

CURAH HUJAN DAN KARAKTERISTIK ALIRAN CI LIWUNG

Eko Kusratmoko

Jurusan Geografi, FMIPA - Universitas Indonesia

E-mail: kusre000@yahoo.com

ABSTRAK

Karakteristik aliran Ci Liwung (233 km²) dalam kaitannya dengan distribusi curah hujan telah dikaji dalam upaya untuk melihat pengaruh struktur penggunaan lahan saat ini dalam proses hidrologi. Memanfaatkan data curah hujan dan aliran air untuk periode 5 tahun (1990-1994) diperlihatkan, bahwa distribusi hujan selama musim angin timur (Juni – September) sampai dengan pancaroba akhir (Oktober – November), terutama didominasi dengan tipe hujan konvektif, yang mempengaruhi perbedaan karakteristik aliran tahunan. Sementara distribusi hujan selama musim angin barat (Desember-Maret) memainkan peranan yang tidak signifikan. Hujan konvektif, terutama yang terjadi di wilayah hilir, mendorong kepada pembentukan aliran langsung yang besar. Struktur penggunaan lahan saat ini, khususnya untuk wilayah bagian hilir, memainkan peranan penting terhadap kejadian tersebut.

ABSTRACT

The streamflow characteristics of the Ci Liwung (233 km²) concerning to the rainfall distribution were investigated to identify the effect of landuse structure on the hydrological processes. Based on the rainfall and streamflow data for a 5 – year period (1990-1994), it was shown the rainfall distribution during the east monsoon (June – September) until 2nd transitional periods (October – November), which dominated by the convective rainfall type, influenced a differenced streamflow characteristic for a year, while the rainfall distribution during the west monsoon periods (December – March) played an insignificant role. The convective Rainfall, which particularly fall dominant in downstream area, caused the increasing of high direct runoff. The existing landuse structure in the catchment area, particularly in downstream area, play an important role for its.

I. PENDAHULUAN

Aliran sebuah sungai secara umum ditentukan oleh faktor iklim. Pada lini pertama adalah curah hujan dan distribusinya dalam dimensi waktu. Secara alami aliran tersebut diperlihatkan oleh pertukaran antara periode aliran tinggi dan rendah, sesuai dengan kejadian me-

teorologi dalam daerah alirannya. Namun demikian, perubahan muka bumi, terutama berkaitan dengan perubahan penggunaan lahan, dapat menyebabkan proses alami tersebut berubah. Terjadinya peningkatan aliran tinggi dan rendah yang ekstrim dalam sebuah daerah

aliran sungai (DAS) pada periode saat ini, dapat dihubungkan secara langsung maupun tidak langsung dengan perubahan tersebut.

Pengaruh negatif dari perubahan penggunaan lahan, terutama perubahan dari hutan menjadi penggunaan lahan untuk pertanian dan termasuk juga peralihan dari tanah pertanian menjadi pemukiman, terhadap proses hidrologi pada DAS yang relatif kecil (<1000 km²) sudah sejak lama dikenal, baik secara kualitatif maupun kuantitatif (Bendix, 1997).

Secara umum diperlihatkan bahwa perubahan penggunaan lahan menyebabkan perubahan neraca air. Di satu sisi menyebabkan kenaikan aliran banjir dan volume aliran (mis. Sandstrom 1995, Anhuf & Bendix 1992, Sala & Inbar 1992, Keller 1987), di sisi lain mengakibatkan penurunan aliran dasar (mis. Braeker 1989, Keller 1987, York & Herb 1978). Fenomena ini diduga berakibat di satu sisi terhadap meningkatkan kejadian bencana banjir, dan di sisi lain kepada krisis kekurangan air dalam periode musim kering, dan lebih lanjut bahkan perubahan penggunaan lahan kemungkinan besar berdampak terhadap kenaikan muka air laut secara global (Gornitz, dkk. 1997).

Berkaitan dengan hubungan antara curah hujan dan aliran dalam sebuah DAS adalah jelas bahwa perubahan hutan menjadi lahan pertanian dan makin meluasnya permukaan yang kedap air, menurunkan kemampuan tanah dalam proses siklus peredaran air. Hal tersebut menyangkut kepada penurunan kemampuan tanah untuk meresapkan dan menyimpan air, sehingga berakibat kepada peningkatan volume aliran permukaan dan kecepatannya. Hasilnya adalah pembentukan aliran air tanah menjadi makin kecil. Besaran dari kejadian tersebut tergantung kepada besaran intensitas dan lamanya hujan, luas DAS dan penggunaan lahannya.

Daerah aliran Ci Liwung memperlihatkan diri sebagai bagian muka bumi yang relatif cepat berubah. Pada daerah hulunya, kepadatan penduduk meningkat dari 243 jiwa/km² pada

tahun 1942 menjadi 941 jiwa/km² pada tahun 1995. Pertumbuhan penduduk yang tinggi ini membawa akibat makin meluasnya lahan pertanian dan daerah terbangun. Misalnya, wilayah hulu dengan luas 148,8 km², persentase penggunaan tanah sawah meningkat dari 14,3% pada tahun 1942 menjadi 25,4% tahun 1996, diikuti pula dengan meningkatnya luas permukiman dari 2,6% tahun 1942 menjadi 7,4% tahun 1996 (Anonym, 1997).

Dalam kaitannya dengan kondisi fisik wilayah, daerah aliran Ci Liwung mempunyai potensi yang besar terhadap timbulnya masalah lingkungan yang bersifat hidrologis. Dengan perbedaan ketinggian sekitar 3000 m dan curah hujan yang tinggi, telah diamati fenomena degradasi lingkungan sejak tahun 30-an. Erosi tanah yang besar di daerah hulu telah membawa akibat terhadap peningkatan sedimen di sungai dan selanjutnya kepada perluasan dataran pantai di Jawa Utara (Bird & Ongkosongo 1981, Verstappen 1955). Akibat berikutnya adalah makin besarnya perbedaan debit aliran pada musim angin barat dan angin timur serta kejadian banjir di Jakarta yang hampir terjadi setiap tahun (Anonym, 1995).

Dalam tulisan ini mencoba diungkapkan, bagaimana struktur penggunaan lahan saat ini mempengaruhi pola hubungan antara curah hujan tahunan di daerah aliran Ci Liwung dengan debit aliran yang terbentuk. Melalui fenomena yang terungkap, maka seharusnya diperlihatkan gambaran tentang "process-response-system" dalam suatu DAS yang telah mengalami proses urbanisasi yang pesat.

II. METODOLOGI

Data curah hujan harian dari 20 stasiun untuk periode tahun pengamatan 1985-1995 diperoleh dari Kantor BMG di Jakarta dan Bogor, serta kantor Dinas Pengairan Kabupaten Bogor. Lokasi geografi dan ketinggian

stasiun hujan diperlihatkan pada tabel 1 dan sebarannya dapat dilihat pada Gambar 1. Untuk stasiun Citeko, Cilember, Damaga dan Ciledug data hujan dengan sekala waktu jam-jaman dapat diperoleh dari pengukur hujan otomatis tipe Helmann. Data hujan wilayah, baik harian maupun bulanan, dihitung dengan metoda *Thiessen Polygon*.

Data harian aliran Ci Liwung untuk periode 1990–1994 diperoleh dari kantor Proyek Induk Pengembangan Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane di Jakarta. Lokasi stasiun pengamatan tinggi muka air sungai terletak di Kampung Kelapa dan berada 40 km dari Jakarta. Luas keseluruhan luas DAS dari hulu sampai dengan stasiun pengukuran di Kampung Kelapa 233 km². Stasiun pengukuran aliran merupakan "*Flushingtyp*" dengan pencatat tinggi muka air otomatis dari Firma SEBA. Seluruh data tinggi muka air sungai diolah di Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Air di Bandung.

Pemisahan aliran Ci Liwung menjadi aliran dasar (*base flow*) dan aliran langsung (*direct runoff*) dihitung secara kuantitatif dengan rumus dari Wundt (1953) yaitu: $MoMNQ = \sum NQ/n$, dimana $MoMNQ$ adalah rerata aliran terendah dalam setahun, NO adalah jumlah aliran bulanan terendah dan n adalah jumlah bulan dalam setahun.

Data hujan wilayah dan debit aliran dikelompokkan menurut waktu pergerakan angin musim/*monsoon*, yaitu periode angin barat (Desember–Maret), angin timur (Juni–September) dan pancaroba/*transitional periods* (April–Mei dan Oktober–November) (Sandy, 1982).

III. KARAKTERISTIK DAERAH PENELITIAN

Luas daerah penelitian yang membentang dari puncak tertinggi (G. Pangrango 3019 m dpl) sampai dengan stasiun pengukuran tinggi

muka air di Kampung Kelapa (95 m dpl) adalah 233 km². Wilayah dengan ketinggian lebih dari 500 m dpl mendominasi dengan persentase 61% dari luas wilayah, sementara wilayah dengan ketinggian lebih dari 1000 m dpl sendiri mengambil persentase 48% dari bagian tersebut. Wilayah dengan kemiringan medan >40% dan antara 15–40% mendominasi dengan persentase luasan 62% dari total luas wilayah. Dengan demikian daerah penelitian berpotensi sebagai daerah penggerak proses hidrologis untuk daerah hilirnya di utara (Jakarta).

Sampai dengan tahun 1996, lebih dari 60% lahan di daerah penelitian digunakan untuk pertanian dan perkebunan dan hanya 18% dari luas wilayah masih merupakan hutan (Anonym, 1997). Penggunaan lahan sawah mendominasi pemanfaatan lahan di daerah penelitian dengan persentase luasan sebesar 21%, kemudian penggunaan lahan kebun campuran mengambil bagian berikutnya dengan persentase sebesar 18,2%. Penggunaan tanah untuk permukiman (daerah terbangun) yang sangat menentukan besarnya aliran permukaan, mengambil bagian dengan persentase sebesar 27,7% dari luas wilayah, masing-masing 7,4% di daerah hulu dan 20,3% di daerah hilir (Anonym, 1997).

Pada wilayah hulu sampai dengan Bogor, batuan vulkanik berumur kuartar secara dominan menutup lapisan permukaan, selanjutnya dari Bogor sampai dengan Jakarta, lapisan permukaan bumi dibentuk secara dominan dari batuan sedimen dengan material vulkanik berumur kuartar.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Struktur Curah Hujan di daerah aliran Ci Liwung

Penelitian sebelumnya tentang struktur hujan bulanan di daerah penelitian telah diungkapkan oleh Sandy (1982). Pada wilayah hilir

daerah penelitian, mulai dari Ciawi sampai dengan Cilayam, curah hujan pada bulan-bulan musim pancaroba (April–Mei & Oktober–November) mempunyai kontribusi yang besar terhadap besarnya hujan tahunan, bahkan pada daerah antara Bojonggede, Bogor sampai dengan Katulampa, kontribusinya lebih besar dibandingkan dengan curah hujan selama musim angin barat (Desember–Maret) (lihat Tabel 2).

Gambaran yang lebih jelas tentang dominannya hujan selama bulan-bulan pancaroba pada wilayah bagian hilir daerah penelitian (wilayah Ci Liwung bagian tengah dalam konteks DA Ci Liwung secara keseluruhan sampai dengan muaranya di laut Jawa) dan selama bulan musim angin barat (Desember–Maret) di wilayah hulu diperlihatkan secara jelas melalui tingginya frekuensi hari hujan per bulan, terutama dengan jeluk hujan harian >32 mm (lihat Gb. 2).

Gbr. 2D memperlihatkan tingginya rerata hari hujan per bulan pada stasiun Gunung Mas (no. 1) dan Panjang (no. 2) di wilayah hulu dengan angka sebesar 7,5 dibandingkan dengan stasiun Katulampa (no. 5) dan Empang/Bogor (no. 6) dengan angka 4,6. Sebaliknya pada bulan Oktober rerata hari hujan pada stasiun Katulampa dan Empang dengan angka sebesar 5,0 menjadi lebih tinggi dibanding dengan stasiun pada wilayah hulu yang mempunyai angka rerata sebesar 2,6.

Karakteristik hujan yang terjadi di daerah penelitian, terutama yang terjadi selama musim pancaroba, diidentifikasi sebagai tipe hujan konvektif (Kusratmoko 1999, Braak 1931). Hujan ini dicirikan sebagai hujan yang berlangsung dalam waktu dan tempat yang relatif singkat dan terbatas.

Hasil analisis data intensitas hujan dengan kejadian jeluk hujan >8 mm pada stasiun Citeko (920 m dpl), Darmaga (289 m dpl) dan Ciledug (28 m dpl) untuk periode pengamatan (1985–1995) memperlihatkan bahwa: (1) pada stasiun Darmaga dan Ciledug selama bulan-

bulan musim angin timur dan pancaroba, kejadian hujan dengan durasi hujan <4 jam adalah dominan dengan frekuensi $>70\%$, sementara pada stasiun Citeko hanya berlaku selama bulan musim angin timur (Juni–September); (2) tidak ada perbedaan yang signifikan besarnya rerata intensitas hujan per jam berkaitan dengan lamanya hujan untuk seluruh musim yang diamati. Pada ke tiga stasiun tersebut ditunjukkan baik hujan dengan durasi yang pendek (<2 jam) maupun durasi yang panjang (>4 jam) mempunyai rerata intensitas hujan yang sama tinggi; dan (3) ada korelasi positif yang signifikan antara jeluk hujan harian dengan intensitas hujan per jam untuk ke tiga stasiun untuk seluruh musim yang diamati, masing-masing dengan nilai $r = 0,76$ (Citeko), $r = 0,89$ (Darmaga) dan $r = 0,83$ (Ciledug). Hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa proses konveksi harus ditandai sebagai proses yang penting dan paling sering terjadi dalam pembentukan hujan di daerah penelitian, khususnya wilayah hilir (Kusratmoko, 1999).

4.2. Karakteristik Aliran Ci Liwung Dalam Kaitannya dengan Curah Hujan

Gambar 3 memperlihatkan hidrograf aliran harian Ci Liwung tahun 1990, 1992 dan 1994. Bagaimana pengaruh distribusi hujan wilayah dalam setahun terhadap tingginya debit dapat mudah dikenali. Tahun 1990 dengan distribusi hujan harian yang relatif merata menghasilkan hidrograf aliran yang seimbang. Sementara musim kering yang nyata pada tahun 1994, secara jelas menghasilkan debit aliran yang paling rendah untuk periode pengamatan 1990–1994. Debit aliran yang terukur menunjukkan angka $2,5$ m³/dt yang berlangsung dalam waktu 2 hari dan terjadi sesudah periode waktu kering selama 67 hari dengan debit awal sebesar $8,0$ m³/dt. Untuk tahun 1992 diperlihatkan tingginya hujan pada musim pancaroba akhir (Oktober–November) yang menghasilkan rerata debit aliran yang tinggi pada periode ter-

sebut. Debit banjir maksimum yang terukur pada tahun tersebut tercatat sebesar 320 m³/dt.

Pada tabel 3 diperlihatkan nilai statistik untuk parameter hidrologi pada stasiun Kampung Kelapa, baik untuk tahunan maupun dua periode musim yang berbeda. Rerata aliran tahunan (MQ) untuk tahun 1991 dan 1994 dengan debit masing-masing sebesar 16,7 dan 14,9 m³/dt secara jelas lebih kecil dibandingkan tahun 1990, 1992 dan 1993. Angka tersebut berada di bawah angka rerata aliran tahunan untuk periode 1990-1994. Besarnya hujan wilayah tahunan secara jelas mempengaruhi distribusi angka MQ ini.

Rerata aliran tertinggi (MHQ) menunjukkan secara mencolok dominan untuk tahun 1992 dan 1993. Tingginya hujan wilayah selama periode bulan Juni–November untuk tahun 1992 dan selama periode Desember–Mei untuk tahun 1993 diduga menghasilkan banyaknya aliran puncak. Namun demikian, untuk rerata aliran terendah (MNQ) dengan kisaran antara 10,1–14,0 m³/dt memperlihatkan perbedaan yang relatif kecil. Fenomena ini mungkin dapat dijelaskan dengan dua alasan, (1) hujan yang jatuh pada musim angin barat relatif merata, yang selanjutnya menghasilkan aliran dasar (*base flow*) yang sama; (2) perbedaan nilai MNQ yang kecil dapat dikaitkan dengan karakter hujan konvektif selama musim angin timur dan pancaroba kedua (Oktober–November). Hujan konvektif dengan intensitasnya yang besar mendorong secara langsung terciptanya aliran maksimum yang cepat dengan dominasi aliran permukaan. Sebaliknya hujan tersebut tidak menghasilkan aliran air tanah yang bermakna.

Distribusi nilai MQ tahunan selama bulan Desember–Mei dan Juni–November memperjelas alasan diatas. Perbedaan nilai MQ Ci Liwung yang kecil pada bulan Desember–Juni dengan kisaran antara 23,5–28,1 m³/dt, dibandingkan nilai MQ pada bulan Juni–November dengan angka kisaran 6,4 – 18,3 m³/dt dan angka variabilitas yang relatif besar.

Bersandar kepada klasifikasi waktu dua komponen aliran, sebagai hasil dari suatu proses hidrologi, dapat dibedakan, yaitu aliran langsung (*direct runoff*) dan aliran dasar (*base flow*) (Chow 1964, Mendel & Ubell 1973). Aliran langsung merupakan gabungan dari aliran permukaan (*surface runoff*) dan aliran antara (*interflow*). Dalam tulisan ini, aliran Ci Liwung secara keseluruhan dipisahkan dalam komponen aliran langsung dan aliran dasar dengan menggunakan metode Wundt (1958). Metode ini memang tidak memberikan pemisahan yang tajam atau menentukan asal-usul setiap komponen, namun memberikan informasi yang cukup tentang tingkah laku aliran dari suatu DAS (Mendel & Ubell 1973).

Bagaimana besarnya pengaruh hujan konvektif, terutama pada musim angin timur dan pancaroba, terhadap pembentukan aliran Ci Liwung, khususnya untuk aliran langsung dan dasar, dapat dilihat pada Tabel 4. Meskipun besarnya hujan wilayah pada musim angin timur dan pancaroba lebih kecil dibandingkan pada musim angin barat, tetapi proporsi aliran langsung dari hujan wilayah pada tiap musim tidak berbeda jauh. Pada tahun 1992, bahkan besarnya proporsi tersebut pada musim pancaroba lebih besar dibandingkan pada musim angin barat. Hasil ini memperlihatkan bahwa hujan konvektif yang kuat di daerah aliran Ci Liwung pada musim angin timur dan pancaroba secara jelas mendorong kepada kenaikan debit aliran.

Hasil kajian tersebut memperlihatkan bahwa struktur penggunaan lahan saat ini, terutama di daerah yang membentang antara Ciawi–Citayam, dengan persentase daerah terbangun seluas 20,3% diduga mempunyai andil dalam mendorong kenaikan debit aliran Ci Liwung selama musim angin timur dan pancaroba akhir pada kejadian hujan konvektif. Pada penggunaan lahan tersebut, pembentukan aliran permukaan yang cepat pada kejadian hujan intensitas tinggi dimungkinkan.

V. KESIMPULAN

Distribusi hujan musim angin timur sampai dengan pancaroba akhir (Juni–November), yang didominasi oleh tipe hujan konvektif, mempengaruhi perbedaan karakteristik aliran tahunan Ci Liwung, sementara distribusi hujan pada musim angin barat (Desember–Maret) tidak mempunyai peranan yang berarti. Kejadian hujan konvektif, khususnya di wilayah bagian hilir, menyebabkan pembentukan aliran langsung yang besar. Struktur penggunaan lahan saat ini di daerah aliran Ci Liwung, khususnya wilayah bagian hilir, memainkan peranan penting terhadap kejadian tersebut.

DAFTAR ACUAN

- Anonym. 1997. *Evaluasi pengelolaan daerah aliran sungai Ciliwung bagian hulu*. Laporan Utama. Dir. Rehabilitasi dan Konservasi tanah, Dept. Kehutanan. Jakarta.
- Anonym. 1995. *Projek Induk Pengembangan Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane*. Laporan tahunan, Jakarta.
- Anhuf, D. & J. Bendix. 1992. *Mögliche Auswirkungen von Vegetationsveränderungen auf den klimatischen Wasserhaushalt im Bereich der humiden Tropen (Elfenbeinküste)*, Würzburger Geogr. Arb., 84, 325-346.
- Bendix, J. 1997. *Natürliche und anthropogene Einflüsse auf den Hochwasserabfluss des Rheins*, Erdkunde, 51. 292-308.
- Bird, E. C. F. & O. S. R. Ongkosongo. 1981. *Environmental changes on the coast of Indonesia*. The United Nations University
- Braak, C. 1931. *Klimakunde von Hinterindien und Insulinde, Band IV, Teil R*: in W. Köppen & R. Geiger (Hrsg.), *Handbuch der Klimatologie*, Berlin.
- Bräker, S. 1989. *Gebietshydrologische Strukturierung im Einzugsgebiet eines anomalen Fließgewässers (Erft/Niederrhein)*. In: Pfeffer, K.-H. (eds.) *Geoökologische Studien im Umland der Stadt Kerper/ Rheinland, Tübinger Geogr. Studien*, H. 89, 111-158.
- Chow, V. T. (Ed.). 1964. *Handbook of applied hydrologie*. New York.
- Gornitz, V. Rosenzweig C. & D. Hillel. 1997. *Effects of anthropogenic intervention in the land hydrologic cycle on global sea level rise, Global and Planetary Change*, 14, 147-161.
- Keller, R. 1987. *Anthropogene Einflüsse auf hydrologische Prozesse - südlicher Oberrhein-*, *Münchener Geogr. Abhandlungen*, 4, 47-62.
- Kusratmoko E. 1999. *Beziehungen zwischen Niederschlagsstruktur und Abflussverhalten, am Beispiel des Ci Liwung auf West Java, Indonesien*. Diss. an der Universität Mainz.
- Mendel, H.G. & K. Ubell. 1973. *Der Abflussvorgang. I. Zur Terminologie des Abflussvorganges*. Dt. Gewässerkdl. Mitt., 17-2, 33-39.
- Sala, M. & M. Inbar. 1992. *Some hydrologic effects of urbanization in Catalan rivers*, *Catena*, 19, 363-378.
- Sandy, I M. 1982. *A Preliminary statistical investigation on the rainfall of Java*, Publ. 82, Dit. TGT, Dept. Dalam Negeri, Jakarta.
- Sandström, K. 1995. *The recent lake Babaty floods in semi arid Tanzania - a response to changes in land cover?* *Geogr. Annaler*, 77A, 35-47.
- Wundt, W. 1953. *Gewässerkunde*, Springer, Berlin, Göttingen, Heidelberg.
- Verstappen, H. Th. 1953. *Djakarta bay, a geomorphological study on shoreline development*, Diss. Utrecht.
- York, T.H. & W.J. Herb. 1978. *Effects of urbanization on streamflow and sediment transport in the rock Creek and Anacostia river basin, Montgomerie county, Maryland 1962-1974*, *Geol. Surv. Prof. Paper* 1003, 71p.

Tabel 1. Lokasi stasiun hujan di daerah aliran Ci Liwung

Stasiun	Lokasi Geografi		m dpl	Stasiun	Lokasi Geografi		m dpl
	Lintang Selatan	Bujur Timur			Lintang Selatan	Bujur Timur	
Tanjung Priuk	06° 06'	106° 54'	0	Darmaga	06° 35'	106° 45'	222
Jakarta (BMG*)	06° 11'	106° 50'	7	Kebun Raya Bogor	06° 35'	106° 48'	250
Pasar Minggu	06° 17'	106° 50'	35	Empang Bogor	06° 36'	106° 48'	255
Halim P.K	06° 16'	106° 54'	25	Katulampa	06° 38'	106° 50'	355
Cileduk	06° 16'	106° 42'	17	Ciawi	06° 39'	106° 51'	495
Depok	06° 24'	106° 50'	95	Cikopo	06° 40'	106° 54'	690
Citayam	06° 27'	106° 48'	110	Cilember	06° 40'	106° 55'	860
Cibinong	06° 28'	106° 48'	125	Citeko	06° 42'	106° 55'	920
Bojonggede	06° 31'	106° 47'	148	Panjang	06° 42'	106° 57'	1021
Cimanggu	06° 33'	106° 47'	206	Gunung Mas	06° 43'	106° 58'	1160

Tabel 2. Curah hujan musiman (rerata untuk periode 1879-1942) di daerah penelitian

Stasiun	m dpl	A	%	B	%	C	%	D
Depok	95	1275	(40,7)	1197	(38,2)	658	(21,1)	3130
Bojonggede	148	1310	(37,1)	1387	(39,3)	835	(23,6)	3531
Kedunghalang	220	1442	(35,0)	1657	(40,3)	1018	(24,7)	4117
Bogor	266	1563	(37,0)	1601	(37,8)	1066	(25,2)	4230
Ciawi*	495	1383	(41,5)	1219	(36,5)	732	(22,0)	3334
Cidakom*	690	1716	(47,6)	1229	(34,1)	659	(18,3)	3604
Gunung Mas*	1160	1772	(50,0)	1226	(34,6)	546	(15,4)	3544
Gunung Pangrango*	3019	1806	(53,9)	1108	(33,1)	437	(13,0)	3351

Sumber: dihitung dengan data berasal dari Verhandelingen 37.

* Waktu pengamatan 1912-1942.

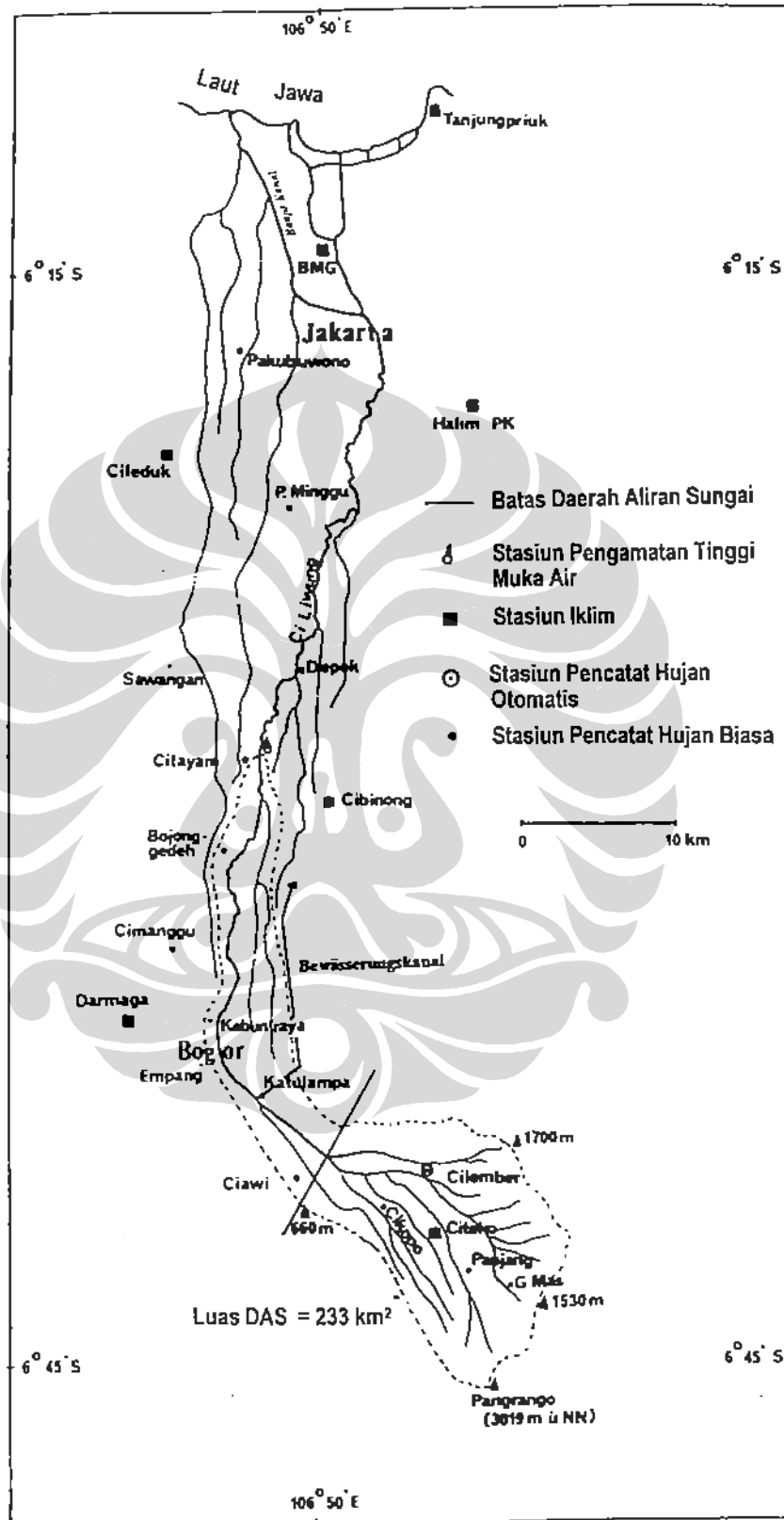
Tabel 3. Statistik data aliran Ci Liwung pada stasiun Kp. Kelapa (233 km²) periode 1990-1994

Tahun	Hujan Wilayah (HW) Jan - Des	HW periode Des - Mei	HW periode Juni - Nov	Januari - Desember				Des - Mei		Juni - Nov	
	(mm)	(mm)	(mm)	MQ	NQ	MHQ	MNQ	MQ	CV	MQ	CV
				m ³ /dt	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³ /dt	M ³ /dt	(%)	m ³ /dt	(%)
1990	3562	2304	1258	19,5	8,2	37,0	13,1	26,3	44	13,5	33
1991	3042	2046	996	16,7	4,6	28,5	12,3	23,5	43	9,9	54
1992	3972	2238	1734	19,8	5,4	46,1	14,0	24,0	30	18,3	66
1993	3623	2410	1213	20,6	6,7	40,7	13,6	28,1	44	13,0	36
1994	3031	2466	565	14,9	2,5	25,3	10,1	25,7	38	6,4	57
1990-94	3446	2293	1153	18,8	2,5	26,6	14,7	25,5	27	12,3	29

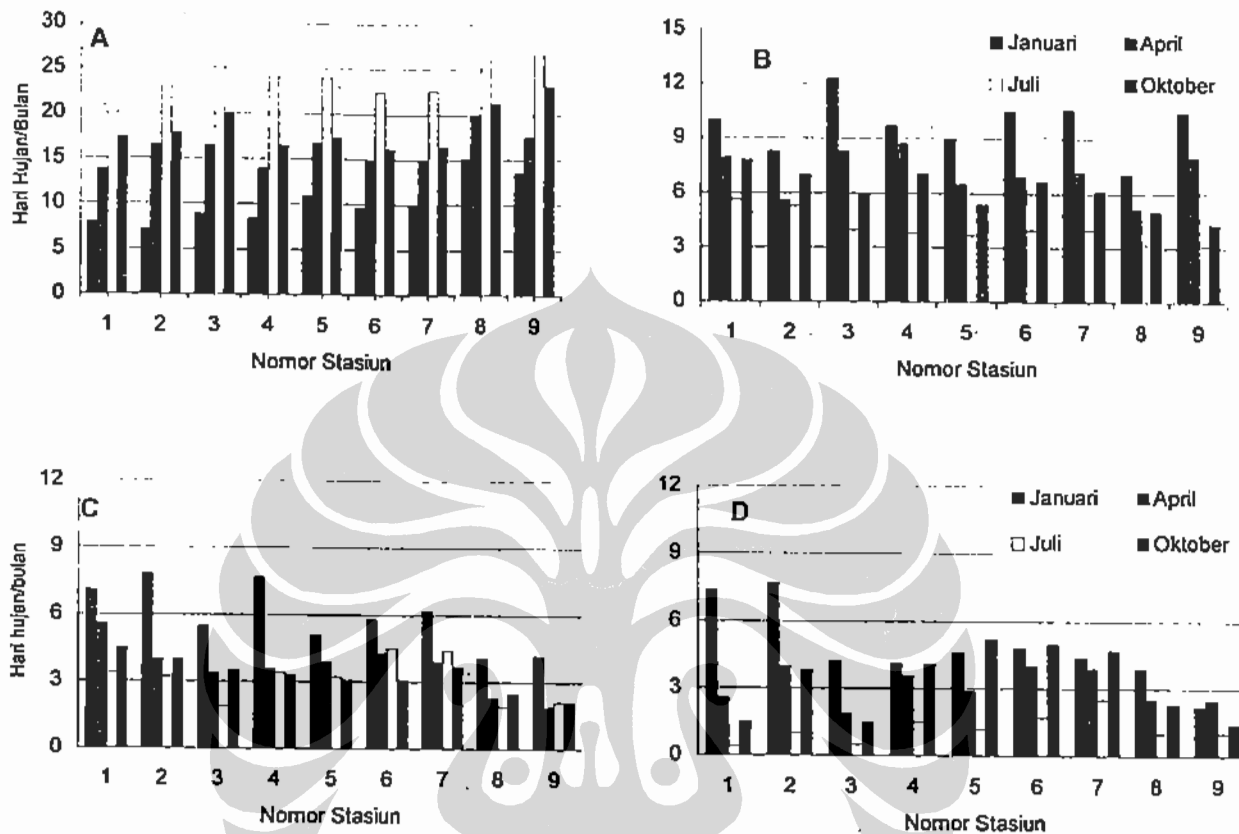
Tabel 4. Aliran dasar dan aliran langsung untuk Ci Liwung menurut musim

Tahun	Hujan Wilayah per musim			Aliran Dasar (AD) (mm)			Aliran Langsung (AL) (mm)			% AL dari Hujan Wilayah per musim		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1990	1683	794	1009	779	429	504	526	176	262	30	22	26
1991	1630	294	1090	832	313	491	372	38	211	22	12	22
1992	1625	907	1440	761	328	729	364	225	443	22	25	31
1993	1932	723	968	863	391	515	544	184	231	28	25	24
1994	1854	178	999	881	204	406	409	23	205	22	13	21

Keterangan : A = Des - Maret; B = Juni - Sep; C = April - Mei & Okt. - Nov



Gambar 1. Lokasi Daerah Penelitian dan Instrumentasi Hidrologi dan Meteorologi yang tersedia

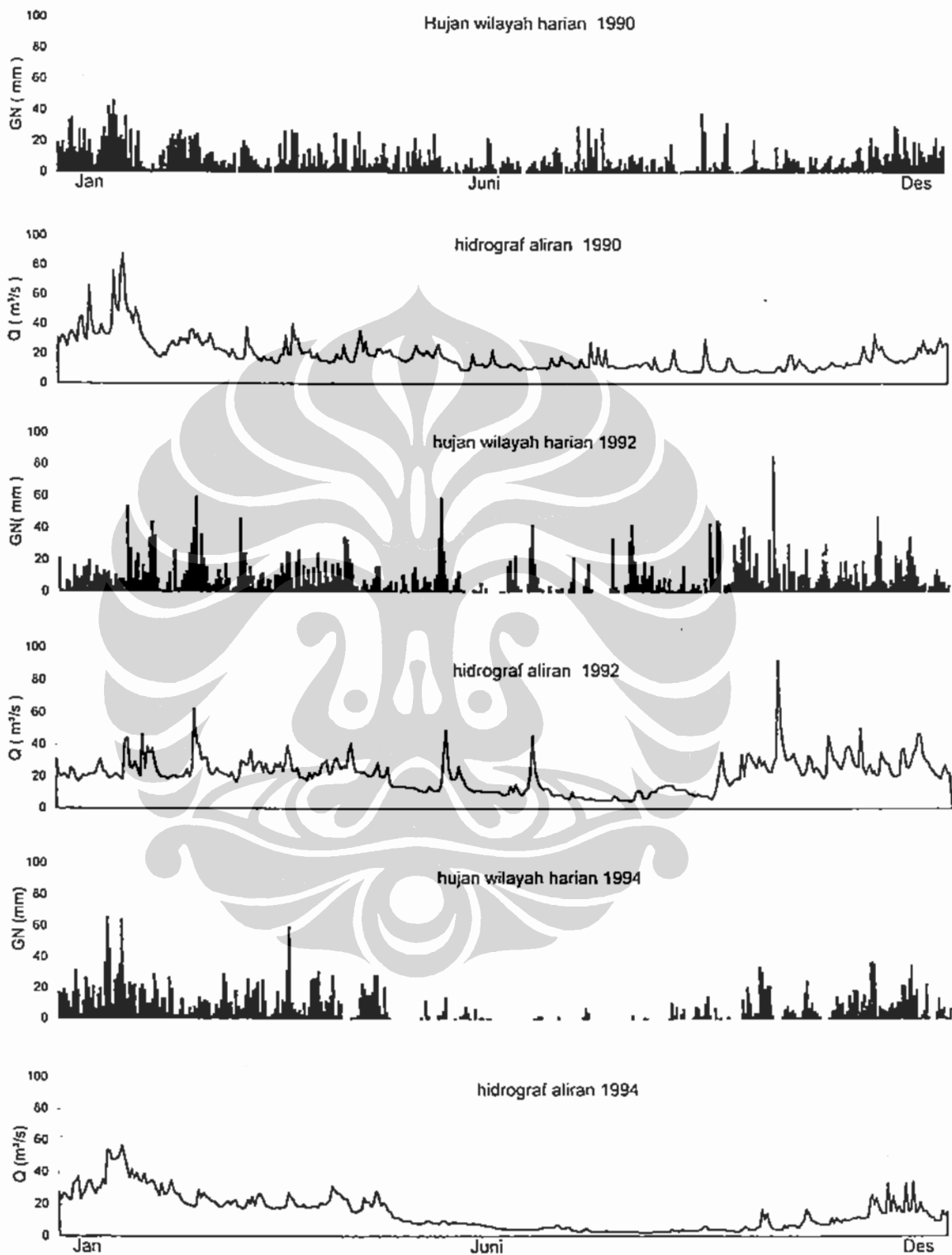


Gambar 2. Frekuensi Hari Hujan dari stasiun terpilih di daerah kajian untuk bulan Januari, April, Juli dan Oktober dikelompokkan atas perbedaan besarnya jeluk hujan harian (periode pengamatan 1985-1995)

(Keterangan : A = jeluk hujan 0-2 mm; B = jeluk hujan 2-16 mm; C = jeluk hujan 16-32 mm; D = jeluk hujan >32 mm.

1 = Gunung Mas; 2 = Panjang; 3 = Citeko; 4 = Ciawi; 5 = Katulampa; 6 = Empang; 7 = Cimanggung; 8 = Depok;

9 = Citedug)



Gambar 3. Hujan wilayah harian dan hidrograf aliran Ci Liwung tahun 1990, 1992, dan 1994 pada stasiun pengamatan di Kampung Kelapa (233 km²)