

ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN TERHADAP DEBIT SUNGAI (STUDI KASUS SUB-DAS CIKAPUNDUNG GANDOK, BANDUNG)

Mardi Wibowo

Peneliti di Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

Abstrak

Now, Bandung area especially Cikapundung Catchment Area is developing rapidly. The development caused the need of area for settlement, business and other constructed area is also increasing. Increase in width of constructed area and decrease in width of forest area cause the run off coefficient is rise and the last, rate of flow the river at rain season is rise and at dry season is decreased.

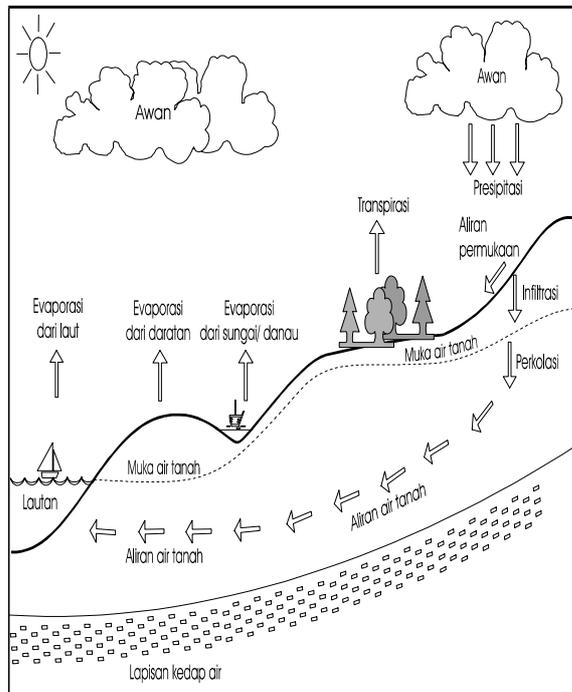
Result of this study are: a) daily minimum rate of flow Cikapundung Gandok Catchment area is decreased with gradient 0,004; b) daily maximum rate of flow Cikapundung Gandok is rise, with gradient 0,1682; c) annually rate of flow Cikapundung river is rise with gradient 0,5685; d) this pattern point a,b,c are caused by using of land that tend convert non-constructed area become constructed area; e) Each type of landuse have same influence on river rate of flow

Keywords : *run off coefficient, daily maximum and minimum rate of flow*

1. PENDAHULUAN

1.1. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan gambaran perjalanan air dari suatu tempat kembali ke tempat tersebut. Secara skematik siklus hidrologi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Siklus Hidrologi

Presipitasi mungkin terbentuk sebagai hujan, salju atau hujan es. Sebagian atau seluruh hasil presipitasi tersebut dapat menguap sebelum mencapai permukaan tanah. Hasil presipitasi yang mencapai permukaan tanah mungkin diintersepsi oleh vegetasi atau meresap ke dalam permukaan tanah atau menguap atau menjadi limpasan permukaan. Penguapan dapat terjadi dari permukaan tanah, air atau daun tumbuhan melalui proses transpirasi. Air hujan yang bergerak di permukaan bumi disebut limpasan permukaan sedangkan yang bergerak ke dalam permukaan tanah disebut infiltrasi.

1.2. Peran Kualitas Ruang Hidrologi Terhadap Debit Sungai

Debit air sungai tergantung pada curah hujan dan kualitas ruang hidrologi. Keterkaitan tersebut diekspresikan dengan persamaan :

$$Q = C (PA) + b$$

term1 term2

dimana :

- Q = debit air permukaan
- b = aliran dasar
- C = koefisien kualitas ruang ($0 \leq C \leq 1$)
- P = curah hujan
- A = luas daerah tangkapan air
- term1 = komponen limpasan langsung (*direct run off*)

term2 = komponen aliran dasar (*base flow*)

Besaran term 1 dan term 2 tergantung pada kualitas ruang hidrologi yang ada, jika nilai mendekati 1 maka limpasan langsung akan dominan dan sebaliknya jika nilai C mendekati 0. Tabel 1 menunjukkan nilai C dari berbagai jenis penggunaan lahan.

Tabel 1. Koefisien limpasan (C) dari berbagai jenis penggunaan lahan

	Penggunaan Lahan	Koef. Limpasan (C)
1.	Hutan	0,01 - 0,1 ¹⁾
2.	Lapangan rumput	0,05 - 0,35 ¹⁾
3.	Lahan Terbangun	
	- Pertokoan	0,7 - 0,95 ¹⁾
	- Pemukiman	0,3 - 0,7 ¹⁾
	- Industri	0,5 - 0,9 ¹⁾
	- Jalan	0,7 - 0,95 ¹⁾
4.	Padi, Sorghum	0,26 ²⁾
5.	Ladang, Perkebunan	0,05 ²⁾
	- Kopi	0,02 - 0,034 ²⁾
	- Jagung	0,03 ²⁾
	- Teh	

Ada dua faktor utama yang mempengaruhi besarnya air limpasan yaitu : faktor yang berkaitan dengan karakteristik hujan dan faktor yang berkaitan dengan sifat fisik daerah aliran sungai⁽³⁾. Faktor-faktor yang berkaitan dengan curah hujan adalah sebagai berikut:

- Jenis presipitasi, misalnya hujan (berpengaruh langsung) dan salju.
- Intensitas curah hujan bila melebihi kapasitas infiltrasi maka air limpasan akan meningkat sesuai dengan peningkatan intensitas hujan.
- Lamanya curah hujan, curah hujan yang lama akan menurunkan kapasitas infiltrasi.
- Distribusi curah hujan dalam daerah pengaliran
- Curah hujan terdahulu dan kelembaban tanah, bila kelembaban pada lapisan tanah atas tinggi maka kapasitas infiltrasi kecil.
- Arah pergerakan curah hujan,
- Kondisi meteorologi lainnya, seperti kecepatan angin, kelembaban relatif,

tekanan udara rata-rata dan curah hujan tahunan.

Faktor-faktor yang berkaitan dengan sifat fisik DAS, adalah :

- Penggunaan lahan, penutupan lahan berupa hutan akan menaikkan kapasitas infiltrasi.
- Daerah pengaliran, hidrograf akan sebanding dengan luas daerah pengaliran
- Kondisi topografi daerah pengaliran, seperti corak, elevasi, gradien atau kemiringan.
- Jenis tanah, seperti bentuk butir tanah
- Faktor-faktor lainnya, seperti jaringan sungai dan drainase buatan.

Kaitan penggunaan lahan dengan sumberdaya air secara umum dalam suatu DAS dapat dilihat dalam beberapa aspek berikut ini⁽⁴⁾:

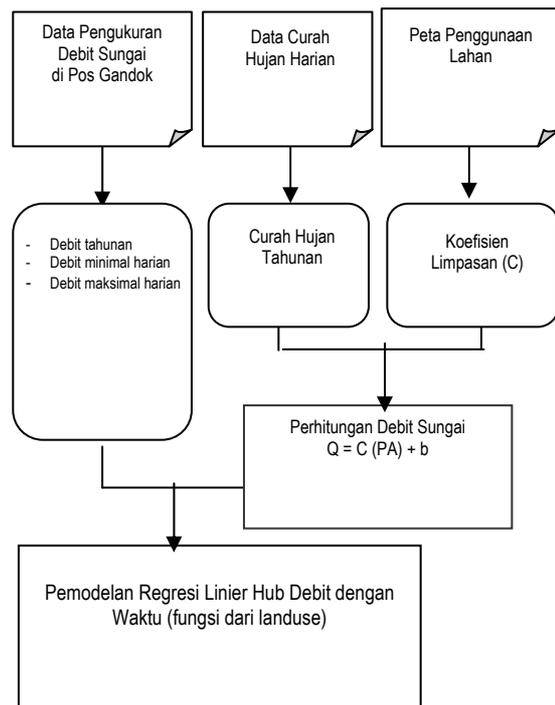
- Penggunaan lahan berdampak terhadap curah hujan. Lahan yang penuh ditutupi pepohonan seperti di kawasan pedesaan akan meningkatkan curah hujan sekitar 5-6%. Sementara itu kegiatan perkotaan dapat menyebabkan naiknya suspensi material padat, keadapan uap air, dan turbulensi di udara, sehingga mengakibatkan naiknya curah hujan sebesar 5-10%.
- Penggunaan lahan memberikan dampak besar terhadap kelembaban tanah. Lahan tertutup menjadi lebih lembab karena kurangnya radiasi dan tiupan angin.
- Urbanisasi memberikan akibat terhadap aliran limpasan. Perubahan penutupan lahan dari pedesaan ke perkotaan dapat meningkatkan debit banjir hingga 50%.
- Tutupan kanopi pepohonan yang rapat mengurangi debit banjir dengan periode ulang pendek, meningkatkan aliran dasar serta resapan air tanah.

1.3. Kondisi Lingkungan Sub-DAS Cikapundung Gandok

Dengan semakin berkembangnya kota dan jumlah penduduk di Kawasan Bandung khususnya di DAS Cikapundung (bagian dari Bandung Utara) menyebabkan kebutuhan akan lahan untuk pemukiman, perkantoran, pertokoan dan fasilitas lainnya juga semakin meningkat. Luas kawasan terbangun di Sub DAS Cikapundung Gandok pada tahun 1985 adalah 2,6805 km² dan pada tahun 1995 telah meningkat menjadi 6,6768 km². Dilain pihak luas kawasan hutan turun dari 36,3915 km²

(pada tahun 1985) menjadi 36,1275 km² (pada tahun 1995). Jadi selama 10 tahun telah terjadi kenaikan luas kawasan terbangun sekitar 3,9963 km² atau sebesar 149%.

Dengan semakin bertambah luasnya kawasan terbangun dan semakin berkurangnya luas hutan maka nilai koefisien limpasannya akan semakin bertambah besar dan pada gilirannya air yang menjadi aliran permukaan menjadi semakin besar dan pada akhirnya akan meningkatkan debit sungai pada musim hujan dan sebaliknya akan menurunkan debit sungai pada musim kemarau. Akibat lainnya adalah akan semakin memperbesar frekuensi terjadinya banjir di kawasan hilir Cekungan Bandung. Untuk membantu mengantisipasi kejadian tersebut di atas perlu adanya penelitian tentang hubungan antara perubahan penggunaan lahan dengan debit sungai khususnya di Sub DAS Cikapundung Gandok, sehingga nantinya dapat diperkirakan perubahan pola perilaku debit sungai dengan adanya perubahan penggunaan lahan tersebut.



Gambar 2. Tahapan penelitian

1.4. Tujuan

- Mengetahui hubungan antara perubahan penggunaan lahan dengan debit sungai di Sub DAS Cikapundung Gandok.
- Mengetahui pola atau perilaku perubahan debit maksimum dan minimum sungai dari waktu ke waktu akibat perubahan penggunaan lahan.

1.5. Manfaat

Hasil penelitian diharapkan berguna untuk:

- Memberikan gambaran tentang kecenderungan nilai debit sungai dan koefisien limpasan.
- Menggambarkan pengaruh konversi lahan terhadap keseimbangan air
- Mengantisipasi upaya konservasi air karena adanya konversi lahan
- Memberi masukan untuk perencanaan penggunaan lahan yang terpadu dengan upaya konservasi air.

2. METODOLOGI

Pada dasarnya metode yang digunakan adalah analisis statistik dengan persamaan regresi linier. Secara skematik tahapan penelitian (ruang lingkup pekerjaan) dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini:

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Koefisien Limpasan

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, keterkaitan antara penggunaan lahan dengan tatanan air dalam suatu DAS dapat didekati dari nilai koefisien limpasan. Nilai koefisien limpasan ini dipengaruhi oleh faktor alami (kondisi geologi, kemiringan lereng dan curah hujan) dan kondisi aktual (penggunaan lahan). Dalam makalah ini koefisien limpasan hanya dihitung berdasarkan pada kondisi aktual saja. Berdasarkan pada Tabel 2 terlihat bahwa dari tahun 1985 sampai tahun 1995 koefisien limpasan naik dari 0,2666 menjadi 0,2715 ini berarti akan terjadi peningkatan jumlah air limpasan sebesar 0,0051 atau 0,51 % dengan asumsi curah hujannya tetap. Kenaikan nilai koefisien ini terutama disebabkan semakin luasnya kawasan terbangun dan berkurangnya luas daerah tegalan dan hutan.

3.2. Debit

Untuk mengetahui kecenderungan potensi air permukaan, debit minimum dan maksimum harian diamati untuk jangka waktu antara tahun 1980 – 1995. Debit yang dipilih adalah debit harian, karena dinilai akan lebih baik mengingat hujan merupakan variabel

acak, serta meliputi daerah yang relatif luas. Dengan mengamati kecenderungan debit minimum dari tahun ke tahun, dapat diperkirakan potensi aliran dasarnya (*base flow*). Dari Gambar 3 terlihat bahwa debit minimum harian untuk periode ulang 1 tahun berfluktuasi (naik dan turun). Hal ini sesuai dengan curah hujan yang bersifat acak. Tapi dari hasil analisis statistik dengan regresi linier terlihat bahwa debit minimum harian cenderung turun dengan gradien penurunan sebesar 0,004 (lihat persamaan grafik yang bawah pada Gambar 3).

Selanjutnya dengan mengamati debit maksimum harian dapat diketahui kecenderungan debit maksimum yang terjadi. Dari Gambar 1 (grafik bagian atas) tampak bahwa ada kecenderungan debit maksimum harian semakin meningkat, secara linier debit maksimum harian dalam 1 tahun terlihat cenderung terus meningkat dengan koefisien regresi sebesar 0,1682. Dari kecenderungan ini dapat diinterpretasikan bahwa peluang atau kemungkinan terjadinya debit maksimum yang tentunya berkaitan dengan banjir dari waktu ke waktu semakin besar.

Namun secara umum debit tahunan S. Cikapundung dari tahun ke tahun cenderung meningkat, dengan gradien kenaikan sekitar 0,5685 (lihat Gambar 4)

Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa curah hujan merupakan variabel yang acak, tidak berpola dan besarnya tidak menentu dari waktu ke waktu. Sedangkan debit minimum harian terlihat cenderung menurun dan debit maksimum berpola cenderung naik, sehingga dapat disimpulkan bahwa debit sungai tidak semata-mata dipengaruhi oleh curah hujan yang bersifat acak tapi memang pengaruh curah hujan terhadap debit sangat besar dimana koefisien determinasi 0.2968 (lihat Gambar 5). Pola kecenderungan ini juga memiliki kaitan dengan pola penggunaan lahan yang cenderung terus mengalami konversi dari lahan non-terbangun menjadi lahan terbangun. Dengan semakin banyaknya penutupan lahan yang relatif kedap air (seperti bangunan) dan berubahnya hutan menjadi penggunaan lain akan mengurangi kapasitas penyerapan air hujan ke dalam tanah. Berkurangnya resapan ini sebaliknya akan meningkatkan limpasan permukaan yang selanjutnya memperbesar peluang terjadinya banjir.

Selanjutnya dengan mengamati keterkaitan antara debit tahunan S. Cikapundung hasil pengukuran di Pos

Gandok dengan tiap jenis penggunaan lahan terlihat bahwa tiap jenis penggunaan lahan hampir memiliki pengaruh yang sama kuat, kecuali perkebunan kina yang memiliki koefisien determinasi hanya $-1E-14$, sedangkan yang lain memiliki nilai koefisien determinasi sekitar 0,05 sampai dengan 0,07 (lihat Gambar 6). Dari Gambar 6 terlihat bahwa penambahan luas kawasan terbangun dan sawah akan menaikkan debit sungai. Sedangkan tegalan dan hutan berpengaruh sebaliknya, artinya bahwa pengurangan luas hutan dan tegalan akan menaikkan debit sungai.

Berdasarkan pada Gambar 7 terlihat bahwa ada kecenderungan yang sama antar debit tahunan hasil pengukuran di Pos Gandok dengan hasil perhitungan yaitu dari tahun ke tahun terjadi pola kecenderungan debit yang menaik.

4. PENUTUP

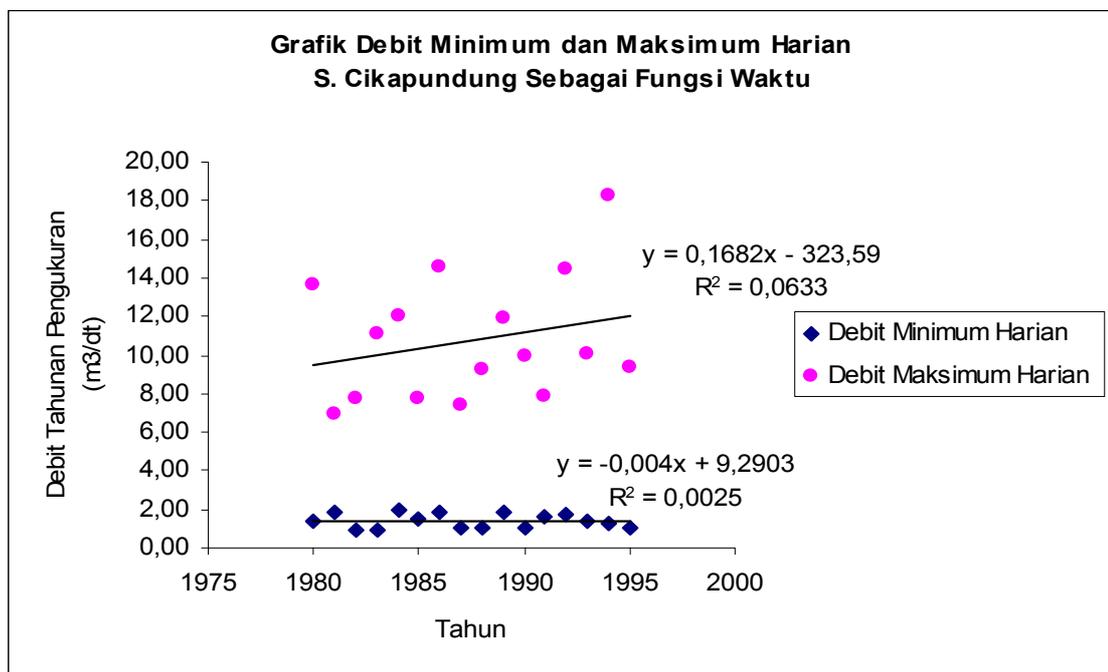
1. Debit minimum harian di sub-DAS Cikapundung Gandok cenderung turun dengan gradien penurunan sebesar 0,004.
2. Debit maksimum harian semakin meningkat, secara linier debit maksimum harian dalam 1 tahun terlihat cenderung terus meningkat dengan gradien kenaikan sebesar 0,1682.
3. Secara umum debit tahunan S. Cikapundung dari tahun ke tahun cenderung meningkat, dengan gradien kenaikan sekitar 0,5685.
4. Pola kecenderungan no. 1, 2, dan 3 di atas berkaitan dengan pola penggunaan lahan yang cenderung terus mengalami konversi dari lahan non-terbangun menjadi lahan terbangun. Dengan semakin banyaknya penutupan lahan yang relatif kedap air (seperti bangunan) dan berubahnya hutan menjadi penggunaan lain akan mengurangi kapasitas penyerapan air hujan ke dalam tanah sehingga meningkatkan air limpasan yang pada akhirnya menaikkan debit.
5. Tiap jenis penggunaan lahan memiliki pengaruh yang sama kuat terhadap debit sungai, kecuali perkebunan kina yang memiliki koefisien determinasi hanya $-1E-14$, sedangkan yang lain memiliki nilai koefisien determinasi berkisar antara 0,05 sampai dengan 0,07.

DAFTAR PUSTAKA

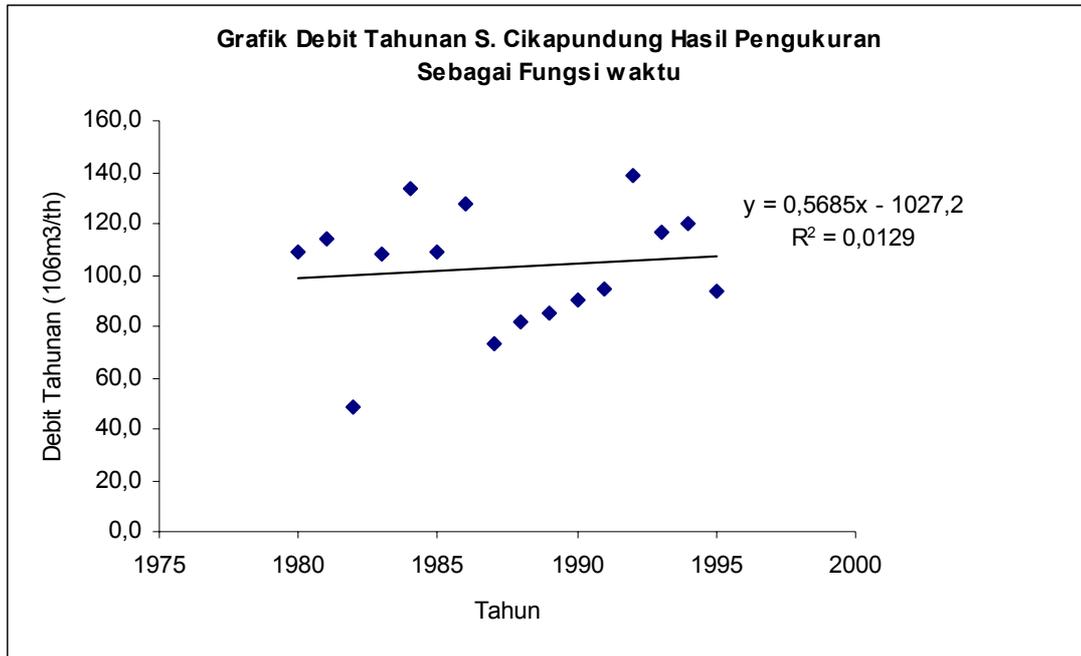
1. Soemarwoto, O., 1992 *Indonesia Dalam Kancah Isu Lingkungan Global*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 13 - 78
2. Jackson, I.J., *Climate, Water and Agriculture in The Tropic 2ed*, 1989, Longman Scientific & Technical, Harlow, 191 – 267
3. Marsh, W.M., *Landscape Planning Environmental Applications*, 1991, John Wiley & Sons, New York, 115 – 130
4. Widiati, A., 1998 *Analisis Pengaruh Perubahan Fungsi Ruang Hidrologi Terhadap Keseimbangan Air - Studi Kasus Cekungan Bandung*, Tesis Magister di T. Lingkungan ITB (tidak dipublikasi), Bandung.
5. Dinas Pertambangan Dati I Jabar dan LPM ITB, 1998 *Pengkajian Pemulihan Muka Air Tanah di Kab. Bandung, Bogor, Tangerang dan Bekasi (Final Report)*, Dinas Pertambangan Dati I Jabar dan LPM ITB.

Tabel 1. Pengaruh penggunaan lahan terhadap debit sungai di Sub-DAS Cikapundung-Gandok

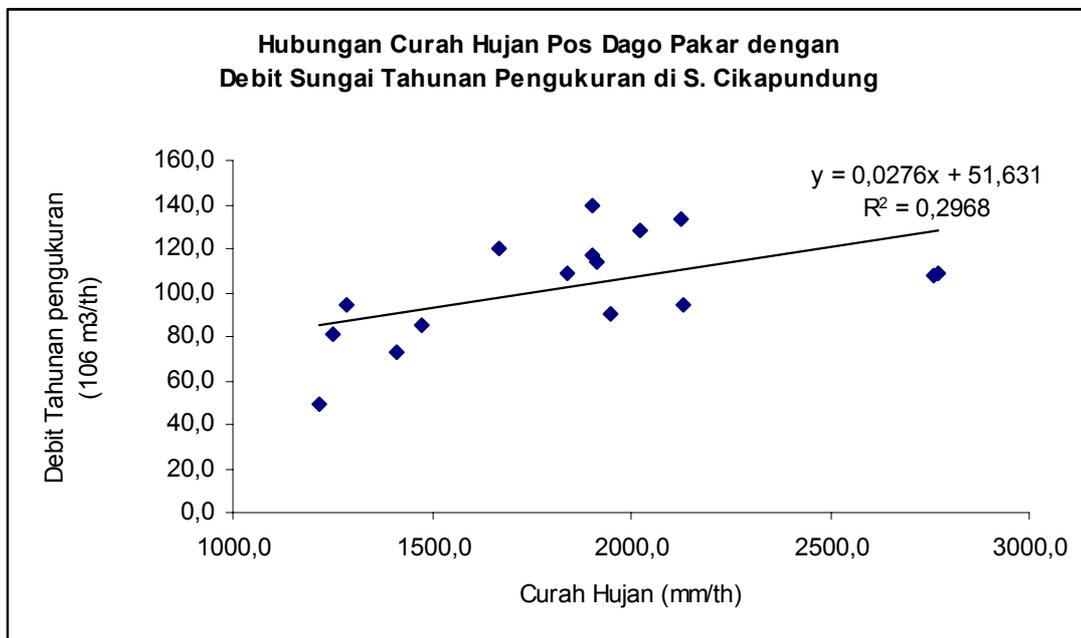
Tahun	Hujan Dago Pakar (mm/th)	Debit Hasil Pengukuran			Luas Penggunaan Lahan (km ²)								C Total (PC1+TC2+KC3+HC4+S C5+NC6)/L Tot	Debit Th-an Perhitungan (10 ⁶ m ³ /th)
		Debit Tahunan (10 ⁶ m ³ /th)	Minimum Harian (m ³ /dt)	Maksimum Harian (m ³ /dt)	Daerah Terbangun (P) C1=0,45	Tegalan (T) C2=0,40	Kebun Camp (K) C3=0,39	Hutan (H) C4=0,1	Sawah (S) C5=0,75	Perkebun Kina (N) C6=0,12	Luas Total (L tot)			
1980	1838,0	109,0	1,36	13,60										
1981	1913,0	114,2	1,82	6,94										
1982	1216,0	48,9	0,89	7,80										
1983	2759,0	108,0	0,93	11,10										
1984	2126,0	133,6	1,91	12,00										
1985	2770,0	109,0	1,55	7,80	2,6805	24,9001	11,0245	36,3915	4,9931	10,4103	90,40	0,2666	66,7543	
1986	2023,0	128,0	1,82	14,60	2,8512	24,8009	10,9181	36,3915	5,0280	10,4103	90,40	0,2668	48,7965	
1987	1412,0	72,8	1,00	7,43	3,0218	24,7017	10,8116	36,3915	5,0631	10,4103	90,40	0,2671	34,0895	
1988	1254,0	81,4	1,03	9,29	3,1924	24,6025	10,7051	36,3915	5,0982	10,4103	90,40	0,2673	30,3024	
1989	1474,0	85,0	1,90	11,90	3,3631	24,5032	10,5987	36,3915	5,1332	10,4103	90,40	0,2675	35,6508	
1990	1951,0	90,0	1,02	9,90	3,5337	24,4040	10,4922	36,3915	5,1683	10,4103	90,40	0,2678	47,2305	
1991	2131,0	94,1	1,65	7,90	3,7044	24,3048	10,3858	36,3915	5,2032	10,4103	90,40	0,2680	51,6344	
1992	1905,0	139,0	1,75	14,40	4,4475	23,8645	10,0945	36,3255	5,2577	10,4103	90,40	0,2689	46,3088	
1993	1904,9	117,0	1,42	10,10	5,1906	23,4242	9,8032	36,2595	5,3122	10,4103	90,40	0,2698	46,4568	
1994	1671,3	120,0	1,30	18,27	5,9337	22,9838	9,5119	36,1935	5,3668	10,4103	90,40	0,2707	40,8917	
1995	1284,8	94,0	2,03	9,37	6,6768	22,5435	9,2205	36,1275	5,4214	10,4103	90,40	0,2715	31,5367	



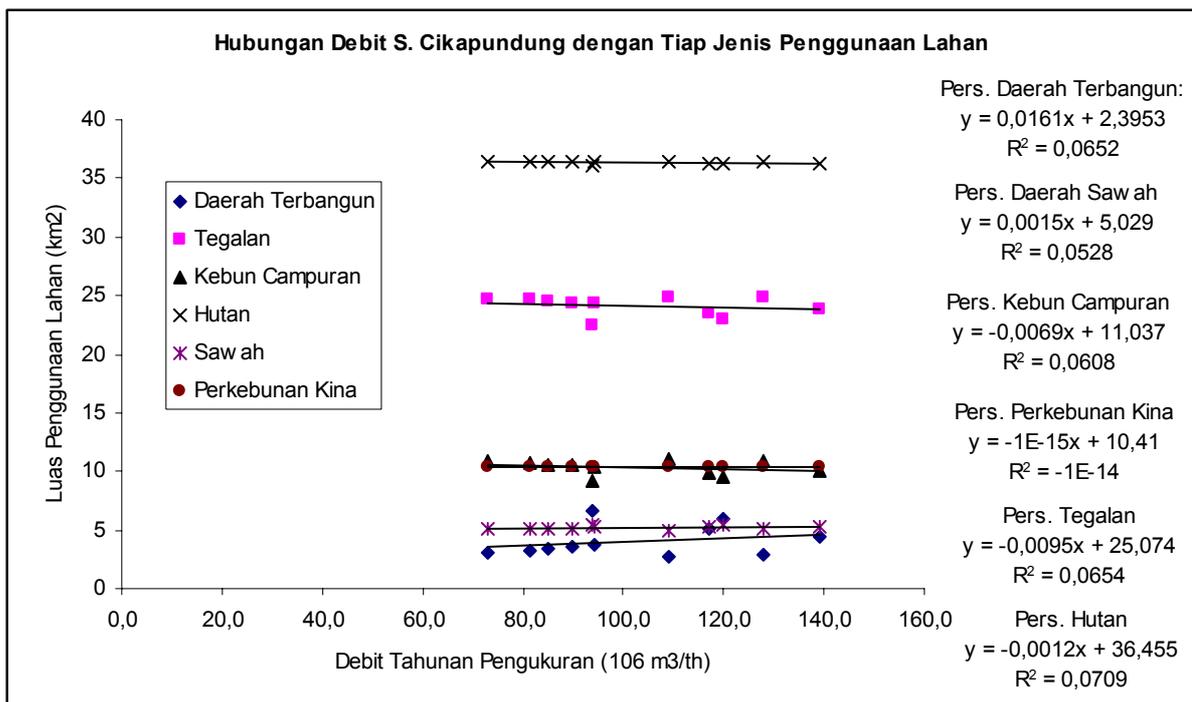
Gambar 1. Debit minimum dan maksimum harian Sub-DAS Cikapundung sebagai fungsi waktu



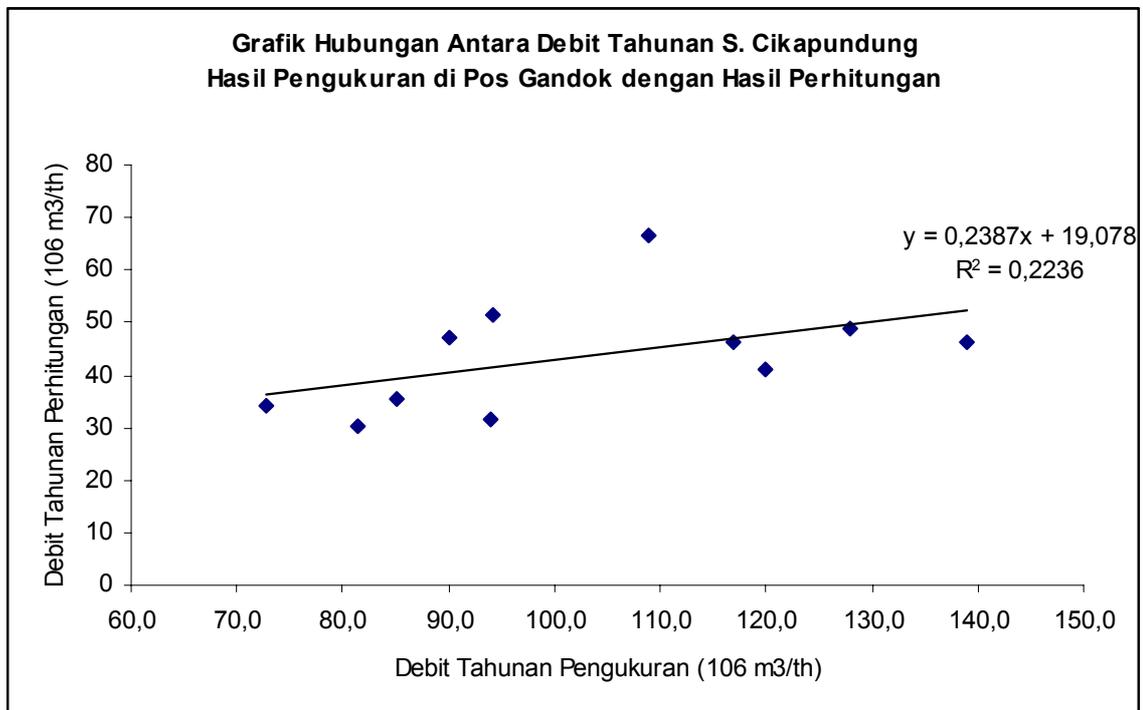
Gambar 2. Debit tahunan hasil penguykuran di Sub-DAS Cikapundung-Gandok sbg fungsi waktu



Gambar 3. Hubungan curah hujan Posa Dago Pakar dengan debit tahunan hasil pengukuran di Sub-DAS Cikapundung-Gandok



Gambar 4. Hubungan debit tahunan hasil pengukuran di Sub-DAS Cikapndung Gandok dengan tiap jenis penggunaan lahan di atasnya



Gambar 5. Hubungan antara debit tahunan hasil pengukuran dengan hasil perhitungan di Sub-DAS Cikapundung-Gandok