

STUDI HIDROLOGI HUTAN KOTA KAMPUS UNIVERSITAS INDONESIA DEPOK

E. Kusratmoko, D. Sukanta, M. P. Tambunan, dan Sobirin

Jurusan Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok, 16424

E-mail: *Kusre000@yahoo.com*

Abstrak

Pengamatan hidrologi di kawasan hutan kota Kampus Universitas Indonesia Depok telah dilakukan selama bulan September 2000 - Februari 2001, dalam upaya untuk mengidentifikasi pengaruh tutupan lahan terhadap pembentukan aliran air. Untuk keperluan itu telah dibangun tujuh stasiun pengamatan yang dikarakteristikan dengan tutupan lahan yang berbeda. Hasil analisis data menunjukkan, bahwa tutupan vegetasi bawah berupa rumput dan semak pada penggunaan lahan hutan kota di Kampus Universitas Indonesia memainkan peranan penting sebagai faktor pengontrol pembentukan aliran permukaan dan bawah tanah, terutama signifikan selama kejadian-kejadian hujan konvektif. Proporsi air hujan lolos pada lokasi tersebut, yang menghasilkan aliran permukaan dan bawah tanah, bervariasi antara 5,3-7,2%. Sementara pada lokasi pengamatan tanpa vegetasi bawah dan lapisan seresah dihasilkan angka proporsi aliran sebesar 12,5-18,9%. Tingginya proporsi aliran permukaan pada lokasi bervegetasi bawah selama bulan Desember-Februari diduga akibat meningkatnya kejenuhan dan muka air tanah, yang selanjutnya menghasilkan aliran permukaan yang meluas (*widespread saturation overland flow*). Secara keseluruhan diperlihatkan korelasi positif yang linear antara air hujan lolos dengan volume aliran permukaan pada lokasi tanpa vegetasi bawah dan lapisan seresah. Pengaruh faktor kelembaban tanah terhadap tingginya aliran permukaan yang terjadi terlihat secara nyata pada lokasi dengan vegetasi bawah dan pertanian tanah kering dan ini terutama signifikan pada kejadian-kejadian dengan air hujan lolos >40 mm.

Abstract

Hydrological Study on the urban forest in Campus Area of the Indonesia University, Depok during September 2000 – February 2001 hydrological measurement of urban forest in Campus Area of the Indonesia University, Depok were carried out to identify the effect of land cover on the runoff generation processes. Seven observation station which are characterised by differenced land cover were build to measure overland and sub surface flow. The result of data analysis showed that the grass and litter cover in urban forest floor played an important role as a control factor of overland flow and throughflow production, especially significant during the convective rains. During this events the proportion of throughfall on this area which produced overland flow, varied between 5,3-7,2%, while on the area without the grass and litter cover, its about 12,5-18,9%. During December–February the overland flow was very high. This is probably closely related to the existence of the widespread saturation overland flow. Generally it was shown a very close relationship between throughfall and overlandflow on the area without the grass and litter cover. The effect of antecedent precipitation index on the overland and throughflow production was identified on the location with grass cover and cultivated area and particularly significant on the events with throughfall >40 mm.

Keywords: Overland flow, saturation overland flow, subsurface flow, through fall, antecedent precipitation index

Pendahuluan

Penelitian tentang proses pembentukan aliran di daerah tropik sangat terbatas, terutama dari segi kuantitatif. Beberapa penelitian yang telah dilakukan, misalnya, di Queensland, Australia [1], dataran rendah Malaysia [2], Republik Dominika [3], hutan musiman di Amazon

[4], dan di Jawa Tengah [5]. Hasil studi tersebut secara umum menunjukkan bahwa frekuensi kejadian aliran permukaan (*overland flow*) dan perluasannya secara spasial adalah berbeda sangat ekstrem antar lokasi di daerah tropis. Kontribusi aliran permukaan terhadap pembentukan aliran langsung (*direct runoff*) sangat bervariasi, tergantung kepada kelembaban tanah sebelum

karakteristik hujan, jenis tanah dan kondisi morfologi, dimana proses aliran berlangsung. Pada daerah tropis yang sangat basah seperti kasus di hutan Amazon, diperlihatkan bahwa 80% aliran langsung terjadi sebagai aliran bawah permukaan (*throughflow*) pada kedalaman antara 15-70 cm [4]. Sementara itu di Malaysia pada daerah dengan kemiringan medan 17-22°, Leigh mendapatkan angka 42% untuk kedalaman yang sama. Namun pada daerah yang basah dengan lapisan tanah liat yang kedap, seperti di Queensland, Australia, besarnya persentase aliran bawah permukaan menurun secara drastis menjadi hanya 5%, sebaliknya aliran permukaan dari daerah yang jenuh (*saturation overland flow*) meluas dan memberikan kontribusi yang besar terhadap pembentukan aliran langsung [1].

Secara umum pada lingkungan yang relatif belum terganggu, aliran bawah permukaan dipandang sebagai mekanisme utama pembentukan aliran langsung, baik karena pengaruhnya terhadap pembentukan aliran permukaan karena proses penenuhan, maupun kontribusinya secara langsung, baik dalam bentuk aliran pipa (*pipe flow*) maupun aliran dalam pori makro [6][7]. Bukti-bukti yang terbatas memperlihatkan bahwa, model aliran permukaan pada daerah jenuh yang meluas (*widespread SOF*) merupakan ciri khas untuk daerah tropis musiman dengan muka air tanah yang relatif dangkal dan lapisan tanah yang relatif kedap [3].

Penggunaan tanah hutan kota kampus Universitas Indonesia ditetapkan berdasarkan SK Rektor Universitas Indonesia No. 84/SK/12/1988, tanggal 31 Oktober 1988 difungsikan sebagai wilayah resapan air, wahana koleksi pelestarian plasma nutfah, wahana penelitian dan sarana rekreasi alam. Luas seluruhnya adalah 55,40 hektar.

Dibandingkan dengan hutan alami, hutan kota di kampus Universitas Indonesia Depok tentunya berbeda dalam hal vegetasi dan kerapatan tajuk antar vegetasi itu sendiri, sehingga proses hidrologi yang terjadi diduga juga akan berbeda. Tulisan ini mencoba untuk mengidentifikasi besaran hidrologi pada karakteristik penutup lahan yang berbeda dan kaitannya dengan faktor curah hujan dan kelembaban tanah.

Pertanyaan dasar yang diulas dalam tulisan ini adalah

- Apakah ada perbedaan besarnya aliran permukaan (AP) dan bawah permukaan (ABP) sehubungan dengan perbedaan karakteristik tutupan lahan di hutan kota?
- Bagaimana pengaruh kelembaban tanah terhadap variasi besarnya aliran permukaan (AP) dan bawah permukaan (ABP) pada masing-masing lokasi tersebut?

Metode Penelitian

Tujuh stasiun pengamatan AP dan ABP dibangun di lingkungan hutan kota Kampus Universitas Indonesia, Depok. Bentuk konstruksi dari stasiun pengamatan AP dan ABP ditampilkan pada Gb. 1. Kedalaman maksimal adalah 1,5 m dengan lebar 1 m. Pada tiap horison tanah ditampung volume aliran air yang terjadi. AP ditampung dari areal seluas 2 m² (2 m x 1 m). Pengambilan dan pengukuran besarnya volume aliran air yang tertampung dilakukan 2 kali setiap hari, masing-masing pada jam 08.00 dan 17.00, selama periode September 2000 sampai Februari 2001.

Data hujan dikumpulkan dari stasiun Depok dan Kampus Universitas Indonesia. Data air lolos tajuk dan aliran batang dikumpulkan dari empat lokasi, dimana lokasi pengamatan penakar aliran air dipasang. Besarnya air lolos diperoleh dengan cara memasang penampung air hujan di bawah pohon yang ditempatkan secara acak. Penampung tersebut berbentuk V, panjang 100 cm dan lebar 20 cm. Air lolos diperoleh dengan mengukur volume air yang tertampung kemudian dibagi luas penampungnya.

Aliran batang diperoleh dengan cara memasang lembaran seng melingkar batang pohon, dan ditampung ke dalam botol penampung, sehingga dapat diukur volume airnya. Dengan demikian air hujan yang sampai di permukaan tanah adalah volume air lolos ditambah aliran batang.

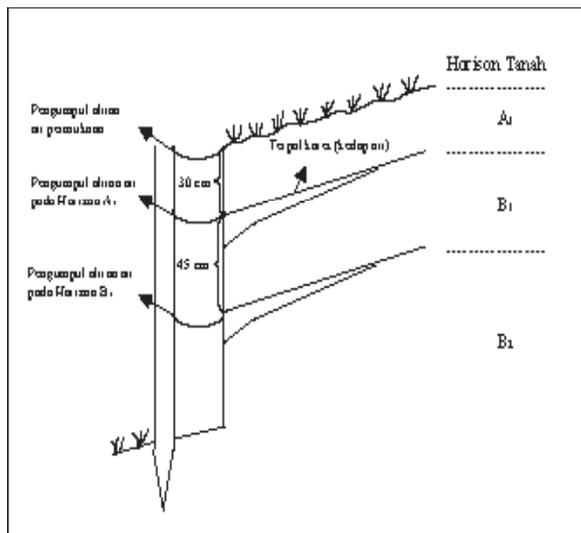
Kelembaban tanah daerah penelitian diperikan dengan menggunakan parameter *antecedent precipitation index* untuk 5 hari (API5). Nilai API5 dihitung melalui persamaan [8][9]:

$$API5 = \sum_{t=1}^{t=5} 1/t * p$$

dimana:

- API5 = Nilai API pada 5 hari sebelum kejadian proses hidrologi yang diamati (mm/d)
 p = jumlah hujan dalam 5 hari sebelum pengamatan (mm)

Luas daerah tangkapan hujan untuk tiap lokasi diukur langsung di lapangan dengan memperhatikan faktor morfologi dengan menggunakan pita pengukur dan kompas. Kemiringan medan lokasi penelitian diukur dengan alat *Clinometer* merek Haga. Karakteristik tanah dilakukan melalui pengamatan secara visual penampang profil tanah untuk seluruh lokasi pengamatan. Analisa struktur tanah dilakukan di Laboratorium Tanah, Jurusan Tanah, Institut Pertanian Bogor. Tidak seluruh lokasi dilakukan uji struktur tanah mengingat karakteristik tanah yang hampir homogen. Jenis pohon dominan, kerapatan



Gb. 1. Konstruksi pengamatan aliran permukaan dan bawah tanah.

dan persentase tutupan tajuk tanaman atas serta persentase tutupan tanaman bawah diidentifikasi di lapangan secara visual.

Karakteristik Fisik Lokasi Pengamatan

Secara umum morfologi dari tujuh lokasi pengamatan dengan daerah tangkapannya relatif datar dengan kemiringan medan antara 1° s/d 12° dan ketinggian 61 mdpl. Kemiringan tanah seluruh lokasi penelitian dengan daerah tangkapannya diperlihatkan pada Tabel 1.

Berdasarkan pengamatan profil pada masing-masing horison A, B dan C, tanah di sekitar di kampus Universitas Indonesia Depok berindikasi sebagai berikut:

- a) Sebaran liat dalam arti ratio liat halus terhadap liat menunjukkan adanya penambahan bahan organik/ anorganik baru dari horison permukaan, meskipun agak nampak nyata adanya proses iluviasi di bagian dalam.
- b) Keseluruhan profil mencerminkan terjadinya oksidasi, membentuk horison *oxic* pada subpedon. Secara mineralogis, mineral *halloysit* mendominasi, meski tak tertutup kemungkinan adanya jenis mineral liat lainnya. Termasuk jenis tanah: *Typic Eutrorthox* (USDA) atau *Rhodic Ferralsol* (FAO).
- c) Karakteristik tanah pada horison A dan B menunjukkan sifat liat pasir dengan dominasi liat lebih dari 80% untuk contoh no: 1 (lokasi 3) dan lebih dari 60% untuk contoh no: 2 (lokasi 2) (Tabel 2). Karakteristik liat yang dominan

pada horison A sekitar danau ini tentunya akan berpengaruh terhadap sifat fisik tanah, dalam hal ini adalah kemampuan untuk meresapkan air. Pada jenis tanah semacam ini, laju infiltrasi berada pada kisaran antara 10^{-5} – 10^{-4} m/dt.

Karakteristik vegetasi penutup lahan untuk seluruh lokasi pengamatan diperlihatkan pada tabel 1. Lokasi 1, 6 dan 7 mewakili lokasi pengamatan aliran permukaan dengan satu luasan lahan tanpa vegetasi bawah dan lapisan seresah atau persentase tutupan vegetasi bawah <10%. Lokasi 2, 3 dan 4 mewakili lokasi pengamatan AP dengan satu luasan lahan dengan vegetasi bawah rumput dan semak dengan persentase tutupan >75%.

Kemudian lokasi 5 dicirikan sebagai penggunaan lahan pertanian tanah kering dan lokasi pengamatan AP mewakili satu luasan lahan yang telah diolah dan tanpa vegetasi bawah.

Di daerah Depok dan sekitarnya, besarnya curah hujan tahunan untuk periode 1986-2000 adalah 2298 mm, curah hujan maksimum terjadi pada bulan Januari dan minimum pada bulan Juli. Curah hujan di bulan-bulan musim pancaroba April-Mei dan Oktober-November, dicirikan sebagai hujan konvektif yang ditandai dengan intensitas yang tinggi dan sebaran yang relatif sempit [9][10]. Hasil analisis data curah hujan dari stasiun otomatis di Kampus Universitas Indonesia Depok untuk periode 1993-1994 memperlihatkan korelasi yang signifikan antara jumlah curah hujan dengan intensitas maksimum dalam waktu 1 jam ($R^2= 0,76$) dan 30 menit ($R^2= 0,68$). Hal ini berarti, bahwa hujan deras terjadi dalam waktu yang singkat tanpa terikat dengan lamanya hujan.

Hasil dan Pembahasan

- a) Air hujan lolos (AHL), aliran permukaan (AP) dan aliran bawah permukaan (ABP)

Selama periode penelitian (September 2000–Februari 2001) dapat dikumpulkan 75 kejadian hujan dengan jumlah hujan >1 mm di Kampus Universitas Indonesia Depok. AHL untuk seluruh lokasi pengamatan dapat dikumpulkan sebanyak 75 kejadian.

Secara statistik besarnya AP untuk 75 kejadian hujan dengan curah hujan di atas 2 mm diperlihatkan pada Tabel 3.

Karakteristik tutupan vegetasi bawah sangat berpengaruh terhadap besarnya AP yang terbentuk. Perbedaan yang sangat signifikan terlihat untuk angka maksimum AP. Untuk lokasi 5, yang mewakili tutupan lahan pertanian berupa tegalan tanpa vegetasi bawah, tercatat angka maksimum 15 liter, dua kali lebih besar dari angka maksimum untuk lokasi 3 dan 4, yang mewakili satu luasan

Tabel 1. Karakteristik lokasi pengamatan AP dan ABP di Kampus Universitas Indonesia

Lokasi	Lokasi Pengamatan	Luas Daerah Tangkapan (m ²)	Jenis Pohon Dominan	% Tutupan Bawah	% Tutupan Vegetasi Bawah	Kelembaban Ciriaga (m)	Kelembaban Ciriaga	% Tutupan Ciriaga	Kelembaban Tanah Untuk Pengamatan AP
1	Asrama Universitas Indonesia	110	Akasia, Casahuate	Rungas, Arakampulir	50	6-11	Sedang	50	1"
2	Hutan Rungas Palis Baras	110	Songan, Johar	Rungas	50	1-6	Agak jernih	15	1"
3	Hutan Rungas Palis Baras	111	Singkaling, Akasia	Rungas, Soreh	50	8-10	Rapet	10	1"
4	Dusun Lalin	115	Akasia	Rungas	55	6-10	Jernih	15	6"
5	Togolan	118	Randu, Singkong, Pany	-	15	0.5-1	Jernih	10	11"
6	Serban Bunc	191	Bunc	Dunliting	50	5-15	Rapet	50	1"
7	Rungas Bunc, Biologi, PwIPA	118	Songan, bunc	Rungas	75	5-7	Agak rapet	50	1"

Tabel 2. Komposisi tekstur tanah lokasi pengamatan di Kampus Universitas Indonesia Depok

		Pasir
1	Horison A : contoh no:1	2.34
2	A : contoh no:2	2.50
3	Horison B : contoh no:1	1.08
4	B : contoh no:2	11.11
5	Horison C : contoh no:1	14.87

Tabel 3. Statistik volume aliran permukaan (dalam ml) lokasi pengamatan

Lokasi	Rendah	Mak.	Minim.	CV(%)
1	4484	12240	300	69
2	3853	8400	80	68
3	2934	7500	0	84
4	3134	7800	60	67
5	3782	15000	0	95
6	3804	8840	140	58
7	4324	11250	360	59

tahun 2000.

Tabel 4. Rerata volume aliran bawah permukaan untuk horison A dan B seluruh lokasi pengamatan

Waktu Pengamatan	Lokasi Pengamatan													
	1		2		3		4		5		6		7	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
September	102	0	200	ND	0	0	31	0	12	ND	223	0	323	ND
Oktober	293	124	211	ND	44	0	31	0	22	ND	212	323	800	ND
November	306	99	T	ND	414	73	408	73	224	ND	626	224	442	ND
Desember	594	149	T	ND	320	61	470	49	T	ND	674	226	430	ND
Januari	565	126	T	ND	306	81	491	86	T	ND	570	229	635	ND
Februari	ND	ND	T	ND	ND	ND	502	145	T	ND	620	210	615	ND
Maret	324	100	T	ND	286	43	332	58	-	ND	629	250	549	ND

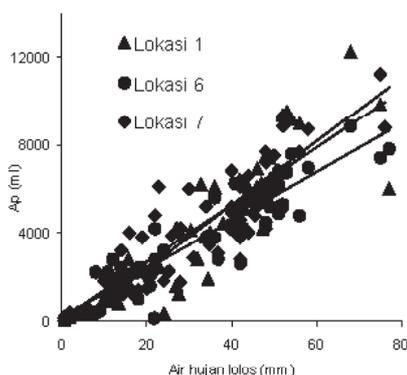
Tabel 4 memperlihatkan rerata volume ABP masing-masing untuk horison A dan B. Lokasi 1, 6, dan 7 mempunyai angka rerata, baik untuk horison A maupun B, lebih besar dibandingkan dengan lokasi 2, 3, 4 dan 5. Pada lokasi 3, 4, dan 5 untuk kejadian bulan September dan Oktober, terlihat ABP yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan lokasi yang lain. Sementara selama bulan November – Februari pada lokasi 2 dan 5, banyak kejadian hujan telah menyebabkan lokasi pengamatan tergenang sebagai akibat kenaikan muka air tanah.

b) Air Hujan Lolos (AHL) dan Aliran Permukaan (AP), Perbedaan antar lokasi

Tabel 5 memperlihatkan rerata volume AP berdasarkan besarnya AHL yang terjadi. Rerata AP meningkat seiring dengan kenaikan AHL untuk seluruh lokasi pengamatan. Perbedaan yang jelas dapat dibandingkan antara lokasi 1, 5, dan 7 dengan lokasi 2, 3, 4 untuk kasus AHL >40 mm. Untuk yang pertama ditunjukkan angka >6000 ml lebih besar dibandingkan dengan lokasi kedua <6000 ml. Untuk kasus AHL >40 mm, jelas terlihat bahwa permukaan tanah tanpa vegetasi bawah dan lapisan seresah mendorong terhadap besarnya pembentukan AP yang cepat [11]. Lokasi 1 dengan kemiringan medan yang lebih landai menghasilkan angka tertinggi dibandingkan dengan lokasi lainnya. Secara keseluruhan diperlihatkan hubungan yang positif linear antara variabel AHL dengan AP dengan kisaran angka korelasi antara 0,71 s/d 0,92 masing-masing signifikan pada $\alpha=99\%$ (Gb. 3). Korelasi

Tabel 5. Rerata aliran permukaan (AP) berdasarkan besarnya air hujan lolos (AHL)

AHL (mm)	Rerata AP (ml) untuk tiap:				
	1	2	3	4	5
I	7205	5888	5202	5038	420
II	3289	2397	2329	2517	17
III	1319	921	680	810	6.



Gambar 3. Korelasi antara aliran permukaan dan air hujan lolos untuk seluruh lokasi pengamatan

sangat kuat dengan $R^2 = 0,86$ ditunjukkan untuk lokasi 6 (perkebunan karet). Bersandar dari hasil korelasi tersebut, maka volume AP pada lokasi 1, 6 dan 7 dapat diestimasi melalui persamaan $y = 145,1x - 524,1$, $y = 110,5 + 139,2$ dan $y = 130,1x + 75,8$.

Untuk kasus pada lokasi 2, 3, 4 dan 5 terlihat bahwa AHL >40 mm tidak selalu menghasilkan volume AP yang besar, terutama ditunjukkan untuk kejadian di bulan September 2000. Faktor utama dalam kasus ini diperkirakan adalah kombinasi antara kelembaban tanah yang sangat kering dan permukaan tanah yang bervegetasi atau tanah yang telah diolah (kasus lokasi 5).

Rerata proporsi volume AP terhadap AHL berkisar antara 9,3-13,8% dengan maksimum antara 15,7-27,5%. Lokasi 1, 6 dan 7 memperlihatkan angka proporsi yang lebih besar dibandingkan dengan lokasi 2, 3, 4 dan 5, dan perbedaan yang signifikan terutama untuk kejadian hujan konvektif selama bulan September-Oktober. Lokasi 1, 6 dan 7 ditunjukkan angka proporsi sebesar 11,9-13,9%, sementara lokasi 2, 3, 4 dan 5 sebesar 5,3-7,2% (lihat tabel 6).

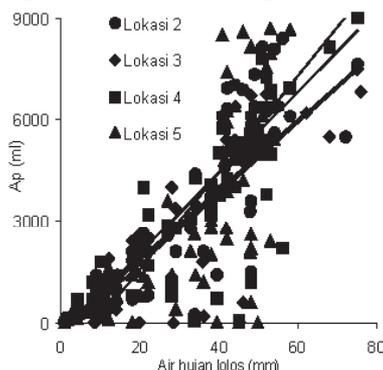
c) Pengaruh faktor kelembaban terhadap pembentukan aliran permukaan

Antecedent precipitation index (API) secara tidak langsung menjadi petunjuk untuk kondisi kelembaban tanah di tempat tertentu [9]. Semakin besar angka API, maka semakin lembab kondisi suatu luasan tanah. Pada

Tabel 6. Proporsi AP (%) terhadap AHL untuk tiap lokasi pengamatan

AHL (mm)	Lokasi Pengamatan						
	1	2	3	4	5	6	7
A	21,2	18,0	15,7	19,2	22,2	27,5	24,5
B	11,5	7,2	5,3	6,2	6,9	10,2	14,1
C	13,7	11,7	11,2	9,2	13,4	12,0	15,4
D	12,8	11,2	10,5	10,7	10,4	11,8	11,9

Proporsi bln Nov ; D : Proporsi bln Des-Feb



Tabel 7. Rerata aliran permukaan berdasarkan perbedaan kelembaban tanah dan air hujan lolos

AHL (mm)	Lokasi: 1, 6 & 7		Lokasi: 2, 3 & 4	
	K	L	K	L
I	6247	6383	5090	5302
II	3331	3377	2396	2752
III	1703	1868	1128	1201

K : kering + agak lembab; L: lembab + sang

kondisi tanah yang lembab perlu dipercepat dan intensif. Jika curah hujan m selama kejadian daerah lembab tersebut al sehingga menghasilkan daerah penggerakan yang luas [11].

Bersandar kepada angka potensial evapotranspirasi maksimum sebesar 140 mm untuk bulan September, berarti 4,7 mm per hari [9], maka dapat diperkirakan, bahwa lapisan tanah tetap kering, jika curah hujan harian yang jatuh kurang dari 4,7 mm. Dengan demikian klasifikasi API5 dimulai dengan nilai indeks <5, yang diklasifikasikan sebagai kering, antara 5-10 “agak lembab”, 10,1-15 “lembab”, dan nilai indeks >15 diklasifikasikan “sangat lembab”.

Tabel 6 memperlihatkan dengan jelas adanya perbedaan yang signifikan besarnya AP, antara kejadian dengan kondisi awal kering di satu sisi dengan kondisi lembab pada sisi lain, pada lokasi 2, 3 dan 4 (bervegetasi bawah) dan lokasi 5 (tanah pertanian), dibandingkan dengan lokasi 1, 6 dan 7 (tanpa vegetasi bawah). Untuk kasus dengan kejadian AHL >40 mm terlihat sangat menyolok ditunjukkan untuk lokasi 5. Kemampuan tanah tegalan untuk meresapkan air pada kondisi kelembaban tanah yang kering terlihat lebih besar dibandingkan dengan permukaan tanah yang lain. Namun pada kondisi lapisan tanah yang lembab, dihasilkan AP yang besar dan diduga terjadi sebagai akibat makin jenuhnya lapisan tanah yang diikuti dengan kenaikan muka air tanah (*saturation overland flow*). Untuk kasus dengan kejadian AHL <40 mm, terlihat volume aliran untuk kondisi kelembaban yang berbeda tidak terlalu jauh perbedaannya. Kasus ini mungkin dapat dijelaskan dengan kemampuan pori makro dalam meningkatkan besarnya infiltrasi, terutama untuk kejadian hujan dengan intensitas yang rendah. Pengolahan tanah untuk penanaman tanaman merupakan salah satu faktor yang dapat membuat sistem pori makro menjadi efektif [12].

Pada lokasi 2, 3, dan 4 diperlihatkan perbedaan volume AP yang tidak terlalu besar – dibandingkan dengan lokasi 5 – untuk kasus dengan kejadian AHL >40 mm pada kondisi kelembaban yang berbeda. Namun untuk kasus dengan

Tabel 8. Rerata volume ABP (mm) untuk horison A dan B dikelompokkan atas dasar besarnya AHL

AHL	Lokasi Pengamatan							
	1		2		3		4	
	A	B	A	B	A	B	A	B
I	774	222	I	ND	462	62	600	103
II	248	43	258	ND	80	0	195	17
III	70	6	11	ND	0	0	18	0
AHL	5		6		7			
	A	B	A	B	A	B		
I	I	ND	1107	434	339	ND		
II	113	ND	389	174	637	ND		
III	0	ND	98	12	108	ND		

kejadian AHL <40 mm ditunjukkan perbedaan angka yang cukup besar. Ini dapat berarti, bahwa proses penjujukan lapisan tanah pada permukaan bervegetasi bawah rumput relatif lebih cepat terjadi, sehingga memungkinkan terbentuknya AP pada permukaan tanah yang jenuh dan meluas.

d) Air hujan lolos (AHL) dan aliran bawah permukaan (ABP), perbedaan antar lokasi

Pada Tabel 8 diperlihatkan besarnya rerata volume ABP untuk horison A (kedalaman 30 cm dari permukaan) dan B

(75 cm) untuk seluruh lokasi pengamatan. Pola yang terlihat tidak terlalu berbeda dengan pola yang berlaku untuk AP. Lokasi 1, 6 dan 7 memperlihatkan angka, baik untuk horison A maupun B, yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi pengamatan lain. Untuk seluruh lokasi penelitian berlaku, bahwa peningkatan volume aliran seiring dengan peningkatan jumlah hujan, namun demikian tidak seragam. Untuk seluruh lokasi, kecuali lokasi 7, terlihat kecenderungan volume ABP yang sangat tinggi pada kejadian dengan air hujan lolos >40 mm dibandingkan dengan kejadian untuk AHL <40 mm. Pada lokasi 3, 4 dan 5 ABP pada horison A untuk kejadian hujan <20 mm tidak dapat terdeteksi.

Tingginya ABP pada horison A dan B pada lokasi 6 dan 7 boleh jadi disebabkan oleh dominannya tanaman keras

yang ada (Karet pada lokasi 6) dan Sengon buton (lokasi

7) yang memungkinkan air bergerak secara lateral dan cepat pada celah-celah perakaran. Terganggunanya lokasi

Rerata proporsi volume ABP untuk horison A pada seluruh lokasi berkisar antara 0,4-2% dengan kisaran nilai maksimum 2,1-6,4%. Sedangkan untuk horison B berkisar antara 0,1-0,5% dengan nilai maksimum antara 1,7-3,5%. Dengan demikian secara keseluruhan untuk horison A dan B angkanya berkisar antara 0,5-2,5% dengan kisaran angka maksimum 3,8-9,9%. Seperti juga yang berlaku pada AP, maka proporsi tertinggi dari ABP dapat diidentifikasi pada lokasi 6 dan 7.

e) Pengaruh faktor kelembaban terhadap pembentukan aliran bawah permukaan (ABP)

Seperti telah diperlihatkan pada Tabel 4, maka pengaruh faktor kelembaban secara langsung diperlihatkan dengan rendahnya volume ABP, baik untuk horison A dan B, pada bulan September dan Oktober. Untuk bulan September, dengan kondisi yang sangat kering diperlihatkan untuk seluruh lokasi pengamatan angka yang sangat rendah, dan untuk lokasi 3, 4, dan 5 bahkan tidak terdeteksi.

Pada bulan Oktober kelembaban tanah meningkat, diikuti dengan kenaikan volume ABP pada horison A untuk seluruh lokasi, sedangkan untuk horison B terlihat pada lokasi 3 dan 4 tidak terdeteksi. Pada lokasi 6 dan 7, tercatat pada bulan ini angka maksimum ABP, baik untuk horison A maupun B.

f) Fungsi hidrologis Hutan Kota Kampus Universitas Indonesia

Hasil analisis menunjukkan bahwa kemampuan tutupan hutan baik sejenis maupun campuran dengan vegetasi bawah rumput dan semak mampu memperkecil produksi AP dan ABP. Rerata proporsi AP dan ABP (horison A dan B) dari AHL yang terbentuk pada lokasi ini berkisar 8,3-10,4% dan 0,5-1,1%, jauh lebih rendah dibandingkan dengan lokasi tanpa vegetasi bawah dan lapisan seresah sebesar 11,9-13,9% dan 1,7-3,5%. Perbedaan proporsi

tersebut terlihat nyata selama periode kering dengan dominan kejadian hujan konvektif (September Oktober) dibandingkan dengan periode basah (November Februari).

Relatif tingginya AP pada permukaan tanah bervegetasi rumput selama bulan Desember-Februari, diduga berkaitan erat dengan meningkatnya kejenuhan tanah dan muka air tanah. Untuk kejadian ini, AP dapat ditetapkan sebagai AP yang terbentuk pada lapisan tanah yang jenuh dan meluas (*widespread saturation overland flow*), sebagai salah satu ciri khas di daerah tropik musiman dengan lapisan yang relatif kedap dan muka air tanah yang dangkal [3]. Dengan demikian proporsi rerata sebesar 88,5% dari AHL pada permukaan dengan vegetasi bawah rumput ini atau 82,19% pada permukaan tanpa vegetasi dan lapisan seresah seharusnya meresap kedalam lapisan tanah yang lebih dalam dan selanjutnya mungkin sebagian kecil akan bergerak secara lateral pada horison C baik cepat (*troughflow*) ataupun lambat (sebagai aliran dasar), sedangkan sebagian besar lagi akan bergerak

2. Secara keseluruhan, antara air hujan lolos dengan volume aliran permukaan, menunjukkan korelasi positif yang linear. Namun pada lokasi tanpa vegetasi bawah dan lapisan seresah diperlihatkan korelasi yang kuat (koef. Determinasi >80%).

3. Pengaruh faktor kelembaban tanah terhadap tingginya aliran permukaan yang terjadi, terlihat secara nyata pada lokasi dengan vegetasi bawah dan lokasi tanah pertanian, dan ini terutama signifikan pada kejadian-kejadian dengan air hujan lolos >40 mm.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didanai melalui Program Riset Unggulan Universitas Indonesia (RUUI) tahun anggaran 2000 dengan nomor kontrak: 609/PT02.H1/N/2000. Dengan terlaksananya kegiatan penelitian ini, kami mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Indonesia.

Selain itu tak lupa kami sampaikan terima kasih kepada Taryana, Herlambang, S.Si, dan Leni Delliani, S.Si yang telah membantu dalam pengumpulan data lapang, pengolahan data, dan pengetikan.

Daftar Acuan

1. M. Bonell, D.A. Gilmour, *J. of Hydrol.* 1 (1978) 365.
2. C. H. Leigh. *Malay. Nat. Journal* 30 (1978) 199.
3. R.P.D. Walsh, *Z. Geomorph N.F.* 36 (1980) 176.
4. S. Nortcliff, J.B. Thornes, In: R. Cal, E.W. Russell (Eds.) *Tropical Agricultural Hydrology*, W. Cay, London, 1981, p37.
5. L. A. Bruijnzel, *IAHS Publication no. 140* (1983) 165.
6. M. G. Anderson, T.P. Burt, *Earth Surface Processes* 3 (1978) 331.
7. S. Uhlenbrook, C. Leibundgut, *Wasser & Boden* 49 (1997) 13.
8. B. L. Finlayson, *Z. Geomorph. N. F.* 22 (1978) 192.
9. E. Kusratmoko, Ph.D. Thesis, Fachbereich Geowissen., Univ. Mainz, Germany, 1999.
10. I.M. Sandy. *A preliminary statistical investigation on the rainfall of Java. Publikasi* (1982).
11. R. J. Chorley, In: M.J. Kirkby (Ed.), *Hillslope Hydrology*, Chichester, 1978, p1

