number*, waktu konsentrasi, parameter routing hidrograf, dan parameter situ.

Hasil dan Pembahasan

1. Struktur DAS Ciliwung

Untuk pembagian unit-unit model dalam rangka penyusunan model korelasi hujan-banjir Daerah Aliran Sungai Ciliwung luaran stasiun Kebon Baru - Manggarai (luas DAS 322 km²), yang terletak antara 6° 12' 55,14" - 6° 46' 2,16" Lintang Selatan dan 106° 57' 53,64" - 107° 00' 21,91" Bujur Timur, dibagi dalam 39 sub-DAS (Gambar 1). Setiap unit model atau sub-DAS diperlukan parameter-parameter antara lain : run-off curve number, jenis hidrograf, luas sub-DAS, dan waktu konsentrasi.

Sedangkan pembagian *Junction*, *Struktur*, dan *Branch* pada DAS Ciliwung diperlukan untuk menentukan lokasi-lokasi hidrograf yang akan ditampilkan dalam model, parameter routing hidrograf (untuk menentukan hidrograf outflow dari hidrograf inflow), dan untuk menganalisa dampak keberadaan situ (small lake) terhadap penurunan hidrograf. Untuk itu DAS Ciliwung dibagi dalam beberapa *junction*, *branch* dan *struktur*, seperti dalam Gambar 1.



Gambar 1. Peta SubDAS Ciliwung

2. Analisa Curah Hujan

Analisa curah hujan menggunakan data curah hujan maksimum harian dari 18 stasiun pengukuran hujan mulai tahun 1989 – 1998, curah hujan harian maksimum ini digunakan untuk menyusun hujan rancangan dengan periode ulang (return period) 5, 10, 20, dan 25 tahun. Hasil analisa curah hujan harian maksimum dengan berbagai periode ulang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Curah hujan harian maksimum (mm) pada berbagai periode ulang di stasiun pengukuran hujan DAS Ciliwung

Stasiun	Periode Ulang (tahun)			
	5	10	20	25
Tugu	125.9	146	165.3	171.5
Citeko	120.3	135.1	149.3	153.9
Ciawi	157.8	176.4	194.3	200
Katulampa	128.7	140.2	151.3	154.8
Empang	152.8	172.7	191.7	197.8
Cibeureum	118.1	130.6	142.6	146.4
Hambalang	159.6	178.9	197.4	203.3
KR. Bogor	172.7	200.6	227.5	236
Cimanggu	146.1	157.9	169.3	172.9
Atg. Sanjaya	186.6	229.5	270.6	283.7
Citayam	127.5	142.9	157.7	162.3
Cibinong	128.8	145.9	162.3	167.5
Depok	108.1	118.5	128.5	131.7
Psr. Minggu	153.6	170.5	186.8	192
Rawamangun	128.5	144.9	160.6	165.5
BMG	123.1	141	158.3	163.8
HP. Kusuma	149.7	168.2	186.1	191.7

Untuk menghitung rata-rata hujan wilayah digunakan metode Poligon Thiessen yang membagi DAS Ciliwung menjadi beberapa wilayah yang direpresentasikan oleh 18 stasiun pengukur hujan. Jadi setiap stasiun pengukuran hujan mewakili luas wilayah tertentu dalam DAS Ciliwung. Hasil perhitungan rata-rata wilayah curah hujan harian maksimum dengan berbagai periode ulang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan rata-rata wilayah curah hujan harian maksimum (mm) pada berbagai periode ulang

Stasiun	Nisbah area (Poligon Thiessen)	Curah hujan harian maksimum rata-rata wilayah (mm) dengan periode ulang (th)			
		5	10	20	25
Tugu	0.140	17.62	20.43	23.13	24.00
Citeko	0.114	13.69	15.37	16.99	17.51
Ciawi	0.084	13.21	14.77	16.27	16.75
Katulampa	0.025	3.22	3.51	3.79	3.88
Empang	0.008	1.15	1.30	1.44	1.49
Cibeureum	0.120	14.22	15.73	17.17	17.63

Hambalang	0.000	0.08	0.09	0.10	0.10
KR. Bogor	0.036	6.21	7.22	8.19	8.49
Cimanggu	0.065	9.51	10.28	11.02	11.26
Atg. Sanjaya	0.028	5.22	6.42	7.57	7.93
Citayam	0.055	6.96	7.80	8.60	8.85
Cibinong	0.079	10.17	11.52	12.82	13.23
Depok	0.124	13.40	14.69	15.93	16.32
Psr. Minggu	0.087	13.41	14.89	16.31	16.77
Rawamangun	0.005	0.70	0.79	0.88	0.91
BMG	0.005	0.61	0.70	0.79	0.81
HP. Kusuma	0.025	3.71	4.16	4.61	4.75
Total	1.00	133.10	149.67	165.60	170.67

3. Analisa runoff curve number

Untuk menentukan seberapa besar limpasan yang terjadi dari kejadian hujan digunakan apa yang disebut dengan runoff curve number, yang ditentukan oleh lima parameter, yaitu : penggunaan lahan, perlakuan (teknik pertanian), kondisi hidrologi, kandungan air tanah sebelumnya dan *hydrologic soil group*, dengan mengacu pada *SCS National Engineering Handbook, Section 4, Hydrology* (1971) dan Ward, A.D and Elliot. W.J. (1995). Data penggunaan lahan didapatkan dari peta penggunaan lahan atau interpretasi foto udara, sedangkan data teknik-teknik pertanian dan kondisi hidrologi didapatkan dari pengamatan di lapangan. Hasil estimasi runoff curve number DAS Ciliwung dengan menggunakan data penggunaan lahan tahun 1990 disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Runoff curve number DAS Ciliwung

SUBDAS		Runoff Curve Number
Wilayah Hulu		
	Ci_Sukabirus	59.39
	Ciawi_1	79.08
	Cibogo	80.94
	Ciesek	78.40
	Ciliwung_Hulu_1	77.01
	Ciliwung_Hulu_2	83.66
	Ciliwung_Hulu_3	82.17
	Ciliwung_Hulu_4	87.34
	Ciliwung_Hulu_5	81.40
	Cisarua	64.55
	Ciseuseupan_1	79.59
	Ciseuseupan_2	81.30
	Ciseuseupan_3	82.93
Wilayah Tengah		
	Ciawi_2	81.54
	Cikumpa_1	85.11
	Cikumpa_2	87.18
	Cikumpa_3	85.49

	Cikumpa 4	86.24
	Ciliwung 2	82.67
	Ciliwung 2 kanan	78.41
	Ciliwung 3	79.86
	Ciliwung 4	76.30
	Ciliwung 5	83.02
	Cilueur 1	85.23
	Cilueur 2	81.74
	Cilueur 3	86.60
	Situ Cikaret	86.23
	Situ Pemda	83.83
	Situ Pemda 2	88.48
Wilayah Hilir		
	Cijantung 2	86.58
	Ciliwung 10	89.10
	Ciliwung 11	89.71
	Ciliwung 6	87.99
	Ciliwung 7	88.31
	Ciliwung 9	88.39
	Kali Onde	88.42
	Manggarai	89.55
	Pondokcina	86.03
	Situ Baru	87.53
	Situ Cilodong	82.12
	Situ Pedongkelan	87.53
	Sugutamu	86.50

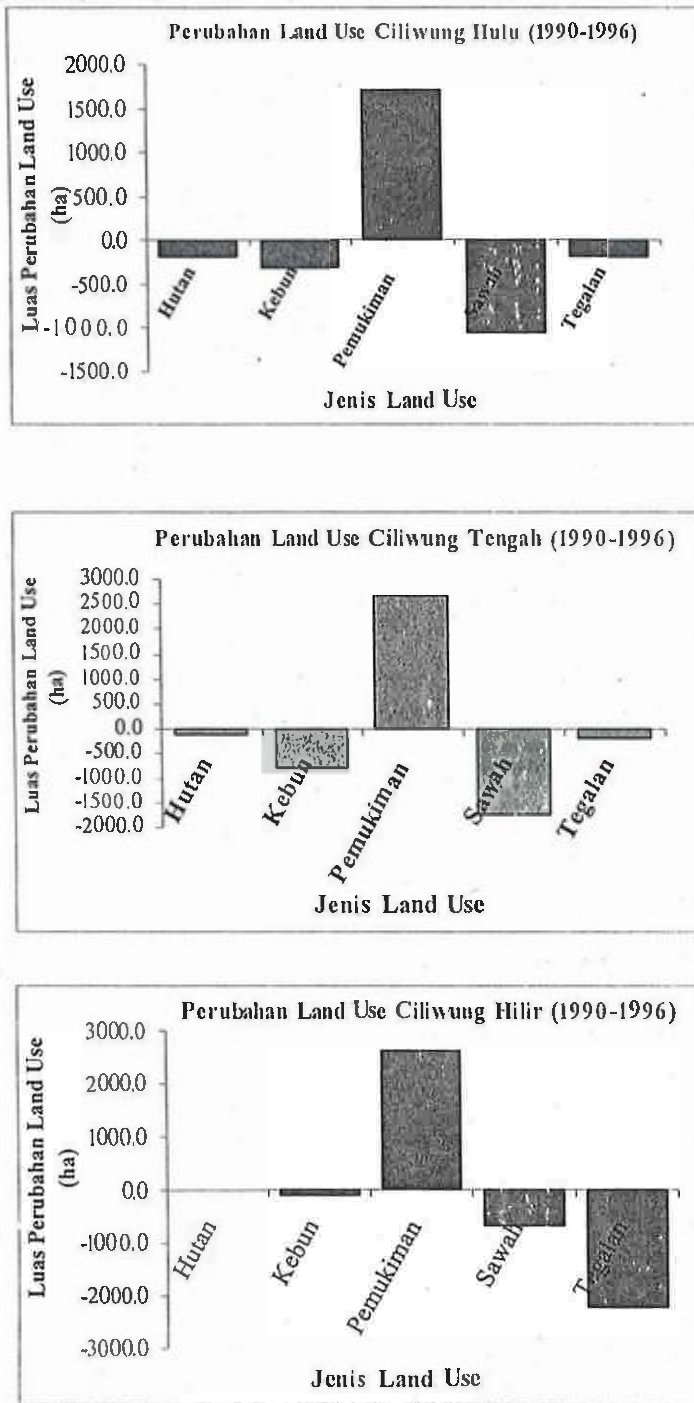
Berdasarkan tabel tersebut di atas menunjukkan bahwa besarnya runoff curve number untuk wilayah hulu DAS Ciliwung berkisar antara 59 – 87, wilayah tengah sebesar 76 – 88, dan wilayah berkisar hilir antara 82 – 89. Hal ini mempunyai arti bahwa daerah hulu bila terjadi hujan bagian yang menjadi runoff relatif kecil bila dibandingkan dengan wilayah tengah dan wilayah hilir. Wilayah hilir dapat dikatakan hampir merata diseluruh area bahwa jika terjadi hujan sebagian besar akan menjadi runoff.

4. Analisis Perubahan Land Use

Jenis penggunaan lahan suatu wilayah merupakan salah satu faktor penting yang menyebabkan terjadinya banjir. Perubahan jenis penggunaan lahan dari hutan menjadi areal non hutan atau dari pertanian menjadi pemukiman menyebabkan peningkatan luas areal yang kedap air, atau mengurangi kapasitas infiltrasi tanah terhadap air hujan, dan dampak selanjutnya mengakibatkan banjir.

Hasil pengamatan jenis penggunaan lahan di DAS Ciliwung antara tahun 1990 sampai tahun 1996 telah terjadi alih fungsi lahan yang cukup signifikan, yaitu di daerah hulu terjadi alih fungsi dari areal hutan, kebun, pemukiman, sawah, dan tegalan menjadi pemukiman. Jadi luas pemukiman atau berupa villa-villa dalam kurun waktu 6 tahun bertambah lebih dari 1500 ha. Pola alih fungsi lahan ini juga terjadi di daerah tengah dan hilir DAS

Ciliung, tetapi areal penambahan pemukiman semakin besar, yaitu untuk daerah tengah sekitar 2500 ha dan daerah hilir sekitar 3000 ha. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perubahan penggunaan lahan di DAS Ciliung antara tahun 1990-1996

Bila perubahan jenis penggunaan lahan dikaitkan dengan peningkatan debit puncak (walaupun kasar) yang diestimasi dengan menggunakan metode rational menunjukkan bahwa daerah hulu meningkat sekitar 4,7 %, daerah tengah meningkat 9,7 %, dan daerah hilir meningkat 12,7 % (Tabel 4). Hal ini sejalan dengan peningkatan areal pemukiman yang semakin tinggi dari daerah hulu DAS Ciliwung ke arah hilir.

Tabel 4. Hasil estimasi debit puncak (m³/dt) DAS Ciliwung

Sub-DAS (outlet)	1990	1996	Peningkatan (%)
Katulampa	307.65	322.13	4.70
Depok	567.12	622.17	9.71
Manggarai	876.33	987.27	12.66

5. Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan aliran untuk mengalir dari titik terjauh sampai di outlet subDAS, besarnya waktu konsentrasi ditentukan oleh perbedaan tinggi antara titik terjauh dengan lokasi outlet, tingkat percabangan sungai, dan bentuk DAS. Waktu konsentrasi ini diperlukan untuk menganalisa seberapa lama runoff itu dapat terkonsentrasi dalam outlet subDAS dan inilah yang dapat menyebabkan terjadinya puncak banjir. Waktu konsentrasi ini akan dikombinasikan dengan parameter routing untuk menentukan perambatan dan durasi banjir. Hasil estimasi waktu konsentrasi untuk setiap subDAS di DAS Ciliwung disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil estimasi waktu konsentrasi setiap sub-DAS Ciliwung

No.	SubDas	Tc (jam)
Wilayah Hulu		
1	Cisarua	1.28
2	Ciliwung Hulu 1	1.46
3	Ciliwung Hulu 2	0.49
4	Ciliwung Hulu 3	0.21
5	Ciliwung Hulu 4	0.26
6	Ciliwung Hulu 5	0.77
7	Ciesek	1.29
8	Cibogo	1.29
9	Cisukabirus	1.20
10	Ciseuseupan 1	0.71
11	Ciseuseupan 2	0.98
12	Ciseuseupan 3	1.12
13	Ciawi	0.58
Wilayah tengah		
1	Ciawi 2	1.42
2	Ciliwung 2	0.39
3	Ciliwung 4	1.99
4	Ciliwung 5	0.36
5	Cikumpa 1	0.93
6	Cikumpa 2	1.40

7	Cikumpa 3	1.90
8	Cikumpa 4	1.91
9	Cilueur 1	2.42
10	Cilueur 3	2.74
11	Situ Cikaret	2.45
12	Situ Pemda	0.33
13	Situ Pemda 2	1.22
Wilayah Hilir		
1	Sugutamu	2.02
2	Situ Baru	2.33
3	Ciliwung 6	1.74
4	Situ Pedongkelan	1.41
5	Cijantung 2	2.88
6	Ciliwung 7	1.26
7	Situ Cilodong	0.17
8	Kali Onde	1.99
9	Pondok Cina	2.43

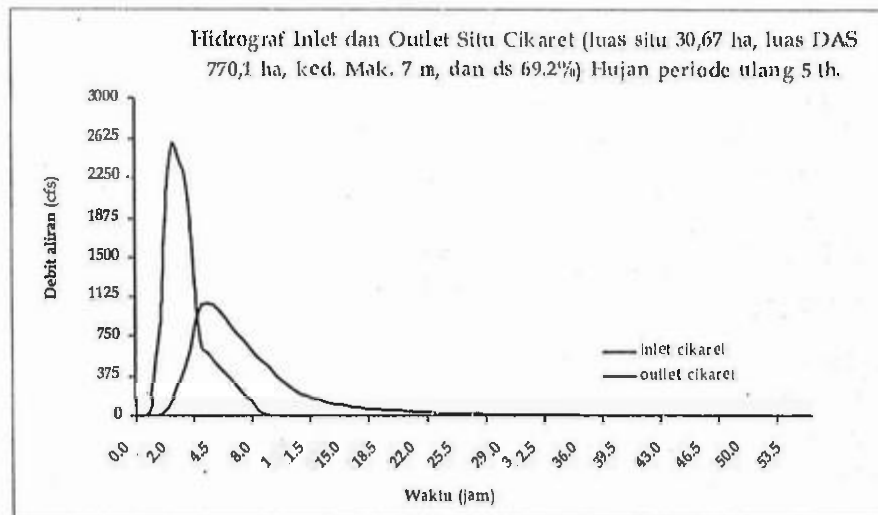
6. Karakteristik Situ-situ di DAS Ciliwung

Situ merupakan parkir sementara aliran permukaan, situ berfungsi untuk menampung sementara runoff, sehingga akan memperlambat waktu aliran permukaan untuk sampai outlet DAS, menurunkan debit puncak, dan tak kalah pentingnya pada waktu kemarau situ dapat berfungsi sebagai recharge air tanah. Situ-situ ini menyebar di daerah Jabptabek, khusus untuk DAS Ciliwung ada sekitar 8 situ. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Kapasitas Situ-situ di DAS Ciliwung

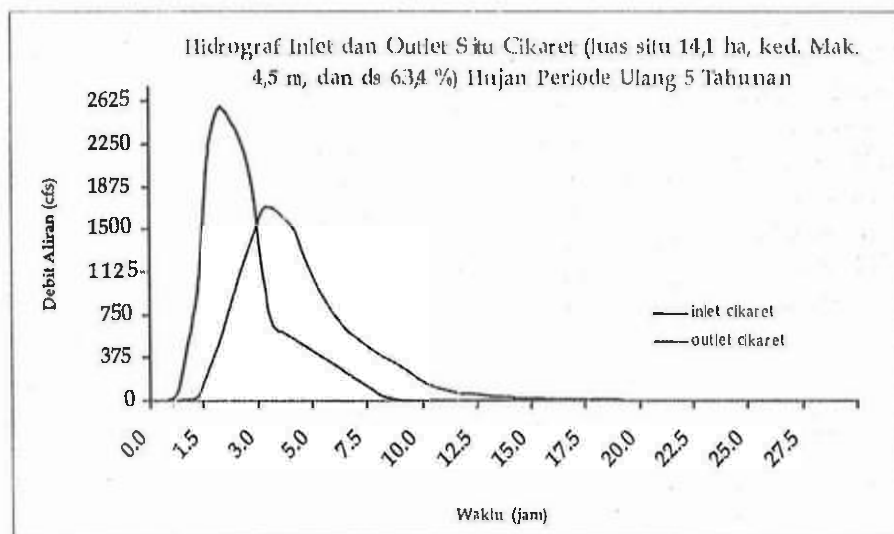
No.	Nama Situ	Luas (ha)	Kapasitas (m ³)
1.	Cibinong	5,08	78.769,1
2.	Kebantenan	4,24	47.567,5
3.	Cikaret	30,67	917.547,6
4.	Pedongkelan	7,08	136.506,5
5.	Cilodong	7,40	177.329,7
6.	Sidomukti	8,31	88.351,0
7.	Kostrad	1,30	14.400,0
8.	Kalibata	2,00	28.500,0
Total		66,26	1.488.971,5

Berdasarkan simulasi untuk Situ Cikaret kondisi saat ini yang mempunyai luas 30,67 ha, kapasitas tampungan air 917.547 m³, kedalaman maksimum 7 m, dead storage 69 %, dan luas daerah tangkapannya 770 ha bila digunakan hujan dengan periode ulang 5 tahun, maka Situ Cikaret dapat menurunkan debit puncak menjadi sekitar 42 % ($Q = 2625$ cfs menjadi 1125 cfs) dan juga meningkatkan waktu dasar dua kali lebih lama. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hidrograf Inlet dan Outlet Situ Cikaret

Jika Situ Cikaret luasnya diperkecil menjadi 14, 1 ha, kedalaman maksimum 4,5 m dan dead storage 63,4 %, jika curah hujan sama dengan kondisi awal, maka Situ Cikaret hanya dapat menurunkan debit puncak menjadi 67 % ($Q = 2625$ cfs sampai 1725 cfs) dan menambah waktu dasar sekitar 1,7 kali lebih lama. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hidrograf Inlet dan Outlet Situ Cikaret

Pada penelitian selanjutnya akan disusun simulasi untuk semua situ dan perubahan penggunaan lahan yang ada di DAS Ciliwung, sehingga dapat dianalisis seberapa besar pengaruh situ terhadap penurunan banjir yang diakibatkan oleh sungai Ciliwung. Untuk itu sebagian situ sudah dilakukan

pemetaan batimetri dan pengukuran hidrometri outlet situ, yang hasilnya seperti pada Lampiran.

Kesimpulan

- Perubahan penggunaan lahan antara 1990 sampai 1996 meningkatkan luas pemukiman pada daerah hulu sebesar 1500 ha, daerah tengah 2000 ha, dan daerah hilir DAS Ciliwung sebesar 3000 ha. Kondisi ini juga meningkatkan puncak banjir masing-masing sebesar 4,7 %, 9,7 %, dan 12,6 %
- Situ Cikaret saat dapat mereduksi banjir sampai 58 persen (dari hidrograf inlet) dan bila situ berkurang luasnya 50 % dan kedalamn berkurang 40% reduksi banjir hanya 34 %

Daftar Pustaka

- Anonymous, 1998. Survey dan Identifikasi Sumberdaya Air Di Jabotabek. Dep.PU.Dirjen Pengairan, Direktorat Bina Pelaksanaan Wil. Tengah. Jakarta.
- Ade Suriadarma, Dadan Suherman, Achmad Sule, dan P.E. Hehanussa, 1989, Dampak Perubahan Tata Guna Lahan di DAS Ciliwung Hulu Terhadap Potensi dan Kualitas Air. LIPI. Jakarta.56 hal.
- Hidayat Pawitan, 1989, Kharakterisasi Hidrologi dan Daur Limpasan Permukaan Daerah Aliran Sungai Ciliwung. Institut Pertanian Bogor. Bogor.127 hal.
- Olivier. K. 1994. A Hydrological Model of the Upper Kapuas River and the Lake Sentarum Wildlife Reserve. AWB & PHPA. Bogor.
- Siswoko, 1997, Pengelolaan Tata Air Kota Jakarta. Dalam Laporan Hasil Workshop I Pengelolaan Sumberdaya Air Terpadu, LIPI. Bogor.6 hal.
- SCS .1971. National Engineering Handbook, Section 4, Hydrology. 1971.U.S. Government Printing Office. Washington,DC.
- Schwab,G.O, Frevert,R.K, Edminster,T.W., and Barnes. K.K. 1966. Soil and Water Conservation Engineering. John Wiley & Sons. New York. USA.
- Wilson,B.N., Billy, J.B., David,S.L. and Pamela,J.N. 1989. A Hydrology and Sedimentology Watershed Model. Part II: Users Manual. Department of Agricultural Engineering. University of Kentucky, Kentucky.
- Wilson,B.N., Billy, J.B., and Moprè, I.D. 1989. A Hydrology and Sedimentology Watershed Model. Part I: Modeling Techniques. Department of Agricultural Engineering. University of Kentucky, Kentucky.
- Ward,A.D. and Elliot,W.J.1995. Environmental Hydrology. Lewis Publishers. New York. USA.

Lampiran : Situ-situ Yang Sudah Dikarakterisasi

SITU CILODONG

POINT	STAGE (FT)	AREA (Acre)	Q (ft ³ /dt)
1	0	0	0
2	0.82	1.23	0.00
3	1.64	4.52	0.00
4	2.46	7.52	0.00
5	3.28	8.96	0.00
6	4.10	9.91	0.00
7	4.92	10.95	0.00
8	5.74	12.28	0.00
9	6.56	13.31	0.00
10	7.38	14.29	0.00
11	8.20	15.47	0.00
12	9.02	17.19	0.00
13	9.84	17.45	0.00
14	10.66	17.67	0.00
15	11.48	17.99	0.00
16	12.30	18.52	0.00
17	13.12	18.80	33.05
18	13.94	19.09	93.49
19	14.76	19.37	171.75
20	15.58	19.66	264.42
Dead storage(%)			
78.89			

SITU DEPOK BARU

POINT	STAGE (FT)	AREA (Acre)	Q (feet ³ /dt)
1	0.00	0.00	0.00
2	0.82	0.00	0.00
3	1.64	0.03	0.00
4	2.46	0.60	0.00
5	3.28	1.96	0.00
6	4.10	5.48	0.00
7	4.92	6.46	0.00
8	5.74	7.72	0.00
9	6.56	9.03	0.00
10	7.38	13.32	0.00
11	8.20	14.91	0.00
12	9.02	16.99	0.00
13	9.84	20.79	0.00
14	10.66	22.74	60.60
15	11.48	24.70	171.39
16	12.30	26.66	314.87
17	13.12	28.61	484.77
Dead storage(%)			
64.82			

SITU
PEDONGKELAN

POINT	STAGE (FT)	AREA (Acre)	Q (feet ³ /dt)
1	0.00	0.00	0.00
2	0.82	0.02	0.00
3	1.64	0.47	0.00
4	2.46	1.08	0.00
5	3.28	1.58	0.00
6	4.10	2.41	0.00
7	4.92	3.84	0.00
8	5.74	5.52	0.00
9	6.56	6.46	0.00
10	7.38	7.42	0.00
11	8.20	8.56	0.00
12	9.02	9.71	0.00
13	9.84	10.76	0.00
14	10.66	11.79	0.00
15	11.48	12.82	0.00
16	12.30	14.11	0.00
17	13.12	15.09	0.00
18	13.94	16.28	0.00
19	14.76	17.71	0.00
20	15.58	18.58	0.00
21	16.40	19.46	58.47
22	17.22	20.33	80.32
23	18.04	21.20	106.62
24	18.86	22.07	132.92
Dead storage(%) 67.40			

SITU CIKARET			
POINT	STAGE (Ft)	AREA (Acre)	Q (feet ³ /dt)
1	0.00	0.00	0.00
2	1.64	1.07	0.00
3	3.28	9.99	0.00
4	4.92	14.95	0.00
5	6.56	19.06	0.00
6	8.20	22.09	0.00
7	9.84	24.23	0.00
8	11.48	26.76	0.00
9	13.12	30.73	0.00
10	14.76	35.27	0.00
11	16.40	40.54	0.00
12	18.04	56.71	0.00
13	19.69	67.60	0.00
14	20.34	76.09	72.53

15	21.00	76.25	205.14
16	21.65	76.39	376.87
17	22.31	76.54	580.23
18	22.97	76.68	810.89
Dead storage % 69.20			

SITU KEBANTENAN			
POINT	STAGE (Ft)	AREA (Acre)	DISCHARGE(c fs)
1	0.00	0.00	0.00
2	0.82	0.03	0.00
3	1.64	0.15	0.00
4	2.46	0.27	0.00
5	3.28	0.45	0.00
6	4.10	0.67	0.00
7	4.92	2.29	0.00
8	5.74	3.30	0.00
9	6.56	4.48	0.00
10	7.38	5.93	13.52
11	8.20	7.45	45.40
12	9.02	8.21	87.95
13	9.84	9.12	138.96
14	10.66	10.61	196.97
Dead Storage(%) 19.86			

SITU PEMDA

POINT	STAGE (Ft)	AREA (Acre)	DISCHARGE(c fs)
1	0.00	0.00	0.00
2	0.82	0.05	0.00
3	1.64	0.15	0.00
4	2.46	0.35	0.00
5	3.28	0.59	0.00
6	4.10	1.07	0.00
7	4.92	2.74	0.00
8	5.74	4.51	0.00
9	6.56	6.20	0.00
10	7.38	7.37	0.00
11	8.20	8.29	0.00
12	9.02	9.16	0.00
13	9.84	10.03	0.00
14	10.66	10.92	0.00
15	11.48	11.81	86.72

16	12.30	12.69	292.68
17	13.12	12.89	567.82
Dead Storage(%)			
62.292506			
3			