

424/PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA

**LAPORAN PENELITIAN  
PENELITIAN KERJASAMA ANTAR PERGURUAN TINGGI  
(PEKERTI)**



**ANALISIS KEBUTUHAN TAMPUNGAN DAN WADUK  
UNTUK PENGENDALIAN BANJIR DAN PENYEDIAAN  
AIR BERSIH YANG BERKELANJUTAN  
(Studi Kasus DAS Ciliwung Hulu)**

**Drs. Agus Susanto, MSi, *NIDN 0027065703*  
Prof. Dr. Djati Kerami, MSc, *NIDN 0030125005*  
Dr. Ir. Bambang Deliyanto, MSi, *NIDN 0027015601*  
Dr. Ir. Gatot Pramuhadi, MSi, *NIDN 0018076904***

**PROGRAM STUDI PERENCANA WILAYAH DAN KOTA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS TERBUKA  
2013**

**HALAMAN PENGESAHAN  
PENELITIAN KERJASAMA ANTAR PERGURUAN TINGGI**

**Judul Penelitian** : Analisis Kebutuhan Tampungan dan Waduk Untuk Pengendalian Banjir dan Penyediaan Air Bersih yang Berkelanjutan (Studi Kasus DAS Ciliwung Hulu)

**Kode/nama Rumpun Ilmu** : 424/Perencanaan Wilayah dan Kota

**Bidang Unggulan PT** :

**Topik Unggulan** : Banjir Jakarta Februari 2013

**Ketua TPP:**

- a. Nama : Drs. Agus Susanto, M.Si
- b. NIDN : 0027065703
- c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
- d. Program Studi : Perencanaan Wilayah dan Kota, FMIPA
- e. Nomor HP : 081311227442
- f. Alamat Surel : [sugus.susanto@gmail.com](mailto:sugus.susanto@gmail.com)

**Anggota Peneliti (1)**

- a. Jumlah Lengkap : Dr. Ir. Bambang Deliyanto, MSi
- b. NIDN : 0027015601
- c. Perguruan Tinggi : Universitas Terbuka

**Ketua TPM**

- a. Nama Lengkap : Prof. Dr. Djati Kerami, MSc.
- b. NIDN : 0030125005
- c. Jabatan Fungsional : Guru Besar
- d. Nama Perguruan Tinggi : Universitas Indonesia
- e. Program Studi : Matematika

**Lama Penelitian Keseluruhan** : 2 (dua) tahun

**Penelitian Tahun** : Pertama

**Biaya Penelitian Keseluruhan** : Rp. 198.000.000,-


**Biaya Tahun Berjalan** : diusulkan ke DIKTI Rp. 99.487.500,-

Mengetahui  
Dekan FMIPA - UT



**Dr. Sri Harijati, MA.**  
NIP. 196209111988032002

Ketua Peneliti



**Drs. Agus Susanto, MSi**  
NIP. 195706271989031001

Mengetahui  
Ketua LPPM - UT



**Ir. Kristanti Ambar Puspitasari, MEd, Ph.D.**  
NIP. 196102121986032001

## KATA PENGANTAR

Sehubungan dengan adanya kesempatan yang diberikan oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Terbuka untuk melaksanakan penelitian Kerjasama Antar Perguruan Tinggi (PEKERT), maka kami sebagai staf edukatif Program Studi Perencana Wilayah dan Kota Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Terbuka telah melaksanakan penelitian berjudul **“Analisis Kebutuhan Tampungan dan Waduk untuk Pengendalian Banjir dan Penyediaan Air Bersih yang Berkelanjutan (Studi Kasus DAS Ciliwung Hulu)”**.

Dengan selesainya penelitian ini, maka kami tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Ir, Sri Harijati, M.Ed, selaku Dekan FMIPA-UT
2. Ibu Ir. Kristanti Ambar Puspitasari, MEd, PHd, selaku Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Universitas Terbuka
3. Bapak Dr. Herman, M.Ed, selaku Kepala Pusat Keilmuan Universitas Terbuka.
4. Pemerintah Kabupaten Bogor yang telah banyak memberikan bantuan dan dukungan untuk kelancaran selama pelaksanaan penelitian
5. Balai PSDA Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane Dinas PSDA Provinsi Jawa Barat yang memberikan bantuan dan dukungan selama pelaksanaan penelitian
6. Kecamatan Cisarua, Ciawi, dan Megamendung yang telah memberikan bantuan dan dukungan untuk kelancaran selama pelaksanaan penelitian

Kami menyadari bahwa hasil penelitian ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu, kami sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari para pembaca atau ada diantara pembaca yang berminat untuk melakukan penelitian lanjutan guna menyempurnakan hasil penelitian ini.

Tangerang Selatan, Desember 2013

Tim Peneliti

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>vi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Perubahan Iklim .....	5
2.2 Banjir.....	5
2.3 Tampungan dan Waduk sebagai pengendali aliran permukaan .....	6
2.4. DAS Ciliwung Hulu .....	6
2.5. Model Aliran GR4J dan Neraca Air .....	7
2.6. Kebutuhan Air Wilayah .....	10
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>12</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	12
3.2 Bahan dan Metode .....	12
3.3 Analisis Penelitian .....	12
<b>BAB IV GAMBARAN UMUM DAS CILIWUNG HULU .....</b>	<b>19</b>
4.1 Karakteristik Geologi dan Geomorfologi .....	19
4.2. Sosial Budaya.....	28
<b>BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>34</b>
5.1 Potensi Air Sumberdaya Air.....	34
5.2 Kebutuhan air.....	38
5.3 Ketersediaan Air .....	39
5.4. Tampungan Air.....	47

5.4.1. Kriteria Penentuan Dam parit .....	47
5.4.2. Analisis Pengembangan Dam Parit dalam Skala DAS .....	50
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>57</b>
6.1 Kesimpulan .....	57
6.2 Saran .....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>59</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>61</b>

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 3.1. Kebutuhan Air Menurut Sularso & Huroa Tahara.....	15
Tabel 3.2. Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan .....	17
Tabel 3.4. Rata-rata Kebutuhan Air harian per kapita .....	17
Tabel 4.1. Penggunaan Lahan DAS Ciliwung Hulu berdasarkan Sub DAS.....	21
Tabel 4.2. Kondisi Iklim daerah Penelitian.....	23
Tabel 4.3. Debit Aliran Sungai Ciliwung Hulu di Bendung Katulampa .....	25
Tabel 4.4. Kualitas Air sungai Ciliwung Hulu.....	27
Tabel 4.5. Jumlah Penduduk DAS Ciliwung HULU .....	28
Tabel 4.6. Mata pencaharian penduduk DAS Ciliwung Hulu .....	29
Tabel 4.7. Tingkat Pendidikan masyarakat di DAS Ciliwung Hulu .....	30
Tabel 4.8. Puasat pelatihan pertanian swadaya di DAS Ciliwung Hulu .....	31
Tabel 4.9. Gabungan kelompok tani di DAS Ciliwung Hulu .....	32
Tabel 4.10. Kegiatan kelompok tani remaja .....	33
Tabel 5.1. Perubahan tataguna lahan di DAS Ciliwung Hulu .....	35
Tabel 5.2. Morfologi DAS Ciliwung Hulu .....	36
Tabel 5.3. Koefisien aliran (C) masing-masing sub DAS.....	37
Tabel 5.4. Hasil pencatatan curah hujan tertinggi DAS Ciliwung Hulu (mm) .....	37
Tabel 5.5. Intensitas hujan DAD Ciliwung Hulu (mm).....	38
Tabel 5.6. Debit andalan masing-masing Sub DAS di DAS Ciliwung Hulu.....	39
Tabel 5.7. Standar kebutuhan air (Kj).....	39
Tabel 5.8. Keubtuhan air kawasan sub DAS Ciliwung Hulu.....	39
Tabel 5.9. Neraca air sub DAS Ciesek.....	40
Tabel 5.10.Neraca air Sub DAS Ciliwung Hulu.....	41
Tabel 5.11.Neraca air Sub DAS Cisarua .....	42
Tabel 5.12.Neraca air Sub DAS Cibogo .....	43
Tabel 5.13.Neraca air Sub DAS Ciseuseupan .....	44
Tabel 5.14.Neraca air Sub DAS Cisakaburis.....	45
Tabel 5.15.Kriterisa parameter, kriteria sub parameter dan faktor penentu Model kesesuaian pengembangan dam parit individual .....	48
Tabel 5.16.Data debit harian maksimum sungai Ciliwung Hulu tahun 1999 – 2008....	50
Tabel 5.17. Debit maksimum sungai Ciliwung berkaitan dengan jumlah tahun Periode ulang dianalisis menggunakan metode Gumble .....	51

## DAFTAR GAMBAR

### Halaman

Gambar 2.1.	Skematisasi Proses Hidrologi dalam Model GR4J.....	9
Gambar 3.1.	Peta Lokasi Zona Pelepasan (DAS Ciliwung Hulu) .....	13
Gambar 4.1.	DAS Ciliwung Hulu .....	19
Gambar 4.2.	Peta Geologi DAS Ciliwung Hulu .....	20
Gambar 4.3.	Peta Bentuk Lahan DAS Ciliwung Hulu .....	21
Gambar 4.4.	Peta Penggunaan Lahan DAS Ciliwung Hulu.....	22
Gambar 4.5.	Fluktuasi Curah Hujan di Daerah DAS Ciliwung Hulu .....	24
Gambar 4.6.	Kondisi Curah Hujan dan Evapotranspirasi DAS Ciliwung Hulu .....	24
Gambar 4.7.	Debit maksimum di Bendung Katulampa .....	26
Gambar 4.8.	Mata Pencaharian penduduk DAS Ciliwung Hulu .....	29
Gambar 4.9.	Tingkat pendidikan masyarakat di DAS Ciliwung Hulu .....	30
Gambar 5.1.	Perubahan Tataguna lahan DAS Ciliwung Hulu periode 2009 – 2013 .....	35
Gambar 5.2.	Neraca Air Sub DAS Ciesek .....	41
Gambar 5.3.	Neraca Air Sub DAS Ciliwung Hulu .....	42
Gambar 5.4.	Neraca Air Sub DAS Cisarua .....	43
Gambar 5.5.	Neraca Air Sub DAS Cibogo.....	44
Gambar 5.6.	Neraca Air Sub DAS Ciseuseupan.....	45
Gambar 5.7.	Neraca Air Sub DAS Cisakaburis .....	46
Gambar 5.8.	Peta Sub DAS rawan sumberdaya air.....	47
Gambar 5.9.	Ilustrasi panjang sungai pada bentuk wilayah berbeda .....	49
Gambar 5.10.	Kalibrasi model debit Ciliwung Hulu periode 2007.....	52
Gambar 5.11.	Simulasi penurunan debit sungai Ciliwung Hulu pada kejadian Banjir periode ulang 50 tahun melalui implementasi panen hujan .....	53
Gambar 5.12.	Simulasi debit DAS Ciliwung Hulu dengan aplikasi Model IFAS .....	54
Gambar 5.13.	Posisi 10 dam parit di DAS Ciliwung Hulu yang dianalisis .....	55
Gambar 5.14.	Hasil simulasi debit DAS Ciliwung Hulu dengan aplikasi Model IFAS setelah dibangun 10 dam parit di DAS Ciliwung Hulu .....	55
Gambar 5.15.	Penampang sungai dan posisi pengembangan dam parit .....	55
Gambar 5.16.	Kondisi eksisting dam parit di Sub DAS Cibogo .....	56

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Kondisi iklim ekstrim yang ditandai oleh curah hujan dengan intensitas tinggi dan musim kemarau yang lebih panjang menyebabkan terjadinya perubahan akan pola perubahan debit aliran dan ketersediaan air yang berpengaruh pada kejadian banjir dan kekeringan. Hal ini menjadi parah karena adanya perubahan tutupan lahan, yaitu menyebabkan kejadian banjir dan kekeringan makin tinggi intensitas dan dampak yang ditimbulkannya. Sebagai solusi untuk memperkecil dampak tersebut adalah dengan melakukan evaluasi neraca air yang komprehensif untuk merencanakan kebutuhan tampungan dan waduk dalam rangka pengelolaan sumberdaya air yang berkelanjutan.

Kondisi iklim ekstrim ini diduga karena terjadinya gejala perubahan iklim. Gejala ini ditengarai dengan terjadinya musim hujan yang makin pendek dengan intensitas hujan tinggi, sementara musim kemarau makin memanjang. Kondisi ini diperparah oleh perubahan penggunaan lahan akibat tekanan penduduk yang berdampak terhadap kejadian banjir dan kekeringan semakin tinggi baik intensitas, waktu kejadiannya dan dampak yang ditimbulkannya (Irianto G, 2003). Meningkatnya kejadian bencana alam tersebut merupakan salah satu indikator dari pembangunan yang tidak berkelanjutan (Nugroho S P, 2008). Banjir dan kekeringan merupakan jenis bencana lingkungan hidrometeorologi yang paling sering terjadi yang belum dapat dipecahkan secara komprehensif, sehingga setiap upaya mengatasi dampak bencana tersebut menjadi dimensi yang penting dari pembangunan berkelanjutan (FAO & CIFOR, 2005). Untuk meminimalisasikan dampak banjir dan kekurangan air tersebut maka perlu dilakukan analisis neraca air.

Neraca air (*water balance*) merupakan neraca masukan (*inflow*) dan keluaran air (*outflow*) di suatu tempat pada periode tertentu, sehingga dapat untuk mengetahui jumlah air tersebut kelebihan (surplus) ataupun kekurangan (defisit). Kegunaan mengetahui kondisi air pada surplus dan defisit dapat mengantisipasi bencana yang kemungkinan terjadi serta dapat pula untuk mendayagunakan air sebaik-baiknya. Model neraca air secara umum adalah menggunakan data-data klimatologis dan bermanfaat untuk mengetahui berlangsungnya bulan-bulan basah (jumlah curah hujan melebihi kehilangan air untuk penguapan dari permukaan tanah atau evaporasi maupun penguapan dari sistem tanaman atau transpirasi, penggabungan keduanya dikenal sebagai evapotranspirasi) serta bulan-bulan defisit (dimana jumlah curah hujan yang turun lebih kecil dari evapotranspirasi yang terjadi). Hal ini juga



bisa dihubungkan dengan inflow dan outflow serta perubahan tampungan dalam suatu waduk. Manfaat secara umum yang dapat diperoleh dari analisis neraca air antara lain:

- Sebagai dasar pembuatan bangunan penyimpanan dan pembagi air seperti tampungan panen air dan waduk serta saluran-salurannya untuk mendistribusikan air agar lebih produktif. Hal ini terjadi jika hasil analisis neraca air didapat banyak bulan-bulan yang defisit air.
- Sebagai dasar pembuatan saluran drainase dan teknik pengendalian banjir. Hal ini terjadi jika hasil analisis neraca air didapat banyak bulan-bulan yang surplus air.
- Sebagai dasar pemanfaatan air baku untuk berbagai keperluan industri, domestik dan kebutuhan untuk pertanian, peternakan dan perikanan.

Demikian juga pada DAS Ciliwung khususnya DAS Ciliwung hulu yang letaknya merupakan koridor antara Jakarta – Bandung telah terjadi penurunan tutupan lahan hijau yang cukup masif yaitu dengan laju 1.95% per tahun dan peningkatan penggunaan lahan untuk permukiman dengan laju sebesar 12.34% per tahun (Suwarno, 2011). Untuk meminimalisir lajunya perubahan penggunaan lahan, maka telah diterbitkan Peraturan Pemerintah (PP) No 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Nasional yaitu pada pasal 75 ayat (e) disebutkan bahwa Kawasan Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi, Puncak dan Cianjur (Jabodetabekpunjur) ditetapkan sebagai Kawasan Strategis Nasional (KSN).

Penetapan KSN ini berdasarkan kepentingan fungsi dan daya dukung lingkungan hidup yang dijelaskan secara lebih rinci pada pasal 80 ayat (c) "*... memberikan perlindungan keseimbangan tata guna air yang setiap tahun berpeluang menimbulkan kerugian negara*". Selanjutnya dalam Peraturan Presiden (Perpres) No. 54 Tahun 2008 tentang Penataan Ruang Kawasan Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi, Puncak dan Cianjur pada Pasal 2 ayat (1b) disebutkan bahwa salah satu tujuan utama dari penataan ruang kawasan Jabodetabekpunjur adalah: (a) untuk mewujudkan daya dukung lingkungan yang berkelanjutan dalam pengelolaan kawasan, (b) untuk menjamin tetap berlangsungnya konservasi air dan tanah, (c) untuk menjamin tersedianya air tanah dan air permukaan, serta (d) menanggulangi banjir. Sedangkan pada pasal (8b) disebutkan bahwa pembangunan kawasan harus dapat menjamin tetap berlangsungnya konservasi tanah dan air, menjamin tersedianya air tanah dan air permukaan, serta menanggulangi banjir dengan mempertimbangkan daya dukung lingkungan yang berkelanjutan dalam pengelolaan kawasan.

Berbagai aspek dan permasalahan yang berkaitan dengan sumberdaya air di DAS Ciliwung baik secara kuantitas maupun kualitas ditentukan oleh baik dan buruknya

pengelolaan daerah resapan (*catchment area*) baik di daerah hulu, tengah maupun hilir dari DAS tersebut. Konversi lahan pada umumnya terjadi pada penggunaan lahan hutan menjadi daerah perkebunan dan pertanian, daerah perkebunan menjadi lahan pertanian dan permukiman, daerah pertanian menjadi permukiman dan industri. Tidak jarang terdapat daerah hutan dan perkebunan yang berubah menjadi tanah kosong, terlantar dan gundul yang kemudian menjadi lahan kritis. Setia Hadi (2012) mengemukakan bahwa, berdasarkan hasil analisis penggunaan lahan, luas permukiman di sub DAS Ciliwung meningkat secara substansial dari 2001 sampai 2010 (meningkat 67,88%). Pola perubahan tutupan lahan utama dari tahun 1990, 2001, 2010 adalah: (a) hutan – kebun campuran – permukiman, (b) tegalan – kebun campuran – permukiman, (c) sawah – kebun campuran – permukiman, (d) kebun – kebun campuran – permukiman, dan (e) hutan/semak – semak – permukiman. Penurunan luas lahan pertanian dan hutan, dan peningkatan luas lahan terbangun tersebut telah meningkatkan debit puncak hidrograf pada Stasiun Katulampa dari 150 m<sup>3</sup>/dt menjadi 205 m<sup>3</sup>/dt. Manajemen pengelolaan lahan diperlukan agar lahan dapat dipergunakan secara lestari dan berkesinambungan (*sustainable*).

## **1.2. Perumusan masalah**

Untuk mengatasi masalah banjir dan kekeringan, maka harus dianalisis sumber banjir dan jumlah ketersediaan airnya. Banjir yang terjadi akibat tingginya curah hujan yang menyebabkan terjadi akumulasi air yang tidak tertampung di tempat yang semestinya (suatu tampungan atau waduk). Sedangkan terjadinya kekeringan air karena ketersediaan air yang dibutuhkan masyarakat untuk kebutuhan penghidupan dan kegiatan ekonominya tidak tercukupi.

Salah satu sumber air yang menyebabkan banjir dan kekeringan adalah air permukaan dalam suatu daerah aliran sungai (DAS). Air permukaan inilah yang juga menyebabkan banjir jika tidak dapat dikelola dengan benar. Untuk mengelola sirkulasi air ini menjadi bagian dari suatu pengelolaan dari siklus hidrologi. Untuk itu sebaran air pada suatu waktu dan di suatu tempat harus diketahui dengan analisis neraca air yang tepat, sehingga analisis neraca air harus didasarkan pada analisis proses hidrologi yang terjadi dalam suatu DAS. Hasil analisis dapat mengetahui sebaran air baik secara temporal maupun spasial jumlah dari air permukaan dalam suatu DAS, yang pada gilirannya harus disesuaikan penyebarannya agar tidak terjadi suatu distribusi yang menyebabkan banjir karena terjadi surplus air yang berlebihan disuatu waktu dan tempat maupun kekeringan karena terjadi kekurangan air di suatu waktu dan tempat, Jumlah surplus dan defisit air inilah yang perlu diketahui sehingga

dapat membuat suatu tampungan dan waduk untuk mengurangi banjir serta pemanfaatan air tampungan atau waduk tersebut untuk mengatasi kekeringannya.

Saat ini telah direncanakan upaya pengendalian banjir tetapi tidak secara simultan dilakukan analisis penyediaan air untuk kehidupan dan kegiatan ekonomi komunitas dengan membangun tampungan atau waduk, tetapi manfaat ekonomi pembangunan tersebut tidak memasukkan manfaat air untuk penyediaan kehidupan dan kegiatan ekonomi sehingga masih ada keraguan untuk menetapkan pentingnya pembangunan tampungan dan waduk dalam rangka pengelolaan air yang berkelanjutan. Untuk itu analisis manfaat pembangunan tampungan dan waduk harus didasarkan pada kajian pengendalian air dan penyediaan air secara simultan.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan permasalahan tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis potensi debit sungai dan distribusinya dalam suatu wilayah DAS.
2. Menganalisis kebutuhan air untuk kehidupan komunitas dan kegiatan ekonominya.
3. Mengkaji pola distribusi dan sebaran air dengan menggunakan neraca air untuk mendapatkan kondisi surplus dan kekeringan secara spasial, sehingga dapat disarankan perlunya suatu tampungan atau waduk untuk mengurangi dampak banjir dan kekeringan.
4. Menganalisis potensi kawasan yang potensial untuk direkomendasikan sebagai waduk dan tampungan penyediaan air bersih

### **1.4. Manfaat**

Diharapkan keluaran penelitian bermanfaat untuk perencanaan waduk untuk pengendalian banjir dan perencanaan tampungan untuk penyediaan air bersih.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Perubahan iklim**

Pemanasan global adalah kejadian efek Gas Rumah Kaca (GRK). Pemanasan global menyebabkan terjadinya perubahan kondisi iklim yaitu terjadinya peningkatan intensitas kejadian cuaca yang ekstrim, serta perubahan jumlah dan pola presipitasi yang berpengaruh terhadap banjir, kekeringan. Meningkatnya suhu di atmosfer akan berpengaruh terhadap kelembaban udara. Pada daerah-daerah beriklim tropis akan menjadi lebih lembab karena lebih banyak air yang menguap dari lautan, sehingga akan meningkatkan curah hujan, rata-rata sekitar 1 % untuk setiap 1°C peningkatan pemanasan. Para ahli telah memperkirakan perubahan curah hujan yang akan terjadi di Asia Tenggara (Santoso dan Forner, 2007) bahwa presipitasi di Asia Tenggara akan meningkat 3.6% di tahun 2020-an dan 7.1% di tahun 2050, serta 11.3% di tahun 2080-an.

Berdasarkan hasil analisa spasial diketahui bahwa di daerah Selatan Khatulistiwa curah hujan rata-rata tahunan secara umum cenderung berkurang atau menurun sedangkan dibagian Utara Khatulistiwa cenderung bertambah. Pada Wilayah dengan jumlah curah meningkat terdistribusi dalam waktu makin singkat akan menyebabkan terjadinya banjir, sedangkan di wilayah dengan potensi hujan yang menurun dengan distribusi hujan pendek dan musim kemarau memanjang akan menyebabkan bahaya kekeringan yang intensitas dan dampaknya makin kuat. Perubahan iklim ini diramalkan memiliki dampak yang paling parah terhadap pasokan air. Kekurangan air di masa depan kemungkinan akan mengancam produktivitas kegiatan ekonomi, mengurangi mutu sanitasi, menghambat pembangunan ekonomi dan kerusakan ekosistem. Hal ini menyebabkan perubahan suasana lebih ekstrim antara banjir dan kekeringan.

Dampak pemanasan global di lapangan ditandai dengan munculnya bencana alam terutama berkaitan dengan adanya penurunan sumber daya alam (SDA) baik ditingkat lokal, lansekap/nasional maupun global, yang penanganannya memerlukan pemahaman yang mendalam tentang distribusi air pada kondisi surplus dan defisit baik secara temporal maupun spasial yang menyebabkan banjir dan kekeringan.

### **2.2. Banjir**

Banjir dan kekeringan merupakan dua kejadian ekstrimitas berbeda yang kejadiannya silih berganti, bahkan diprakirakan tidak akan dapat diatasi dalam jangka menengah. Di

Indonesia, fakta sepuluh tahun terakhir menunjukkan bahwa besaran banjir dan kekeringan baik intensitas, frekuensi, durasi dan dampak yang ditimbulkan terus meningkat. Perbandingannya, tahun 1997 lahan sawah yang terkena banjir seluas 58.197 ha, sementara tahun 2006 yang terkena meningkat seluas 322.476 ha (554%). Sedangkan untuk kekeringan, luas sawah yang mengalami kekeringan pada tahun 1998 seluas 161.601 ha dan meningkat tajam pada tahun 2006 dengan luas sawah yang mengalami kekeringan mencapai 267.088 ha (60%). Tahun 2007 merupakan kejadian ekstrim dengan adanya fenomena El-Nino kuat, sehingga lahan sawah yang terkena kekeringan mencapai 517.614 ha (BP DAS, 2009).

Dari aspek hidrologis banjir adalah suatu kejadian meluapnya volume air yang relatif tinggi dari jalur aliran sungai atau saluran karena volume aliran melebihi (terjadi surplus) dari kapasitas tampung sungai atau saluran tersebut. Menurut Ansori (2009), banjir di Indonesia terbagi dalam tiga jenis, yaitu: 1) Sungai yang meluap, yaitu banjir yang terjadi akibat debit air sungai yang mengalir dari segmen sungai atasnya melampaui kapasitas tampung sungai. 2) Banjir lokal, yaitu terjadi karena meluapnya air yang berasal dari sekitar areal tersebut karena kondisi lingkungan itu sendiri seperti tersumbatnya jalur aliran air oleh endapan hasil erosi atau sampah dan 3).Banjir pasang surut air laut, yaitu banjir akibat tingginya pasang air laut menyebabkan aliran air di bagian muara tertahan dan meluap ke segala arah.

### **2.3. Tampungan dan Waduk sebagai pengendali Aliran Permukaan**

Tampungan dan waduk sering dikategorikan sebagai upaya manusia untuk membuat fasilitas pengelolaan air (prasarana sumberdaya air) untuk mendapatkan manfaat air guna memenuhi kebutuhan manusia dan mengurangi banjir. Program ini dilaksanakan dengan memanfaatkan cekungan dengan membuat failitas pengaturan pintu air maupun membuat waduk dengan membangun bendungan. Kapasitas tampungan dan waduk ini dihitung berdasarkan tujuan pengendalian air saat terjadi surplus air dan tujuan penyediaan air agar tidak terjadi kekeringan. Jumlah, ukuran dan lokasi dari tampungan dan waduk ditentukan berdasarkan pola distribusi air pada kondisi surplus dan kekeringan dalam suatu DAS.

### **2.4. DAS Ciliwung Hulu**

DAS Ciliwung Hulu merupakan DAS yang penting karena berhilir di Ibukota Negara Indonesia (Jakarta). Kerusakan dan penanganan DAS Ciliwung Hulu akan berpengaruh terhadap wilayah tengah (Depok) dan hilir (Jakarta). Oleh karena itu penanganan DAS Ciliwung Hulu menjadi penting untuk menjaga kelestarian sumber air bersih, menanggulangi bahaya banjir dan menjaga aliran dasar sungai Ciliwung.

DAS Ciliwung termasuk salah satu DAS prioritas 1 di Indonesia berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan Nomor SK. 328/Menhut-II/2009 Tahun 2009 tanggal 12 Juni 2000 tentang Penetapan Daerah Aliran Sungai (DAS) Prioritas Dalam Rangka Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJM) Tahun 2010-2014, Dasar pertimbangan SK tersebut adalah bahwa Rehabilitasi dan Reklamasi Hutan dan adanya asset yang perlu diselamatkan serta keragaan derajat mendesaknya permasalahan dalam pengelolaan DAS dalam Rangka Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJM) Tahun 2010 – 2014 sebagai arahan/acuan bagi instansi/ dinas terkait dalam upaya penetapan skala prioritas kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan, termasuk di dalamnya penyelenggaraan reboisasi, penghijauan, dan konservasi tanah dan air, baik vegetatif, agronomis, struktural, maupun manajemen.

Kerusakan DAS Ciliwung dari tahun ke tahun semakin memprihatinkan. Hal itu seiring dengan bertambahnya luas kerusakan hutan akibat degradasi lahan dan air di dalam DAS yang mempunyai luas  $\pm$  15.418 ha ini. Berdasarkan analisis citra tahun 2003 penggunaan lahannya terdiri dari hutan seluas 5.072,2 ha atau 32,90 %, kebun teh seluas 1.330 ha atau 8,62%, sawah 2.283 ha atau 14,81% kebun campuran, perumahan dan tegalan seluas 6.733 ha atau 43,67%. Wilayah ini terbagi ke dalam 6 sub DAS yaitu Sub DAS Ciliwung, Ciesek, Ciseuseupan, Cibogo, Cisukabirus dan Cisarua. Dalam Sub DAS tersebut telah dibangun 107 buah Dam Parit dalam periode 2005-1010 (Sawiyo, 2009).

Pada akhir akhir ini, DAS Ciliwung diharapkan mampu menyediakan beberapa tampungan air dan waduk untuk pengendalian banjir dan kekeringan. Rencana waduk Ciawi dan beberapa tampungan air untuk PDAM telah direncanakan, namun belum direalisasikan sehingga kejadian banjir dan kekeringan air bersih masih terjadi di bagian hilir DAS ini.

## **2.5. Model Aliran GR4J dan Neraca Air**

Untuk mengetahui distribusi temporal dari air permukaan digunakan model GR4J (*Genie Rural a 4 parametres Journalier*). Model ini merupakan model aliran permukaan yang menggunakan input utama adalah curah hujan untuk memprediksi debit sungai secara *komprehensif*.

Pemodelan transformasi hujan menjadi aliran permukaan menjadi penting untuk berbagai analisis hidrologi. Model hidrologi dapat digunakan untuk berbagai hal dalam pengelolaan sumber daya air dan rekayasa hidrologi, seperti perkiraan banjir, peramalan banjir, peramalan aliran dasar, deteksi tren debit atau desain dan pengelolaan waduk. Dalam beberapa tahun terakhir, meskipun kebanyakan model baru yang mempunyai struktur lebih kompleks, pemodelan ini masih dapat digunakan untuk analisis transformasi curah hujan-aliran

permukaan. Model *GR4J* harian merupakan salah satu model sederhana (Edijatno *et al*, 1999. dan Perrin *et al*, 2003). Model ini hanya memerlukan empat parameter, model menunjukkan ketahanan yang baik sebagaimana studi perbandingan yang telah dilakukan oleh (Perrin *et al*, 2001) dan diuji diberbagai negara, tidak hanya di Prancis tapi juga dalam kondisi iklim yang sangat beragam di Amerika Serikat, Australia, dll. Dari studi tersebut diperoleh bahwa, *GR4J* memberikan hasil yang lebih baik dari model hujan- aliran permukaan lainnya seperti model Tank, *IHACRES*, *HBV*, *SMAR*, *TOPMODEL* dan *Xinanjiang*. (Dhemi Harlan, 2010).

Model hidrologi *Genie Rural a 4 Parametres Journalier (GR4J)* adalah versi modifikasi terakhir dari model *GR3J* hasil awalnya diusulkan oleh Edijatno dan Michel dan kemudian berturut-turut ditingkatkan dengan Nascimento dan Edijatno. Model Hidrologi hujan - aliran permukaan (*GR4J*) mengoptimasi empat parameter bebas dari data curah hujan harian.

X1 = Kapasitas produksi simpan maksimum (mm)

X2 = Koefisien pertukaran air tanah (mm)

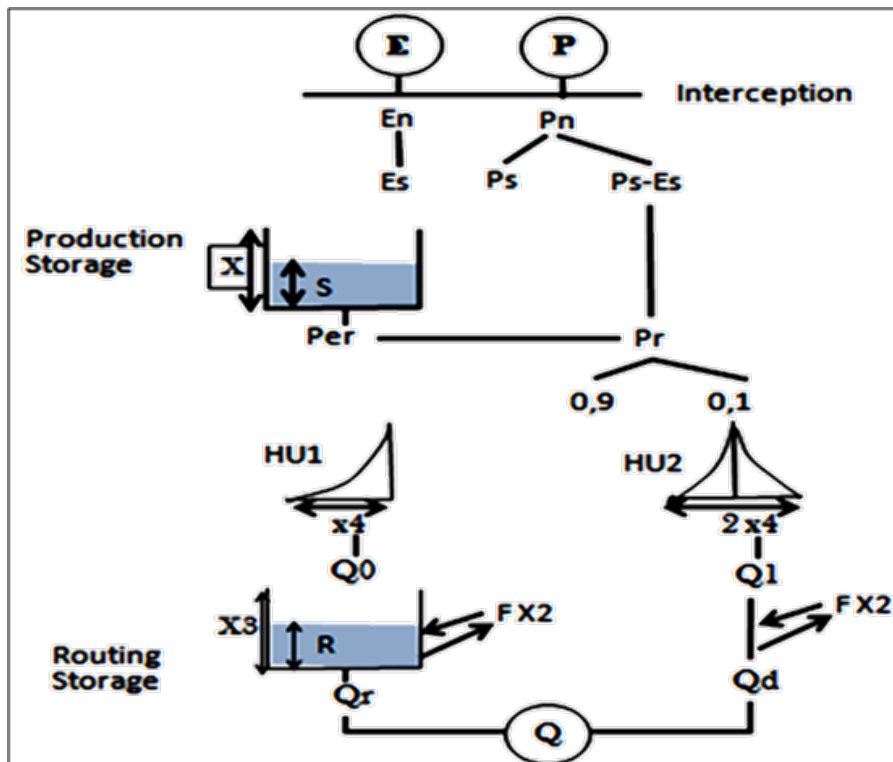
X3 = Kapasitas maksimum simpan zone perakaran (mm)

X4 = Waktu debit puncak unit hidrograf UH1 (hari)

- Kapasitas simpan produksi maksimum (X1) adalah simpanan di permukaan tanah yaitu permukaan tanah yang dapat menyimpan curah hujan. Terdapat dua parameter dalam simpanan ini yaitu evapotranspirasi dan perkolasi. Kapasitas simpanan produksi tergantung pada jenis tanah dalam DAS. Beberapa jenis tanah mempunyai kondisi porositas dapat membuat simpanan produksi yang lebih besar.
- Koefisien pertukaran tanah (X2) adalah fungsi tanah yang mempengaruhi pertukaran menyimpan dalam zone perakaran. Bila memiliki nilai negatif, maka air masuk kedalam *aquifer*, ketika memiliki nilai positif, maka air keluar dari akuifer ke areal penyimpanan zone perakaran (*routing storage*).
- Kapasitas maksimum simpanan zone perakaran (X3) adalah sejumlah air yang dapat disimpan di dalam pori tanah. Nilai simpanan zone perakaran ini bergantung dari jenis dan tingkat kelembaban tanah.
- Waktu Puncak (time to peak) (X4) adalah waktu saat puncak debit dari hidrograf pada pemodelan *GR4J* yang menyebabkan banjir.

Dari hasil penelitian Perrin *et al*.2001 dengan menggunakan 429 DAS yang memiliki iklim yang berbeda salah satunya termasuk iklim tropis (Brazil), sehingga model ini dapat digunakan untuk Indonesia yang memiliki iklim tropis. Dalam rangka untuk mengkalibrasi model, data debit harian dari suatu sungai selama 5-10 tahun diperlukan untuk mendapatkan

empat parameter model *GR4J* (Gambar 2.1). Data curah hujan diolah dengan menggunakan *MATLAB 7,0* program. Nilai-nilai parameter yang optimal akan diperoleh dengan tingkat penyimpangan yang kecil. Data curah hujan digunakan di sini adalah curah hujan daerah tangkapan air menggunakan *Polygon Thiessen* dari beberapa stasiun curah hujan. Ordinat dari hidrograf ini dibentuk dari debit aliran permukaan, di mana 90% dari aliran adalah aliran lambat yang masuk ke dalam tanah dan 10% dari aliran adalah aliran cepat yang mengalir di permukaan tanah. Dalam Gambar 2.1, menampilkan diagram model perhitungan dan langkah-langkah perhitungan yang dijelaskan dalam Perrin.



Gambar 2.1. Skematisasi Proses hidrologi dalam Model *GR4J*

Untuk melakukan kalibrasi model, digunakan metode *Coefficient Nash-Sutcliffe (NS)*. Persamaan umum *Nash-Sutcliffe Coefficient* diberikan persamaan 1 dan kesalahan relative disajikan pada persamaan 2

$$R^2 = 1 - \frac{NSE(Q)}{VAR(Q_{obs})} \quad (1)$$

Kesalahan relative

$$RVE = \frac{\sum(Q_{obs} m^3 - Q_{obs})}{\sum(Q_{obs} a)} \quad (2)$$

Keseimbangan ketersediaan air dan keluaran air pada suatu wilayah pada periode tertentu dapat digambarkan oleh hubungan keseimbangan antara aliran air yang masuk ke danau dan aliran air yang keluar dari danau yang disebutkan dengan Neraca Air, yaitu dengan



melihat cadangan air ( $\Delta S$ ) akan dapat diketahui apakah suatu wilayah akan mengalami kondisi surplus atau defisit. Cadangan air tersebut dihasilkan dari menjumlahkan debit ( $Q$  aliran air) yang masuk dikurangi dengan debit ( $Q$  aliran air) yang keluar pada wilayah tersebut. Jika wilayah tersebut mengalami kekurangan air maka harus ada alokasi air yang masuk sehingga kehidupan dan kegiatan ekonomi yang membutuhkan air tidak terganggu. Khusus untuk kejadian banjir dapat dilihat apabila kapasitas sungai di wilayah tersebut tidak mampu menampung jumlah aliran air yang masuk, maka berarti terjadi surplus dan air surplus ini akan meluap menjadi genangan air atau banjir, sehingga harus ada upaya mengurangi aliran air agar tidak terjadi banjir.

## **2.6. Kebutuhan air wilayah**

Salah satu tujuan pengelolaan sumberdaya air adalah tersedianya seluruh kebutuhan air yang diperlukan untuk para pengguna dalam suatu komunitas yang berkembang di muka bumi. Untuk mempermudah alokasi pembagian untuk semua pengguna air tersebut, maka jenis penggunaan air diidentifikasi dan dikelompokkan menjadi berbagai sektor kebutuhan air, antara lain meliputi pertanian, domestik, perkotaan, industri dan kebutuhan lainnya. Dalam hal ini, air yang akan dialokasikan tersebut dianggap sebagai komoditas ekonomi yang memiliki fungsi sosial dan lingkungan.

Menurut Saeni (1989), kebutuhan untuk Negara berkembang rata-rata tiap orang per hari 12 liter, Indonesia rata-rata 40 liter, suku primitive 5 liter, sedangkan di Negara maju Inggris 150 liter dan Amerika Serikat 250 liter. PAM Jaya menggunakan patokan sekitar 175 liter perhari, sedangkan PDAM Bogor menggunakan patokan kebutuhan air bersih per orang antara 80 liter s.d. 100 liter per hari. Menurut Wardana (1999), keperluan air bersih orang di Indonesia yang tinggal di kota setiap orang per hari adalah 150 liter. Departemen Pekerjaan Umum Cq Direktorat Jenderal Cipta Karya memberikan angka perkiraan kebutuhan air bersih per orang adalah 175 liter per hari per orang pada tahun 2009.

Ditinjau dari jumlah atau kuantitas air yang dibutuhkan manusia, kebutuhan dasar air bersih adalah jumlah air bersih minimal yang perlu disediakan agar manusia dapat hidup secara layak yaitu dapat memperoleh air yang diperlukan untuk melakukan aktivitas dasar sehari-hari (Sunjaya dalam Karsidi, 1999:18). Selanjutnya dikatakan bahwa ditinjau dari segi kuantitasnya, kebutuhan air rumah tangga secara total pemakaian air per orang adalah 60-70 liter/hari di kota, Santoso (2010).

Besarnya jumlah air yang harus disediakan dan akan dialokasikan ke setiap pengguna atau ke seluruh pengguna air di suatu kawasan atau wilayah dipengaruhi oleh jumlah unit dari

masing masing pengguna air dan standar kebutuhan air dari setiap pengguna tersebut. Untuk memprediksi jumlah air yang harus disediakan, maka prediksi jumlah unit dari setiap pengguna harus dapat dihitung. Dengan diketahuinya prediksi jumlah air total untuk semua pengguna air di kawasan atau wilayah tersebut maka jumlah air yang harus disediakan dapat direncanakan secara tepat. Apabila jumlahkebutuhan air secara total ini tidak terpenuhi, maka akan terganggu kegiatan ekonomi maupun kehidupan komunitasnya.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini akan dilaksanakan di DAS Ciliwung, secara administratif DAS Ciliwung akan meliputi wilayah Kabupaten Bogor, Kota Bogor, Depok, dan DKI Jakarta. Waktu pelaksanaan penelitian adalah antara April hingga November 2013. Selain itu Penelitian akan dibagi menjadi dua zona pengelolaan, yaitu zona pelepasan yang merupakan sumber air utama DAS Ciliwung yang merupakan wilayah DAS Ciliwung Hulu, dan zona pemanfaatan, yaitu zona yang akan menerima distribusi air dari Ciliwung hulu. Zona pemanfaatan di DAS Ciliwung hulu terdiri dari Kota dan Kabupaten Bogor, Depok dan sebagian wilayah DKI Jakarta yang berada dalam DAS Ciliwung. Peta Lokasi kedua Zona tersebut seperti pada Gambar 3.1.

#### **3.2. Bahan dan Metode**

Sebagai bahan penelitian digunakan beberapa material sebagai berikut:

1. Peta Rupa Bumi skala 1: 25.000 lembar Ciawi dan Cisarua
2. Data iklim dan debit aliran
3. Data perkembangan wilayah dari pemda yang ada didalam DAS Ciliwung
4. Alat komputasi dan ATK

#### ***Peralatan***

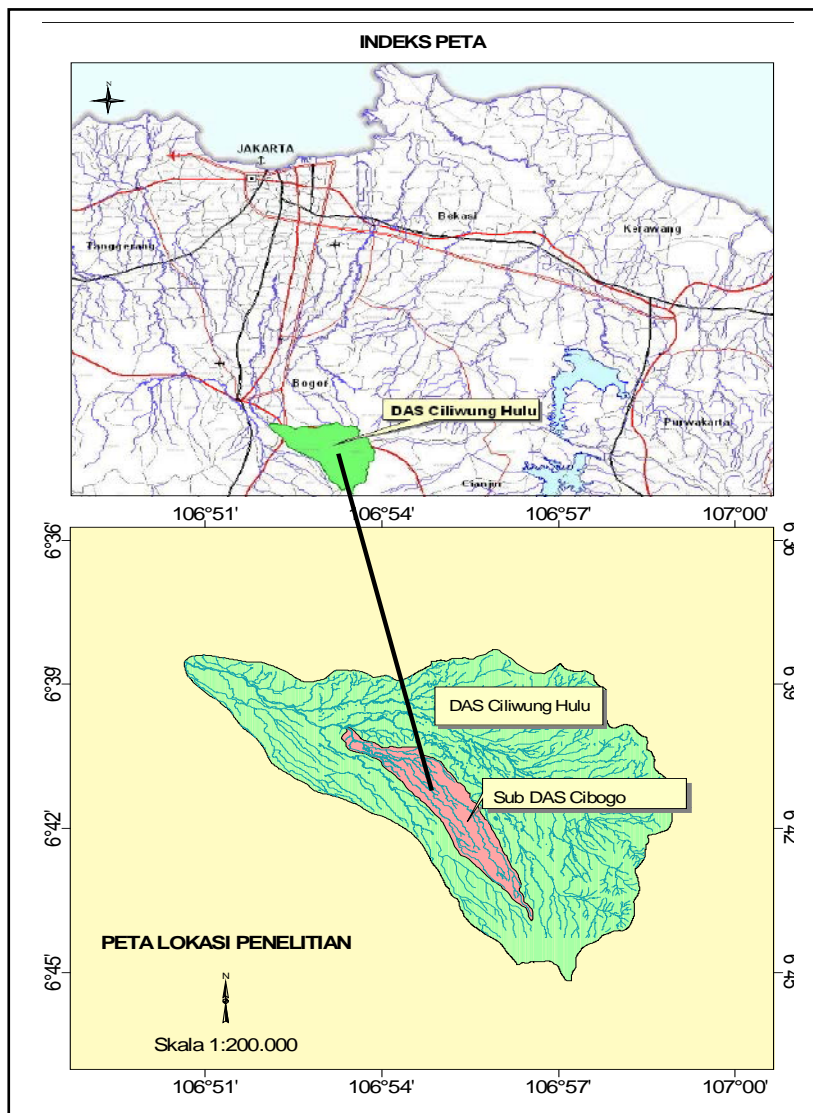
1. Current Meter, dan ombrometer
2. GPS, kompas, meteran, bor tanah, gelas ukur
3. *Soft ware (Arc GIS 3.5.2, Arc View 3.1, GR4J,)*

#### **3.3. Analisis Penelitian**

Analisis penelitian dirancang berdasarkan pelaksanaan beberapa kegiatan sebagai berikut:

- Karakterisasi hidrologi DAS dan kapasitas sungai wilayah banjir yang terjadi di DAS Ciliwung
- Pemetaan kebutuhan air kawasan di wilayah DAS Ciliwung
- Evaluasi surplus dan defisit di kawasan yang ada di wilayah DAS Ciliwung
- Penyusunan rekomendasi kebutuhan volume tampungan dan waduk di setiap kawasan di wilayah DAS Ciliwung

Pelaksanaan penelitian mencakup kegiatan *desk study* dan *field study*. *Desk study* meliputi kegiatan studi pustaka, pengolahan data dan analisis. Sedangkan *field study* meliputi kegiatan pengamatan karakteristik kualitas parameter yang meliputi biofisik lahan, kondisi jalur aliran (kapasitas debit kawasan banjir). Selain itu *field study* juga melakukan pengumpulan data perkembangan komunitas dan kegiatan ekonomi yang akan memerlukan dukungan ketersediaan air.



Gambar 3.1. Peta Lokasi Zona Pelepasan (DAS Ciliwung Hulu)

### I. Karakterisasi hidrologi DAS dan kapasitas sungai wilayah banjir

Karakterisasi hidrologi dan kapasitas sungai wilayah banjir meliputi analisis sebagai berikut:

- a. Geologi; karakteristik geologi dilakukan berdasarkan identifikasi Peta Geologi Lembar Bogor, Jawa. Skala 1 : 100.000 (Efendi et al. 1999) serta pengamatan lapang. Hasil

identifikasi dapat memberikan informasi berupa formasi batuan serta umur dan jenis batuan di wilayah Ciliwung Hulu.

- b. Topografi; karakterisasi topografi dilakukan dengan analisis bentuk wilayah, posisi lereng, dan tingkat kemiringan lereng dengan mengumpulkan peta kontur (Peta Rupa Bumi dan DEM SRTM) dan melakukan cekung kawasan banjir di lapangan.
- c. Penggunaan Lahan dan tanah; karakterisasi penggunaan lahan dilakukan dengan mengumpulkan peta tutupan lahan dengan menggunakan peta Rupa Bumi Digital skala 1: 25.000 lembar Cisarua 1209-142 (Bakosurtanal. 2008), Lembar Ciawi 1209-141 (Bakosurtanal. 2009). Digunakan peta tanah untuk mengetahui kondisi sifat fisik (morfologi) dan hidrogeologi yang diperlukan untuk pemodelan debit aliran.
- d. Karakterisasi perkembangan komunitas di setiap kawasan yang diperlukan untuk memberikan gambaran trend kebutuhan air yang harus disediakan. Analisis perkembangan penduduk dan pertumbuhan ekonomi diperlukan untuk memberika gambaran tingkat kebutuhan air kawasannya.
- e. Kondisi hidrologi dilakukan terhadap morfometrik DAS dan sub DAS serta kawasan kawasan banjir di zona pelepasan dan pemanfaatan di DAS Ciliwung, Pemodelan debit aliran dengan menggunakan model GR4J.

Untuk mensimulasi debit harian, model GR4J membutuhkan input data hujan harian dan evapotranspirasi potensial (ETP) harian, serta 4 parameter model yang dibangkitkan saat validasi. Keempat parameter tersebut meliputi :

- $X_1$ ; Kapasitas maksimum simpanan produksi (*maximum capacity of the production store*)
- $X_2$ ; Koefisien tukar air (*water exchange coefficient*)
- $X_3$ ; Kapasitas maximum simpanan pengalihan (*maximum capacity of the routing store*)
- $X_4$ ; Waktu dasar hidrograf satuan (*time base of unit hydrograf*).

## II. Pemetaan kebutuhan air kawasan di wilayah DAS Ciliwung

Pemetaan kebutuhan air kawasa di wilayah DAS Ciliwung dilakukan dengan melakukan analisis kebutuhan air kawasan. Analisis jumlah kebutuhan air merupakan analisis untuk menghitung prediksi jumlah air yang harus disediakan untuk memenuhi seluruh jenis penggunaan air di suatu kawasan perencanaan. Untuk melakukan analisis jumlah kebutuhan air diperlukan angka standar kebutuhan air dan prediksi jumlah populasi setiap jenis pengguna air di kawasan tersebut.

### 1. Angka standar kebutuhan air

#### a. Angka Standar Kebutuhan Air Penduduk

Besarnya kebutuhan air bagi masing-masing orang tidak sama dan sangat tergantung pada beberapa faktor diantaranya tingkat sosial, tingkat pendidikan, kebiasaan penduduk, letak geografis, dan lain-lain. Kebutuhan dasar air bersih tiap individu digunakan untuk memenuhi keperluan minum, masak, dan mencuci peralatan masak, dan lain-lain. Untuk Indonesia besar kebutuhan dasar tersebut adalah (Puslitbang Fisika Terapan-LIPI, 1990) :

Minum	=	2.5 – 5.0 liter/jiwa/hari
Masak	=	7.5 – 10.0 liter/jiwa/hari
<u>Cuci (bahan makanan dan lain-lain)</u>	=	<u>10.0 – 15.0 liter/jiwa/hari</u>
Jumlah	=	20.0 – 30.0 liter/jiwa/hari

Menurut White *et al.*, (1972) konsumsi air bersih untuk daerah perkotaan dan pedesaan yang menggunakan hidran umum berkisar 10 – 50 liter/orang/hari, untuk rumah tangga yang menggunakan satu keran saja berkisar 15 – 90 liter/orang/hari, dan untuk rumah tangga yang memiliki banyak keran berkisar 30 – 300 liter/orang/hari.

#### **b. Angka Standar Kebutuhan Air Industri**

Besarnya kebutuhan air bagi masing-masing industri tidak sama dan sangat tergantung pada beberapa faktor diantaranya jumlah pegawai, unit kerja, lamanya jam kerja dan lain-lain. Untuk menentukan kebutuhan air bersih untuk industri di perkotaan dapat dikategorikan menjadi tiga jenis berdasarkan banyaknya pemakaian, masing-masing untuk industri besar berkisar 151 - 350 m<sup>3</sup>/hari, industri sedang berkisar 51 – 150 m<sup>3</sup>/hari, dan industri kecil berkisar 5 - 50 m<sup>3</sup>/hari (Purwanto, 1995).

Tabel 3.1. Kebutuhan Air menurut Sularso & Huroa Tahara

No.	Jenis Kebutuhan	Pemakaian air rata-rata per hari (liter)	Keterangan
1.	Kantor	100 - 200	Per karyawan
2.	Rumah Sakit	250 -1000	Setiap tempat tidur pasien. Pasien luar : 8 l Pegawai : 160 l
3.	Gedung Bioskop	10	Per pengunjung
4.	Sekolah Dasar dan SLTP	40-50	Per murid, Guru: 100 l
5.	SLTA & Lebih tinggi	80	Per murid, Guru: 100 l
6.	Laboratorium	100-200	Per karyawan
7.	Toserba	3	Per pengunjung, karyawan = 100 l
8.	Industri/pabrik	Buruh pria : 80 l Buruh wnt : 100 l	Per orang per shift
9.	Stasiun dan Terminal	3	Setiap penumpang
10.	Restoran	30	Penghuni : 160 l
11.	Hotel	250 – 300	Untuk setiap tamu
12.	Perkumpulan Sosial	30	Setiap tamu
13.	Tempat Ibadah	10	Jumlah jemaah setiap hari

## **2. Proyeksi pertumbuhan populasi pengguna**

Proyeksi pertumbuhan populasi pengguna air Kebutuhan air suatu kota besarnya sebanding dengan jumlah penduduk, dan pola konsumsi perkapita, sehingga perkembangan jumlah penduduk di kota tersebut sangat menentukan tingkat kebutuhan air di masa mendatang (Pawitan *et al*, 1994).

### **a. Perhitungan Proyeksi Jumlah Pengguna**

Kebutuhan air masyarakat pada tahun proyeksi dapat diprediksi antara lain dengan bantuan data proyeksi penambahan pengguna yang meliputi penduduk, industri, komersial, prasarana publik dan lingkungan. Ada berbagai metode perhitungan proyeksi penambahan jumlah pengguna, misalnya untuk penduduk, dirumuskan sebagai berikut :

$$P_n = P_o(1 + r)^n$$

dimana :

$P_n$  = jumlah penduduk pada tahun ke - n,

$P_o$  = jumlah pengguna pada tahun awal

$r$  = laju pertumbuhan penduduk,

$n$  = jumlah interval waktu

## **A. Analisis Perencanaan Kebutuhan Air Kawasan**

Kegiatan pengembangan wilayah akan menciptakan pertumbuhan ekonomi kawasan dalam wilayah tersebut. Pertumbuhan ekonomi ini akan semakin nyata apabila kebutuhan air setiap kegiatan dalam kawasan tersebut dapat disediakan dan dipenuhi secara berkelanjutan. Untuk memenuhi kebutuhan air tersebut maka diperlukan analisis perencanaan kebutuhan air baik di kawasan perkotaan maupun perdesaan.

### **1. Analisis kebutuhan air untuk fungsi kawasan**

Analisis perencanaan kebutuhan air pada suatu kawasan ditentukan oleh karakteristik kawasan tersebut yang berbeda antara kawasan perkotaan dan perdesaan. Pada kawasan perkotaan, analisis perencanaan kebutuhan air diperlukan untuk pencapaian fungsi pelayanan kawasan perkotaan pada kegiatan ekonomi berbasis industri dan jasa. Pada kawasan perdesaan, analisis perencanaan kebutuhan air untuk pelayanan kawasan perdesaan pada kegiatan ekonomi berbasis pertanian termasuk agroindustri.

### **2. Analisis kebutuhan air untuk operasi penyediaan air dalam kawasan**

Dalam melakukan analisis perencanaan ke butuhan air untuk operasi penyediaan air suatu kawasan meliputi dua komponen pokok, yaitu komponen kebutuhan pengguna, komponen kebutuhan kehilangan air baik selama distribusi maupun proses produksi.

Komponen kebutuhan pengguna akan dihitung sesuai dengan jumlah pengguna seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, sedangkan komponen kehilangan air

**a. Sistem penyediaan air Pedesaan**

Kebutuhan air bersih di pedesaan dipenuhi dari sistem penyediaan air bersih yang berasal dari hidran umum (HU) dan sambungan rumah (SR). Untuk merencanakan penyediaan air bersih tersebut, disusun kriteria/Standar perencanaan air bersih pedesaan seperti pada Tabel 3.2. berikut.

Tabel 3.2. Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan

No.	Uraian	Kriteria
1.	Hidran umum (HU)	30 l/orang/hari
2.	Sambungan Rumah (SR)	90 l/orang/hari
3.	Lingkup Pelayanan	60-100 %
4.	Perbandingan HU:SR	20:80 – 50:50
5.	Kebutuhan Non Domestik	5%
6.	Kehilangan air akibat kebocoran	15%
7.	Faktor puncak untuk harian maksimum	1,5 x Qr
8.	Pelayanan HU	100 orang/unit
9.	Pelayanan SR	10 orang/unit
10.	Jam Operasi	12 jam/hari
11.	Aliran Maksimum HU	3000 l/hari
12.	Aliran Maksimum SR	900 l/hari
13.	Periode Perencanaan	10 tahun

Sumber : Kriteria/Standar IKK Pedesaan

**b. Sistem operasi penyediaan air Perkotaan**

Tabel 3.3. berikut menunjukkan rata-rata kebutuhan air harian per kapita untuk kota di negara maju. Untuk kota di Indonesia tentunya tingkat kebutuhan air untuk berbagai penggunaan ini tidak sama dan persentase kehilangan lebih tinggi.

Tabel 3.3. Rata-rata kebutuhan air harian per kapita

No.	Penggunaan	Kebutuhan (galon per capita days)	Persen total
1	Rumah tangga	60	40
2	Komersial	20	13
3	Industri	45	30
4	Umum	15	10
5	Kehilangan	10	7
Jumlah		150	100

Sumber : Gupta (1989)



### **III. Evaluasi surplus dan defisit di kawasan yang ada di wilayah DAS Ciliwung**

Evaluasi surplus dan defisit di kawasan yang ada di wilayah DAS Ciliwung dilakukan dengan analisis neraca air kawasan seperti dijelaskan rumus berikut:

$$\begin{aligned}\Delta S &= \text{Qaliran air masuk} - \text{Qaliran air keluar} \\ \text{Qaliran air masuk} &= \text{Total air yang masuk ke kawasan (m}^3\text{)} \\ \text{Qaliran air keluar} &= \text{Total air yang ke luar dari kawasan (m}^3\text{)} \\ \Delta S &= \text{Perubahan jumlah air kawasan (m}^3\text{)} \\ \Delta h &= \text{Perubahan tinggi muka air kawasan (m}^3\text{)}\end{aligned}$$

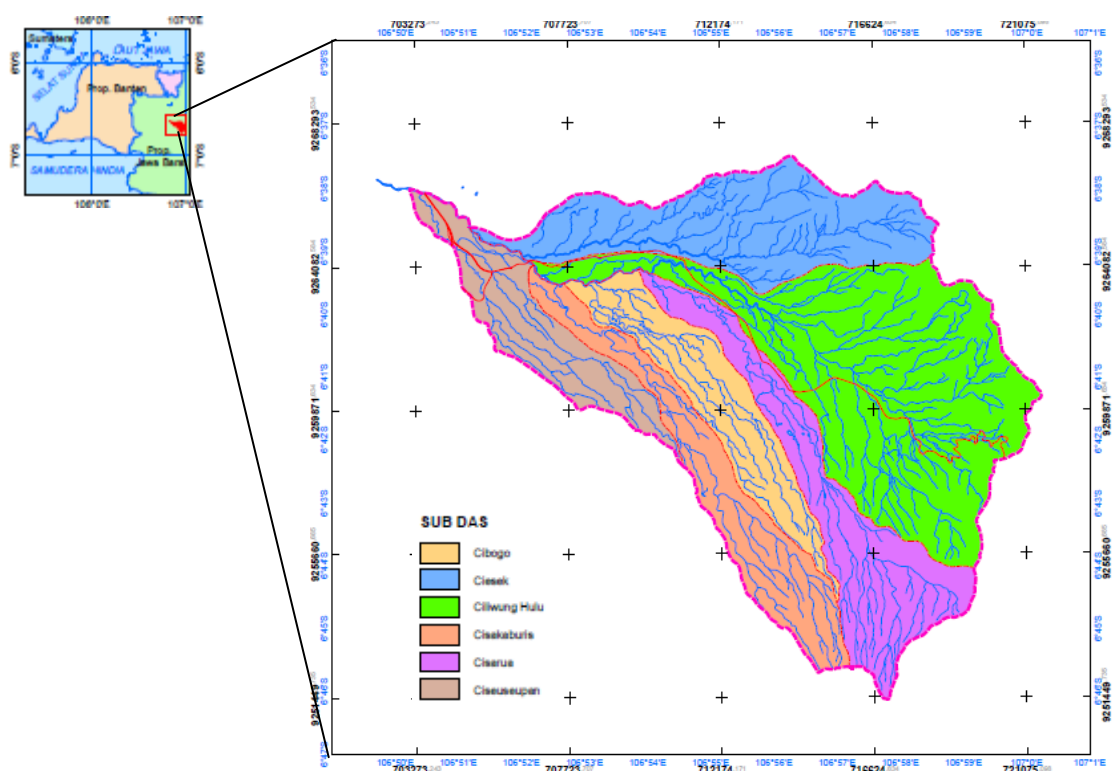
Khusus untuk banjir, dilakukan analisis luapan di daerah banjir di setiap wilayah DAS Ciliwung. Terjadinya banjir dikarenakan oleh peristiwa meluapnya air sungai yang debitnya melebihi kapasitas tampung sungai di wilayah banjir.

### **IV. Penyusunan rekomendasi kebutuhan volume tampungan dan waduk di setiap kawasan di wilayah DAS Ciliwung**

Penyusunan rekomendasi dilakukan dengan analisis keseimbangan air pada beberapa skenario yang memungkinkan, Skenario dilakukan dengan mengidentifikasi rencana pembangunan tampungan dan waduk yang ada erta memanfaatkan situ dan danau untuk ditingkatkan kapasitasnya dengan mengoptimalkan volume situ dan danau untuk dimanfaatkan diwilayah sekitar sehingga situ atau danau mempunyai tampungan banjir yang maksimal.

## BAB IV GAMBARAN UMUM DAS CILIWUNG HULU

DAS Ciliwung Hulu mempunyai luas 14.860 ha secara geografis terletak pada 106° 49' 40" – 107° 00' 15" BT dan 6°38' 15" LS – 6° 46' 05" LS. Secara administratif DAS Ciliwung Hulu mencakup 30 desa di Kabupaten Bogor yaitu 2 desa (Kecamatan Sukaraja), 7 desa (Kecamatan Ciawi), 10 desa (Kecamatan Cisarua), 11 desa (Kecamatan Megamendung) dan 1 desa di Kecamatan Kota Bogor Timur. Lokasi penelitian DAS Ciliwung Hulu disajikan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. DAS Ciliwung Hulu

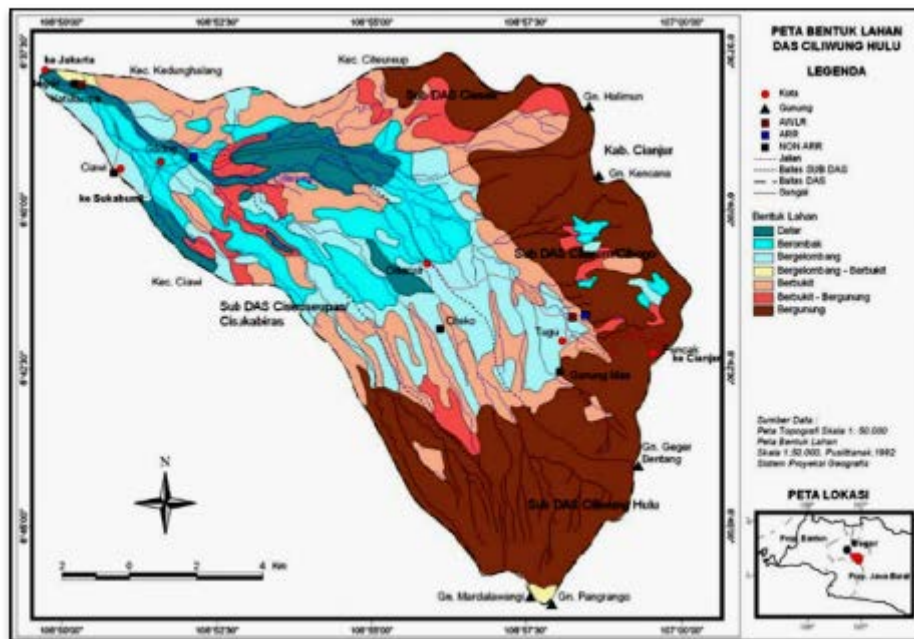
DAS Ciliwung Hulu terdiri dari 6 sub-DAS yaitu :

- Sub DAS Ciesek seluas 2.650,48 ha (18,04%) terletak di Kecamatan Megamendung dan Cisarua;
- Sub DAS Ciliwung Hulu seluas 5.168,93 ha (35,18%) terletak di Kecamatan Ciawi, Megamendung dan Cisarua;
- Sub DAS Cibogo seluas 1.545,93 ha (10,12%) terletak di Kecamatan Ciawi, Megamendung dan Cisarua;
- Sub DAS Cisarua seluas 2.207,69 ha (15,02%) terletak di Kecamatan Cisarua;
- Sub DAS Cisukaburis seluas 1.739,40 ha (11,84%) terletak di Kecamatan Ciawi dan



## b. Karakteristik bentuk wilayah dan lereng

Bentuk wilayah merupakan karakteristik biofisik lahan yang sangat penting untuk dipertimbangkan dalam menyusun kriteria kesesuaian posisi pengembangan tampungan dan waduk. Secara umum bentuk wilayah DAS Ciliwung Hulu berdasarkan hasil pemetaan sebelumnya dapat dipisahkan menjadi datar-berombak, bergelombang, berbukit dan bergunung (Puslitanak. 1999). Peta Bentuk Wilayah DAS Ciliwung hulu disajikan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Peta Bentuk Lahan DAS Ciliwung Hulu.

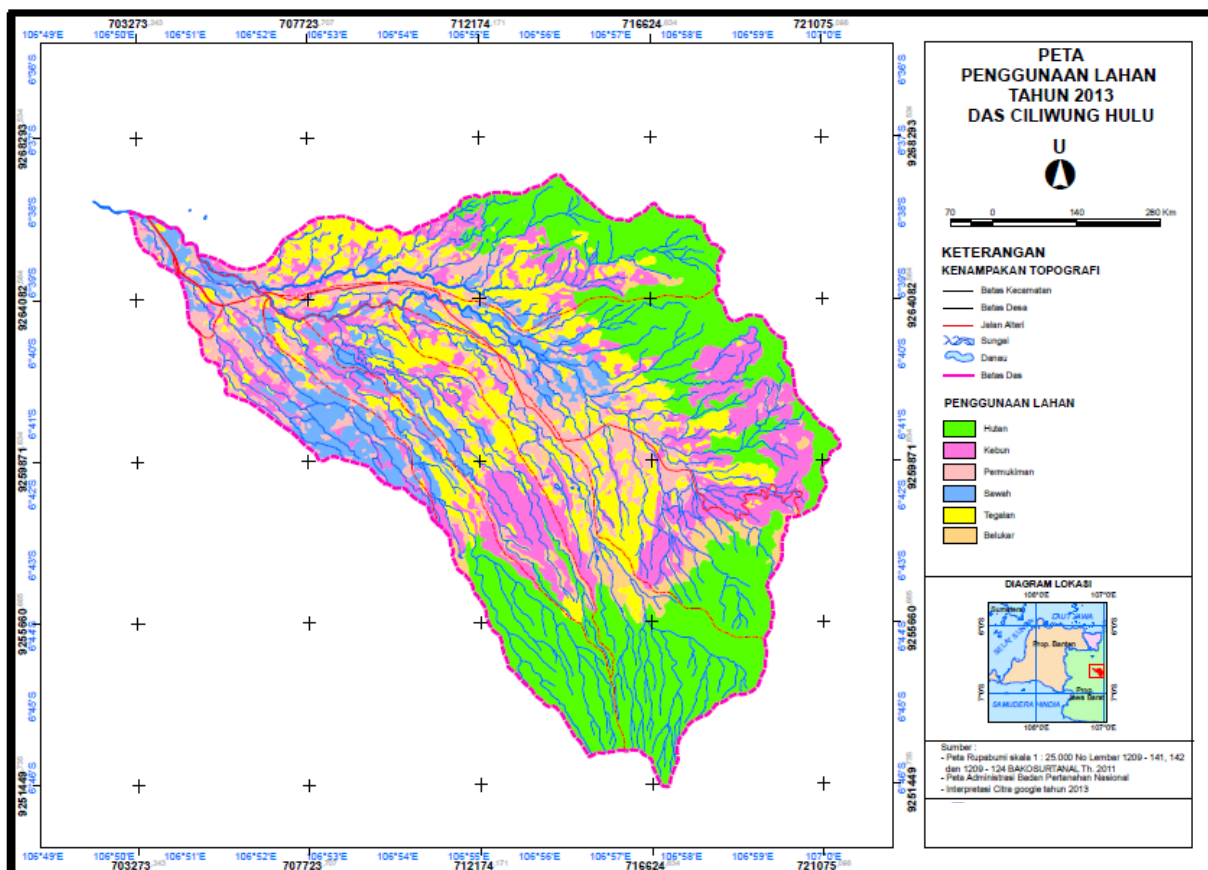
## c. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan di DAS Ciliwung Hulu terdiri dari 7 (tujuh) penggunaan dan didominasi oleh tegalan yaitu sebesar 28,14%, kemudian diikuti oleh hutan sebesar 20,80%, selanjutnya adalah penggunaan lahan untuk pemukiman yaitu sebesar 19,26%, sawah (13,09%), kebun (12,74%), dan selanjutnya adalah belukar sebesar 5,53%, serta perairan sebesar 0,41%. Untuk lebih jelasnya penggunaan lahan di DAS Ciliwung Hulu disajikan dalam Tabel 4.1, dan Gambar 4.4.

Tabel 4.1. Penggunaan Lahan DAS Ciliwung Hulu berdasarkan Sub DAS

No	Sub DAS	Penggunaan Lahan (Ha)							Jumlah
		Belukar	Perairan	Hutan	Kebun	Pemukiman	Sawah	Tegalan	
1.	Ciesek	37,67	18,26	1.031,06	541,61	269,61	65,29	657,99	2.650,48
2.	Ciliwung Hulu	207,99	14,04	1,632,09	1,233,391	843,81	260,99	976,63	5.168,93
3.	Cisarua	171,44	2,29	1,189,84	179,59	232,54	14,27	417,72	2.207,69
4.	Cibogo	79,72	-	103,632	606,846	111,01	190,94	453,76	1.545,93
5.	Ciseusepan	18,66	5,94	-	270,37	387,43	599,98	98,44	1,380,82
6.	Cisakaburis	40,97	0,99	959,19	228,20	94,45	186,77	228,83	1,739,40
Jumlah		556,45	41,52	2.093,88	1.285,01	1.938,85	1.318,24	2.837,37	

Sumber: Hasil perhitungan, 2013.



Gambar 4.4. Penggunaan Lahan DAS Ciliwung Hulu

#### d. Iklim

Berdasarkan sistem klasifikasi Smith dan Ferguson yang didasarkan pada intensitas curah hujan. yaitu bulan basah (>200 mm) dan Bulan Kering (<100 mm) adalah termasuk

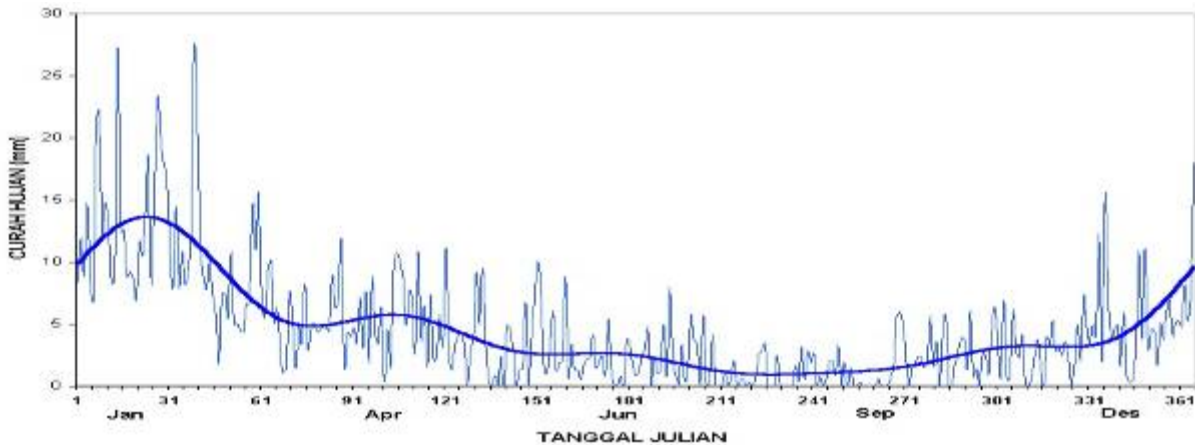
Tipe Iklim A. Sedangkan berdasarkan klasifikasi Oldeman. tipe iklim di DAS Ciliwung Hulu termasuk tipe iklim B2 yang mempunyai 7-9 bulan basah berurutan dan 2-4 bulan kering dan tipe iklim C1 yang mempunyai 5-6 bulan basah berurutan dan kurang dari 2 bulan kering.

Keadaan iklim di DAS Ciliwung Hulu dapat diwakili oleh pengambilan data pada Stasiun Klimatologi Citeko (920 m dpl). Data pengamatan di stasiun tersebut diperoleh data rata-rata bahwa suhu udara maksimum 25,9<sup>o</sup>C, suhu minimum 17,3<sup>o</sup>C. Kelembaban udara rata-rata bulanan sebesar 83,7%, bulan terlembab adalah Pebruari sedangkan bulan Agustus merupakan terkering. Total evapotranspirasi rata-rata tahunan sebesar 1.298,1 mm. Evapotranspirasi (ETP) rata-rata bulanan tertinggi terjadi pada bulan Agustus (126,7 mm) dan terendah terjadi pada bulan Desember (84,8 mm). Data hasil pengamatan iklim di stasiun Citeko disajikan dalam Tabel 4.2. Sedangkan fluktuasi curah hujan di daerah penelitian disajikan dalam Gambar 4.5, dan kondisi curah hujan dan evapotranspirasi di daerah penelitian disajikan dalam Gambar 4.6.

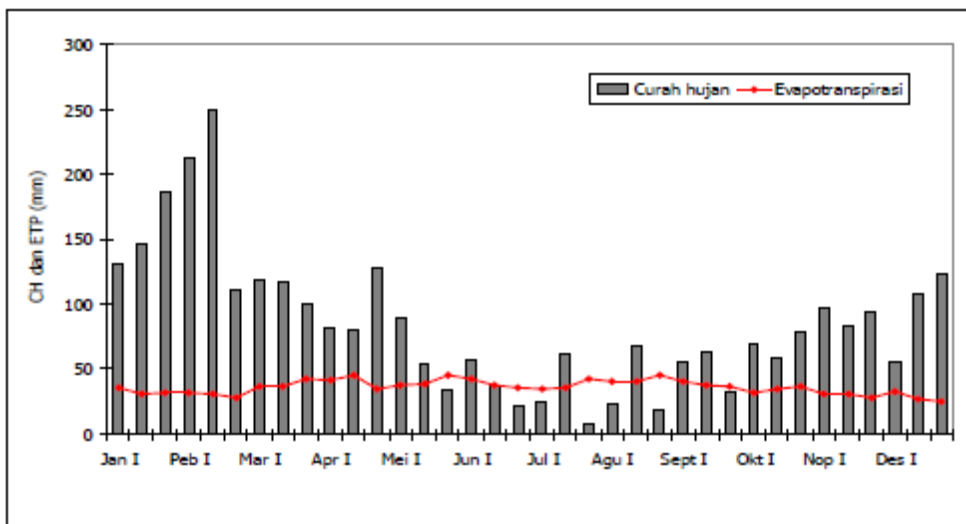
Tabel 4.2. Kondisi Iklim daerah penelitian di stasiun Citeko

Bulan	Suhu			Kelembaban			Kecepatan Angin			Evapotranspirasi Harian			
	Min	Max	Rata2	Min	Max	Rata2	Rata2	Max	Min	Total	Rata2	Max	Min
	°C	°C	°C	%	%	%	m/s	m/s	m/s	mm	mm	mm	mm
	tm	Tx	tm	Un	Ux	Um	Va	Vx	Vm	Etp	Etr	Etx	Etm
Jan	17,6	24,9	20,7	83,1	90,2	88,3	1,8	2,4	1,2	98,3	3,2	4,1	1,4
Peb	17,5	24,2	20,5	85,1	91,6	90,3	2,1	3,2	1,2	91,1	3,3	4,6	2,0
Mar	17,9	25,8	21,4	78,5	87,9	85,9	1,9	3,0	1,0	115,1	3,7	5,0	2,4
Apr	17,9	26,3	21,6	78,0	87,8	85,6	1,8	2,4	1,0	122,9	4,1	5,9	2,6
Mei	17,9	26,4	21,9	75,3	85,1	83,0	1,9	3,2	1,2	120,8	3,9	4,8	2,8
Juni	16,9	26,1	21,3	73,1	84,6	81,1	1,9	4,4	1,0	116,9	3,9	5,2	3,0
Juli	16,4	25,9	21,0	71,7	85,1	80,7	2,0	2,8	1,4	112,6	3,6	4,4	2,7
Agt	16,2	26,3	21,0	66,8	84,3	78,3	2,0	2,8	1,4	126,7	4,1	5,7	3,1
Sept	16,8	26,5	21,3	70,0	85,9	81,3	2,1	2,8	1,4	115,8	3,9	6,2	2,5
Okt	17,2	26,8	21,4	71,4	85,5	82,1	1,8	2,2	1,2	103,6	3,3	5,2	2,2
Nop	17,6	26,2	21,4	76,9	89,3	86,7	1,6	2,4	1,0	89,4	3,0	4,0	1,2
Des	17,5	25,5	21,1	74,5	83,2	81,6	1,9	3,2	1,0	84,8	2,7	5,0	1,2
Rata2	17,3	25,9	21,2	75,4	86,7	83,7	1,9	2,9	1,2	1298,1	42,7	6,2	1,2

Sumber: Hasil pengamatan iklim stasiun Citeko, 2012.



Gambar 4.5. Fluktuasi Curah hujan di daerah DAS Ciliwung Hulu



Gambar 4.6. Kondisi Curah Hujan dan Evapotranspirasi DAS Ciliwung HULU

### c. Tata Air Sungai Ciliwung Hulu

Kondisi hidrologi DAS Ciliwung Hulu ditunjukkan oleh parameter kuantitas air dan kualitas air pada Sungai Ciliwung bagian hulu. Periode 1996-2009, debit andalan Sungai Ciliwung Hulu menunjukkan peningkatan dari 4,68 m<sup>3</sup>/detik pada tahun 1996 menjadi 78,47 m<sup>3</sup>/detik tahun 2009. Keadaan tahun 1989-2009, debit air maksimum Sungai Ciliwung Bagian Hulu rata-rata sebesar 322,08 m<sup>3</sup>/detik. Tahun 1994-2001, debit air maksimum mencapai 743,33 m<sup>3</sup>/detik pada tahun 1996 dan 651,75 m<sup>3</sup>/detik pada tahun 1998. Pada tahun 1998 tersebut merupakan nilai KRS mencapai 534,22.

Pada selang 2001-2009, debit air maksimum terjadi pada tahun 2002 sebesar 525,53 detik dan tahun 2009 sebesar 451,47 m<sup>3</sup>/detik. Namun demikian nilai KRS tertinggi terjadi pada tahun 2007 sebesar 217,69 m<sup>3</sup>/detik. Hal ini menunjukkan selama 20 tahun terakhir

bahwa kondisi biofisik DAS Ciliwung mengalami perubahan yang tajam sehingga mengakibatkan debit air sungai Ciliwung Hulu sangat fluktuatif. Memperhatikan nilai KRS selama 20 tahun maka terlihat bahwa nilai KRS rata-rata sebesar 151,64. Nilai KRS lebih besar dari nilai 100 maka menunjukkan bahwa DAS Ciliwung Hulu dalam kondisi buruk. Kondisi DAS pada tahun 2009, dengan nilai KRS sebesar 61,93 menunjukkan bahwa DAS Ciliwung Hulu dalam kondisi sedang. Untuk mengetahui debit aliran sungai Ciliwung di Bendung Katulampa disajikan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Debit Aliran Sungai Ciliwung Hulu di Bendung Katulampa

No.	Tahun	Besarnya debit (m <sup>3</sup> /det)		KRS ( $Q_{Maks} / Q_{Min}$ )		Q <sub>andalan</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Waktu Kejadian debit maksimum
		Maks	Min	Maks	Min	Min	
1	1989	144,38		2,74		52,69	tad*)
2	1990	131,47		4,76		27,62	tad*)
3	1991	211,25		2,26		93,47	tad*)
4	1992	378,68		2,18		173,71	tad*)
5	1993	343,2		5,71		60,11	tad*)
6	1994	378,68		1,86		203,59	tad*)
7	1995	411,67		1,71		240,74	tad*)
8	1996	743,33		3,05		243,71	4,68
9	1997	244,2		1,22		200,16	15,38
10	1998	651,75		1,22		534,22	17,89
11	1999	610,5		1,71		357,02	18,98
12	2000	525,53		1,71		307,33	11,71
13	2001	411,68		3,46		118,98	22,12
14	2002	525,53		6,75		77,86	22,83
15	2004	21,14	1,23	17,19	26,73		19/02/2004
16	2005	26,08	1,42	18,87	29,20		18/01/2005
17	2006	44,74	3,13	14,29	38,68		09/02/2006
18	2007	132,79	0,61	217,69	42,11		03/02/2007
19	2008	52,84	4,56	11,59	75,00		18-9/03/2008
20	2009	451,47	7,29	61,93	78,47		13/01/2009
Rata-rata	322,08	2,93		151,64		35,20	

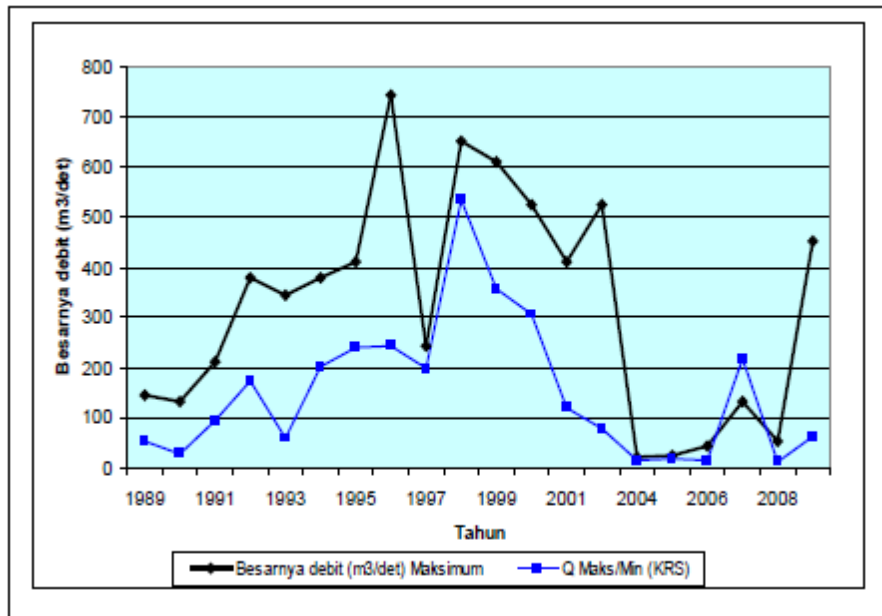
Sumber: Hasil perhitungan, 2012

#### d. Debit Air maksimum

Debit maksimum selama 1989 s/d 2009 mencapai maksimum pada tahun 1996 sebesar 743,33 m<sup>3</sup>/detik dan terendah terjadi pada tahun 2005 sebesar 26,08 m<sup>3</sup>/detik. Debit minimum tertinggi berlangsung pada tahun 2009 sebesar 7,29 m<sup>3</sup>/detik dan terendah pada tahun 2007 sebesar 0,61 m<sup>3</sup>/detik. Hal ini menunjukkan bahwa selama 20 tahun, debit puncak telah mengalami fluktuasi yang sangat tajam yaitu pada musim hujan debit maksimum air sungai Ciliwung Hulu tahun 1996 melebihi dari debit maksimum rata-rata dan pada musim kemarau debit air hampir mencapai nilai nol pada tahun 2007.



Pada selang tahun 1996-1997 Sungai Ciliwung mengalami penurunan debit aliran secara tajam dari 743,33 m<sup>3</sup>/detik menjadi 244,42 m<sup>3</sup>/detik dan pada kemudian kembali meningkat pada tahun 1998 menjadi 651,75 m<sup>3</sup>/detik. Kemudian selama 5 tahun terakhir 2004-2008, wilayah DAS Ciliwung Hulu mengalami penurunan debit air yaitu nilai debit air puncak mencapai 21,14 m<sup>3</sup>/detik dan stabil 52,84 m<sup>3</sup>/detik hingga pada tahun 2009 meningkat secara tajam menjadi 451,47 m<sup>3</sup>. Fluktuasi debit air maksimum sungai dan KRS Sungai Ciliwung tahun 1989-2009 dapat disajikan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Debit maksimum di Bendung Katulampa

#### e. Kualitas Air

Berdasarkan Laporan Status Lingkungan Hidup Kabupaten Bogor (2010) bahwa kualitas air Sungai Ciliwung Hulu telah mengalami penurunan. Kualitas Air Sungai Ciliwung Hulu diperoleh data pengamatan terhadap parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi. Parameter fisik dan mikrobiologi air umumnya normal, sedangkan parameter kimia air telah melebihi ambang batas yaitu parameter BOD 13-23 mg/liter (telah melampaui kualitas Baku Mutu I s/d IV) dan COD 132-157 mg/liter (telah melampaui Baku Mutu I dan II). Kandungan *colliform* telah mencapai 1.700-8.000 mg/liter (telah melampaui Baku Mutu I dan II). Kondisi demikian menempatkan kualitas air di Sungai Ciliwung Hulu termasuk kedalam kualitas air di bawah Kelas I dan II. Standar Air di bawah I dan II artinya air sungai Ciliwung sudah tercemar berat dan tidak layak kalau langsung digunakan untuk pasokan air minum sehingga hanya layak untuk kegiatan pertanian dan perikanan. Air tersebut memerlukan perlakuan (*treatment*) aerasi jika akan digunakan untuk air minum.

Keadaan ini tidak terlepas dari tingginya laju permukiman dan aktivitas masyarakat dan intensitas aktivitas pertanian dan permukiman di wilayah hulu. Perkembangan permukiman dan berkembangnya kegiatan wisata di wilayah hulu telah memberikan tambahan volume sampah organik padat dan cair yang dibuang / dialirkan ke dalam badan air Sungai Ciliwung. Aktivitas masyarakat Kegiatan pertanian untuk budidaya pertanian tanaman pangan dan hortikultura telah berjalan sangat intensif. Penggunaan pupuk kimia yang terlampaui tinggi dan pemakaian pestisida (herbisida, insektisida, dan fungisida/algaesida) untuk meningkatkan produksi dan kualitas sayuran. Penggunaan pupuk kimia di wilayah hulu tidak menggunakan sesuai dosis yang disarankan. Kuantitas produksi sesuai permintaan pasar telah mengakibatkan petani menggunakan pupuk kimia melebihi yang disarankan, disamping itu penggunaan herbisida dan insektisida dalam budidaya hortikultura (sayur dan buah-buahan) telah memberikan andil yang cukup besar terhadap pencemaran air dan tanah. Kualitas air Sungai Ciliwung disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Kualitas Air Sungai Ciliwung Hulu

No.	Parameter kualitas air	Kualitas air*)				Kondisi (pos pengamatan)		
		I	II	III	IV	2002*)	2008**)	2009**)
<b>Parameter Fisika</b>								
1	Residu terlarut (TDS) mg/l.	1000	1000	1000	2000	80-1.250	51-59,25	58-132 (82-Katulampa), 132-Gadog, 58-Atta'awun)
2	Residu tersuspensi (TSS) mg/l	50	50	400	400	td	8-39,50	8-12 (12-Katulampa), 8-Gadog, 8-Atta'awun).
3	Kekeruhan	-	-	-	-	5-9	6-27,50	19-22 (22-Katulampa, 21-Gadog, 19-Atta'awun)
<b>Parameter Kimia</b>								
1	pH	6-9	6-9	6-9	5-9	6,1-7,28	6,4 -7,19	6,7-7,1 (6,8-Katulampa, 6,7-Gadog, 7,1-Atta'awun).
2	BOD (mg/l)	2	3	6	12	1,6-80,7* <sup>3</sup> )	td	13-23 (23-Katulampa, 16-Gadog, 13-Atta'awun).
3	DO (mg/l)	6	4	3	0	6-8	6-9,96	6,5-7 (7-Katulampa dan Gadog, 6,5-Atta'awun)
4	COD (mg/l)	10	25	50	100	7,46-120,5* <sup>4</sup> )	132-157	30-47 (47-Katulampa, 42- Gadog), 30-Atta'awun)
<b>Parameter Biologi</b>								
1	Fecal coliform (jumlah/100ml)	100	1000	2000	2000			
2	Total coliform (jumlah/100 ml)	1.000	5.000	10.000	10.000	110-120,5	200-34.100	1.700-8.100 (8.100-Gadog. 1.700 -Katulampa. 2.100 -Atta'awun)

Sumber : BLH Kabupaten Bogor (2010)

Keterangan :

\*) PP 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

\*<sup>1</sup>) Taufik *et al.* dalam Dewi (2010)

\*<sup>2</sup>) Badan Lingkungan Hidup Kab. Bogor (2010) 27

\*<sup>3</sup>) Tercemar berat

\*<sup>4</sup>) Tercemar sedang.

## 4.2. Sosial Budaya

### a. Kependudukan

DAS Ciliwung Hulu yang luasannya mencapai 14.170,54 Ha yang daerahnya meliputi 3 kecamatan yaitu kecamatan Megamendung, Cisarua, dan Ciawi, dengan jumlah desa mencapai 32, dimana secara rinci, 30 desa berada di Kabupaten Bogor yaitu 2 desa (Kecamatan Sukaraja), 7 desa (Kecamatan Ciawi), 10 desa (Kecamatan Cisarua), 11 desa (Kecamatan Megamendung) dan 1 desa di Kecamatan Kota Bogor Timur. jumlah penduduk DAS Ciliwung Hulu disajikan dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Jumlah Penduduk DAS Ciliwung Hulu

No.	Tahun	DAS Ciliwung Hulu Kab. Bogor				Kecamatan Ciawi, Megamendung, Cisarua	
		Jumlah penduduk (jiwa)	Kepadatan penduduk *) (jiwa/ha)	Laju Pertumbuhan Penduduk*) (% / tahun)	Rata-rata penduduk per KK*)	Jumlah Penduduk (jiwa)	Laju Pertumbuhan*) (%)
1	1997	188.670	12,70	-	4,67	220.409	-
2	1998	190.594	12,83	1,02	Td	220.430	0,01
3	1999	196.015	13,19	2,84	Td	222.088	0,75
4	2000	200.955	13,52	2,52	4,79	228.746	3,00
5	2001	202.623	13,64	0,83	Td	230.182	0,63
6	2002	208.849	14,05	3,07	4,76	234.911	2,05
7	2003	210.834	14,19	0,95	4,01	236.116	0,51
8	2004	222.212	14,95	5,40	Td	244.727	3,65
9	2005	236.705	15,93	6,52	Td	268.819	9,84
10	2006	249.199	16,77	5,28	4,17	291.258	8,35
11	2007	254.446	17,12	2,61	4,18	293.379	0,73
12	2008	260.180	17,51	3,68	4,20	293.560	0,62
13	2009					295.315	0,60
	Rata-rata			2,98	4,43		2,74

Sumber : - BPS Kabupaten Bogor 2009-2010; Dewi 2010 Bapeda Kab. Bogor. 2009; dan (\*) hasil perhitungan.

Berdasarkan data tahun 2000, jumlah penduduk di DAS Ciliwung Hulu berjumlah 200.955 jiwa atau mengalami peningkatan sebesar 2,54%; sedangkan pada tahun 2008 sebanyak 260.180 jiwa dengan laju pertumbuhan yang tinggi yaitu 3,68% dan dengan rata-rata 4,20 jiwa per-KK. Selama 10 tahun terakhir (1998 s/d 2008) laju pertumbuhan penduduk tertinggi di DAS Ciliwung hulu terjadi pada 3 tahun berturut-turut yaitu tahun 2004 s/d 2006 yaitu antara 5,28-6,52% per tahun, sedangkan pada pada periode tahun tersebut untuk wilayah Kecamatan Ciawi, Megamendung, dan Cisarua dengan laju pertumbuhan yang lebih

besar yaitu antara 3,65 -9,84% per tahun atau dengan rata-rata pertumbuhan penduduk selama 10 tahun terakhir sebesar 2,74%.

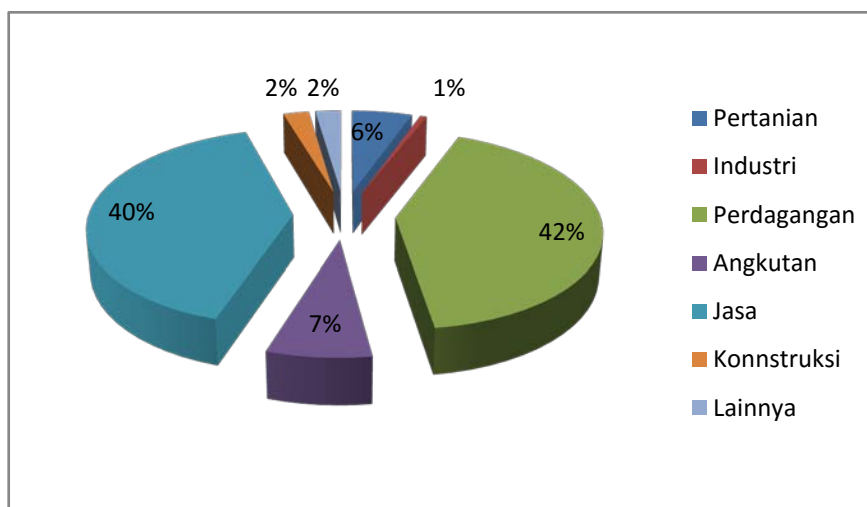
**b. Mata Pencaharian**

Mata pencaharian penduduk di DAS Ciliwung Hulu dikelompokkan ke dalam 7 sektor ekonomi yaitu sektor pertanian, industri, perdagangan, hotel dan restoran, angkutan, jasa-jasa, konstruksi dan profesi lainnya (PNS, ABRI, POLRI, dll.). Sektor yang mendominasi di Ciliwung Hulu adalah sektor pertanian, perdagangan, hotel dan restoran, dan sektor jasa. Perkembangan mata pencaharian penduduk selama tahun 2000-2012, pada sektor pertanian mengalami penurunan dari 16.406 (26,69%) menjadi 3.937 jiwa (5,78%), sedangkan di kedua sektor yang mengalami peningkatan tajam adalah sektor perdagangan, hotel dan restoran dari 20,04% (2000) menjadi 41,26% (2006) dan sektor jasa dari 38,35% (2000) menjadi 47,06% (2006), dan sektor lainnya perkembangannya relatif normal. Rincian mata pencaharian disajikan dalam Tabel 4.6, DAN Gambar 4.8

Tbel 4.6. Mata pencaharian penduduk DAS Ciliwung Hulu

No.	Mata Pecaharian	2008		2012	
		Jml	%	Jml	%
1.	Petanian	16.406	26,7	3.677	5,4
2.	Indutri	1.580	2,6	408	0,6
3.	Peragangan hotel dan restoran	12.317	20,04	28.113	41,3
4.	Angkutan	2.527	4,1	4.833	7,1
5.	Jasa-jasa	23.570	38,4	27.228	40,0
6.	Konstruksi	1.554	5,7	1.566	2,3
7.	Lainnya	3.507	5,7	1.566	2,3
Jumlah		61.461	100,0	68.070	100,0

Sumber: Kecamatan Ciawi, Cisarua, Megamendung dalam Angka 2013, dan diolah



Gambar 4.8. Mata Pencaharian Penduduk DAS Ciliwung Hulu

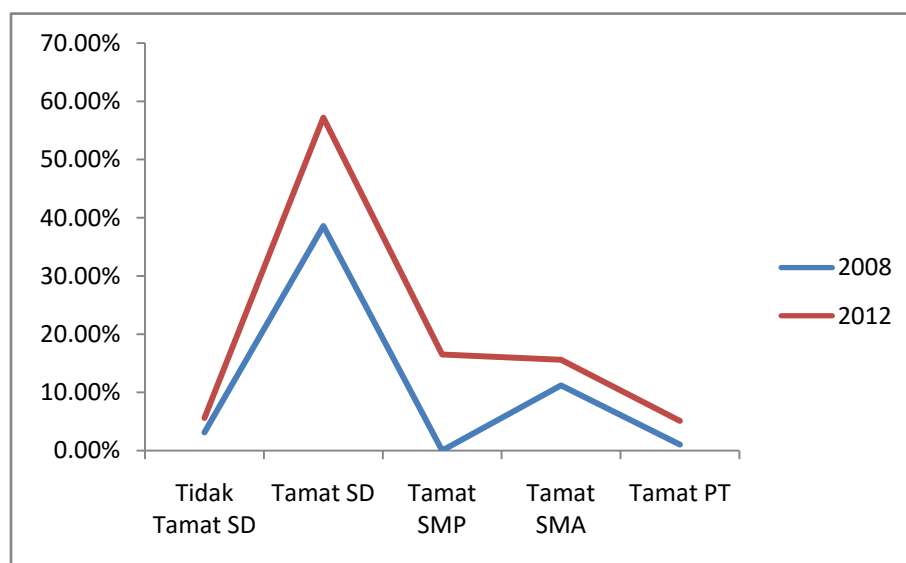
### c. Pendidikan

Tingkat pendidikan penduduk DAS Ciliwung Hulu yang telah memasuki usia sekolah (di atas 7 tahun ke atas), terlihat telah mengalami perkembangan yang relatif lebih baik. Dari dua seri data tahun 2000 dan 2006, jumlah penduduk dengan tingkat pendidikan SD dan tidak tamat SD telah mengalami penurunan jumlahnya dari 123.487 jiwa (70,68%) tahun 2000 menjadi 130.997 (5,65%) pada tahun 2006. Sedangkan pada tingkat pendidikan SLTP, SLTA, dan Tingkat Akademi / Perguruan Tinggi telah mengalami kenaikan. Tingkat pendidikan penduduk dengan tingkat pendidikan SLTP dan SLTA yaitu sebesar 66.779 jiwa (32,07%), sedangkan tingkat akademi / perguruan tinggi masih sangat kecil yaitu 5,07%. Hal ini terlihat bahwa penduduk di wilayah Ciliwung Hulu masih didominasi masyarakat dengan pendidikan Sekolah Dasar (SD), kemudian disusul SMP dan SLTA. Perkembangan tingkat pendidikan penduduk disajikan pada Tabel 4,7, dan Gambar 4.9.

Tabel 4.7. Tingkat Pendidikan Masyarakat di DAS Ciliwung Hulu

No.	Tingkat Pendidikan	2008		2012	
		Jml	%	Jml	%
1.	Tidak tamat SD/ sederajat	56.051	3,1	11.707	5,6
2.	Tamat SD	67.436	38,6	119.230	57,2
3.	Tamat SMP	29.847	17,1	34.367	16,5
4.	Tamat SLTA	19.6009	11,2	32.412	15,6
5.	Tamat Akademi/Perguruan Tinggi	1.757	1,01	10.567	5,1
Jumlah		174.700	100,0	208.393	100,0

Sumber: Kabupaten Bogor dalam Angka, 2012, hasil analisis, 2013.



Gambar 4.9. Tingkat Pendidikan Masyarakat di DAS Ciliwung Hulu

#### d. Kelembagaan

Kelembagaan yang ada di masyarakat DAS Ciliwung Hulu adalah Kelompok tani yang wilayahnya mencakup Kecamatan Ciawi, Megamendung dan Cisarua antara lain kelompok pelatihan pertanian dan perdesaaan swadaya (P4S), Sentra Penyuluhan Kehutanan Swadaya, Kelompok / Gabungan Kelompok Tani, Lembaga Keuangan Mikro Agribisnis, Kelompok Wanita Tani, dan Kelompok Taruna Tani.

Pusat Penyuluhan Pertanian dan Perdesaan Swadaya (P4S) sebanyak 7 unit yang bergerak dalam bidang jamur tiram, sayuran, tanaman hias, budidaya lele, konservasi tanah dan air, dan padi sawah. Beberapa lembaga ini (kelompok tani mitra instansi pertanian dan kehutanan daerah maupun pusat) awalnya dirintis sejak 1999 oleh almarhum Bp. Badri dari desa Tugu Utara Kecamatan Cisarua. Data organisasi penyuluhan swadaya disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Pusat pelatihan pertanian swadaya di DAS Ciliwung Hulu

No.	Nama P4S/SPKP	Alamat	Tahun Berdiri	Nama Ketua Kelompok	Jenis Usaha
1	Kaliwung Kalimuncar	Desa Tugu Utara Kec. Cisarua	1999	Badri (Edi)	Jamur Tiram
2	Bunga wortel	Desa Citeko. Kec. Cisarua	2005	Ukar S.	Sayuran dataran tinggi
3	Cijulang Asri	Desa Kopo. Kec. Megamendung	2008	Basir D.	Bibit tanaman hutan
4	SPKP	Desa Citeko Kec. Cisarua	2007	Dadang	Tanaman Hias
5	SPKP	Desa Tugu Utara Kec. Cisarua	2005	Badri (Edi)	Konservasi tanah dan air.
6	Jaya Sentosa	Desa Gadog	2008	Nasrudin	Budidaya lele Sangkuriang
7	Bina Sejahtera	Desa Cileungsi Kec. Ciawi	2000	Harun Alrasyid	Padi sawah

Sumber : BP3K Wilayah Ciawi 2011

Disamping kelompok Pusat Penyuluhan Pertanian dan Perdesaan Swadaya (P4S) di DASS Ciliwung Hulu juga terdapat GAPOKTAN ( Gabungan kelompok tani). Gabungan kelompok tani merupakan gabungan dari beberapa kelompok tani di wilayah Ciliwung Hulu yang merupakan binaan BP3K Wilayah Ciawi yang mencakup Kecamatan Ciawi, Megamendung, dan Cisarua. Kondisi gapoktan pada tahun 2012 terdapat sebanyak 19 gapoktan. Beberapa gapoktan tersebut disajikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9. Gabungan kelompok tani di DAS Ciliwung Hulu

No.	Nama gapoktan	Alamat	Jumlah anggota poktan	Tahun berdiri	Nama ketua	Jenis usaha
1	Kaliwung Kalimuncar	Desa Tugu Utara Kec. Cisarua	2	2009	Badri (Edi)	Jamur Tiram. konservasi tanah dan air.
2	Bunga Wortel	Desa Citeko Kec. Cisarua	4	2007	Saeful Rahman	Pemasaran sayuran. permodalan
3	Sudi Mukti	Desa Kopo	3	2007	Tatang S.	Pemasaran jagung, ikan lele
4	Wangsa Kencana	Desa Cibeureum Kec. Cisarua	2	2008	U. Syaeful	Pemeliharaan sapi perah. usaha tani rumput gajah
5	Leuwimalang	Desa Leuwimalang Kec. Cisarua	2	2008	Rahmat	Padi sawah.
6	Amanah	Kel. Cisarua Kec. Cisarua	2	2007	Jujun J.	Pemasaran pasi. sarana produksi pertanian.
7	Bina Karya	Desa Sukakarya Kec. Megamendung	4		Iwan S.	Padi, palawija. sayuran, ternak
8	Flamboyan	Desa Sukagalih Kec. Megamendung	5		A. Rahmat	Sayuran organik.
9	Tani Sejahtera	Desa Sukamanah Kec. Megamendung	3		Asep M.	Padi, tanaman hias.
10	Tunas Tani	Desa Sukaesmi. Kec. Megamendung	2		Dede S.	Padi, palawija. sayuran.
11	Harapan Sugih	Desa Sukamahi Kec. Megamendung	3		Muhtadin	Padi, palawija. sayuran.
12	Jaya Sentosa	Desa Gadog	2	2009	Nasrudin	Padi, ikan
13	Tabir Mandiri	Desa Cipayung Kec. Megamendung	2		Saad	Padi sawah
14	Berkah Tani	Desa Kuta. Kec. Megamendung	3		Nana	Palawija, padi. sayuran, ternak.
15	Paseban Asri	Desa Mgmendung. Kec. Mgmendung	3	2007	Hoerudin	Tanaman hutan. sayuran.
16	SKB Flora	Desa Sukamaju. Kec. Megamendung	4	2007	Jajang M.	Tanaman hias.
17	Rukun Tani	Desa Citapen Kec. Megamendung	5	2008	Misbah	Hortikultura. pasi, ternak. palawija.
18	Bina Sejahtera	Desa Cileungsi	5		Harun Alrasyid	Padi, palawija. ternak, ikan.
19	Sadar Tani	Desa Bojong Murni Kec. Ciawi	5		Jaka	Hortikultura. padi, ternak. palawija. tanaman hutan.

Sumber : BP3K Wilayah Ciawi 2011.

Selain itu di DAS Ciliwung Hulu juga terdapat Kelompok Wanita Tani yang berjumlah 4 unit dengan kegiatan berupa keterampilan industri rumah tangga berupa kerupuk wortel, kerupuk jamur, budidaya ikan. Tidak ketinggalan dengan kaum Ibu dan Bapak, kaum remaja juga mempunyai kelompok remaja yaitu kelompok Taruna Tani yang terbentuk sejak 2005 di DAS Ciliwung Hulu sebanyak 4 unit dengan jumlah anggota 78 orang bergerak dalam kegiatan ternak kelinci, pembibitan tanaman, ternak domba dan kelinci. Gambaran kegiatan remaja disajikan dalam Tabel 4.10.

Tabel 4.10. Kegiatan kelompok tani remaja

No.	Nama Kelompok	Alamat	Jumlah anggota	Ketua	Tahun dibentuk	Jenis usaha bersama
1	Bongasna	Desa Citeko. Kec. Cisarua	15	Farid	2007	Ternak kelinci
2	Tunas Kaliwung	Desa Tugu Utara Kec. Cisarua	13	Ridwan Wijaya	2007	Pembibitan perkebunan. ternak domba.
3	Raksa Bumi	Desa Sukamaju Kec. Megamendung	25	Falahudin	2008	Pembibitan padi.
4	Bina Sejahtera	Desa Cileungsi Kec. Ciawi	25	Harun A.	2005	Domba. kelinci. padi. lele

Sumber : BP3K Wilayah Ciawi 2011.



## **BAB V**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1. Potensi Sumberdaya Air**

##### **A. Perubahan Tataguna Lahan**

Untuk analisis tataguna lahan digunakan peta landsat TM 7 tahun 2009 skala 15.000, dengan citra Google maps tahun 2013, hasil perhitungan (Lampiran 1), dan secara keseluruhan dalam kurun waktu 4 tahun telah terjadi perubahan lahan seluas 78,27 Ha atau 0.54%, atau rata-rata perubahan tataguna lahan setiap tahunnya adalah 0,14%, dengan perubahan terbesar untuk pemukiman. Dan secara rinci adalah:

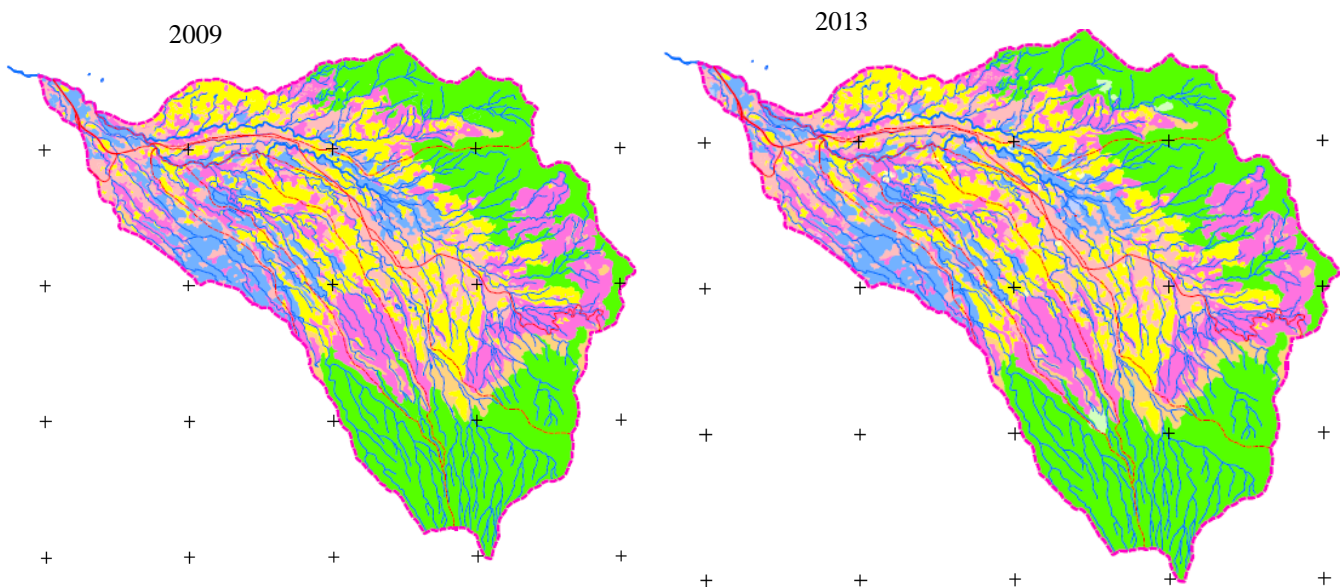
- a. Sub DAS Cisarua dan Cisakaburis selama 4 tahun tidak mengalami perubahan tataguna lahan
- b. Sub DAS Cibogo selama 4 tahun mengalami perubahan tataguna lahan terbesar yaitu seluas 35,39 Ha, dengan perubahannya:
  - Hutan menjadi tegalan
  - Tegalan menjadi pemukiman
  - Kebun + tegalan menjadi pemukiman
- c. Sub DAS Ciesek perubahan tataguna lahan terbesar ke dua yaitu seluas 20.25 Ha, dengan perubahannya adalah:
  - Hutan menjadi tegalan
  - Tegalan menjadi pemukiman
- d. Sub DAS Ciliwung Hulu perubahannya seluas 13,67 Ha, dengan perincian:
  - Tegalan menjadi pemukiman
  - Kebun + sawah menjadi pemukiman
  - Sawah + tegalan menjadi pemukiman
  - Tegalan menjadi pemukiman
  - Kebun menjadi pemukiman
- e. Sub DAS Ceuseupan terjadi perubahan tataguna lahan seluas 8,96 Ha selama periode 2009 – 2013 dengan perincian:
  - Hutan menjadi pemukiman
  - Kebun menjadi pemukiman
  - Sawah menjadi pemukiman

Untuk lebih jelasnya perubahan tataguna lahan di DAS Ciliwung Hulu disajikan dalam Tabel 5.1, dan Gambar 5.1.

Tabel 5.1. Perubahan Tataguna Lahan di DAS Ciliwung Hulu

No.	Sub DAS	Perubahan		Luas (Ha)
		2009	2013	
1.	Ciesek	Hutan	Tegalan	20,86
		Tegalan	Pemukiman	0,39
2.	Ciliwung Hulu	Tegalan	Pemukiman	4,83
		Kebun+sawah	Pemukiman	4,40
		Sawah + tegalan	Pemukiman	2,41
		Tegalan	Pemukiman	0,67
		Sawah	Pemukiman	1,36
3.	Cisarua	-	-	-
4.	Cibogo	Hutan	Pemukiman	23,92
		Tegalan	Pemukiman	4,13
		Kebun + tegalan	Pemukiman	7,34
5.	Ciseuseupan	Hutan	Pemukiman	1,77
		Kebun	Pemukiman	6,45
		Sawah	Pemukiman	0,73
6.	Cisakaburis	-	-	-
Jumlah				78,27

Sumber: Hasil perhitungan, 2013



Gambar 5.1. Perubahan Tataguna lahan DAS Ciliwung Hulu periode 2009-2013

## B. Morfologi Sungai Ciliwung Hulu

Berdasarkan peta rupa bumi lembar Mega Mendung dan Cisarua lembar 1209-141, 142, dan 124 skala 1:25.000 dari Badan Informatika dan Geospasial (BIG) tahun 2011 menunjukkan bahwa morfologi sungai Ciliwung Hulu disajikan dalam Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Morfologi DAS Ciliwung Hulu

No.	Sub DAS	Bentuk	Pola Aliran	Panjang Sunagi Utama (L) (km)	Beda Tinggi (m) (S)	Gradien Hidraulic ( $\Delta h$ )	Waktu Konsentrasi (TC) (jam)
1.	Ciesek	Radial	Pararel	14,62	1.237	0,0847	1,35
2.	Ciliwung Hulu	Radial	Denritik	27,82	1.275	0,4582	2,82
3.	Cisarua	Radial	Pararel	17,49	2.428	0,1388	1,28
4.	Cibogo	Bulu burung	Pararel	15,05	1.262	0,0839	1,39
5.	Ciseuseupan	Bulu burung	Pararel	16,75	2.163	0,1291	1,28
6.	Cisakaburis	Radial	Pararel	12,98	537	0,0414	1,63

Sumber: Peta rupabumi, 2011, diolah

Waktu konsentrasi (disimbolkan  $T_c$ ) adalah waktu perjalanan yang diperlukan oleh air dari tempat yang paling jauh (hulu DAS) sampai ke titik pengamatan aliran air (outlet). Hal ini terjadi ketika tanah sepanjang kedua titik tersebut telah jenuh dan semua cekungan bumi lainnya telah terisi oleh air hujan. Diasumsikan bahwa bila lama waktu hujan sama dengan  $T_c$  berarti seluruh bagian DAS tersebut telah ikut berperan untuk terjadinya aliran air (debit) yang sampai ke titik pengamatan. Salah satu teknik untuk menghitung  $T_c$  adalah persamaan matematik yang dikembangkan oleh Kiprich (1940) sebagai berikut:

$$T_c = 0,0195 L^{0,77} S^{-0,385}$$

## C. Koefisien Aliran (*Koefisien runoff*)

Berdasarkan peta rupa bumi Indonesia (RBI) skala 1:25.000, dan peta Google maps skala 1:25.000, maka diperoleh pola penggunaan lahan masing-masing sub DAS di DAS Ciliwung Hulu. Perhitungan koefisien aliran dilakukan dengan tabulasi untuk setiap jenis penggunaan lahan, hasilnya tersaji dalam Tabel 5.3, sedangkan perhitungannya disajikan dalam Lampiran 3.

Faktor luasan tiap jenis penggunaan lahan dijadikan sebagai faktor pembobot (*weighing factors*). Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$C = \frac{C1.a1 + C2.a2 + C3.a3 + \dots + Cn.an}{A}$$

Dimana :

C = Koefisien seluruh DAS

C1= Koefisien Aliran Tabel menurut penggunaan lahan 1 sampai n

a = Luas masing-masing penggunaan lahan dari 1 sampai n

A = Luas total penggunaan lahan

Tabel 5.3. Koefisien Aliran (C) masing-masing sub DAS

No.	Sub DAS	Luasan (Ha)		C Tertimbang
		Luas	%	
1.	Ciesek	2.568,48	17,58	<b>0,6033</b>
2.	Ciliwung Hulu	5.168,88	35,38	<b>0,5819</b>
3.	Cisarua	2.207,69	15,11	<b>0,6470</b>
4.	Cibogo	1.545,93	10,58	<b>0,5094</b>
5.	Ciseuseupan	1.380,82	9,45	<b>0,5139</b>
6.	Cisakaburis	1.739,40	11,90	<b>0,6369</b>
		14.611,20	100,00	

Sumber: Peta Rupa Bumi Indonesia, 2011, diolah, 2013

#### D. Intensitas Hujan

Dengan mengacu pada stasiun pencatat curah hujan di Gadog, dengan pertimbangan stasiun tersebut letaknya di tengah DAS Ciliwung Hulu, sehingga asumsi yang dibangun adalah hujan yang jatuh di DAS Ciliwung Hulu mendekati sama dari hulu hingga outlet (Katulampa) dan cukup merata dalam 1 jam. Curah hujan yang dipakai dalam analisis ini adalah curah hujan yang merata dan tertinggi dalam 1 jam untuk masing-masing bulan, dan hasilnya disajikan dalam Tabel 5.4.

Tabel 5.4. Hasil pencatatan curah hujan tertinggi DAS Ciliwung Hulu (mm)

Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sept	Okt	Nov	Des
100	62	141	35	99	110	36	60	106	59	58	70

Sumber: Stasiun penakar hujan Gadog, 2012

Untuk menentukan besarnya intensitas hujan dengan waktu yang kurang dari 1 jam (hitungan menit tertentu) adalah dengan menggunakan kurva *Intensity Duration Curve* (IDF). Namun karena sulitnya memperoleh data curah hujan yang untuk periode jam-jaman, maka kurva IDF ini masih menjadi sesuatu yang langka dan sulit dibuat di Indonesia. Dengan menggunakan data yang ada, maka besarnya intensitas hujan di masing-masing sub DAS dengan menggunakan formula:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{T_c} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Hasil perhitungan intensitas hujan disajikan dalam Tabel 5.5.

Tabel 5.5. Intensitas Hujan DAS Ciliwung Hulu (mm)

Sub DAS	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sept	Okt	Nov	Des
Ciesek	28,3	17,2	39,2	9,7	27,5	30,6	10,0	16,7	29,4	16,4	16,1	18,4
Ciliwung Hulu	161,8	100,3	228,1	56,6	160,1	177,9	58,2	97,1	171,5	95,4	93,8	113,2
Cisarua	232,3	144,0	327,5	81,3	230,0	255,5	83,6	139,4	246,2	137,1	134,7	162,6
Cibogo	257,8	159,8	363,5	90,2	255,2	283,6	92,8	154,7	273,3	152,1	149,5	180,5
Ciseuseupan	272,5	168,9	387,1	95,4	269,7	299,7	98,1	163,5	288,8	160,7	158,0	190,7
Cisakaburis	232,3	144,0	327,5	81,3	230,0	255,5	83,6	139,4	246,2	137,1	134,7	162,8

Sumber: Diolah, 2013

### E. Debit Andalan

Untuk menghitung debit andalan masing-masing sub DAS digunakan metode Rasional. Metoda rasional menyatakan bahwa puncak limpasan pada suatu DAS akan diperoleh pada *intensitas hujan maksimum (i) yang lamanya sama dengan waktu konsentrasi (Tc)*. Apabila lama hujannya kurang dari waktu konsentrasi, maka intensitasnya kemungkinan lebih besar akan tetapi luas DAS yang memberikan kontribusi terhadap debit akan lebih kecil dari total luas DAS (A). Apabila lama waktu hujan lebih besar dari waktu konsentrasi maka luas areal sama dengan total luas DAS (A) tetapi intensitasnya kurang dari intensitas hujan pada lama hujan sama dengan Tc. Yang perlu dicermati dalam penggunaan metode rasional disyaratkan bahwa besarnya durasi hujan *harus sama dengan Tc*. Adapun rumus untuk metode rasional adalah sebagai berikut :

$$Q_p = 0,0028 C.i.A$$

Dimana :

$Q_p$  = Debit Puncak (m<sup>3</sup>/dt)

$i$  = Intensitas Hujan (mm/jam)

$C$  = Koefisien Aliran

$A$  = Luas DAS (ha)

Hasil perhitungan debit andalan disajikan dalam Lampiran 4, sedangkan rangkumannya disajikan dalam Tabel 5.6.

Tabel 5.6. Debit Andalan Masing-masing Sub DAS di DAS Ciliwung Hulu

Sub DAS	Debit Andalan (Lt/det)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
Siesek	341,7	207,63	472,19	117,21	331,54	368,37	120,56	200,93	354,98	197,58	194,23	234,42
Cilwung Hulu	400,96	248,59	565,35	140,33	396,95	441,05	144,06	240,58	425,02	236,57	232,56	280,67
Cisarua	273,43	169,53	385,54	95,7	270,7	300,77	98,43	164,06	289,84	161,32	158,59	191,4
Cibogo	167,32	103,74	235,92	58,56	165,64	184,05	60,23	100,39	177,35	98,72	97,04	117,12
Ciseuseupan	159,26	98,74	224,56	55,74	157,67	175,19	57,33	95,56	168,82	93,96	92,37	111,48
Cisakaburis	212,10	131,50	229,06	74,23	209,98	233,31	76,36	127,26	224,83	125,14	123,02	148,47

## 5.2. Kebutuhan Air

Untuk menghitung kebutuhan air kawasan digunakan pendekatan kebutuhan air masing-masing sub DAS. Adapun komponen dalam kebutuhan air yaitu: (a) kebutuhan air domestik (penduduk), (b) industri, (c) pertanian, dan (d) hotel dan restoran. Berdasarkan Kepmen PU (2003) kebutuhan air digolongkan menjadi 6 (enam) yaitu:

Tabel 5.7. Standar Kebutuhan Air (Kj)

No.	Sektor	Standar Kebutuhan Air
1.	Penduduk	80 – 100 lt/orang/hari
2.	Industri	1.600 – 2.200 lt/hari
3.	Pertanian	1,2 lt/Ha/det
4.	Hotel dan restoran	100 lt/orang/hari

Sumber: Ditjen Sumberdaya Air, Departemen PU, 2003

Hasil perhitungan jumlah penduduk di masing-masing sub DAS di DAS Ciliwung Hulu dan kebutuhan air masing-masing sektor disajikan dalam Lampiran 5. Sedangkan hasil akhir dari kebutuhan air masing-masing sub DAS disajikan dalam Tabel 5.8.

Tabel 5.8. Kebutuhan air kawasan sub DAS Ciliwung Hulu

Sub DAS	Kebutuhan air (lt/det)				Jumlah
	Domestik	Industri	Hotel	Pertanian	
Ciesek	43,56	9,37	6,36	90,37	157,560
Ciliwung Hulu	60,32	12,22	6,99	121,22	200,75
Cisarua	61,29	3,34	8,35	97,34	160,32
Cibogo	39,87	3,53	8,04	59,13	100,57
Ciseuseupan	31,25	8,72	6,31	49, 52	97,80
Cisakaburis	34,33	6,24	9859	77,44	126,60

Sumber: Hasil perhitungan, 2013.

### 5.3. Ketersediaan Air

Untuk analisis ketersediaan air digunakan pendekatan sub DAS dan dengan instrumen GR4J (*Genie Rural a 4 parametres Journalier*). Model ini merupakan model aliran permukaan yang menggunakan input utama adalah curah hujan untuk memprediksi debit sungai secara *komprensif*, dan hasilnya disajikan sebagai berikut:

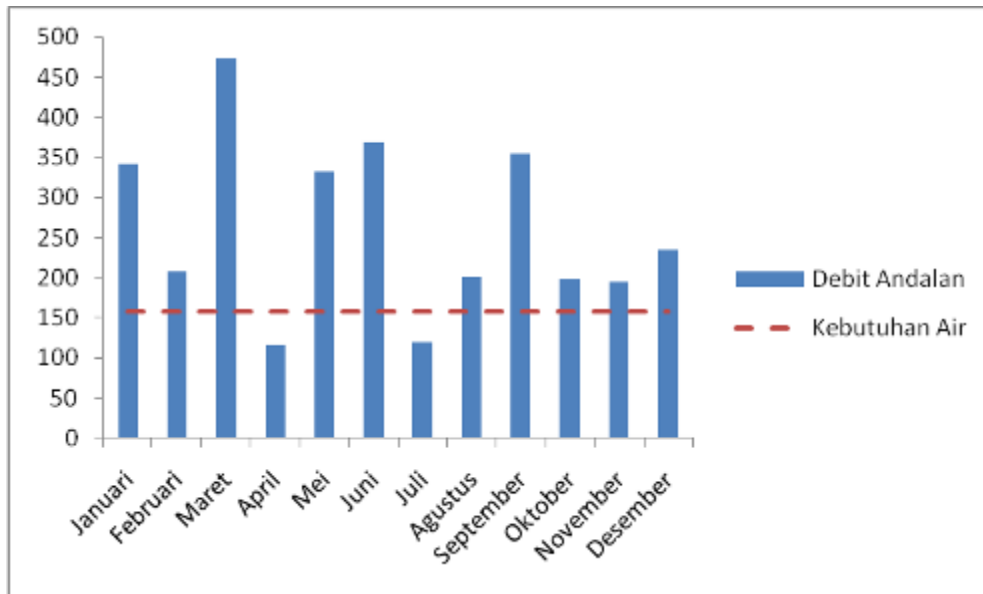
#### a. Sub DAS Ciesek

Sub DAS Ciesek meliputi 2 kecamatan yaitu Megamendung dan Cisarua dengan luas DAS 2,576,85 Ha, Dan berdasarkan hasil analisis ketersediaan air menunjukkan bahwa dalam 1 tahun terdapat 2 bulan defisit air yaitu bulan April dan Juli, sehingga dikategorikan sebagai sub DAS yang aman. Untuk lebih jelasnya disajikan dalam Tabel 5.9. dan Gambar 5.2.

Tabel 5.9. Neraca Air Sub DAS Ciesek

Bulan	Debit Andalan (lt/det)	Kebutuhan Air (lt/det)	Neraca Air (lt/det)
Januari	341,7	157,56	184,14
Februari	207,63	157,56	50,07
Maret	472,19	157,56	314,63
April	117,21	157,56	-40,35
Mei	331,54	157,56	173,98
Juni	368,37	157,56	210,81
Juli	120,56	157,56	-37,00
Agustus	200,93	157,56	43,37
September	354,98	157,56	197,42
Oktober	197,58	157,56	40,02
November	194,23	157,56	36,67
Desember	234,42	157,56	76,86
	3141,34	1.890,72	1.250,62

Sumber: Hasil perhitungan, 2013



Gambar 5.2. Neraca Air Sub DAS Ciesek

b. Sub DAS Ciliwung Hulu

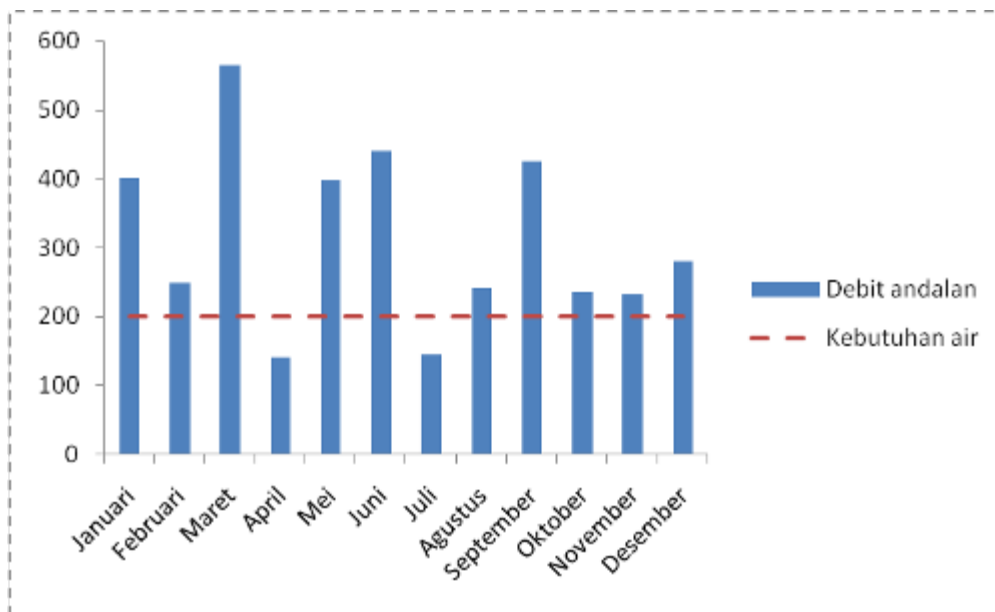
Sub DAS Ciliwung Hulu meliputi 2 kecamatan yaitu Megamendung dan Cisarua dengan luas DAS 5.168,8830 Ha, Dan berdasarkan hasil analisis ketersediaan air menunjukkan bahwa dalam 1 tahun terdapat 2 bulan defisit air yaitu bulan April dan Juli, sehingga dikategorikan sebagai sub DAS yang aman. Untuk lebih jelasnya disajikan dalam Tabel 5.10. dan Gambar 5.3.

Tabel 5.10. Neraca Air Sub DAS Ciliwung Hulu

Bulan	Debit Andalan (lt/det)	Kebutuhan Air (lt/det)	Neraca Air (lt/det)
Januari	400,96	200,75	200,21
Februari	248,59	200,75	47,84
Maret	565,35	200,75	364,6
April	140,33	200,75	-60,42
Mei	396,95	200,75	196,2
Juni	441,05	200,75	240,3
Juli	144,06	200,75	-56,69
Agustus	240,58	200,75	39,83
September	425,02	200,75	224,27
Oktober	236,57	200,75	35,82
November	232,56	200,75	31,81
Desember	280,67	200,75	79,92

Sumber: Hasil perhitungan, 2013





Gambar 5.3. Neraca Air Sub DAS Ciliwung Hulu

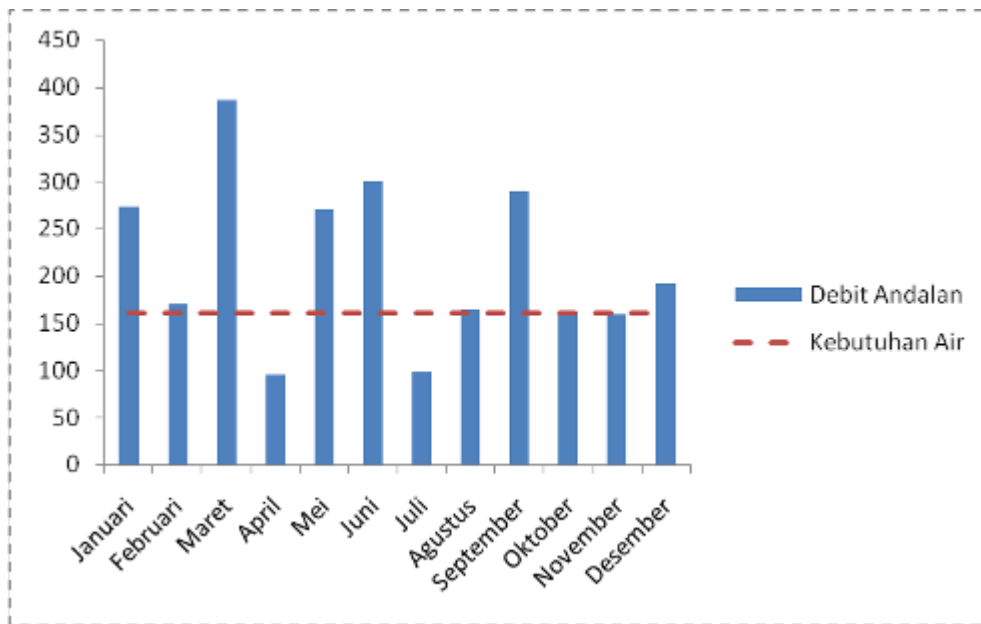
b. Sub DAS Cisarua

Sub DAS Ciliwung Hulu meliputi 2 kecamatan yaitu Megamendung dan Cisarua dengan luas DAS 2.207,69 Ha, Dan berdasarkan hasil analisis ketersediaan air menunjukkan bahwa dalam 1 tahun terdapat 2 bulan defisit air yaitu bulan April dan Juli, sehingga dikategorikan sebagai sub DAS yang aman. Untuk lebih jelasnya disajikan dalam Tabel 5.11. dan Gambar 5.4.

Tabel 5.11. Neraca Air Sub Das Cisarua

Bulan	Debit Andalan (lt/det)	Kebutuhan Air (lt/det)	Neraca Air (lt/det)
Januari	273,43	160,32	113,11
Februari	169,53	160,32	9,21
Maret	385,54	160,32	225,22
April	95,7	160,32	-64,62
Mei	270,7	160,32	110,38
Juni	300,77	160,32	140,45
Juli	98,43	160,32	-61,89
Agustus	164,06	160,32	3,74
September	289,84	160,32	129,52
Oktober	161,32	160,32	1
November	158,59	160,32	-1,73
Desember	191,4	160,32	31,08

Sumber: Hasil analisis 2013



Gambar 5.4. Neraca air sub DAS Cisarua

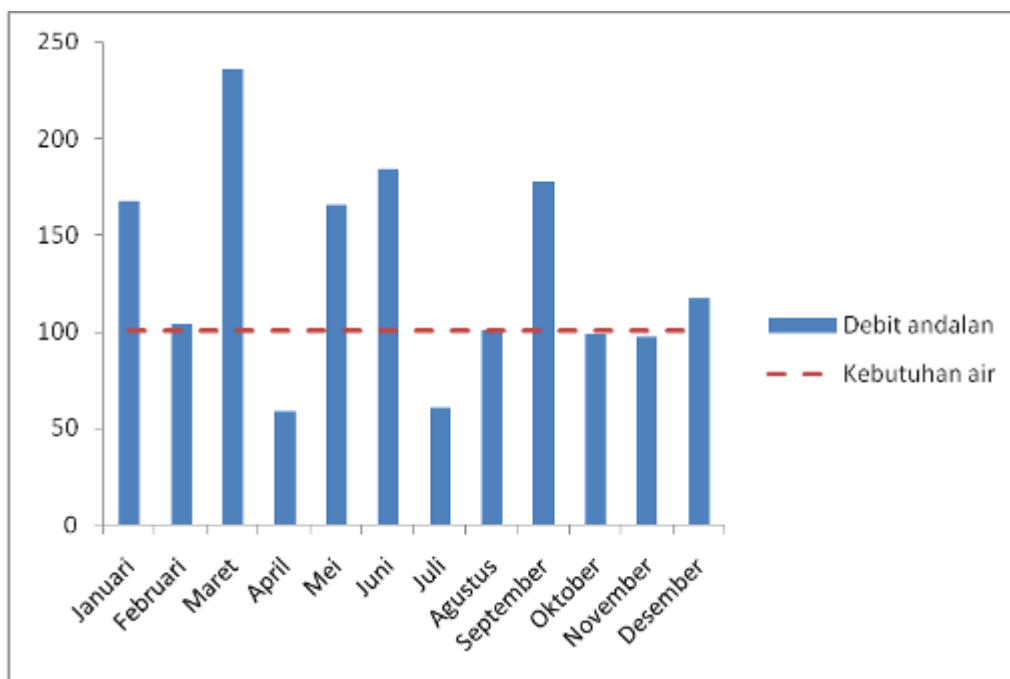
b. Sub DAS Cibogo

Sub DAS Cibogo meliputi 2 kecamatan yaitu Megamendung dan Ciawi dengan luas DAS 1.545,93 Ha, Dan berdasarkan hasil analisis ketersediaan air menunjukkan bahwa dalam 1 tahun terdapat 5 bulan defisit air yaitu bulan April, Juni, Juli, Oktober dan November, sehingga dikategorikan sebagai sub DAS yang rawan air. Untuk lebih jelasnya disajikan dalam Tabel 5.12. dan Gambar 5.5.

Tabel 5.12. Neraca Air Sub DAS Cibogo

Bulan	Debit Andalan (lt/det)	Kebutuhan Air (lt/det)	Neraca Air (lt/det)
Januari	167,32	100,57	66,75
Februari	103,74	100,57	3,17
Maret	235,92	100,57	135,35
April	58,56	100,57	-42,01
Mei	165,64	100,57	65,07
Juni	184,05	100,57	83,48
Juli	60,23	100,57	-40,34
Agustus	100,39	100,57	-0,18
September	177,35	100,57	76,78
Oktober	98,72	100,57	-1,85
November	97,04	100,57	-3,53
Desember	117,12	100,57	16,55

Sumber: Hasil analisis, 2013



Gambar 5.4. Neraca air sub DAS Cibogo

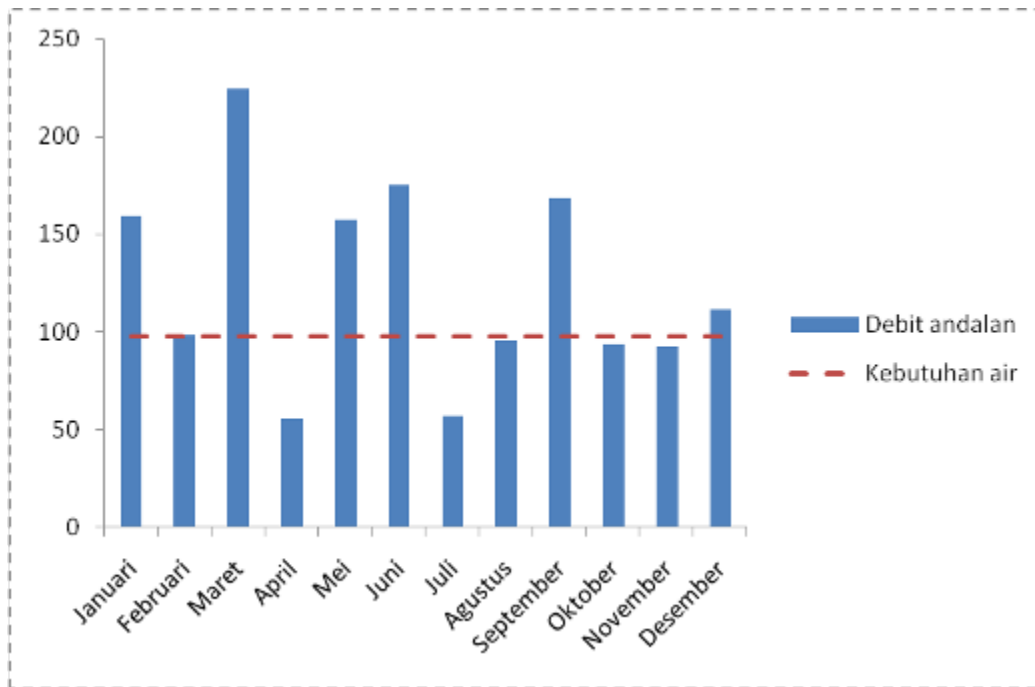
e. Sub DAS Ciseuseupan

Sub DAS Ciseuseupan meliputi 2 kecamatan yaitu Megamendung dan Ciawi dengan luas DAS 1.380,82 Ha, Dan berdsarkan hasil analisis ketersediaan air menunjukkann bahwa dalam 1 tahun terdapat 5 bulan defisit air yaitu bulan April, Juni, Juli, Oktober dan November, sehingga dikategorikan sebagai sub DAS yang rawan air. Untuk lebih jelasnya disajikan dalam Tabel 5.13. dan Gambar 5.6.

Tabel 5.13. Neraca Air Sub DAS Ciseuseupan

Bulan	Debit Andalan (lt/det)	Kebutuhan Air (lt/det)	Neraca Air (lt/det)
Januari	159,26	97,8	61,46
Februari	98,74	97,8	0,94
Maret	224,56	97,8	126,76
April	55,74	97,8	-42,06
Mei	157,67	97,8	59,87
Juni	175,19	97,8	77,39
Juli	57,33	97,8	-40,47
Agustus	95,56	97,8	-2,24
September	168,82	97,8	71,02
Oktober	93,96	97,8	-3,84
November	92,37	97,8	-5,43
Desember	111,48	97,8	13,68

Sumber: Hasil analisis, 2013



Gambar 5.6. Neraca air sub DAS Ciseuseupan

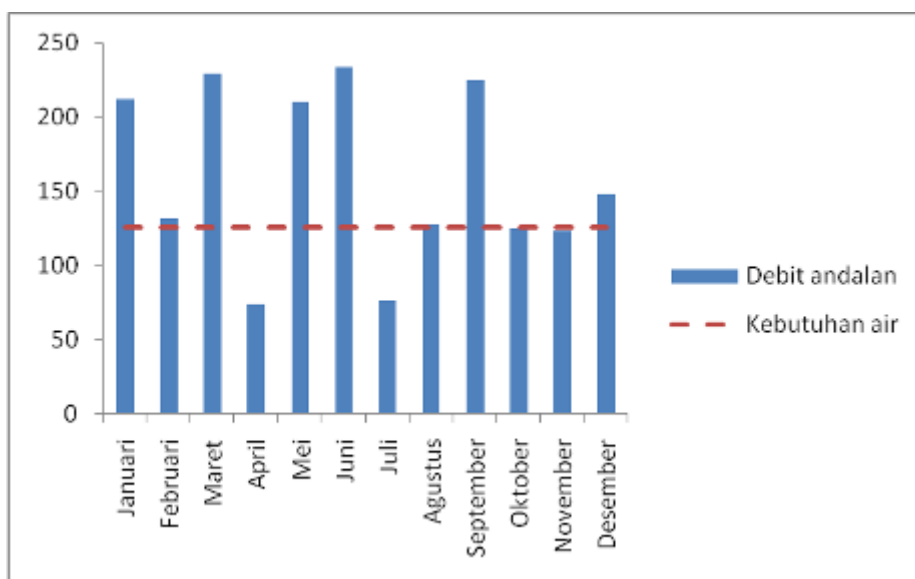
f. Sub DAS Cisakaburis

Sub DAS Cisakaburis meliputi 2 kecamatan yaitu Megamendung dan Ciawi dengan luas DAS 1.380,82 Ha, Dan berdasarkan hasil analisis ketersediaan air menunjukkan bahwa dalam 1 tahun terdapat 5 bulan defisit air yaitu bulan April, Juni, Juli, Oktober dan November, sehingga dikatagorikan sebagai sub DAS yang rawan air. Untuk lebih jelasnya disajikan dalam Tabel 5.14. dan Gambar 5.7.

Tabel 5.14. Neraca air sub DAS Cisakaburis

Bulan	Debit Andalan (lt/det)	Kebutuhan Air (lt/det)	Neraca Air ((lt/det)
Januari	212,1	125,6	86,5
Februari	131,5	125,6	5,9
Maret	229,06	125,6	103,46
April	74,23	125,6	-51,37
Mei	209,98	125,6	84,38
Juni	233,31	125,6	107,71
Juli	76,36	125,6	-49,24
Agustus	127,26	125,6	1,66
September	224,83	125,6	99,23
Oktober	125,14	125,6	-0,46
November	123,02	125,6	-2,58
Desember	148,47	125,6	22,87

Sumber: Hasil analisis, 2013

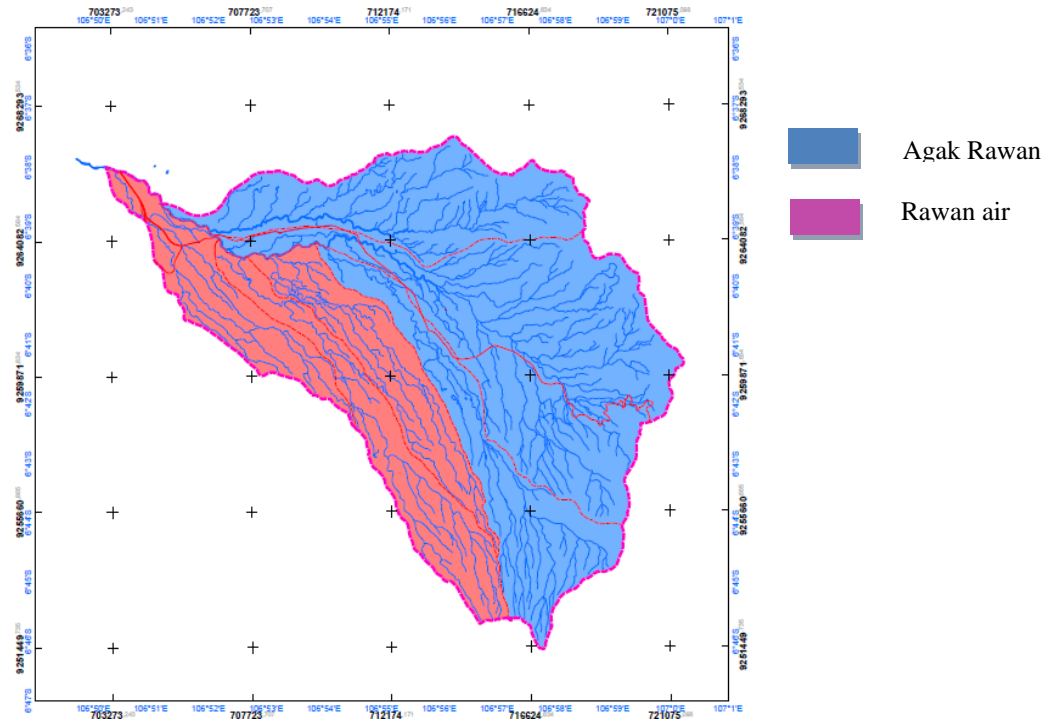


Gambar 5.7. Neraca air sub DAS Cisakaburis

Dalam analisis sumberdaya air kerawanan air merupakan hal yang utama. Untuk mengetahui suatu daerah mengalami kerawanan air maka digunakan kriteria-kriteria antara lain:

- Rawan air dengan skala 3 apabila dalam 1 tahun mengalami kekeringan > 3 bulan
- Agak rawan dengan skala 2 apabila dalam 1 tahun mengalami kekeringan antara 1 – 2 bulan
- Baik dengan skala 1 apabila dalam 1 tahun tidak pernah mengalami kekeringan.

Berdasarkan hasil perhitungan neraca air, maka DAS Ciliwung Hulu mengalami rawan air yaitu untuk Sub DAS Cibogo, Ciseuseupan, dan Cisakaburis, dan untuk Sub DAS Ciesek, Cilieung Hulu dan Cisarua termasuk ke dalam katagori agak rawan, karena dalam 1 tahun mengalami kekeringan 2 bulan. Secara spasial kerawanan sumberdaya air di DAS Ciliwung Hulu disajikan dalam Gambar 5.8.



Gambar 5.8. Peta Sub DAS rawan sumberdaya air

#### 5.4. Tampilan Air

Berdasarkan hasil analisis ketersediaan air, maka diperoleh 3 sub DAS yang mengalami rawan air, yaitu sub DAS Cibogo, Sub DAS Ciseuseupan, dan sub DAS Cisakaburis. Untuk meminimalisir kekeringan air di waktu musim kering, dan banjir di musim hujan, maka dibuat Dam parit. Dam parit merupakan suatu bangunan yang menampung air bisa di saluran pada sungai ordo 1 atau 2, maupun di samping sungai. Dam parit bisa dilakukan individu maupun kelembagaan.

##### 5.4.1. Kriteria Penentuan Dam parit

###### a. Kriteria Penentu Model Kesesuaian Posisi Pengembangan Dam Parit Individual

Untuk membangun Dam Parit diperlukan kriteria-kriteria. Penyusunan kriteria model pengembangan dam parit secara individu meliputi kriteria model kesesuaian posisi dan kriteria model kesesuaian dimensi (kapasitas tampung) dam parit. Kriteria model kesesuaian posisi dan dimensi meliputi aspek iklim, biofisik lahan, hidrologi dan sosial ekonomi. Kriteria model kesesuaian posisi dari terdiri dari 6 parameter yaitu: ketersediaan air, stabilitas bangunan, aksesibilitas, distribusi air, pemanfaatan air dan social ekonomi masyarakat.

Parameter dan faktor penentu kesesuaian posisi pengembangan Dam parit disajikan dalam Tabel 5.15.

Tabel 5. 15. Kriteria Parameter, Kriteria Sub Parameter dan Faktor Penentu Model Kesesuaian Posisi Pengembangan Dam Parit Individual

Parameter	Simbo I	Sub Parameter	Simbo I	Faktor penentu
1. Ketersediaan air	Ka	1.1. Luas Daerah tangkapan air	ka2	a. Curah hujan b. Ketebalan tanah/batuan (cm) c. Penggunaan lahan/vegetasi
		1.2. Orde sungai	ka1	Pola drainase
		1.3. Debit aliran	ka2	a. % Pengurangan banjir b. Ketersediaan air di MK c. Luas Areal Target yang diairi
2. Stabilitas bangunan	Sb	2.1. Jenis batuan di dasar sungai	sb1	Jenis batuan
		2.2. Ketebalan bahan endapan	sb2	a. Jenis bahan endapan b. Ketebalan endapan (cm)
3. Aksesibilitas	Ab	3.1. Kemudahan jangkauan	ab1	a. Jarak jalan setapak b. Kemiringan jalan
		3.2. Ketersediaan bahan bangunan di sekitar dam	ab2	a. Jenis bahan b. Kualitas c. Jumlah
4. Distribusi air	Da	4.1. Kemiringan memanjang saluran	da1	a. Kemiringan memanjang saluran b. Tekstur dan sifat
		4.2. Kemiringan tebing	da2	c. Kemiringan tebing d. Tekstur dan sifat tanah
		4.3. Efisiensi penyaluran	da3	a. Tekstur dan sifat tanah b. Jenis bahan saluran
5. Pemanfaatan air	Pa	5.1. Luas lahan target	pa1	Luas lahan kelas I-IV
		5.2. Penggunaan lahan	pa2	Jenis penggunaan lahan
6. Sosial ekonomi masyarakat	Sm	6.1. Dukungan masy.	sm1	Jumlah dukungan masyarakat
		6.2. Partisipasi masy.	sm2	a. Penyediaan lahan bangunan b. Tenaga kerja

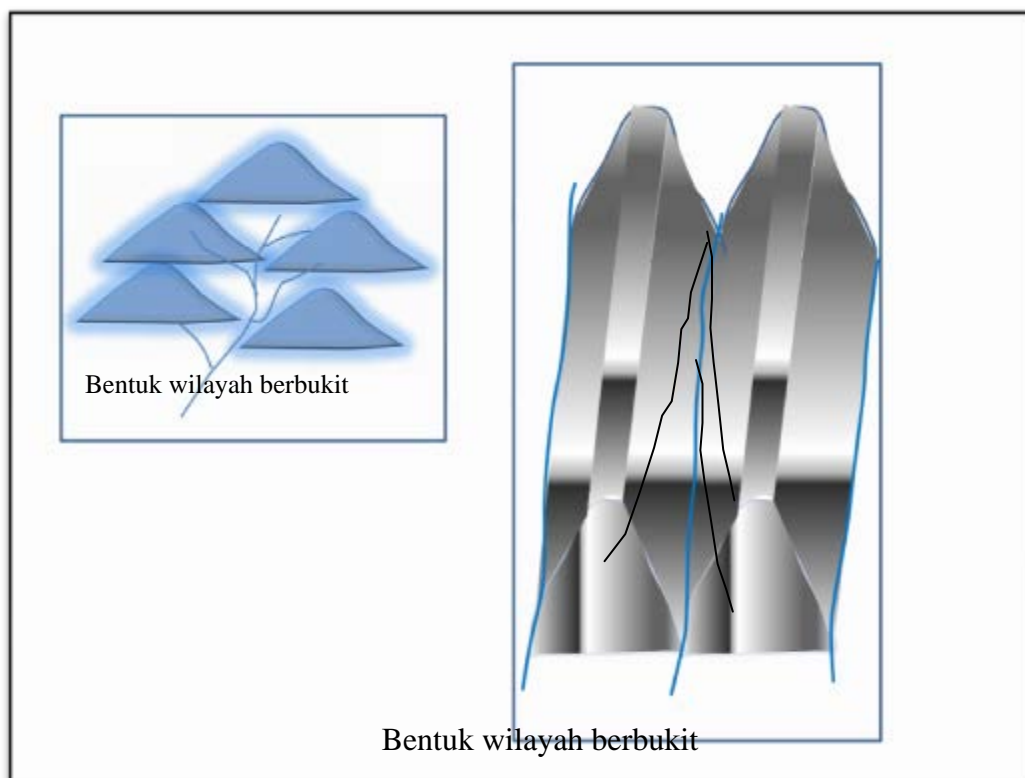
Sumber: Hasil perhitungan, 2013

#### **b. Kriteria penentu model kesesuaian jumlah dam parit**

Jumlah dam parit yang dapat dibangun dalam satu jalur sungai bergantung dari beberapa faktor penentu yaitu panjang sungai setiap ordenya. Panjang sungai dengan orde tertentu ditentukan oleh bentuk wilayah, kemiringan dan panjang lereng.

Sungai yang panjang umumnya terdapat pada bentuk wilayah berbukit memanjang membentuk lurus. Pada bentuk wilayah ini mempunyai punggung yang melungur dari atas ke bawah tanpa terputus dengan tingkat kemiringan lereng agak melandai sampai agak curam

tanpa terputus. Pada wilayah ini mempunyai jalur sungai yang panjang dengan arah yang relatif sejajar, sehingga dam parit dapat dibuat dalam jumlah yang lebih banyak dibanding dengan bentuk wilayah lainnya. Lain hanya pada daerah dengan bentuk wilayah berbukit (*hillocks*), bergumuk (*hummocks*), antara bukit satu dengan lainnya terpisah oleh lembah sempit yang membentuk jalur aliran. Pada kondisi bentuk wilayah yang demikian mempunyai panjang lereng yang relative pendek, sehingga dalam suatu jalur sungai hanya bisa dibuat dam parit yang relative sedikit. Dam parit dibuat di jalur aliran yang terdapat di lembah. Untuk mengalirkan air secara gravitasi dari lembah ke puncak bukit diperlukan jarak yang cukup panjang. Oleh karena itu maka daerah dengan bentuk wilayah berbukit memanjang dengan lereng memanjang akan lebih banyak kemungkinan dapat dibuat dam parit yang disertai dengan bangunan saluran irigasi. Potensi areal target pada lahan dengan bentuk wilayah yang demikian juga lebih luas. Ilustrasi bentuk wilayah dan pola drainase disajikan pada Gambar 5.9.



Gambar 5.9. Ilustrasi panjang sungai pada bentuk wilayah berbeda.

#### 5.4.2. Analisis pengembangan dam parit dalam skala DAS

Analisis dilakukan untuk mengetahui volume/kapasitas tampung dan jumlah dam parit yang harus dibangun serta bagaimana penyebarannya di suatu kawasan DAS.



**a. Analisis penentuan volume dam parit.**

Analisis penentuan volume/ kapasitas dam parit yang harus dibangun untuk mengurangi resiko banjir di kawasan DAS Ciliwung dilakukan berdasarkan aplikasi model hidrologi. Model hidrologi yang digunakan adalah model debit harian GR4J (Perin C et al. 2001).

Penentuan peluang kejadian debit maksimum dalam mengidentifikasi karakteristik banjir di DAS Ciliwung dilakukan dengan pendekatan *Teori Gumbel*. Metode ini untuk memperkirakan nilai-nilai ekstrim seperti sebaran peluang nilai maksimum yang diamati selama periode tahun 1990-2009.

Tabel 26. menyajikan debit maksimum Sungai Ciliwung yang terukur di Stasiun Pengamatan Debit Bendung Katulampa, pada periode 1990-2009. Hasil analisis sebaran peluang Gumbel, diketahui debit maksimum Sungai Ciliwung pada periode ulang 5, 10, 20, 50, dan 100, adalah berturut-turut sebesar 72,1; 89,0; 105,2; 126,1; dan 141,8 m<sup>3</sup>/dt (Tabel 5.16).

Tabel 5.16. Data debit harian maksimum Sungai Ciliwung tahun 1990-2008.

Tahun	Debit maksimum (m <sup>3</sup> /dt)	Tahun	Debit maksimum (m <sup>3</sup> /dt)
1990	63.3	2000	43.1
1991	77.5	2001	80.1
1992	42.9	2002	42.1
1993	44.4	2003	56.0
1994	7.9	2004	21.1
1995	9.6	2005	26.1
1996	62.7	2006	44.7
1997	32.3	2007	<b>132.8</b>
1998	61.2	2008	52.8
1999	69.2	2009	<b>451,57</b>

Tabel 5.17. Debit maksimum Sungai Ciliwung berkaitan dengan jumlah tahun periode ulang dianalisis menggunakan metode Gumbel.

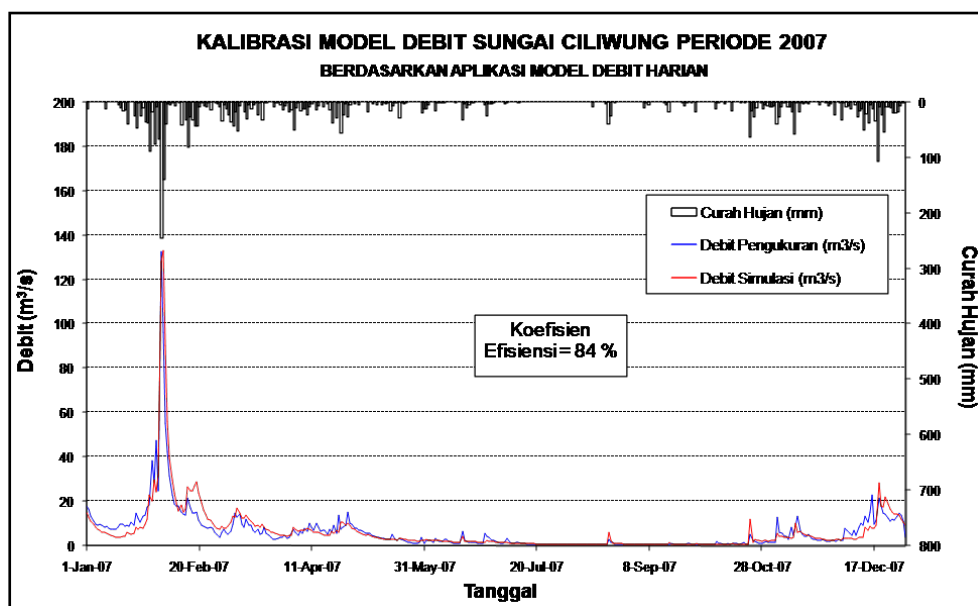
Periode Ulang (T), Tahun	Peluang tidak Terlampaui	Debit Maksimum (Qp), m <sup>3</sup> /d
5	0.80	72.1
10	0.90	89.0
20	0.95	105.2
50	0.98	126.1
100	0.99	141.8

Berdasarkan Tabel 5.16. dan Tabel 5.17. diketahui bahwa debit maksimum harian antara tahun 1990-2009 terjadi pada tahun 2007, yaitu pada tanggal 3 Pebruari 2007 dengan debit sebesar 132.8 m<sup>3</sup>/dt. Debit tersebut termasuk besaran debit periode ulang 50 tahunan.

### Kalibrasi model

Untuk mendapatkan parameter model GR4J DAS Ciliwung, dilakukan validasi dengan menggunakan data debit harian tahun 2007. Data tersebut dipilih karena terdapat data perekaman debit harian tertinggi sejak pengamatan tahun 1990, yang merepresentasikan debit banjir periode ulang 50 tahun. Data yang dibutuhkan untuk kalibrasi model meliputi data hujan, data evapotranspirasi potensial (ETP) dan data debit harian. Data ETP dan data hujan diambil dari stasiun iklim Citeko, Kecamatan Cisarua, dan debit dari Stasiun Debit Bendung Katulampa. Hasil validasi model ditunjukkan pada Gambar 36, dengan tingkat kemiripan antara data pengamatan dan simulasi sebesar 84 persen. Parameter model yang diperoleh dari hasil kalibrasi adalah sebagai berikut :

X1: Kapasitas Maximum Simpanan Produksi	=	0.00 mm
X2: Parameter Tukar Air	=	-112.94 mm
X3: Kapasitas Maksimum Simpanan Alihan	=	1033.23 mm
X4: Waktu dasar hidrograf satuan	=	0.50 hari

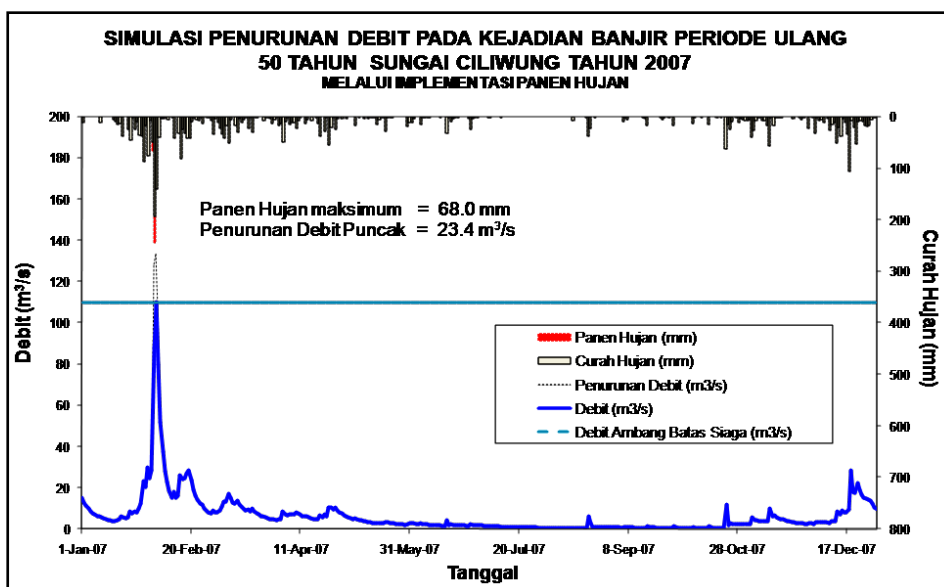


Gambar 5.10.. Kalibrasi model debit Ciliwung Hulu periode 2007.

Volume dan jumlah bangunan dam parit dianalisis menurut aplikasi model GR4J berdasarkan simulasi debit pada beberapa skenario perubahan input curah hujan. Simulasi debit dilakukan berdasarkan input parameter model hasil kalibrasi dan skenario perubahan input hujan sehingga puncak debit dapat diturunkan hingga mencapai batas tertentu.

Gambar 5.10. menyajikan simulasi penurunan debit kejadian banjir periode ulang 50 tahun, dari debit puncak sebesar  $133.3 \text{ m}^3/\text{det}$  hingga mencapai batas sebesar  $110 \text{ m}^3/\text{det}$  ( $90\text{--}150 \text{ m}^3/\text{det}$ ) yaitu debit yang termasuk Siaga III Bendung Katulampa (PSDA. 2004). Penurunan debit puncak ini dapat dicapai apabila dilakukan implementasi pengembangan dam parit dan saluran irigasi.

Hasil analisis menunjukkan bahwa jeluk hujan yang harus dipanen yaitu sebesar  $68,0 \text{ mm}$  dari kejadian hujan maksimum  $143 \text{ mm}$ . Volume hujan yang harus dipanen tersebut dilakukan untuk menurunkan debit puncak sebesar  $23.4 \text{ m}^3/\text{det}$ . Kelebihan hujan yang harus dipanen di kawasan DAS Ciliwung Hulu adalah sebanyak  $10.591.593 \text{ m}^3$ . Dam parit yang dilengkapi dengan saluran irigasi untuk mengalirkan air ke areal target maka volumenya bukan saja dari kapasitas tampung dam, namun ditambah dengan volume tampung saluran dan kapasitas tampung lahan target. Berdasarkan hasil pengamatan langsung pada 3 buah dam parit (CH5, CH6 dan CH8) di Sub DAS Cibogo yang telah dibangun sebanyak 30 buah dam parit secara bertingkat diketahui rata-rata volume dam parit beserta saluran dan lahan target sebesar  $15.988 \text{ m}^3/\text{unit}$ .



Gambar 5.11. Simulasi penurunan debit sungai Ciliwung Hulu pada terjadi banjir periode ulang 50 tahun melalui Implementasi Panen Hujan.

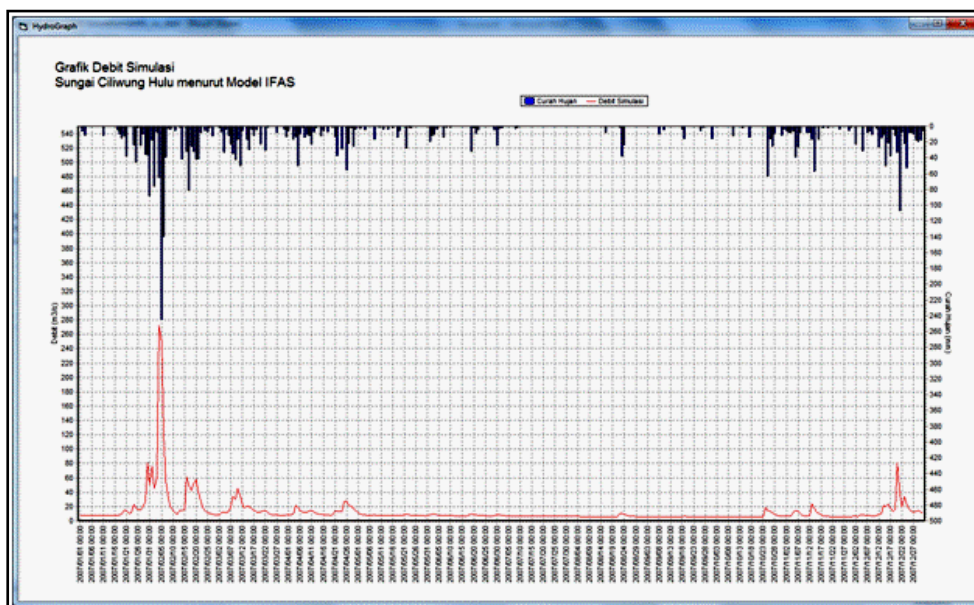
Jumlah dam parit yang harus dibangun di kawasan DAS Ciliwung Hulu didasarkan pada rasio antara volume hujan yang harus dipanen (hasil simulasi) dengan rata-rata kapasitas tampung dam parit individual. Berdasarkan hasil perhitungan bahwa kelebihan hujan yang harus dipanen adalah sebanyak 10.591.593 m<sup>3</sup> dan kapasitas tampung dam parit sebesar 15.988 m<sup>3</sup>/unit, maka diperlukan sebanyak ± 662 buah bangunan dam parit.

Jumlah tersebut diperlukan untuk menurunkan debit puncak dari 133.3 m<sup>3</sup>/det menjadi 110 m<sup>3</sup>/det. Pada Saat ini di DAS Ciliwung Hulu telah dibangun dam parit sebanyak 110 buah dengan kapasitas tampung 2.244.214 m<sup>3</sup> atau 21% dari jumlah yang harus dibangun. Dari 68 mm jeluk hujan yang harus dipanen dam parit dan saluran di DAS Ciliwung hulu baru dapat memanen ± 14,8 mm dan dari debit puncak sebesar 23.4 m<sup>3</sup>/det. yang harus diturunkan oleh volume daam parit yang telah terbangun baru dapat menurunkan sebanyak 4,9 m<sup>3</sup>/det.

### b. Analisis penentuan sebaran bangunan dam parit

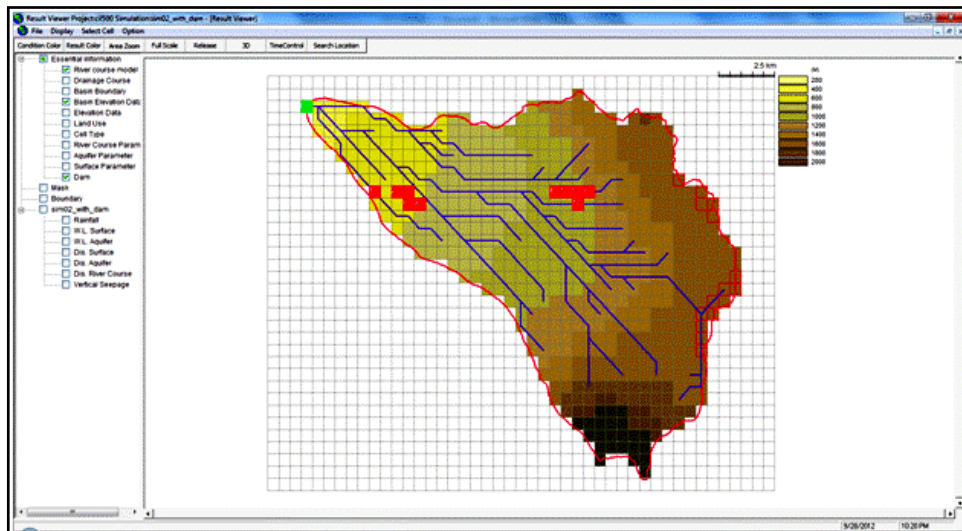
Analisis sebaran posisi dam parit dilakukan dengan aplikasi model *intergrated flood analyziz system* (IFAS). Input model berupa batas DAS, kondisi geologi, tanah, topografi, iklim, dan debit untuk mendapatkan jaringan drainase dalam sebagai wadah analisis selanjutnya. Input data curah hujan menggunakan data curah hujan harian stasiun Citeko tahun 2007, data debit dari stasiun pengamatan debit Katulampa tahun 2007.

Kalibrasi model debit antara hasil pengukuran dan model simulasi dilakukan untuk mengetahui kemiripannya yaitu dengan mengatur beberapa parameter yaitu hidrologi permukaan, hidrologi bawah permukaan, tutupan lahan dan tanah. Hasil simulasi debit disajikan pada Gambar 5.12.

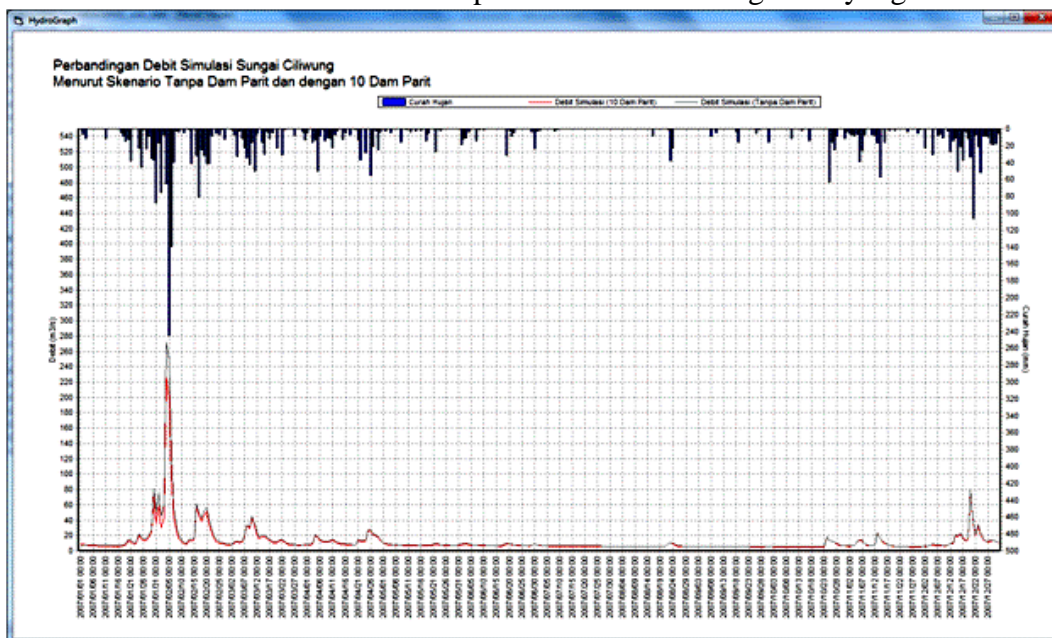


Gambar 5.12. Simulasi Debit DAS Ciliwung Hulu dengan Aplikasi Model IFAS.

Setelah ditemukan model debit simulasi yang baik maka digunakan untuk menganalisis pengaruh pembangunan dam parit pada beberapa lokasi terhadap perubahan debit di outletnya. Dalam analisis ini terdapat keterbatasan model IFAS ini, karena jumlah dam parit yang dapat dianalisis dalam suatu kawasan DAS sangat terbatas yaitu maksimum 10 dam. Kondisi ini maka analisis sebaiknya dilakukan pada beberapa dam parit yang terdapat di paling hilir dalam suatu jalur anak sungai. Hasil analisis perubahan debit dengan 10 dam disajikan pada Gambar 5.13 dan Gambar 5.14.



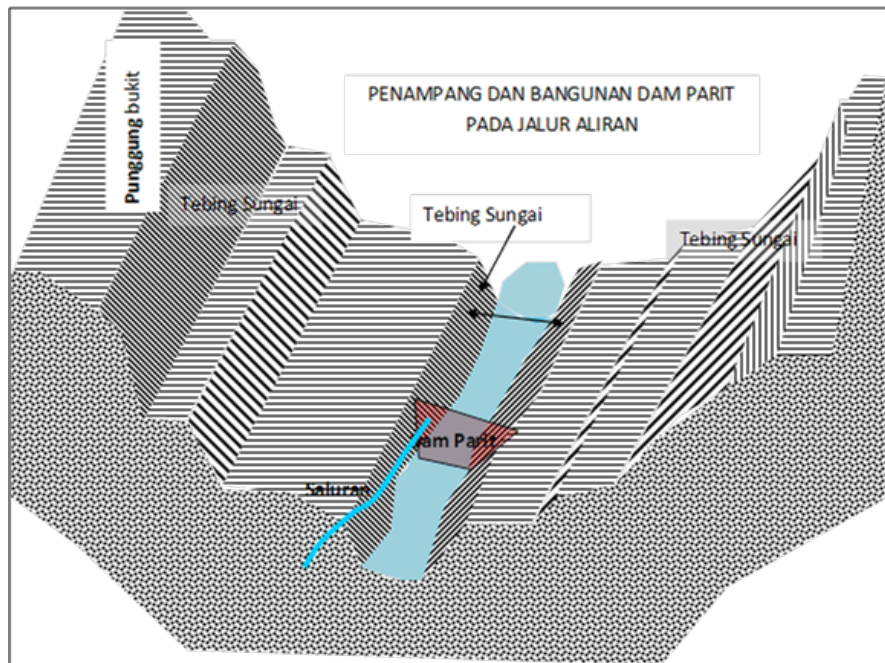
Gambar 5.13. Posisi 10 dam parit di DAS Ciliwung Hulu yang dianalisis.



Gambar 5.14. Hasil simulasi debit DAS Ciliwung Hulu dengan Aplikasi model IFAS setelah dibangun 10 dam parit di DAS Ciliwung Hulu.

Pengembangan dam parit akan berpengaruh terhadap beberapa aspek lingkungan antara lain: aspek hidrologi, aspek produktivitas lahan dan aspek ekonomi baik terhadap

kawasan DAS, Sub DAS maupun DAS Mikro. Sebagai ilustrasi pengembangan Dam parit disajikan dalam Gambar 5.15. dan kondisi dam parit di lapangan (eksisting) disajikan dalam Gambar 5.16.



Gambar 5.15. Penampang sungai dan posisi pengembangan dam parit



Gambar 5.16. Kondisi eksisting Dam Parit di Sub DAS Cibogo.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **4.1. Kesimpulan**

1. DAS Ciliwung Hulu tersusun atas 6 (enam) sub DAS yaitu:
  - a) Sub DAS Ciesek (2.650,48 ha), terletak di Kecamatan Megamendung dan Cisarua, dan mencakup 5 desa
  - b) Sub DAS Ciliwung Hulu (5.168,93 ha), terletak di Kecamatan Ciawi, Megamendung dan Cisarua, serta mencakup 12 desa
  - c) Sub DAS Cibogo (1.545,93 ha) terletak di Kecamatan Ciawi, Megamendung dan Cisarua, serta mencakup 7 desa
  - d) Sub DAS Cisarua (2.207,69 ha) terletak di Kecamatan Cisarua, yang mencakup 4 desa
  - e) Sub DAS Cisukabirus (1.739,40 ha) terletak di Kecamatan Ciawi dan Megemendung serta mencakup 10 desa
  - f) Sub DAS Ciseuseupan (1.380,82 ha) terletak di Kecamatan Ciawi dan Megamendung, yang mencakup 11 desa.
2. Perubahan tataguna lahan DAS Ciliwung Hulu selama periode 2009 hingga 2013 sebesar 78,27 Ha atau 0,53%. Perubahan tataguna lahan meliputi:
  - Hutan menjadi tegalan
  - Hutan menjadi permukiman
  - Tegalan menjadi permukiman
  - Kebun + sawah menjadi permukiman
  - Sawah menjadi permukiman
  - Sawah + tegalan menjadi permukiman
  - Kebun + tegalan menjadi permukiman
3. Hasil analisis ketersediaan air dengan menggunakan metode GR4J menunjukkan bahwa 3 sub DAS yaitu Sub DAS Ciesek, Ciliwung Hulu, dan Cisarua termasuk ke dalam kategori agak rawan terhadap sumberdaya air, karena dalam 1 tahun mengalami 2 bulan kering. Sedangkan sub DAS Cibogo, Ciseuseupan, dan Cisakaburis termasuk ke dalam kategori rawan air karena dalam 1 tahun mengalami defisit air selama 5 bulan yaitu bulan April, Juni, Juli, Oktober, dan November.
4. Untuk meminimalisir dampak kekeringan dan banjir dengan pengembangan Dam parit yang dapat dilakukan secara individu maupun secara institusional. Untuk DAS Ciliwung Hulu diperlukan  $\pm 662$  buah dengan kapasitas tampung sebesar  $15.988 \text{ m}^3/\text{unit}$ .

#### **4.2. SARAN**

1. Perlu penelitian lebih lanjut tentang model tampungan air (letak dan distribusi) secara komunal, serta penelitian tentang daya tahan (*resiliensi*) masyarakat di sub DAS Cibogo Ciseuseupan, dan Cisakaburis terhadap kerawanan sumberdaya air untuk jangka waktu 30 tahun ke depan.
2. Perlu pengembangan model penyediaan air baku secara swadaya skala desa untuk menanggulangi rawan air di 3 sub DAS (Cibogo, Ciseuseupan, dan Cisakaburis) jangka waktu panjang.



## DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- BP DAS. 2009. Pengelolaan Banjir dan Kekeringan. Kebijakan Deptan . *Informasi Pengelolaan DAS Citarum-Ciliwung, 23 Maret 2009*. admin BPDASctw.Info
- Chen C T A, Liu J T and Tsuang B J. 2004. *Island-based Catchment – The Taiwan Example*. Reg. Environ.Change 4, 39-48.
- Ditjen Sumber Daya Air. 2002. Pengelolaan Terpadu Sumber Daya Air dan Reformasi Kebijakan Pengelolaan Sumber Daya Air. *Lokakarya National tentang Pengelolaan Terpadu Sumberdaya Air*. Kerjasama DitJen. Sumberdaya Air Dep. Kimpraswil dengan South East Asia Technical Advisory Committee (SEATAC).
- FAO and CIFOR. 2005. *Hutan dan Banjir, Tenggelam dalam suatu fiksi, atau berkembang dalam fakta, Indonesia*. ISBN 979-3361-75-1© 2005
- Hydrology and The Management of Watersheds. Iowa State University Press, Ames, USA.
- Irianto G. 2004. *Evaluasi banjir dan kekeringan: Analisis sistem, adaptasi, dan mitigasinya*. Badan Litbang Pertanian, Jakarta (Tidak dipublikasikan).
- Kunkle, S.H., and J.L Thames. *Hydrological Techniques for Upstream Conservation*. FAO Conservation Guide 2. FAOUN. Rome.
- Kodoatie, R. J, Suharyanto. 2002. *Pengelolaan Sumberdaya Air dalam Otonomi Daerah*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Komeji AD.2010. Penentuan Batas Ambang Curah Hujan Penyebab Banjir Studi Kasus DAS Ciliwung Hulu. Thesis. SPS Institut Pertanian Bogor.
- Nugroho S.P. 2008. Analisis Curah Hujan Penyebab Banjir Besar, *JAI Vol.4, No.1 2008* Pusat Teknologi Pengelolaan Lahan, Wilayah dan Mitigasi Bencana BPPT.
- Pawitan H, Purwanto MYJ, Subagjono K, Kartiwa B, Heryani dan Sawiyo. 2009. *Analisis Proses Hubungan Proses Aliran Permukaan dengan Ketersediaan Air Secara Spasial dan Temporal untuk Keberlanjutan Pengelolaan Air di Dalam DAS*. Laporan Akhir KKP3T. Tidak dipublikasikan
- Pawitan H, Purwanto MYJ, Kartiwa B, Heryani dan Sawiyo. 2010. *Analisis Proses Pembentukan Aliran Permukaan dan Keterkaitannya dengan Ketersediaan air Secara Spasial dan Temporal Mendukung Pemenuhan Kebutuhan Air untuk Pertanian*. Laporan Akhir KKP3T. Tidak dipublikasikan
- Perrin C. 2000. *Towards an improvement of a lumped rainfall-runoff model through a comparative approach (in french)*. Ph.D thesis, University P Joseph Fourier, Grenoble.
- Perrin C, Andréassian V, Michel C, Oudin L. 2001. *GR4J : a parsimonious model for rainfall-runoff simulations*. Cemagref, Hydrosystems Research Unit. Antony, France
- Perrin C. 2002. Improvement of a parsimonious model for streamflow simulation. *Journal of Hydrology* 279 (1-4) 275-289.
- PSDA Ciliwung – Cisadane. 2004. *Kegiatan Manajemen DPS Dan Hidrologi Balai Pendaya-gunaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Ciliwung – Cisadane*. Laporan. Kalibrasi Bendung Ciliwung – Katulampa. Bogor.
- Sawiyo. 2010. *Petunjuk Teknis. Pengembangan Teknologi Alternatif Panen Hujan Untuk Efisiensi Air dan Pengurangan Resiko Banjir*. Satuan Kerja Balai Penelitian

*Agroklimat dan Hidrologi*, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.  
Departemen Pertanian. ISBN : 987-602-9065-00-8

Seyhan, E. 1977. *Fundamentals of Hydrology*. (Terjemahan). S. Subagyo. 1993. Dasar-Dasar Hidrologi. Cetakan kedua. Gajah Mada Univ. Press. Yogyakarta. 380 pp.

**Lampiran 1. Perubahan tata guna lahan DAS Ciliwung Hulu:**

a. Sub DAS Cisarua

DESA	BELUKAR		DANAU/PERAIRAN		HUTAN		KEBUN		PERMUKIMAN		SAWAH		TEGALAN	
	2007	2013	2007	2013	2007	2013	2007	2013	2007	2013	2007	2013	2007	2013
BOJONG MURNI					6,814	6,814								
CIBEUREUM	126,286	126,286	0,745	0,745	465,177	465,177	50,359	50,359	87,165	87,165			148,654	148,654
CIPAYUNG														
DATAR			0,132	0,132			0,13	0,13					0,087	0,087
CIPAYUNG														
GIRANG			0,162	0,162									0,2	0,2
CISARUA									23,939	23,939			3,115	3,115
CITEKO	15,84	15,84	1,149	1,149			56,452	56,452	69,619	69,619			90,959	90,959
KOPO			0,103	0,103			68,972	68,972	51,507	51,507	14,273	14,273	174,409	174,409
LEUWIMALANG									0,305	0,305			0,021	0,021
TUGU SELATAN	29,315	29,315			717,851	717,851	3,678	3,678					0,276	0,276
<b>JUMLAH</b>	<b>171,44</b>	<b>171,44</b>	<b>2,29</b>	<b>2,29</b>	<b>1189,84</b>	<b>1189,84</b>	<b>179,59</b>	<b>179,59</b>	<b>232,55</b>	<b>232,54</b>	<b>14,27</b>	<b>14,27</b>	<b>417,72</b>	<b>417,72</b>

b. Sub DAS Cibogo

DESA	BELUKAR		DANAU/PERAIRAN		HUTAN		KEBUN		PERMUKIMAN		SAWAH		TEGALAN	
	2010	2013	2010	2013	2010	2013	2010	2013	2010	2013	2010	2013	2010	2013
BOJONG														
MURNI					19,208	17,463								1,745
CIBEUREUM	10,487	10,487			24,439	24,432	5,831	5,831						0,007
CIPAYUNG														
DATAR							0,32	0,32			1,174	1,174	0,228	0,228
CITEKO	33,18	33,18			62,523	38,606	127,547	127,55	10,504	10,504	5,776	5,776	66,004	89,921
GADOG							7,487	7,487	3,254	3,254	8,223	8,223	0,331	0,331
KOPO							90,135	89,269	30,692	32,13	14,48	14,48	138,92	138,348
KUTA	29,327	29,327			23,131	23,131	276,736	274,51	24,895	29,022	26,886	26,886	125,319	123,422
SUKAGALIH	6,726	6,726					19,987	19,987	13,557	13,557	56,699	56,699	23,317	23,317
SUKAKARYA							82,606	81,899	15,201	22,541	77,726	77,726	83,076	76,443
JUMLAH	79,72	79,72			129,301	103,632	610,649	606,85	98,103	111,01	190,96	190,96	437,195	453,762

c. Sub DAS Ciesek

DESA	BELUKAR		DANAU/PERAIRAN		HUTAN		KEBUN		PERMUKIMAN		SAWAH		TEGALAN	
	2007	2013	2007	2013	2007	2013	2007	2013	2007	2013	2007	2013	2007	2013
CILEMBER	9,197	9,197	3,412	3,412	3,11	3,11	100,444	100,44	94,647	94,757	26,08	26,08	196,76	196,65
CIPAYUNG														
DATAR			11,933	11,933			154,216	154,22	104,102	109,77	27,882	27,882	309,352	303,689
CIPAYUNG														
GIRANG			2,107	2,107			32,523	32,523	76,519	76,907			52,644	52,256
GUNUNG														
GEULIS					3,939	3,939	13,627	13,627	0,196	0,196			2,716	2,716
JOGJOGAN									3,58	3,58	11,323	11,323	6,763	6,763
MEGAMENDUNG	28,468	28,468	0,092	0,092	1044,88	1024,01	242,795	242,8	11,409	11,409			75,054	95,917
PANDANSARI			0,717	0,717										
<b>JUMLAH</b>	<b>37,665</b>	<b>37,665</b>	<b>18,261</b>	<b>18,261</b>	<b>1051,92</b>	<b>1031,06</b>	<b>543,605</b>	<b>543,61</b>	<b>290,453</b>	<b>296,61</b>	<b>65,285</b>	<b>65,285</b>	<b>643,289</b>	<b>657,991</b>

d. Sub DAS Ciliwung Hulu

DESA	BELUKAR		DANAU/PERAIRAN		HUTAN		KEBUN		PERMUKIMAN		SAWAH		TEGALAN	
	2007	2013	2007	2013	2007	2013	2007	2013	2007	2013	2007	2013	2007	2013
BATU LAYANG					0,002	0,002	14,08	14,08	71,362	71,362	46,885	46,885	60,206	60,206
CIBEUREUM	4,041	4,041					13,9	13,9	70,986	71,696			121	120,29
CILEMBER	0,011	0,011	2,684	2,684			1,165	1,165	9,557	12,085	11,066	11,066	25,848	23,32
CIPAYUNG														
DATAR	0,259	0,259	3,354	3,354			28,466	28,466	97,746	97,746	19,798	19,798	49,202	49,202
CIPAYUNG														
GIRANG			1,018	1,018			2,073	2,073	23,183	23,183			6,718	6,718
CISARUA									106,594	114,93	60,67	52,336	37,68	37,68
CITEKO									0,354	0,354			0,314	0,314
GADOG			0,43	0,43			0,061	0,061			0,052	0,052	0,33	0,33
JOGJOGAN			3,122	3,122	3,023	3,023	33,599	33,599	28,049	32,852	93,342	91,315	108,426	105,65
KOPO			2,585	2,585			7,348	4,235	31,001	35,405	17,813	16,522	25,206	25,206
LEUWIMALANG			0,678	0,678			7,661	7,661	71,052	73,458	21,536	19,886	61,2	60,444
MEGAMENDUNG					663,329	663,329	115,84	115,84	0,696	0,696	2,99	2,99	41,036	41,036
SUKAKARYA			0,166	0,166							0,118	0,118	0,004	0,004
TUGU SELATAN	184,809	184,809			516,337	516,337	450,533	450,53	190,273	190,94			194,341	193,679
TUGU UTARA	18,873	18,873			449,395	449,395	563,131	561,77	117,753	119,11	0,026	0,026	252,547	252,547
<b>JUMLAH</b>	<b>207,993</b>	<b>207,993</b>	<b>14,037</b>	<b>14,037</b>	<b>1632,09</b>	<b>1632,09</b>	<b>1237,86</b>	<b>1233,4</b>	<b>818,606</b>	<b>843,81</b>	<b>274,3</b>	<b>260,99</b>	<b>984,058</b>	<b>976,626</b>

e. Ciseuseupan

DESA	BELUKAR		DANAU/PERAIRAN		HUTAN		KEBUN		PERMUKIMAN		SAWAH		TEGALAN	
	2007	2013	2007	2013	2007	2013	2007	2013	2007	2013	2007	2013	2007	2013
BANJAR SARI	1,358	1,358					22,526	20,759	29,216	30,983	17,222	17,222	3,268	3,268
BANJAR WARU	13,518	13,518					5,857	5,857	27,916	27,916			5,86	5,86
BENDUNGAN	3,639	3,639					53,037	53,037	66,85	66,85			14,097	14,097
CIAWI							7,909	7,909	12,045	12,045	14,718	14,718	2,416	2,416
CIBANON			0,093	0,093										
CIPAYUNG														
DATAR			0,742	0,742					1,503	1,503			0,152	0,152
GADOG							12,598	12,598	28,9	28,9	9,17	9,17	7,874	7,874
JAMBU														
LUWUK							0,078	0,078	4,715	4,715	21,107	21,107		
PANDANSARI			4,121	4,121			24,924	24,924	68,726	68,726	93,317	93,317	26,528	26,528
SINDANGRASA			0,983	0,983			2,296	2,296	12,411	18,142	15,102	9,371	1,653	1,653
SINDANGSARI							9,215	9,215	19,861	19,988	18,867	18,74	2,413	2,413
SUKAMAHI	0,123	0,123					90,516	89,682	52,114	52,948	114,34	114,34	31,911	31,911
SUKAMAJU							3,394	3,394	22,631	22,631	135,09	135,09		
SUKAMANAH							12,936	12,936	20,681	20,681	97,89	97,89	1,083	1,083
SUKARESMI	0,018	0,018					27,687	27,687	11,405	11,405	69,01	69,01	1,182	1,182
<b>JUMLAH</b>	<b>18,656</b>	<b>18,656</b>	<b>5,939</b>	<b>5,939</b>			<b>272,973</b>	<b>270,37</b>	<b>378,974</b>	<b>387,43</b>	<b>605,84</b>	<b>599,98</b>	<b>98,437</b>	<b>98,437</b>

e. Cisakaburis

DESA	BELUKAR		DANAU/PERAIRAN		HUTAN		KEBUN		PERMUKIMAN		SAWAH		TEGALAN	
	2007	2013	2007	2013	2007	2013	2007	2013	2007	2013	2007	2013	2007	2013
BOJONG														
MURNI	11,118	11,118			884,978	884,978							1,458	1,458
CIBEUREUM					15,496	15,496								
CIPAYUNG														
DATAR			0,682	0,682			0,407	0,407	0,179	0,179			1,76	1,76
CITEKO					0,009	0,009								
GADOG	0,163	0,163	0,31	0,31			28,721	28,721	19,209	19,209	31,458	31,458	47,257	47,257
KUTA	1,338	1,338			26,189	26,189	12,326	12,326						
SUKAGALIH	1,015	1,015			23,932	23,932	63,821	63,821	27,953	27,953	55,477	55,477	111,87	111,87
SUKAKARYA							50,709	50,709	14,97	14,97	45,219	45,219	28,901	28,901
SUKAMAHI							11,316	11,316	7,912	7,912	2,036	2,036	4,088	4,088
SUKAMAJU							9,82	9,82	9,094	9,094	18,329	18,329	8,593	8,593
SUKAMANAH							5,076	5,076	10,943	10,943	12,377	12,377	5,859	5,859
SUKARESMI	27,331	27,331			8,588	8,588	46,008	46,008	4,187	4,187	21,873	21,873	19,041	19,041
<b>JUMLAH</b>	<b>40,965</b>	<b>40,965</b>	<b>0,992</b>	<b>0,992</b>	<b>959,192</b>	<b>959,192</b>	<b>228,204</b>	<b>228,204</b>	<b>94,447</b>	<b>94,447</b>	<b>186,77</b>	<b>186,77</b>	<b>228,827</b>	<b>228,827</b>



**Lampiran 2**  
**Koefisien Aliran**

**DAS Ciesek**

lahan	luas	%	Koef aliran (C)	C tertimban
Belukar	37,665	1,466430366	0,5	18,8325
perairan	18,261	0,710964687	0,9	16,4349
Hutan	1031,061	40,14281587	0,75	773,29575
Kebun	541,605	21,08657954	0,4	216,642
pemukiman	216,614	8,433541679	0,6	129,9684
Sawah	65,285	2,541773701	0,5	32,6425
Tegalan	657,991	25,61789415	0,55	361,89505
	2568,482	100		1549,7111
				<b>0,603356808</b>

**Ciliwung Hulu**

Lahan	luas	%	C	C tertimb
Belukar	207,993	4,023944825	0,5	103,9965
perairan	14,037	0,271567377	0,9	12,6333
hutan	1632,086	31,57521654	0,75	1224,0645
kebun	1233,387	23,86177052	0,4	493,3548
pemukiman	843,81	16,32480364	0,6	506,286
sawah	260,944	5,048363447	0,5	130,472
tegalan	976,626	18,89433365	0,55	537,1443
	5168,883	100		3007,9514
				<b>0,581934511</b>

**DAS Cisarua**

Belukar	171,441	7,765614256	0,5	85,7205
perairan	2,291	0,10377344	0,9	2,0619
hutan	1189,842	53,89524092	0,75	892,3815
kebun	179,591	8,134777736	0,4	71,8364
pemukiman	232,535	10,53293618	0,6	139,521
sawah	14,273	0,6465117	0,5	7,1365
tegalan	417,721	18,92114577	0,55	229,74655
	2207,694	100		1428,40435
				<b>0,647011927</b>

**DAS Cibogo**

Lahan	luas	%	C	C tertimb
Belukar	79,72	5,156759806	0,5	39,86
Hutan	103,632	6,703529004	0,9	93,2688
Kebun	606,846	39,25437859	0,4	242,7384
pemukiman	111,008	7,180652189	0,6	66,6048
sawah	190,964	12,35267787	0,5	95,482
tegalan	453,762	29,35200255	0,55	249,5691
	1545,932	100		787,5231
				<b>0,509416391</b>

**DAS Ciseuseupan**

Lahan	Luas	%	C	C tertimb
Belukar	18,656	1,351085155	0,5	9,328
perairan	5,939	0,430107994	0,9	5,3451
Kebun	270,372	19,58059582	0,4	108,1488
pemukiman	387,433	28,0582641	0,6	232,4598
sawah	599,979	43,45104634	0,5	299,9895
tegalan	98,437	7,128900592	0,55	54,14035
	1380,816	100		709,41155
				<b>0,513762551</b>

**DAS Cisakaburis**

Lahan	Luas	%	C	C tertimb
Belukar	40,965	2,355127872	0,5	20,4825
perairan	0,992	0,057031291	0,9	0,8928
hutan	959,192	55,14511934	0,75	719,394
kebun	228,204	13,11972662	0,4	91,2816
pemukiman	94,447	5,429873358	0,6	56,6682
sawah	186,769	10,73757787	0,5	93,3845
tegalan	228,827	13,15554365	0,55	125,85485
	1739,396	100		1107,95845
				<b>0,636978842</b>

**Lampiran 3**  
**Jumlah Penduduk Maing-masing Sub DAS**

**Ciesek**

Nama Desa	Penduduk	% thd luas
Cilember	8685,9	90
C datar	11078,52	76
C Girang	7583,71	83
Jogjogan	556,036	7
Megamendung	3931,2	63
	<b>31835,366</b>	

**Ciliwung Hulu**

Nama Desa	% th luas	Penduduk
Cilember	10	965,1
C. Datar	23	3352,71
C. Girang	17	1553,29
Jogjogan	93	6988,02
		12859,12
Batulayang	100	9399
Cibeureum	79	11590,88
Cisarua	88	7781,84
Kopo	13	2400,84
Leuwimalang	100	7496
Megamendung	100	6240
Tugu Utara	100	10239
Tugu Selatn	67	11523,33
		<b>79530,01</b>

**Cisarua**

Nama Desa	% th luas	Penduduk
Cisarua	12	1061,16
Citeko	100	12701
Kopo	46	8578,08
Tugu Selatan	32	5503,68
		<b>27843,92</b>

### **Cibogo**

Nama Desa	% thd luas	Penduduk
Cibeureum	15	2200,8
Gadog	9	596,16
Kopo	41	7645,68
Sukakarya	64	4357,12
Bojong Murni	2	102
Kuta	93	5899,92
Sukagalih	30	2462,7

### **Ciseuseupan**

Nama Desa	% thd luas	Penduduk
C. Datar	2	291,54
Pandansari	100	8327
Gadog	28	1854,72
Banjarsari	8	312,16
Bendungan	100	5245
Sinadngrasa	9	320,4
Sindangsari	10	341,3
Sukamahi	92	7790,56
Sukamanah	84	5680,08
Sukaresmi	46	1881,6
		<b>32044,36</b>

### **Cisakaburis**

Nama Desa	% thd luas	Penduduk
C. Datar	3	437,31
Cibeureum	6	880,32
Gadog	62	4106,88
Sukakarya	35	2382,8
Bojongmurni	97	4947
Kuta	7	444,08
Sukagalih	70	5746,3
Sukamahi	8	677,44
Sukamanah	16	1081,92
Sukaresmi	54	2419,2
Sukamaju	20	1403,2
		<b>24526,45</b>