

KAJIAN KARAKTERISTIK KOMPONEN DAS CISADANE

Oleh:

Apip, Hendro Wibowo dan Iwan Ridwansyah
Pusat Penelitian Limnologi-LIPI

Latar Belakang

DAS Cisadane dengan luas 155.975 ha (RLKT-Bogor, 1986) membentang di lima wilayah administrasi yaitu Kabupaten Sukabumi, Kabupaten Bogor, Kota Bogor, Kabupaten Tangerang dan Kota Tangerang yang tentu berbeda dalam menyikapi Sungai Cisadane sesuai dengan kepentingan masing-masing. Perkembangan wilayah atau kota yang demikian pesat akan diikuti peningkatan kebutuhan air terutama air bersih. Sebagai contoh Kabupaten Tangerang dengan pertumbuhan penduduk rata-rata 12,04% di perkotaan dan 1,63% di pedesaan memerlukan 2.380,61 liter/detik air bersih untuk memenuhi kebutuhan penduduk pada tahun 2005. Pada tahun yang sama kebutuhan air untuk industri mencapai 3.464,72 liter/detik. Di sisi lain S. Cisadane yang merupakan salah satu sumber air, dalam perjalannya menuju hilir telah melalui daerah yang memberikan input pencemar, terutama dari daerah penambangan emas. Selain itu, perkotaan wilayah Bogor terus berkembang yang diantaranya telah merubah peruntukan sebagian DAS Cisadane. Hal-hal ini tentunya akan menunjang proses penurunan kualitas dan kuantitas air. Apabila hal ini terus berlanjut maka dikhawatirkan akan terjadi penurunan pasokan air bagi wilayah perkotaan yang dilalui S. Cisadane.

Semakin luasnya tanah yang tertutup bangunan menyebabkan fungsi resapan air menjadi berkurang, sehingga sebagian besar curah hujan akan menjadi aliran permukaan (*direct runoff*). Selain itu, pola cuaca dan iklim yang cenderung menyimpang seperti kejadian *La Nina* dan *El Nino* yang telah menyebabkan bencana alam banjir dan tanah longsor seperti kejadian banjir tahun 1996 dan tahun 2001, serta bencana kekeringan pada tahun 1992, 1994, dan 1997. Faktor-faktor lain yang menyebabkan bencana tersebut adalah terjadinya salah kelola lingkungan secara makro. Sistem perencanaan tata ruang DAS tidak komprehensif, meskipun pada saat ini pemerintah sudah mempunyai konsep *one river one management*.

Perubahan perilaku hidrologi ini berkaitan erat dengan perubahan lingkungan fisik yang terjadi di DAS. Perubahan lingkungan fisik berarti terjadi perubahan dalam komponen DAS diantaranya perubahan tata guna tanah, penambahan jumlah penduduk, dan penyimpangan unsur iklim. Disamping itu, dalam kegiatan pembangunan terdapat kemampuan manusia untuk mempengaruhi variabel iklim yang merupakan variabel input dalam menentukan kondisi hidrologi DAS. Perubahan dan penyimpangan variabel iklim akan mempengaruhi proses-proses yang ada dalam DAS seperti neraca air dan kondisi hidrologi serta proses-proses biokimia yang ada di dalamnya.

Berkaitan dengan beberapa permasalahan di atas, diperlukan upaya penanggulangan secara intensif melalui pengelolaan DAS. Pengelolaan DAS (*watershed management*) bertujuan membina kelestarian dan keserasian ekosistem serta meningkatkan kemanfaatan sumberdaya alam pada

umumnya dan keadaan tata air pada khususnya. Pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya air di suatu DAS untuk berbagai kepentingan memerlukan informasi tentang kondisi tata air. Informasi dasar yang diperlukan diantaranya tentang kondisi variabel komponen DAS. Untuk itu maka diperlukan penelitian awal yang mengkaji karakteristik komponen DAS dalam hal ini DAS Cisadane.

Tujuan

Melakukan kajian mengenai karakteristik komponen DAS Cisadane yang meliputi sumberdaya iklim dan hidroklimatologi, morfometri sungai, struktur tanah dan geologi, penggunaan lahan, dan perkembangan jumlah penduduk yang dapat dijadikan sebagai dasar dalam pengelolaan DAS Cisadane guna menuju pelestarian ketersediaan sumberdaya air dengan pemodelan kualitas dan kuantitas air untuk menyusun skenario dan simulasi penggunaan lahan sebagai dasar perencanaan tata ruang DAS Cisadane yang optimal.

Bahan dan Metode Penelitian

Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian mencakup wilayah DAS Cisadane yang dibagi kedalam beberapa Sub-DAS. DAS Cisadane berperan penting bagi kondisi tata air wilayah Ibu kota dan sekitarnya sebagai sumber air bersih, pengendali banjir, irigasi, penggelontor, dan salah satu sumber keanekaragaman hayati. Pada saat ini telah mengalami penurunan daya dukung lingkungan DAS dengan indikator terjadinya bencana banjir, berkurangnya air baku sungai baik dari segi kualitas atau kuantitas, penurunan kualitas air, perubahan tata guna tanah, dan udara yang semakin panas karena adanya gejala pulau panas (*heat island*) di berapa kota terutama Jakarta yang mempengaruhi intensitas kejadian hujan.

Periode penelitian direncanakan berlangsung tiga tahun, Tahun pertama dimulai pada tahun anggaran 2002.

Metode Penelitian

Data Penelitian

Data yang diperlukan adalah data dasar yang termasuk dalam komponen DAS ; sumberdaya iklim dan hidroklimatologi, morfometri sungai, struktur tanah dan geologi, penggunaan lahan, dan perkembangan jumlah penduduk. Data dasar dikumpulkan dari hasil pencatatan lapang, yang terdiri data primer dan data sekunder.

Data yang dibutuhkan adalah:

- Data unsur iklim, penduduk, dan jumlah industri
- Data *Southern Oscillation Indeks* (SOI)
- Peta jaringan stasiun iklim dan penakar curah hujan
- Peta rupa bumi skala 1:10.000 DAS Cisadane
- Peta hidrogeologi
- Sifat fisik tanah
- Data situs

- Hidrograf debit aliran sungai tiap Sub DAS
- Data debit aliran sungai

Pengolahan dan Analisis Data

Parameter hidrologi dapat dibagi dalam tiga kelompok, yaitu parameter hidroklimatologi, parameter proses, dan parameter fisik. Parameter hidroklimatologi merupakan data yang mencakup transformasi massa dan tenaga, seperti unsur iklim. Parameter proses mencakup besaran proses yang berpengaruh terhadap gerakan dan distribusi air di permukaan, seperti besaran intersepsi, infiltrasi, tampungan cekungan. Parameter fisik adalah parameter yang berguna untuk mendeskripsikan sistem DAS, seperti morfometri, sifat tanah, geologi dan tutupan lahan. Karakterisasi parameter-parameter tersebut diperlukan dalam penelitian ini untuk mengetahui bagaimana respon dan kepekaan DAS Cisadane terhadap variasi masukan tertentu.

Parameter Hidrometeorologi

- Analisis curah hujan dan unsur iklim lainnya menggunakan data seri beberapa tahun yang berasal dari stasiun iklim yang ada di DAS Cisadane, dengan memperhitungkan aspek keterwakilan masing-masing stasiun. Analisis yang dilakukan meliputi: distribusi hujan wilayah, distribusi hujan dalam suatu jangka waktu (bulanan, harian, per jam).

Parameter Proses

- Tutupan lahan dianalisis melalui interpretasi citra Landsat dan eksp lapangan. Data mengenai teknik pengelolaan tanah dapat diperoleh dengan cara pengamatan lapangan.
- Aliran sungai sebagai keluaran dari suatu DAS mempunyai peran sangat penting. Analisis terhadap sifat-sifat aliran dapat menggambarkan sifat DAS secara keseluruhan dalam mentransformasikan masukan menjadi luaran. Analisis akan dilakukan distribusi temporal dalam suatu jangka waktu (bulanan, harian) dari beberapa stasiun pengamatan sungai yang ada di DAS Cisadane.

Parameter Fisik

- Sifat tanah, formasi geologi, dan sifat tutupan lahan secara teoritik mempunyai pengaruh yang cukup besar pada respon DAS. Pada penelitian ini sifat-sifat tersebut didekati dengan analisis dan interpretasi peta tanah dan peta geologi, sedang untuk tutupan lahan dilakukan melalui interpretasi citra Landsat. Parameter DAS yang paling mudah diperoleh dan relatif tidak banyak mengalami perubahan adalah sifat geografik dan morfometri DAS. Parameter tersebut diperoleh dengan cara digitasi Peta Rupa Bumi skala 1 : 25.000. Melalui proses menggunakan software Arc View 3.1 diperoleh parameter DAS sebagai berikut : luas DAS, panjang sungai utama, panjang DAS, kemiringan sungai, Bifurcation Ratio, Circularity ratio, Elongation ratio, dan Drainage Density. Parameter tersebut berguna dalam penyusunan persamaan-persamaan rasional maupun model-model hidrologi sederhana.

Hasil dan Pembahasan

Kondisi Umum DAS Cisadane

DAS Cisadane bersumber di kaki Gunung Gede Pangrango, kabupaten Bogor, dan mengalir ke arah utara melalui Kabupaten dan Kodya Bogor, Kabupaten Tanggerang dan kodya Tanggerang, kemudian bermuara di Laut Jawa. Secara administrasi wilayah DAS Cisadane terdapat pada 3 propinsi yaitu Jawa Barat, DKI Jakarta dan Propinsi Banten.

Sungai Cisadane mempunyai anak-anak sungai antara lain Cikaniki di bagian Barat, Cianten, Ciampela dan Cihideung di bagian Tengah, dan Ciapus di bagian Timur. Disamping itu masih ada beberapa sungai kecil yang bermuara langsung ke sungai Cisadane maupun anak-anak sungainya. Debit sungai Cisadane antara musim penghujan dan musim kemarau mempunyai rasio yang relatif besar. Berdasarkan pengukuran debit tahun 1993, debit minimum adalah $24 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan debit maksimum adalah $380 \text{ m}^3/\text{detik}$ di lokasi Batubelah, sedangkan debit tahunan di Batu Tulis $37 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan Serpong $108 \text{ m}^3/\text{detik}$ (Brahmana dan Sutriati, 2001).

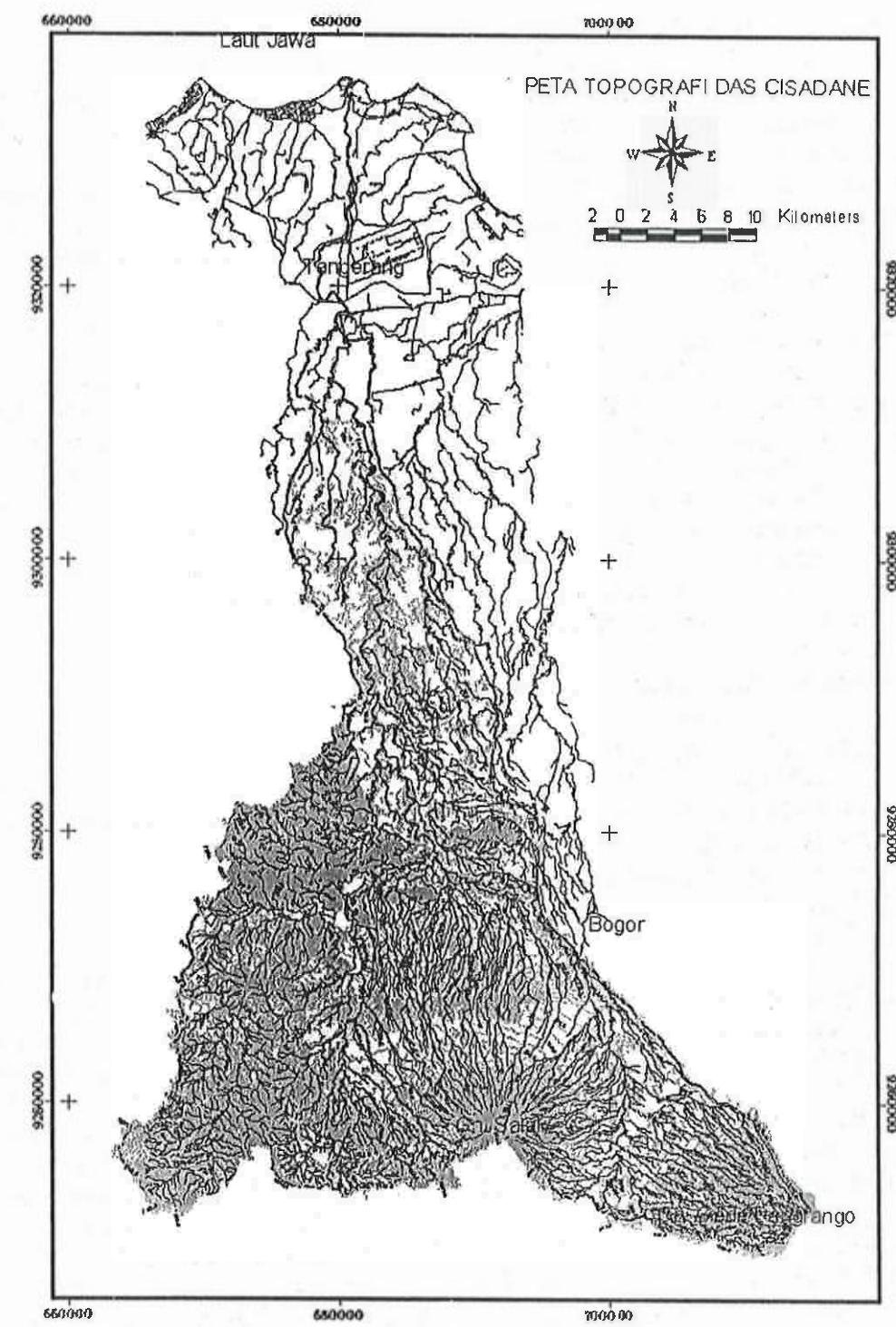
Sungai merupakan sarana yang sangat penting bagi masyarakat karena sebagian besar air sungai dimanfaatkan untuk keperluan sumber baku air minum, air baku Industri, irigasi/pertanian, perikanan, dan juga dimanfaatkan untuk keperluan rumah tangga (MCK), serta rekreasi dan pariwisata. Selain itu sungai Cisadane juga berfungsi sebagai sungai pembuang atau sarana penampungan air limbah dari buangan rumah tangga (domestik), limbah industri, limbah pertanian, dan limbah peternakan.

Komponen Das Cisadane

Aliran permukaan (*Runoff*) yang dihasilkan oleh suatu DAS merupakan hasil proses beberapa komponen yang ada dalam DAS. Faktor-faktor yang mempengaruhi runoff dapat dikelompokan menjadi dua yaitu : faktor-faktor yang mempengaruhi volume runoff dan faktor-faktor yang mempengaruhi distribusi runoff menurut waktu. Faktor-faktor yang mempengaruhi volume runoff:

Morfometri Sungai

Karakteristik Fisik DAS Cisadane didekati dengan analisis pada peta topografi dan pola aliran (gambar 1). Hasil sementara yang diperoleh adalah : luas DAS dengan outlet Bendung Pasar Baru adalah $1.256,2 \text{ km}^2$, panjang sungai utama 103, 191 km, kemiringan sungai utama 0,01974, dan kerapatan aliran 0,023. Pola aliran yang berkembang di daerah hulu terutama di G. Salak dan G. Pangrango adalah pola radial, tetapi pada hulu S. Cikaniki pola yang terjadi adalah dendritik. Pola aliran di daerah Leuwiliang bagian hulu S. Cianten adalah pararel dan rektaguler akibat kontrol struktur yang dominan. Bagian tengah ke arah hilir mulai Rumpin sampai ke Bendung Pasar Baru terbentuk pola aliran dendritik yang disebabkan oleh kekerasan batuan yang seragam.



Gambar 1. Peta Topografi dan Pola Aliran DAS Cisadane.

Sumberdaya Iklim dan Hidroklimatologi

a. Tipe Iklim DAS Cisadane

Meskipun pola perilaku unsur iklim di bumi cukup rumit, tetapi ada kecenderungan bahwa karakteristik dan pola tertentu dari unsur-unsur iklim di berbagai daerah yang letaknya saling berjauhan sekalipun, menunjukkan perilaku yang serupa apabila faktor utamanya sama. Faktor utama tersebut dapat berupa salah satu unsur iklim atau letak geografisnya. Metode yang digunakan untuk memperoleh efisiensi informasi mengenai perilaku dan karakteristik iklim maka dibuat sistem klasifikasi iklim.

Klasifikasi Koppen

Dasar klasifikasi ini adalah suhu udara dan hujan rata-rata bulanan maupun tahunan. Berdasarkan hasil pengolahan empirik data iklim DAS Cisadane untuk beberapa periode waktu berdasarkan analisis data hujan Stasiun Gunung Mas (Tabel 1), Atang Sanjaya (Tabel 2), dan Sawangan (Tabel 3), maka daerah ini umumnya mempunyai tipe iklim Koppen Afa. Berdasarkan kriteria tersebut maka DAS Cisadane mempunyai iklim hujan tropik dengan suhu bulan terdingin $>18^{\circ}\text{C}$, selalu basah, hujan setiap bulan dalam kondisi tahun normal rata-rata tidak kurang dari 60 mm dan suhu rata-rata dari bulan terpanas lebih dari 22.2°C .

Klasifikasi Schmidth-Ferguson

Sistem klasifikasi ini banyak digunakan dalam bidang kehutanan dan perkebunan. Penentuan tipe iklim menurut klasifikasi ini hanya memperhatikan unsur iklim hujan dan memerlukan data hujan bulanan paling sedikit 10 tahun. Kriteria pengelompokan kondisi hujan bulanan berdasarkan klasifikasi iklim Schmidth-Ferguson adalah sebagai berikut :

BB; bulan basah yaitu bulan dengan hujan $> 100 \text{ mm}$

BL; bulan lembab yaitu bulan dengan hujan 60-100 mm

BK; bulan kering yaitu bulan dengan hujan $< 60 \text{ mm}$

Proses penentuan tipe iklim berdasarkan klasifikasi di atas untuk DAS Cisadane dibagi dalam tiga wilayah yang meliputi wilayah hulu, tengah, dan hilir. Wilayah Hulu diwakili oleh kondisi unsur iklim Stasiun Gunung Mas (Tabel 1). Wilayah Hulu berdasarkan klasifikasi iklim Schmidth-Ferguson memiliki jumlah bulan basah (BB) 9.8/tahun, bulan lembab (BL) 1.1/tahun, dan bulan kering (BK) 1.1/tahun. Wilayah Hulu memiliki tipe iklim A dengan nilai Q = 11.71%. Daerah tersebut berarti bersifat sangat basah dengan vegetasi hutan hujan tropika, hutan lebat dan hijau. Wilayah Tengah diwakili oleh kondisi unsur iklim Stasiun Atang Sanjaya (Tabel 2). Wilayah Tengah berdasarkan klasifikasi iklim Schmidth-Ferguson memiliki jumlah bulan basah (BB) 10/tahun, bulan lembab (BL) 0.6/tahun, dan bulan kering (BK) 1.5/tahun. Wilayah Tengah memiliki nilai Q = 15.08% dengan tipe iklim B yang mempunyai karakteristik daerah basah dengan vegetasi masih hutan hujan tropik. Wilayah Hilir diwakili oleh kondisi unsur iklim Stasiun Sawangan (Tabel 3). Wilayah Hilir berdasarkan klasifikasi iklim Schmidth-Ferguson memiliki jumlah bulan basah (BB) 7.4/tahun, bulan lembab (BL) 1.5/tahun, dan bulan kering (BK) 3.1/tahun. Wilayah Hilir memiliki tipe iklim C dengan nilai Q = 41.98% termasuk kelompok daerah agak basah. Dari tipe iklim tersebut

diperoleh gambaran bahwa kondisi jeluk curah hujan di DAS Cisadane relatif beragam dengan sebaran hujan tinggi dimulai dari wilayah hulu dan berkurang ke arah hilir.

Tabel 1. Curah hujan rata-rata bulanan (mm) stasiun Gunung Mas Kee. Cisarua ; $06^{\circ}41'20.309''$ LS dan $106^{\circ}57'35.001'$ BT (DAS Cisadane Wilayah Hulu)

THN	Curah Hujan Bulanan (mm)												Kriteria Buian			Q (%)
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES	BB	BL	BK	
1979	532	6	610	694	409	278	87	6	439	249	682	680	9.0	1.0	2.0	
1980	1046	445	442	302	235	98	212	211	261	454	367	441	11.0	1.0	0.0	
1981	845	348	293	224	239	145	181	211	239	131	285	743	12.0	0.0	0.0	
1982	797	455	209	541	116	69	61	23	63	103	268	513	8.0	3.0	1.0	
1983	328	326	362	330	230	43	141	50	71	442	331	271	9.0	1.0	2.0	
1984	490	388	558	382	383	95	158	260	509	292	191	319	11.0	1.0	0.0	
1985	273	353	539	346	495	179	220	36	345	193	227	322	11.0	1.0	0.0	
1986	1011	439	518	263	198	245	216	144	347	255	324	352	12.0	0.0	0.0	
1987	563	501	382	401	120	76	9	2	25	122	398	403	8.0	1.0	3.0	
1988	435	272	393	298	188	76	65	56	145	302	312	582	9.0	2.0	1.0	
1989	500	525	363	268	407	237	194	262	86	280	287	484	11.0	1.0	0.0	
1990	896	471	195	267	256	157	149	284	188	178	145	547	12.0	0.0	0.0	
1991	429	593	323	341	117	18	7	7	130	97	575	498	8.0	1.0	3.0	
1992	465	381	307	574	192	151	207	264	327	422	239	486	12.0	0.0	0.0	
1993	688	166	233	50	18	73	15	133	83	83	74	59	4.0	4.0	4.0	
1996	545	329	30	40	79	83	139	133	296	260	357	453	8.0	2.0	2.0	
1998	301	385	684	332	249	270	150	77	107	215	186	193	11.0	1.0	0.0	
1999	662	910	511	305	479	344	222	230	59	510	684	758	11.0	0.0	1.0	
2000	757	591	313	454	456	108	170	39	77	210	568	192	10.0	1.0	1.0	
2001	815	929	570	495	272	163	124	51	193	451	475	70	10.0	1.0	1.0	
2002	672	765	359	283	64	140	176	41	13	37	206	277	8.0	1.0	3.0	
Total	13050	9878	8194	7190	5202	3048	2903	2520	4003	5286	7181	8643				11.71
Rata-rata	621.4	470.4	390.2	342.4	247.7	145.1	138.2	120	190.6	251.7	342	411.6	9.8	1.1	1.1	

Tabel 2. Curah hujan rata-rata bulanan (mm) stasiun Atang Sanjaya Kec. Bogor Barat (DAS Cisadane Wilayah Tengah)

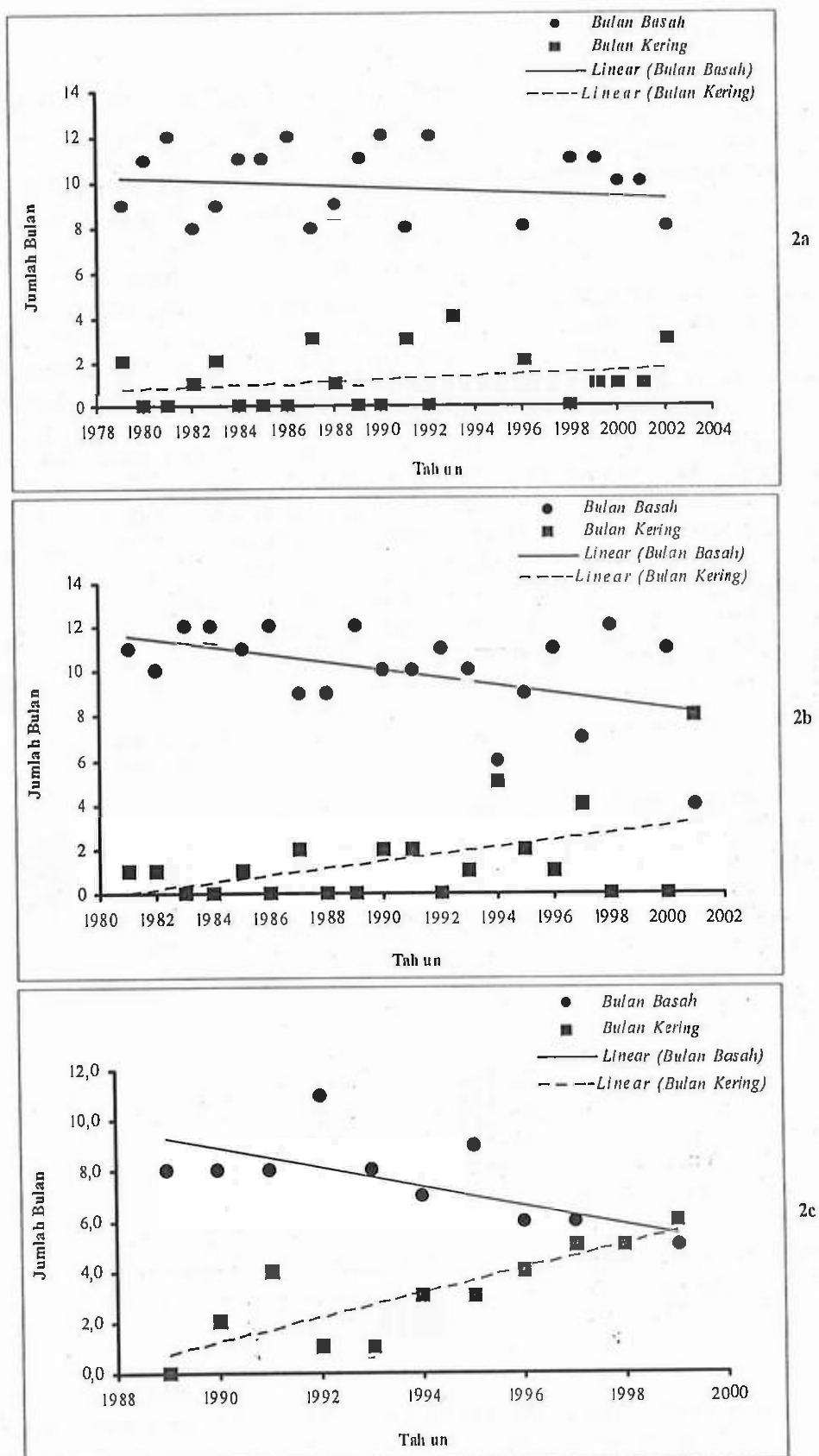
THN	Curah Hujan Bulanan (mm)												Kriteria Bulan			Q (%)
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES	BB	BL	BK	
1981	477	244	431	59	283	287	514	161	351	191	120	278	11.0	0.0	1.0	
1982	373	162	219	560	364	168	244	84	46	291	459	384	10.0	1.0	1.0	
1983	340	237	283	283	265	128	184	118	158	853	358	280	12.0	0.0	0.0	
1984	469	244	435	426	410	180	280	394	352	401	265	188	12.0	0.0	0.0	
1985	0	385	222	319	282	209	496	257	329	206	254	312	11.0	0.0	1.0	
1986	412	316	393	231	312	215	190	221	323	295	419	383	12.0	0.0	0.0	
1987	237	296	360	359	0	193	270	19	103	341	62	223	9.0	1.0	2.0	
1988	383	327	452	325	422	88	81	216	77	303	163	284	9.0	3.0	0.0	
1989	451	516	186	150	442	289	189	186	193	415	424	478	12.0	0.0	0.0	
1990	0	377	188	566	301	191	0	415	259	336	273	453	10.0	0.0	2.0	
1991	0	378	568	350	106	203	8	503	250	160	487	437	10.0	0.0	2.0	
1992	362	377	577	297	504	79	148	272	215	383	478	460	11.0	1.0	0.0	
1993	431	334	339	213	221	312	97	362	161	44	325	344	10.0	1.0	1.0	
1994	503	265	408	0	0	0	2	0	68	499	484	458	6.0	1.0	5.0	
1995	459	0	377	207	205	300	100	1	104	329	482	250	9.0	1.0	2.0	
1996	234	442	254	353	280	58	168	251	1506	367	670	294	11.0	0.0	1.0	

1997	529	172	167	212	528	26	33	56	10	71	280	367	7.0	1.0	4.0	
1998	211	329	634	311	171	287	156	110	423	500	175	104	12.0	0.0	0.0	
2000	337	298	120	219	436	150	272	180	331	148	376	61	11.0	1.0	0.0	
2001	613	478	0	453	0	0	260	0	0	0	0	0	4.0	0.0	8.0	
Total	6820	6176	6613	5891	5531	3363	3692	3806	5257	6130	6553	6037				15.08
Rata-rata	341	308.8	330.7	294.5	276.5	168.1	184.6	190.3	262.9	306.5	327.6	301.8	10.0	0.6	1.5	

Tabel 3. Curah hujan rata-rata bulanan (mm) stasiun Sawangan (DAS Cisadane Wilayah Hilir)

THN	Curah Hujan Bulanan (mm)												Kriteria Bulan			Q (%)
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES	BB	BL	BK	
1988	0	0	0	0	0	0	0	0	102	331	95	163	-	-	-	
1989	139	309	94	231	209	414	91	66	85	103	158	327	8.0	4.0	0.0	
1990	0	230	83	176	214	126	167	252	64	52	128	248	8.0	2.0	2.0	
1991	141	139	205	143	168	56	47	0	39	103	248	301	8.0	0.0	4.0	
1992	330	357	146	135	357	0	111	171	120	207	341	362	11.0	0.0	1.0	
1993	403	120	299	93	90	271	65	133	46	172	397	143	8.0	3.0	1.0	
1994	146	198	331	301	103	100	0	0	18	125	191	76	7.0	2.0	3.0	
1995	334	148	206	191	196	122	10	0	147	441	388	0	9.0	0.0	3.0	
1996	0	244	121	563	195	61	44	77	27	27	238	108	6.0	2.0	4.0	
1997	156	80	206	125	208	53	20	47	11	0	541	475	6.0	1.0	5.0	
1998	179	0	692	294	0	0	88	83	110	358	16	54	5.0	2.0	5.0	
1999	141	278	135	172	291	32	45	70	0	0	0	0	5.0	1.0	6.0	
Total	1969	2103	2518	2424	2031	1235	688	899	769	1919	2741	2257				41.98
Rata-rata	164.1	175.3	209.8	202	169.3	102.9	57.33	74.92	64.08	159.9	228.4	188.1	7.4	1.5	3.1	

Berdasarkan Gafik 2 di DAS Cisadane baik di wilayah hulu, tengah, dan hilir telah terjadi trend penurunan jumlah bulan dengan kriteria bulan basah (klasifikasi iklim Schmidth-Ferguson) yang dilanjut dengan trend kenaikan jumlah bulan dengan kriteria bulan kering (klasifikasi iklim Schmidth-Ferguson). Adanya trend perubahan tersebut dalam beberapa tahun terakhir dapat disebabkan oleh banyak faktor sehingga perlu kajian yang komprehensif. Secara teoritis perubahan ini dapat disebabkan oleh perubahan faktor lingkungan dalam skala mikro, regional, atau global. Ketiga faktor tersebut dapat merubah tiga komponen meteorologi yang menjadi penentu utama dan besarnya kejadian hujan yaitu : (i) jumlah massa air *precipitable* ; (ii) laju konvergensi atau tenaga orografis sebagai penggerak massa udara; dan (iii) gerakan vertikal massa udara. Air *precipitable* menyatakan sumber air yang potensial tersedia di kolom atmosfer untuk jatuh sebagai hujan. Besarnya air *precipitable* sangat tergantung pada jumlah air di permukaan, energi penguapan, dan wilayah konvergensi (siklon). Pergeseran wilayah konvergensi akibat perubahan sirkulasi global atau regional dapat mempengaruhi jatuh kejadian hujan. Trend penurunan jatuh hujan bulanan atau tahunan pada beberapa tahun terakhir tidak hanya terjadi di sekitar DAS Cisadane tetapi juga terjadi wilayah DAS lainnya.

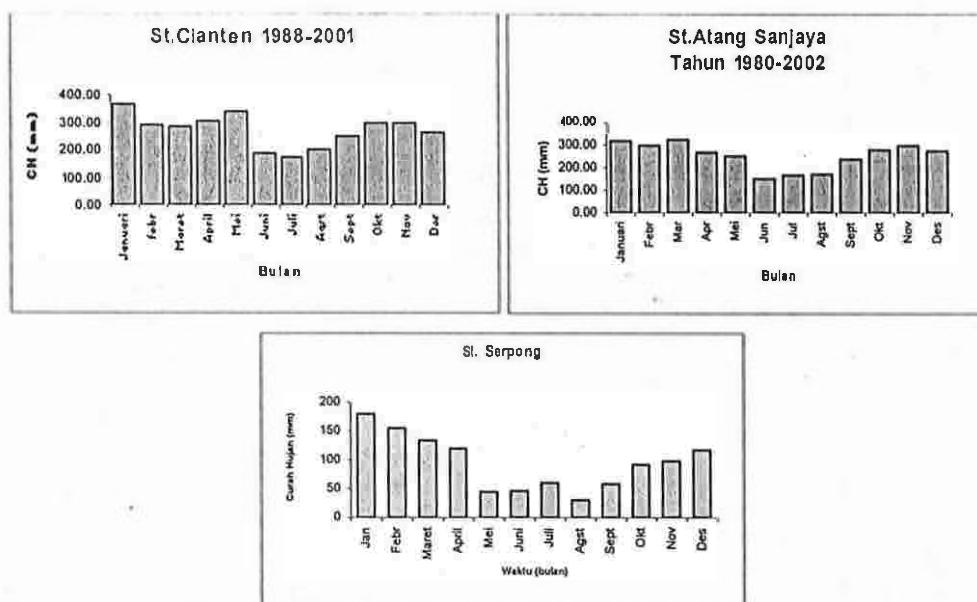


Gambar 2. Trend perubahan jumlah bulan basah dan bulan kering dalam skala waktu tahunan untuk St. Gunung Mas (1a), St. Atang Sanjaya (1b), dan St. Sawangan (1c).

b. Data curah hujan

Hujan merupakan salah satu bentuk presipitasi. Menurut tipenya, hujan dapat dibagi menjadi hujan konvektif, orografis, dan hujan frontal. Tipe hujan yang banyak terjadi di daerah tropik seperti DAS Cisadane adalah hujan orografis dan konvektif. Penerimaan hujan tertinggi terdapat di sekitar equator pada sabuk $15^{\circ}\text{LU}-10^{\circ}\text{LS}$ (Handoko, 1993). Wilayah ini merupakan daerah pembentukan awan secara intensif (*Inter Tropical Convergence Zone; ITCZ*) merupakan daerah pertemuan dua massa udara tropis (daerah konvergensi). Pengangkatan massa udara yang hangat, lembab dan tidak stabil terjadi secara aktif. DAS Cisadane mempunyai pola hujan bulanan dalam setahun berbentuk huruf u dengan jukuh hujan maksimum pada musim penghujan yang umumnya berlangsung dari bulan Oktober-April dan menurun pada musim kemarau yang berlangsung pada bulan April-Oktober.

Data curah hujan dikumpulkan dari stasiun hujan yang ada di DAS Cisadane dan sekitarnya. Stasiun-stasiun itu adalah: Citeko, Cianten, Cihideung, Jasinga, PLTA Kracak, Atang Sanjaya, Dramaga, Empang, Serpong, Gunung Batu, Parung Ciseeng, Sawangan, dan Cimanggu. Stasiun Citeko dan Dramaga merupakan stasiun dengan penakar hujan otomatis, sehingga penentuan distribusi dan intensitas hujan stasiun lain mengacu pada dua stasiun tersebut. Untuk daerah berbukit-bukit diwakili oleh stasiun Citeko, untuk daerah datar diwakili oleh stasiun Dramaga.



Grafik 3. Hujan Bulanan Rata-rata Beberapa Stasiun Hujan di DAS Cisadane (Wilayah Hulu; St. Cianten, Wilayah Tengah; St. Atang Sanjaya, Wilayah Hilir; St. Serpong).

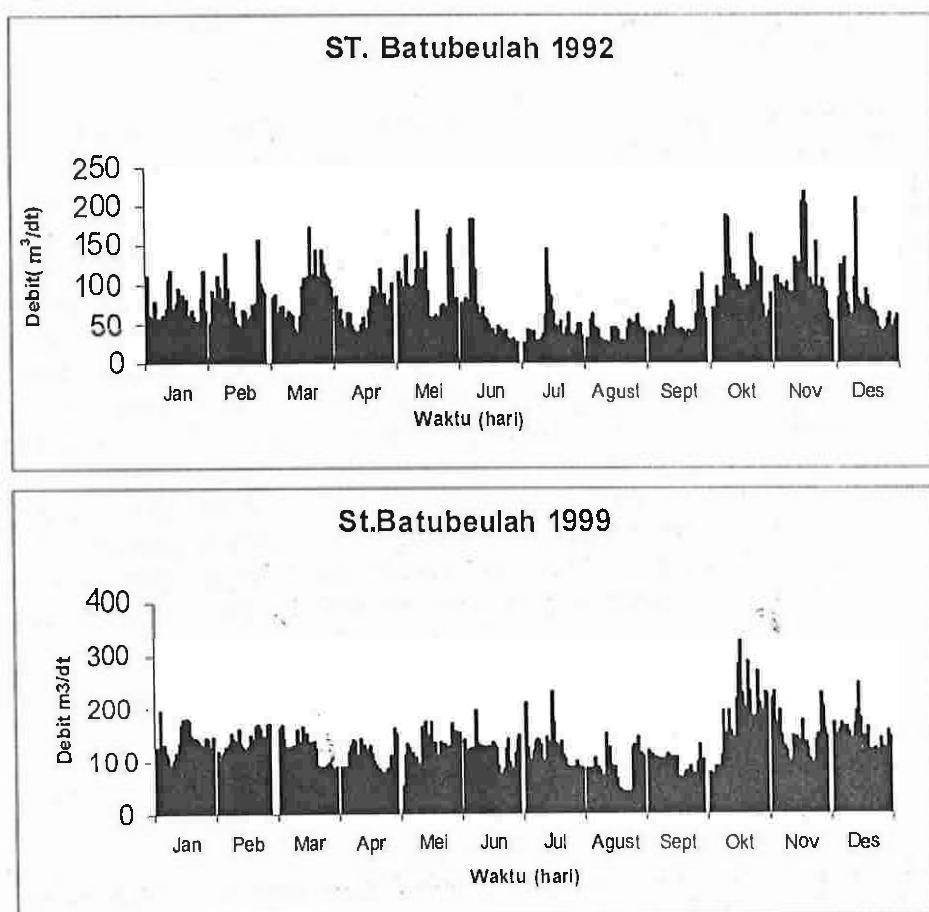
Beberapa informasi untuk menggambarkan keadaan suatu wilayah adalah data curah hujan rata-rata tahunan, hari hujan, pola musiman, dan peluang kejadian hujan. Data hujan mempunyai variasi yang sangat besar dibandingkan unsur-unsur iklim yang lain, baik variasi menurut tempat atau

waktu. Untuk mendapatkan gambaran wilayah diperlukan pengamatan yang cukup panjang dan kerapatan jaringan stasiun pengamatan yang memadai.

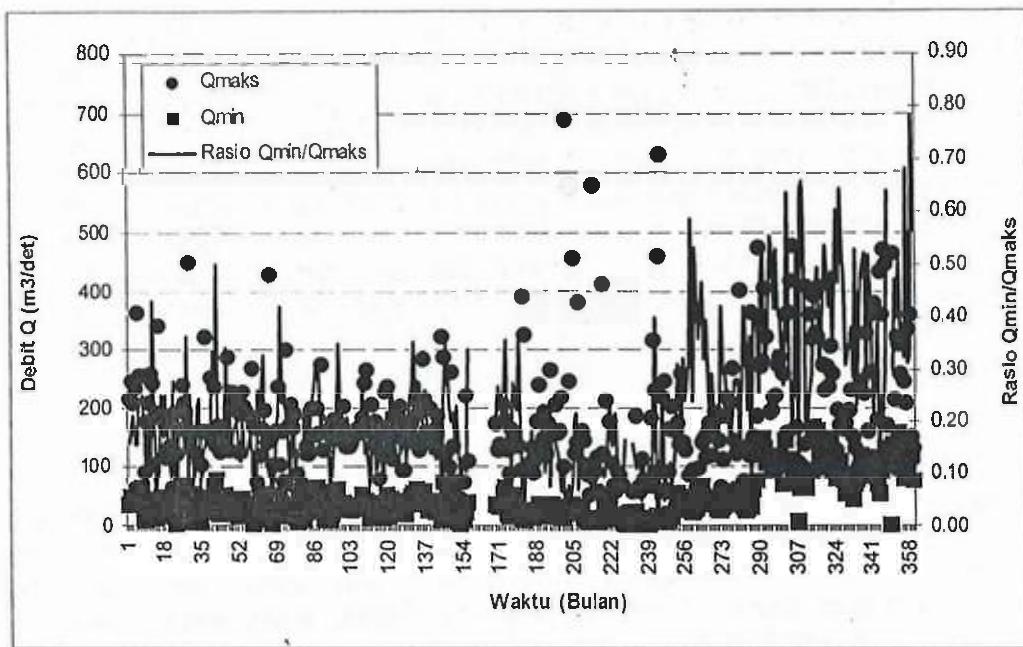
Menurut BMG hari hujan adalah hari dengan penerimaan hujan 0.5 mm atau lebih. Berdasarkan kriteria ini di DAS Cisadane, curah hujan rata-rata tahunan sekitar 1800 mm (Wilayah Hilir; Tabel 3) sampai 3700 mm (Wilayah Hulu; Tabel 1). Curah hujan rata-rata bulanan (gambar 3) untuk wilayah hulu bervariasi antara 300 mm sampai 400 mm untuk musim penghujan dan 150-200 mm untuk musim kemarau. Wilayah Tengah mempunyai variasi 250-350 mm pada musim penghujan dan 100-150 mm pada musim kemarau. Variasi hujan musiman di wilayah Hilir semakin turun jeluknya dengan variasi 50-180 mm pada musim penghujan dan 25-50 mm pada musim kemarau.

c. Debit Aliran Sungai

Data debit yang telah terkumpul dianalisa untuk melihat distribusi temporal baik dalam skala harian, bulanan, atau tahunan. Stasiun Pengamatan Debit Sungai (SPS) yang digunakan adalah SPS Legokmuncang, SPS Empang, SPS Batubeulah, SPS Serpong, dan Bendung Pasar Baru. Distribusi besarnya debit aliran secara temporal dengan satuan waktu harian selama satu tahun dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pola distribusi debit aliran Sungai Cisadane St. Batubeulah.



Gambar 5. Pola distribusi debit maksimum, debit minimum, dan rasio debit minimum per debit maksimum rata-rata bulanan aliran Sungai Cisadane St. Batubeulah (1969-1997).

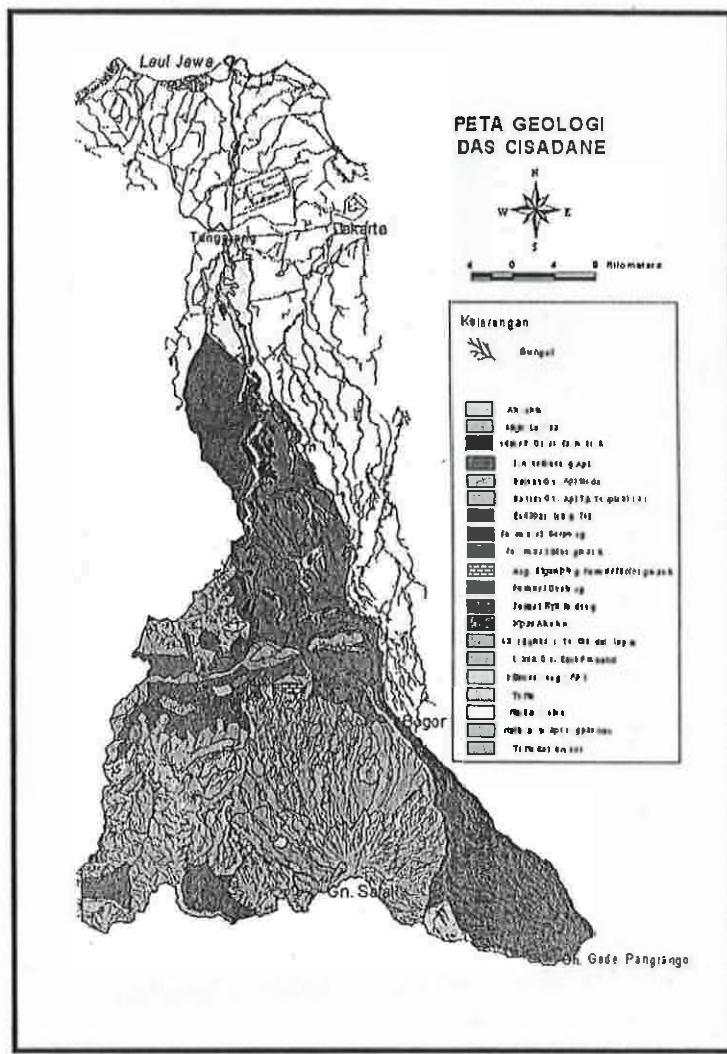
Salah satu indikator untuk penilaian kondisi DAS adalah besarnya rasio antara debit minimum dan debit maksimum, semakin kecil rasio tersebut maka menunjukkan kondisi DAS mengalami penurunan kualitas yang ditandai oleh fenomena peningkatan aliran permukaan (runoff) pada saat musim penghujan dan terjadi defisit air pada saat musim kemarau tiba. Pada saat kejadian hujan jumlah air yang dapat digunakan sebagai cadangan lengas tanah (*soil moisture storage*) berkurang karena semakin sedikitnya fungsi lahan yang dapat menyimpan air hujan sebagai cadangan lengas tanah secara efisien. Berdasarkan Gambar 5 kondisi DAS Cisadane yang diwakili oleh St. Batubeulah menunjukkan trend peningkatan rasio debit minimum terhadap maksimum, tetapi pada akhir periode analisis simpangan antar nilai rasio terjadi peningkatan simpangan atau perbedaan. Beberapa kegiatan konservasi yang dapat meningkatkan kualitas DAS adalah pemanfaatan ruang sesuai dengan Rencana Umum Tata Ruang dan Wilayah, penghijauan dan reboisasi, dan teknik pertanian yang menerapkan kaidah konservasi air dan tanah.

Jenis Tanah dan Struktur Geologi

Klasifikasi tanah di DAS Cisadane dibedakan kedalam tiga satuan, mulai dari dataran tinggi ke rendah masing-masing adalah regosol di puncak pegunungan seperti daerah Pangrango, kemudian andosol di lereng-lereng pegunungan yang berasosiasi dengan regosol dan latosol. Selanjutnya latosol di lereng yang lebih rendah dipisahkan menjadi beberapa satuan berdasarkan perbedaan warna.

Informasi geologi dan hidrogeologi menunjukkan bahwa kawasan ini merupakan kawasan recharge, kawasan Cisadane Hulu termasuk ke dalam

zone recharge 1 (daerah pegunungan) dan zone 2 (daerah lereng pegunungan), dimana air tanah mengalir dari kawasan Gunung Salak, Gunung Halimun, dan Gunung Pangrango (Roemantyo, et. al., 2003). Kondisi dan jenis batuan di DAS Cisadane dapat dilihat pada Gambar 5.



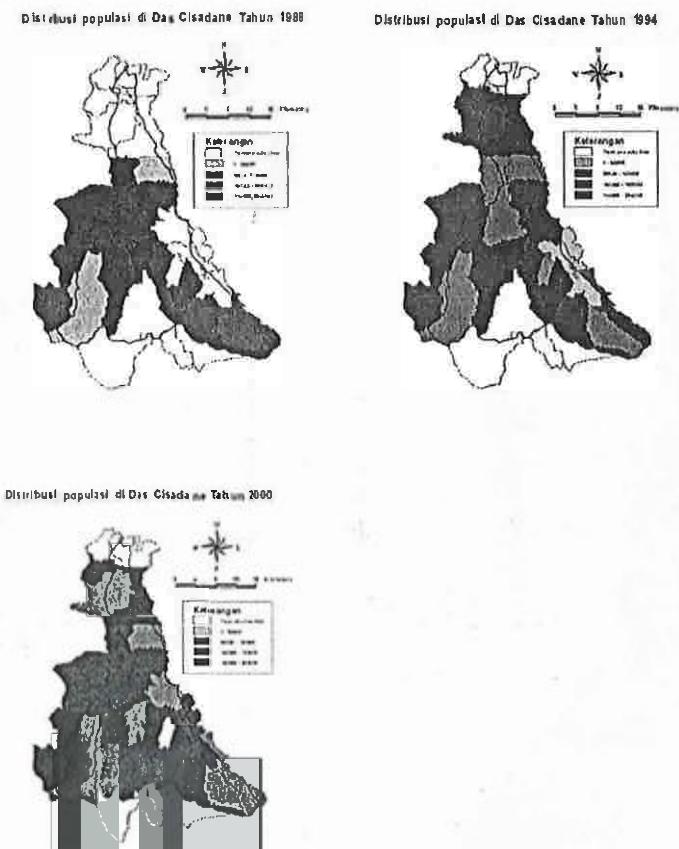
Gambar 5. Peta Geologi DAS Cisadane.

Jenis Penggunaan Lahan

Pertumbuhan penduduk yang cukup pesat, kurangnya lapangan kerja, menipisnya kesadaran lingkungan dan makin sempitnya lahan garapan, penetapan kawasan DAS Cisadane terutama bagian hulu semakin sulit diharapkan. Kondisi lingkungan di sekitar DAS baik di hulu, tengah, telah mengalami tekanan masyarakat. Bagian hulu yang sebagian besar merupakan ekosistem hutan pegunungan di sisi badan sungai yang sempit, terutama pada daerah yang relatif datar tak terkecuali di kelerengan sebagian telah beralih fungsi menjadi areal persawahan, perkebunan, perladangan, dan semak belukar. Tipe ekosistem pegunungan kini sebagian telah tergantikan oleh tipe ekosistem pertanian. Tutupan lahan DAS Cisadane untuk tahun

pengamatan 1992, 1996, dan 2002 masih dianalisis melalui peta topografi 1:25000 (Bakosurtanal), interpretasi citra Landsat dan cek lapangan.

Penduduk dan Laju Pertumbuhannya



Gambar 6. Pola perkembangan kepadatan penduduk di DAS Cisadane.

Dari data penduduk per kecamatan terlihat bahwa kecenderungan peningkatan jumlah penduduk terjadi di kabupaten, baik Bogor maupun Tangerang. Peningkatan jumlah penduduk yang cepat akan diikuti oleh perkembangan kawasan pemukiman serta sarana dan prasarana pendukungnya. Konsueksensi logisnya adalah peningkatan kebutuhan air bersih dan meningkatnya sumber potensi pencemaran.

Kesimpulan

Tekanan masyarakat terhadap kawasan DAS Cisadane baik di hulu terutama bagian tengah semakin meningkat. Akibatnya di bagian hulu sebagian tipe ekosistem hutan alami telah berubah menjadi ekosistem pertanian sedangkan dibagian tengah pemukiman semakin bertambah. Beberapa dampak yang terjadi akibat perubahan keseimbangan dari

beberapa komponen DAS Cisadane adalah penurunan kualitas air, penurunan pasokan debit air tersedia dan musibah banjir serta kekeringan.

Untuk menjembatani perkembangan dan kelestarian sumberdaya air, DAS Cisadane diperlukan suatu konsep pengelolaan yang komprehensif. Pengembangan konsep tersebut dapat didekati dengan pemodelan yang terdiri dari model matematis untuk melihat proses dan karakteristik hidrologi DAS, model dinamis untuk melihat kecenderungan perubahan masing-masing komponen DAS, dan analisis keruangan.

Daftar Pustaka

- Ade, S., Dadan, S., Achmad, S., dan P.E. Hehanussa. 1989. *Dampak Perubahan Tata Guna Lahan di DAS Ciliwung Terhadap Potensi dan Kualitas Air*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Jakarta.
- Handoko. 1994. *Dasar Penyusunan dan Aplikasi Model Simulasi Komputer Untuk Pertanian*. Jurusan geofisika dan Meteorologi, FMIPA – IPB.
- Handoko. 1995. *Klimatologi Dasar; Landasan Pemahaman Fisika Atmosfer dan Unsur-unsur Iklim*. Edisi kedua. Pustaka Jaya, Jakarta.
- Pusat Penelitian Biologi. 2003. *Manajemen Bioregional Jabotabek : Tantangan dan Harapan*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Bogor.