

ALLAH tidak akan merubah nasib suatu kaum, kalau dia sendiri tidak berusaha untuk merubahnya

(Al-Quran Surat Ar-Rad : 11)

Sungguhnya orang yang benar-benar takut kepada ALLAH SWT itu hanyalah orang-orang yang berilmu

(Al-Quran Surat Fathir : 28)

Dia yang betul-betul mengenal dirinya sendiri, akan mengenal ALLAH

(Hadis Nabi Muhammad SAW)

Kekeliruan apalagi yang lebih besar daripada menyalakan WAKTUMU ???

(Ahli Tasawuf Imam Al-Gazali)

Terimakasih ya ALLAH, Tuhanku ...

***Ku persembahkan tulisan ini untuk yang tercinta
IBUNDA NURBAITI dan AYAHANDA JAHARI***

F / MP / 1992 / 0014

ANALISIS SISTEM NERACA AIR SUB DAERAH ALIRAN SUNGAI CISADANE HULU, DALAM RANGKAIAN TEKNIK KONSERVASI TANAH DAN AIR

Oleh
Z E L F I
F 23. 0763



1 9 9 2
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
B O G O R

Z e l f i. F 23.0763. Analisis Sistem Neraca Air Sub DAS Cisadane Hulu, dalam Rangkaian Teknik Konservasi Tanah dan Air. Di bawah bimbingan Sukandi Sukartaatmadja.

RINGKASAN

Untuk mempelajari tata air suatu DAS, khususnya yang menyangkut jumlah air dan waktu penyebarannya, dapat dilakukan dengan cara analisa perhitungan neraca air.

Penelitian ini bertujuan mempelajari keadaan neraca air di sistem Sub DAS Cisadane Hulu untuk mengetahui proses input-output air dari waktu ke waktu, mendapatkan sebuah model neraca air yang sesuai, dan mempelajari perilaku sistem tersebut melalui eksperimentasi model pada berbagai keadaan pola tataguna lahan dan perubahan input curah hujan.

Air hujan yang jatuh di suatu permukaan bervegetasi, setelah dievapotranspirasikan, sisanya akan menjenuhkan tanah dan mengalir ke sungai sebagai limpasan. Bagi suatu DAS, hal ini merupakan indikasi produksi air, dan kelestariannya merupakan cermin kondisi hidro-orologisnya.

Salah satu parameter yang menentukan keadaan konservasi di suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah keadaan nilai debit, dimana semakin kecil rasio antara debit maksimum dan debit minimum akan mencerminkan semakin baiknya DAS tersebut.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain satu set komputer IBM PC, beberapa software komputer seperti Compiler Turbo Pascal 5.5, WS, Lotus 123 dan lain-lain, kalkulator, dan lain-lain. Sedangkan bahan yang digunakan meliputi beberapa jenis peta, dan beberapa data sekunder seperti data tataguna

lahan, data curah hujan dan hari hujan, data debit di outlet, data sifat fisik tanah, dan data iklim yang meliputi penyinaran matahari, kelembaban udara, temperatur dan kecepatan angin.

Sistem yang diteliti dalam penelitian ini yaitu Sub DAS Cisadane Hulu, Bogor, dibagi atas komponen vegetasi, komponen tanah dan komponen sungai. Komponen vegetasi terdiri atas sub komponen vegetasi hutan, sawah, tegalan, perkebunan, dan vegetasi di daerah pemukiman. Semua komponen ini saling berinteraksi dan menentukan proses-proses di dalam sistem. Hasil dari proses-proses tersebut adalah output berupa debit di daerah outlet.

Pengujian model dalam penelitian ini dilakukan dengan membandingkan nilai-nilai peubah sistem hasil simulasi dengan hasil pengukuran, yaitu dengan membandingkan nilai rata-rata dan nilai simpangan baku debit hasil simulasi dengan hasil pengukuran.

Eksperimentasi model neraca air terhadap duabelas alternatif tataguna lahan yang dilakukan menunjukkan bahwa alternatif tataguna lahan ketujuh yaitu seandainya lima puluh persen dari luas perkebunan dijadikan tegalan, sedangkan luas yang lain tetap, ternyata tidak hanya bagus dalam arti perbandingan debit maksimum dan debit minimumnya terkecil, tetapi juga bagus dalam jumlah produksi airnya yang cukup besar.

Dari angka prosentase kenaikan maupun penurunan nilai debit tahunan, nilai debit maksimum, dan nilai debit minimum pada eksperimentasi dengan kenaikan atau penurunan curah hujan, dapat disimpulkan bahwa ternyata angka prosentase kenaikan maupun prosentase penurunan debit tahunan, debit maksimum, dan debit minimum tersebut masing-masing adalah relatif sama, yaitu lebih kurang 36 persen untuk debit tahunan, 31.49 persen untuk debit maksimum, dan 48.21 persen untuk debit minimum.

INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

ANALISIS SISTEM NERACA AIR
SUB DAERAH ALIRAN SUNGAI CISADANE HULU,
DALAM RANGKAIAN TEKNIK KONSERVASI TANAH DAN AIR

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

pada Jurusan MEKANISASI PERTANIAN,

Fakultas Teknologi Pertanian,

Institut Pertanian Bogor

Oleh

ZELFI

F23. 0763

Tanggal lulus : 20 April 1992



Disetujui ,

Bogor, 7 Mei 1992

Ir. H. Sukandi Sukartaatmadja, MS
Dosen Pembimbing Akademik

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 21 Maret 1967 di Pekanbaru dengan nama lengkap Zelfi, merupakan anak laki-laki dari Ibu Nurbaiti dan Bapak Jahari.

Pada tahun 1980 lulus dari SDN I Pekanbaru. Kemudian melanjutkan ke SMPN I Pekanbaru dan lulus pada tahun 1983. Masuk SMAN I Pekanbaru pada tahun yang sama dan lulus tahun 1986.

Tahun 1986 diterima di Institut Pertanian Bogor melalui jalur PMDK (Penelusuran Minat dan Kemampuan), dan pada tahun 1987 terdaftar sebagai mahasiswa pada Jurusan Mekanisasi Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Sambil kuliah di Institut Pertanian Bogor penulis juga menimba pengalaman kerja yaitu, tahun 1986 sampai 1989 penulis berwiraswasta sebagai perantara perdagangan (broker) berbagai macam barang seperti jahe, tanah, informasi dan lain-lain. Tahun 1988 bekerja sebagai salesman di Gramedia Jakarta. Tahun 1990 penulis bersama beberapa orang rekan yang tergabung dalam Emsapindo Grup (Empat Saudara Putra Indonesia) berwiraswasta mendirikan Usaha di bidang Penangkapan dan Pemasaran Hasil Laut di Muara Angke Jakarta Utara, dimana penulis memegang jabatan sebagai Manajer Pemasaran. Penulis mengelola 30 kapal nelayan, membawahi 210 orang nelayan dan 12 karyawan tetap. Sebelumnya penulis pernah memimpin Tim Pencari Dana untuk usaha bisnis ke berbagai investor di Jakarta, dan sukses.

Mulai tahun 1991 penulis bergabung dengan PT. Balisani Visi Kharisma, Jakarta (sebagai kontraktor PT. Mekatama Raya Korwil III dan IV meliputi Jawa Barat, Kalimantan, Yogyakarta, Jawa Tengah dan Sulawesi). Mula-mula penulis memegang jabatan sebagai Supervisor dan General Auditor PT. Mekatama Raya



Korwil Jawa Barat dan Kalimantan, setelah itu penulis di angkat menjadi Pejabat Sementara Manajer Operasional PT. Mekatama Raya Propinsi Kalimantan Barat yang berkantor di Kotamadya Pontianak. Penulis memimpin operasional PT. Mekatama Raya seluruh propinsi Kalimantan Barat yang terdiri dari 1 Kotamadya dan 6 Kabupaten, dan memimpin karyawan sejumlah lebih kurang 300 orang, termasuk 6 orang Manajer Area yang bergelar Sarjana.



KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan ke hadirat **Allah SWT**, karena berkat rahmat dan izin-Nya skripsi ini dapat diselesaikan.

Pada kesempatan ini penulis menghaturkan terimakasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Ir. H. Sukandi Sukartaatmadja, MS selaku dosen pembimbing akedemik
2. Bapak Ir. Prastowo, MEng dan Ibu Ir. Emmy Darmawati selaku dosen penguji
3. Pimpinan Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah Bogor dan Staf, Pimpinan Pusat Penelitian Tanah Bogor dan Staf, Pimpinan Departemen Pekerjaan Umum Bogor dan Staf, dan Pihak-pihak lain yang telah banyak membantu dalam pengumpulan data yang diperlukan.
4. Semua Dosen Institut Pertanian Bogor yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan, dan pelajaran tentang kehidupan semasa penulis kuliah di IPB
5. Bapak Ir. Haryogi Maulani (Komisaris dan Direktur Utama Balisani Group, Jakarta); Bapak Rosihan Anwar Yakub (Komisaris PT. Balisani Visi Kharisma), Bapak Letkol Soepardi Saka (Direktur Operasi Balisani Grup / General Manajer PT. Balisani Visi Kharisma); Bapak Chotty Tobing (Manajer Operasional); Bapak Syaiful Azhar (Manajer Keuangan); dan Bapak Joko Marwoto (Manajer Administrasi dan Personalia); yang merupakan Para Pimpinan di tempat penulis bekerja, atas kemudahan yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan Studi di IPB sambil tetap bekerja di Balisani Visi Kharisma

6. Bapak H. Abdul Mughni, MBA (Manajer PT. GoodYear); Bapak Drs. Soetrisno Sosrokoesoemo (Direktur Umum PT. Bahana Pembina Usaha Indonesia, Jakarta); Drs. Toras P. (Direktur PT. Danitama, Jakarta); Drs. Koesban Dibyo (Pimpinan BRI Bogor); Bapak Sampurna (Mantan Pimpinan BDN Bogor); dan Bapak-Bapak/Ibu-Ibu Pengusaha lain yang tidak dapat saya sebutkan disini, yang telah banyak memberikan masukan dan pelajaran kepada penulis ketika penulis berwiraswasta sambil kuliah di Institut Pertanian Bogor
7. Bapak Letkol. Adam Damiri (Dandim Kab. Sambas, Kalbar); Bapak Letkol. Daud Mountain (Mantan Dandim Kodya Pontianak), Bapak Letkol. Heri (Dandim Kodya Pontianak), Bapak Letkol Ferry (Kapolresta Kodya Pontianak); Bapak Drs. H. Wachudi (Kepala Kanwil Departemen Penerangan Propinsi Kalimantan Barat), Bapak Slamet, SH (Pengacara dan Dosen di Univ. Tanjungpura Pontianak), Bapak Ir. Werry (Wartawan Harian Pagi Akcaya Pontianak), Bapak Tribowo, SE (Ketua FKKPPI Propinsi Kalimantan Barat), Bapak Ahmad (Ketua Karang Taruna Propinsi Kalimantan Barat), dan Bapak-Bapak lainnya, atas segala dukungan dan bantuan sewaktu penulis menjabat sebagai Pejabat Sementara Manajer Operasional PT. Mekatama Raya Propinsi Kalimantan Barat di Pontianak
8. Pak Uun; Pak Awang, SE; Pak Aries, SE; Pak Radi, SE; Pak Wawan, SH; Pak Supaimin, dan Bapak-Bapak lainnya, atas segala dukungan dan kerjasama sewaktu membantu penulis didalam memimpin dan menjalankan kegiatan Operasional PT. Mekatama Raya Propinsi Kalimantan Barat

9. Mamah Abdullah Bin Nuh, Abi Husni Thamrin, dan Abi Laode Budi Utama, Guru-guru penulis yang telah banyak menuntun dan mengajarkan penulis tentang hidup dan pedoman hidup
10. Ibunda Nurbaiti dan Ayahanda Jahari, atas segala pengorbanan dan doa yang tiada henti-hentinya
11. Om Horni dan Tante Agnes, atas segala bantuan dan dorongan semangat kepada penulis
12. Mbak Nita, atas doa, dan segala pelajaran serta semangat yang penulis terima
13. Kusumawardhana (Ace), Arief Husein dan Tony Rahman, teman dekat dan teman diskusi penulis, atas segala kebersamaan, tekad dan semangat yang kita jalin bersama
14. Supriyono, Purnomo, Sasmito, dan Mamiek, teman yang sangat dekat dengan penulis, atas segala kebersamaan dan semangat kita sejak kita tinggal bersama
15. Bang Asrul, Mas Sansan, dan Rusmanto, rekan-rekan penulis yang bersama-sama dengan penulis tergabung dalam grup usaha dengan nama Emsapindo (Empat Saudara Putra Indonesia) Grup, atas segala persaudaraan, kebersamaan, cita-cita dan semangat yang kita jalin bersama
16. Suharto, Jali, Heru, Mas Bambang, Bambang, Mbak Iriani, Mbak Iis dan Neneng, rekan-rekan sekerja di Balisani Visi Kharisma, Jakarta
17. Rekan-rekan di Wisma Baristar, antara lain Iwan Suwandi, Ichwan Rosyidi, Bambang, Nata, Badi, Sholeh, Cendol, Iman, Herman, Azis, Iwan Mlentung, Dikdik, Gozali, Syukur, Wayan, Ongki, Imam, Mas Win, Agus, Adang, Ervan, Irwan, Yoyok, dan rekan-rekan lainnya yang terlalu

banyak jika harus disebutkan di sini, atas segala kebersamaan, persahabatan dan persaudaraan selama kita tinggal bersama

18. Pak Maman, Ibu dan Keluarga; Pak Thalib, Ibu dan Keluarga, yaitu Bapak dan Ibu Kost penulis, atas segala kebaikannya kepada penulis
19. Teman-teman di Jurusan Agricultural Engineering IPB, antara lain Muhammad Yusuf, Ebot, Puguh, Yusup, Elang, Iwan Siswandi, Mohammad, Setyo Edi, Sri, Johny, Edi Wibowo, Irmansyah, Gepul, Ucok Siregar, Aji, Seno, Faiz, Trisnanto, Pie, Farid, Agus Herry, Falahudin, Margiono, Ade, Heri Sum, Gatot, Ilham, Hontas, Khueng, Edi, Agus Irwanto, Sarlan, Zulfikar, Risa, Unan, Ari, Lina, Iis, Dian, Diah, Suryani, Ade Irma, Nana, Martina dan rekan-rekan lainnya yang belum sempat disebutkan, atas segala kebersamaan dan sukacita yang telah kita alami semasa kita kuliah bersama
20. Kang Ade, kang Amal, Husein, Akhyar, Isal, Bestalman, Nana, Asep, Affuandi, Ferry, Mas Bowo, Rudi, Mulyo, Endang, Nursamsu, dan rekan-rekan lainnya, atas segala persaudaraan dan pelajaran ketika kita tinggal bersama
21. Rekan-rekan penulis di jalan Bangka no. 15 Bogor, seperti Eka Trisno, Mbak Eni, Teh Sofi, Mbak Wiwik, Suci, Etty Aryati, Ina, Yuli, Ika, dedek, Elly, Ian, dan rekan-rekan lainnya atas segala kebersamaan sewaktu penulis masih di Tingkat Persiapan Bersama IPB
22. Budi Kartiwa, Ozo dan Budi, dan rekan-rekan lainnya dari Jurusan Agromet, dan Sudiono serta rekan-rekan lainnya atas segala bantuan dan dorongan semangat kepada penulis
23. Dan Rekan-rekan lainnya yang terlalu banyak jika harus disebutkan di sini, yang telah pernah mengisi lembaran sejarah hidup penulis.



Harapan penulis, mudah-mudahan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang memerlukannya.

Akhirnya kritik dan saran sangat penulis harapkan untuk perbaikan tulisan selanjutnya.

Bogor, Mei 1992

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. TUJUAN PENELITIAN	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. KOMPONEN FISIK DAS	5
1. Vegetasi	5
2. Tanah	7
3. Sungai	9
B. NERACA AIR	10
1. Pengertian	10
2. Curah Hujan	12
3. Evapotranspirasi	18
4. Cadangan Air Tanah	19
5. Limpasan	21
C. EROSI DAN KONSERVASI	20
D. ANALISA SISTEM DAN MODEL SIMULASI	24
1. Analisa Sistem	24

2.	Model dan Simulasi	25
3.	Penelitian Sistem Hidrologi DAS	27
III.	KEADAAN UMUM DAERAH PENELITIAN	31
A.	LETAK GEOGRAFI DAN LUAS	31
B.	TOPOGRAFI	33
C.	TANAH	33
D.	IKLIM	34
E.	TATAGUNA LAHAN	34
IV.	METODOLOGI	37
A.	ALAT DAN BAHAN	37
B.	BAGAN ALIR PENELITIAN	38
C.	DEFINISI SISTEM YANG DITELITI DAN RANCANGAN MODEL NERACA AIR KONSEPTUAL	40
1.	Peubah Masukan	46
2.	Peubah Sistem	48
3.	Peubah Alihan, Keluaran dan Peubah lainnya	50
D.	PENGUMPULAN DAN ANALISA DATA	57
E.	PENGOLAHAN DATA, PERHITUNGAN, PENGUJIAN DAN EKSPERIMENTASI MODEL	57
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	59
A.	PERHITUNGAN NERACA AIR UNTUK KONDISI SAAT PENELITIAN	59
1.	Curah Hujan	59
2.	Intersepsi	62
3.	Alihan Air dari Vegetasi ke Tanah	63
4.	Laju Penumpukan Biomassa	64
5.	Evapotranspirasi	64

6.	Air Tersedia di Sistem Tanah	65
7.	Akumulasi Air yang Hilang secara Potensial	66
8.	Cadangan Air Tanah	66
9.	Perubahan Cadangan Air Tanah	67
10.	Evapotranspirasi Aktual	68
11.	Surplus	68
12.	Run Off	69
13.	Debit	69
B.	PENGUJIAN MODEL	70
C.	EKSPERIMENTASI MODEL BERDASARKAN PERUBAHAN TATA- GUNA LAHAN	74
D.	EKSPERIMENTASI MODEL BERDASARKAN PERUBAHAN CURAH HUJAN	89
	KESIMPULAN DAN SARAN	95
	LAMPIRAN	99
	DAFTAR PUSTAKA	162

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Luas Sub DAS di DAS Cisadane Hulu	31
Tabel 2. Luas kecamatan di dalam Sub DAS Cisadane Hulu	32
Tabel 3. Tataguna lahan di Sub DAS Cisadane Hulu	35
Tabel 4. Penjelasan gambar sistem model blok neraca air yang digunakan	44
Tabel 5. Nilai Produktivitas Primer Neto (NPP) beberapa penggunaan lahan	49
Tabel 6. Persamaan Intersepsi menurut Horton	51
Tabel 7. Hubungan antara faktor temperatur dan evapotranspirasi	54
Tabel 8. Debit hasil pengukuran (kontrol) dan debit hasil simulasi	71
Tabel 9. Kriteria beberapa alternatif pola penggunaan lahan yang disimulasikan pada model neraca air Sub DAS Cisadane Hulu	79
Tabel 10. Perbandingan debit maksimum dan debit minimum pada berbagai alternatif pola tataguna lahan yang disimulasikan di Sub DAS Cisadane Hulu	84

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Diagram siklus hidrologi DAS	11
Gambar 2. Metoda Poligon Thiessen	16
Gambar 3. Peta Isohyet	18
Gambar 4. Komponen fisik dan pergerakan air pada sistem hidrologi DAS	29
Gambar 5. Bagan alir penelitian	39
Gambar 6. Diagram kotak hitam sistem neraca air yang diteliti	40
Gambar 7. Diagram model blok sistem neraca air di Sub DAS yang diteliti	43
Gambar 8. Grafik hubungan debit hasil pengukuran dengan debit hasil simulasi di Sub DAS Cisdane Hulu	72
Gambar 9. Grafik perbandingan debit hasil eksperimentasi tataguna lahan untuk alternatif 1, alternatif 2, dan alternatif 3	77
Gambar 10. Grafik perbandingan debit hasil eksperimentasi tataguna lahan untuk alternatif 1, alternatif 4, dan alternatif 5	78
Gambar 11. Grafik perbandingan debit hasil eksperimentasi tataguna lahan untuk alternatif 1, alternatif 6, dan alternatif 7	79
Gambar 12. Grafik perbandingan debit hasil eksperimentasi tataguna lahan untuk alternatif 1, alternatif 8, dan alternatif 9	80
Gambar 13. Grafik perbandingan debit hasil eksperimentasi tataguna lahan untuk alternatif 1, alternatif 10, dan alternatif 11	81
Gambar 14. Grafik perbandingan debit hasil eksperimentasi tataguna lahan untuk alternatif 1 dan alternatif 12	82

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Peta daerah penelitian	100
Lampiran 2. Peta sungai di Sub DAS Cisadane Hulu	101
Lampiran 3. Peta jenis tanah Sub DAS Cisadane Hulu	102
Lampiran 4. Peta topografi Sub DAS Cisadane Hulu	103
Lampiran 5. Data iklim di stasiun Muara (rata-rata tahun 1974 - 1984)	104
Lampiran 6. Data curah hujan rata-rata bulanan beberapa stasiun di Sub DAS Cisadane Hulu (mm)	105
Lampiran 7. Data hari hujan rata-rata bulanan beberapa stasiun di Sub DAS Cisadane Hulu (hari)	106
Lampiran 8. Data debit di stasiun Empang Sub DAS Cisadane Hulu (m.kubik/detik)	107
Lampiran 9. Data sifat fisik tanah di Sub DAS Cisadane Hulu	108
Lampiran 10. Data tataguna lahan di Sub DAS Cisadane Hulu	109
Lampiran 11. Data kelas kelerengan lahan di Sub DAS Cisadane Hulu	110
Lampiran 12. Tabel radiasi sinar matahari (R) pada permukaan horizontal atmosfer (mm air/hari)	111
Lampiran 13. Cara perhitungan pengujian model	112
Lampiran 14. Cara perhitungan untuk menentukan besarnya evapotranspirasi harian dan bulanan	115
Lampiran 15. Tabel luasan tataguna lahan Sub DAS Cisadane Hulu, yang disimulasikan pada model neraca air, berdasarkan alternatif penggunaan lahan yang diteliti	117
Lampiran 16. Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane Hulu untuk kondisi saat penelitian/present (alternatif 1)	118

Lampiran 17.	Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane Hulu hasil eksperimentasi perubahan tataguna lahan sesuai alternatif 2	120
Lampiran 18.	Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane Hulu hasil eksperimentasi perubahan tataguna lahan sesuai alternatif 3	122
Lampiran 19.	Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane Hulu hasil eksperimentasi perubahan tataguna lahan sesuai alternatif 4	124
Lampiran 20.	Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane Hulu hasil eksperimentasi perubahan tataguna lahan sesuai alternatif 5	126
Lampiran 21.	Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane Hulu hasil eksperimentasi perubahan tataguna lahan sesuai alternatif 6	128
Lampiran 22.	Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane Hulu hasil eksperimentasi perubahan tataguna lahan sesuai alternatif 7	130
Lampiran 23.	Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane Hulu hasil eksperimentasi perubahan tataguna lahan sesuai alternatif 8	132
Lampiran 24.	Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane Hulu hasil eksperimentasi perubahan tataguna lahan sesuai alternatif 9	134
Lampiran 25.	Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane Hulu hasil eksperimentasi perubahan tataguna lahan sesuai alternatif 10	136
Lampiran 26.	Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane Hulu hasil eksperimentasi perubahan tataguna lahan sesuai alternatif 11	138
Lampiran 27.	Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane Hulu hasil eksperimentasi perubahan tataguna lahan sesuai alternatif 12	140
Lampiran 28.	Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane Hulu hasil eksperimentasi perubahan curah hujan dengan menaikkan curah hujan 25 persen	142

Lampiran 29. Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane
 Hulu hasil eksperimentasi perubahan curah
 hujan dengan menurunkan curah hujan 25
 persen 144

Lampiran 30. Tabel data debit hasil pengukuran dan ha-
 sil eksperimentasi pada berbagai alterna-
 tif 146

Lampiran 31. Program komputer simulasi model neraca air
 dengan compiler Turbo Pascal 147

Has Cipta IPB dan IPB University
 1. Diizinkan sebagai sumber referensi untuk keperluan akademik dan penelitian
 2. Pengutipan harus mencantumkan nama penulis, tahun terbit, dan judul karya tulis
 3. Pengutipan tidak boleh melebihi 10% dari keseluruhan isi karya tulis
 4. Pengutipan harus mencantumkan nama penulis, tahun terbit, dan judul karya tulis
 5. Pengutipan harus mencantumkan nama penulis, tahun terbit, dan judul karya tulis
 6. Pengutipan harus mencantumkan nama penulis, tahun terbit, dan judul karya tulis
 7. Pengutipan harus mencantumkan nama penulis, tahun terbit, dan judul karya tulis
 8. Pengutipan harus mencantumkan nama penulis, tahun terbit, dan judul karya tulis
 9. Pengutipan harus mencantumkan nama penulis, tahun terbit, dan judul karya tulis
 10. Pengutipan harus mencantumkan nama penulis, tahun terbit, dan judul karya tulis

I. PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah tangkapan hujan dan tempat mengalirnya air hujan menuju ke sungai. Suatu DAS merupakan suatu sistem ekologis atau ekosistem di mana di dalamnya terjadi hubungan timbal balik antara makhluk hidup, khususnya manusia dengan segala aktivitasnya, dengan lingkungannya yang lebih bersifat alami.

Aktivitas manusia akan sangat mempengaruhi keadaan DAS, baik yang bersifat membangun seperti pemeliharaan dan rehabilitasi maupun yang bersifat merusak.

Kenyataan umum yang dialami beberapa DAS dewasa ini adalah meluasnya daerah-daerah gundul dan tidak subur akibat penebangan hutan yang tidak terkendali, semakin tingginya erosi, dan semakin tingginya fluktuasi debit sungai. Semua ini menunjukkan semakin merosotnya kondisi DAS.

Keadaan produksi air yang ditunjukkan oleh debit sungai pada suatu DAS, akan mencerminkan kondisi hidro-orologi DAS tersebut. Yaitu kondisi yang menunjukkan hubungan antara kondisi hidrologi dan erosi suatu daerah.

Untuk menelaah kondisi hidro-orologi, DAS sebagai suatu sistem ekologis dapat diperinci atas beberapa

komponen fisik, meliputi vegetasi, tanah dan sungai. Komponen-komponen ini sangat erat hubungannya dengan fungsi hidro-orologis suatu daerah. Interaksi antara komponen-komponen ini akan menentukan perilaku air atau tata air daerah tersebut, sebagai cermin dari kondisi hidro-orologisnya.

Untuk mempelajari tata air suatu DAS, khususnya yang menyangkut jumlah air dan waktu penyebarannya, dapat dilakukan dengan cara analisa perhitungan neraca air. Berdasarkan hasil perhitungan neraca air akan diperoleh informasi tentang jumlah input dan output air dari waktu ke waktu. Selain itu dengan neraca air juga akan diperoleh informasi tentang kelebihan dan kekurangan air, serta keadaan kelembaban tanah pada waktu-waktu tertentu.

Informasi-informasi tersebut berguna sekali di dalam usaha pengelolaan DAS. Diantaranya berguna untuk memperkirakan tataguna lahan yang sesuai, sebagai salah satu kegiatan yang menunjang konservasi, menentukan tindakan konservasi lain yang sesuai, perencanaan atas kelebihan air yang ada seperti untuk irigasi dan pembangkit tenaga listrik, menentukan waktu penanaman, dan perencanaan serta perancangan bangunan konservasi.

Merosotnya kondisi DAS erat kaitannya dengan tata-guna lahan dan tindakan konservasi lainnya. Sebagai sebuah sistem, DAS atau Sub DAS dapat dipelajari dengan

menggunakan sebuah metoda ilmiah yang disebut analisis sistem. Dari analisis sistem dapat dirumuskan model yang berlaku untuk sistem yang dianalisis. Analisis sistem DAS atau Sub DAS menghasilkan sebuah model dan model tersebut dapat digunakan untuk menduga perilaku DAS atau Sub DAS tersebut.

Berdasarkan hasil analisis sistem neraca air suatu DAS dapat dilakukan eksperimentasi untuk mengetahui respon atau perilaku DAS yang diteliti sebagai akibat perubahan tataguna lahan di DAS tersebut. Sehingga dapat dibandingkan dan dilakukan pemilihan pola tata-guna lahan yang optimal, sesuai dengan tujuan konserva-si tanah dan air.

Eksperimentasi juga dapat dilakukan dengan me-naikkan atau menurunkan curah hujan, bertujuan untuk menduga bagaimana respon komponen-komponen neraca air dalam sistem Sub DAS yang sebenarnya seandainya terjadi kenaikan atau penurunan curah hujan.

Untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas dan spesifik tentang Daerah Aliran Sungai, maka suatu DAS dapat dibagi ke dalam unit yang lebih kecil yang dise-but Sub DAS, seperti yang dilakukan pada penelitian ini.

Pekerjaan analisa sistem akan lebih mudah dan ringan apabila menggunakan alat bantu komputer. Peng-gunaan komputer akan sangat membantu di dalam perhitu-

ngan-perhitungan yang rumit, pengelolaan data yang banyak, pekerjaan yang berulang dan untuk ketelitian hasil.

B. TUJUAN PENELITIAN

1. Mempelajari keadaan neraca air di sistem Sub DAS Cisadane Hulu, untuk mengetahui proses input-output air dari waktu ke waktu di Sub DAS tersebut, sebagai informasi yang sangat berguna di dalam pengelolaan sumber daya Sub DAS untuk berbagai keperluan.
2. Menguji model neraca air yang digunakan apakah valid, sehingga bisa dilakukan eksperimentasi sesuai yang dikehendaki.
3. Mempelajari perilaku sistem Sub DAS Cisadane Hulu pada berbagai keadaan pola tataguna lahan dan perubahan input curah hujan, sebagai cermin dari kondisi hidro-orologisnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. KOMPONEN FISIK DAS

Untuk menelaah kondisi hidro-orologis suatu DAS, Wanggai (1975) telah memerinci DAS atas komponen-komponen fisiknya, yang terdiri dari vegetasi, tanah, dan sungai. Komponen-komponen ini sangat khas disetiap tempat, dicerminkan oleh tata airnya, yang meliputi kuantitas, kualitas dan dimensi waktu penyebarannya. Interaksi antara komponen-komponen inilah yang akan menentukan tata air di DAS tersebut.

1. Vegetasi

Vegetasi suatu DAS meliputi hutan, perkebunan, tegalan, sawah, dan vegetasi di daerah pemukiman atau industri. Tiap tipe vegetasi mempunyai bentuk tajuk, sistem perakaran, dan penutupan tanah yang berbeda. Perbedaan itu akan menentukan konsumsi air dan laju evapotranspirasi. Pengaruh ini secara langsung dapat dilihat pada perubahan kelembaban tanah pada zona perakaran, dimana drainase dapat diabaikan (Pereira, 1967).

Dalam kegiatan pengawetan tanah dan air, pemilihan jenis vegetasi perlu sekali diperhatikan, karena vegetasi mempunyai peranan penting dalam siklus hidrologi. Kecepatan limpasan-atas dalam

mencapai saluran, banyak ditentukan oleh permeabilitas tanah yang dalam hal ini erat hubungannya dengan peranan serasah vegetasi tersebut. Tanah yang permeabel dengan kapasitas infiltrasi tinggi akan memiliki cadangan air tanah tinggi (Zinke, 1967), sehingga akan mengurangi limpasan-atas.

Hasil studi Hibbert (1967) pada 39 tipe vegetasi, menunjukkan bahwa penghutanan kembali suatu wilayah yang kosong akan mengurangi produksi air. Respon tahun pertama menunjukkan bahwa pengurangan tegakan hutan telah menaikkan debit antara 35-450 mm. Dan kemudian diperoleh bahwa setiap persen pengurangan tegakan hutan akan menaikkan debit sekitar 4.5 mm pertahun. Studi tersebut akhirnya membuktikan bahwa pada wilayah yang cukup air, respon debit proporsional dengan pengurangan penutupan tanah oleh vegetasi.

Berdasarkan hasil penelitian Wanggai (1975) di DAS Citanduy, menunjukkan bahwa pada curah hujan kecil maupun besar, vegetasi masih tetap membutuhkan jumlah air yang relatif sama.

Pada siklus hidrologi, vegetasi mempunyai peranan dalam proses intersepsi, curahan tajuk, aliran batang, transpirasi, dan fotosintesa. Intersepsi merupakan bagian dari curah hujan bruto yang tertahan pada permukaan vegetasi. Kittredge

(1948) menyatakan bahwa intersepsi dipengaruhi oleh kemampuan tajuk dalam menyimpan air, laju evaporasi selama hujan turun dan intensitas hujannya sendiri.

Curahan tajuk merupakan curah hujan bruto yang jatuh di permukaan tanah setelah melalui sela-sela tajuk, atau tetesan dari daun, ranting dan cabang pohon (Kittredge, 1948).

Aliran batang merupakan bagian dari curah hujan bruto yang jatuh di permukaan tanah melalui batang (Kittredge, 1948). Selanjutnya dikatakan bahwa jumlah aliran batang dan curahan tajuk yang mencapai permukaan tanah disebut curah hujan neto.

Transpirasi adalah pemakaian dan pelepasan air ke atmosfer melalui jaringan tumbuh-tumbuhan. Seperti halnya fotosintesa, transpirasi merupakan proses fisiologis dalam sistem tumbuh-tumbuhan (Kittredge, 1948; Baker, 1950).

2. Tanah

Dalam kehidupan sehari-hari tanah diartikan sebagai wilayah darat dimana di atasnya dapat digunakan untuk berbagai usaha misalnya pertanian, peternakan, mendirikan bangunan dan lain-lain.

Menurut Hardjowigeno (1987), dalam pertanian, tanah diartikan lebih khusus yaitu sebagai media tumbuhnya tanaman darat. Tanah berasal dari hasil

pelapukan batuan bercampur dengan sisa-sisa bahan organik dari organisme (vegetasi atau hewan) yang hidup di atasnya atau di dalamnya. Selain itu di dalam tanah terdapat pula udara dan air.

Air dalam tanah berasal dari air hujan yang tertahan oleh tanah. Disamping percampuran bahan mineral dengan bahan organik, maka dalam proses pembentukan tanah terbentuk pula lapisan-lapisan tanah atau horizon-horizon. Oleh karena itu dalam definisi ilmiahnya tanah adalah kumpulan dari benda alam di permukaan bumi yang tersusun dalam horizon-horizon, terdiri dari campuran bahan mineral, bahan organik, air dan udara, dan merupakan media untuk tumbuhnya tanaman (Hardjowigeno, 1987).

Tanah latosol mempunyai solum sedang sampai dalam (1.5 - 10 m), perkembangan profilnya sudah lanjut, berwarna coklat, merah hingga kuning. Dari lapisan atas sampai bawah teksturnya lempung berliat sampai liat, strukturnya remah hingga gumpal lemah dan berkonsistensi gembur hingga teguh. Permeabilitasnya tinggi, mudah menyerap air, daya menahan air cukup baik, dan kepekaannya terhadap erosi kecil (Lembaga Penelitian Tanah, 1973 dan Soerianegara, 1977).

Lembaga Penelitian Tanah (1973) juga menguraikan bahwa tanah latosol umumnya mengandung bahan

organik rendah. Pada lapisan atas berkisar antara 3 - 10%, makin ke bawah makin rendah.

Tanah latosol dibedakan atas dua macam, yaitu latosol coklat dan latosol kemerahan. Latosol coklat relatif lebih kaya unsur hara dibanding latosol kemerahan. Tanah ini mempunyai produktivitas sedang sampai tinggi, sehingga sesuai untuk usaha pertanian.

3. Sungai

Sungai berfungsi mengumpulkan limpasan dari curah hujan dalam daerah tertentu dan mengalirkannya ke laut. Sebagai produk siklus hidrologi, limpasan dipengaruhi oleh karakteristik jaringan sungai dalam hubungannya dengan karakteristik geometri DAS. Dengan kata lain, faktor-faktor seperti bentuk, ukuran, dan kemiringan DAS memegang peranan penting. Begitu pula karakteristik sungainya sendiri seperti bentuk, ukuran, kemiringan, dan panjang sungai serta anak-anaknya (Pusdik PSL, 1978). Karakteristik tersebut dapat diwakili oleh kerapatan sungai, kerapatan drainase, daya dukung, dan daya simpan sungai.

B. NERACA AIR

1. Pengertian

Sosrodarsono dan Takeda (1978) mendefinisikan neraca air sebagai hubungan antara aliran ke dalam (inflow) dan aliran keluar (outflow) di suatu daerah untuk suatu periode tertentu.

Air hujan yang jatuh di suatu permukaan bervegetasi, setelah dievapotranspirasikan, sisanya akan menjenuhkan tanah dan mengalir ke sungai sebagai limpasan. Bagi suatu DAS, hal ini merupakan indikasi produksi air, dan kelestariannya merupakan cermin kondisi hidro-orologisnya.

Dalam mempelajari sistem hidrologi sungai sehubungan dengan input dan output airnya, diagram siklus hidrologi DAS yang global seperti terlihat pada gambar 1, akan memberikan gambaran yang lebih jelas (More, 1969).

Berdasarkan diagram tersebut dapat dirumuskan persamaan neraca air DAS sebagai berikut:

$$P = E + \Delta(I, R, M, L, G, S) + Q \quad \dots\dots\dots 1)$$

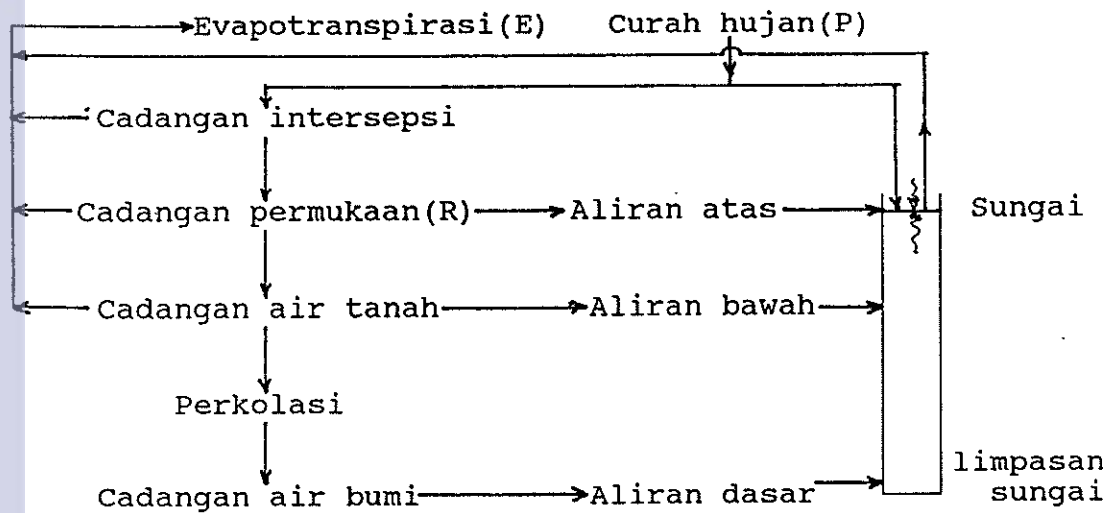
dimana :

P = tinggi curah hujan pada suatu perioda (mm)

E = evapotranspirasi pada perioda yang sama (mm)

ΔI = perubahan cadangan intersepsi (mm)

- ΔR = Perubahan cadangan air permukaan (mm)
 ΔM = perubahan cadangan air tanah (mm)
 ΔL = perubahan cadangan air di zone aerasi (mm)
 ΔG = perubahan cadangan air bumi (mm)
 ΔS = perubahan cadangan air di saluran (mm)
 Q = limpasan (mm)



Gambar 1. Diagram siklus hidrologi DAS
(More, 1969)

Jika komponen ΔS dianggap kecil dan infiltrasi serta rembesan hanya mengisi cadangan air tanah, maka dalam kondisi geologis yang tidak bocor (leak) persamaan neraca air dapat disederhanakan sebagai berikut (Hewlett dan Nutter, 1969) :

$$P = E + I + \Delta M + Q \dots\dots\dots 2)$$

2. Curah hujan

Chow (1964) mendefinisikan curah hujan sebagai air dalam bentuk cair yang jatuh di permukaan bumi sebagai akibat adanya proses kondensasi massa udara dalam jumlah besar.

Proses kondensasi terjadi pada suhu titik embun dimana kejenuhan yang terjadi disebabkan oleh pendinginan pada suhu tetap (Barry, 1969).

Curah hujan yang jatuh pada suatu titik atau stasiun penakar hujan bervariasi menurut waktu dan ruang. Artinya pencatatan di stasiun tersebut mungkin mengalami penyimpangan yang disebabkan oleh pengaruh luar yang mengganggu bekerjanya alat, atau pengaruh lingkungan fisik seperti fisiografi dan sebagainya.

Agar diperoleh data curah hujan yang homogen, diperlukan beberapa penyesuaian. Penyesuaian harus dilakukan tanpa mengganggu pengukuran yang sudah benar pada saat sebelum atau sesudah gangguan terjadi (WMO, 1974). Diantara bentuk penyesuaian tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Bar graph, merupakan grafik yang menggambarkan periode pencatatan beberapa stasiun dalam skala waktu yang sama. Dari gambar tersebut dapat diseleksi stasiun-stasiun mana atau pada saat-

saat mana pencatatan berlangsung dalam perioda yang optimum. Untuk stasiun-stasiun yang datanya hilang pada perioda optimum, harus diestimasi dengan mengkorelasikan terhadap stasiun-stasiun lain di sekitarnya.

- b. Estimasi data yang hilang. Untuk mengestimasi data yang hilang yang mencakup perioda yang panjang, misalnya satu tahun, dapat digunakan rumus berikut :

$$\frac{Px}{\bar{Px}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \frac{Pi}{\bar{Pi}} \dots\dots\dots 3)$$

dimana :

- Px = data curah hujan yang hilang (mm)
- $\bar{Px}$ = rata-rata curah hujan pada stasiun yang datanya hilang dalam mm (tanpa memperhitungkan tahun yang kosong)
- n = jumlah stasiun pembandingan
- Pi = curah hujan pada stasiun pembandingan (mm)
- $\bar{Pi}$ = rata-rata curah hujan pada stasiun pembandingan (mm)

- c. Analisa kurva massa ganda, merupakan cara grafis untuk mengetahui kekonsistenan pencatatan data hujan suatu stasiun. Kurva tersebut menggambarkan curah hujan kumulatif beberapa

stasiun di sekitarnya. Pencatatan yang tidak konsisten ditunjukkan oleh penyimpangan lereng kurva.

Penyesuaian dilakukan dengan mengalikan tinggi curah hujan yang dianalisa dengan perbandingan lereng kurva sesudah dan sebelum penyimpangan. Rumus tersebut dapat ditulis seperti berikut :

$$P_o = b_o/b_a P_a \quad \dots\dots\dots 4)$$

dimana :

P_o = curah hujan yang disesuaikan (mm)

b_o = lereng kurva yang menyimpang

b_a = lereng kurva sebelum menyimpang

P_a = curah hujan stasiun pembanding (mm).

Untuk mempelajari suatu daerah sehubungan dengan curah hujannya, data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan daerah, dan bukan data curah hujan pada suatu stasiun. Curah hujan daerah ditentukan dari beberapa stasiun di daerah tersebut dan sekitarnya.

Ada beberapa cara untuk menentukan curah hujan daerah, seperti berikut :

- a. Metoda rata-rata aritmatika, merupakan metoda yang paling sederhana, dan cocok diterapkan

bila jumlah stasiun banyak dan tersebar merata pada daerah yang datar. Metoda ini memberi bobot yang sama untuk tiap stasiun, yaitu dengan menjumlahkan angka pengukuran di tiap stasiun dan membaginya dengan jumlah stasiun penakar, seperti rumus berikut :

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \quad \dots\dots\dots 5)$$

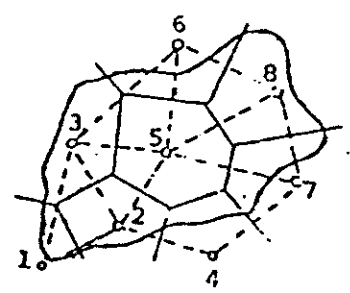
dimana :

$\bar{P}$ = curah hujan daerah (mm)

P_i = curah hujan pada stasiun ke- i

n = jumlah stasiun penakar

- b. Metoda Poligon Thiessen, merupakan metoda yang didasarkan pada pemberian bobot bagi tiap stasiun terhadap luas daerah yang diwakili. Luas daerah tersebut ditentukan dengan menarik garis-garis yang menghubungkan stasiun yang satu dengan yang lain, sehingga terbentuk poligon yang merupakan perpotongan garis-garis bagi tersebut, di mana di dalam setiap poligon tersebut terdapat sebuah stasiun yang mewakili daerah tersebut, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Metoda Poligon Thiessen

Perhitungan curah hujan dengan metoda ini menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i) A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} = \sum_{i=1}^n W_i P_i \dots\dots\dots 6)$$

dimana :

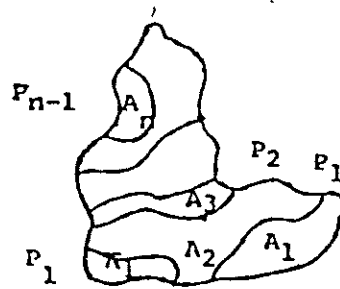
- P = curah hujan daerah (mm)
- P_i = besarnya curah hujan di stasiun ke-i (mm)
- A_i = luas poligon ke-i
- W_i = (A_i/ Σ A_i), bobot stasiun ke-i
- n = jumlah stasiun

Penerapan metoda ini memberikan hasil yang konsisten. Tetapi apabila letak stasiun berubah maka bobot stasiun juga ikut berubah.

- c. Metoda Isohyet, merupakan metoda penentuan curah hujan daerah dengan menggunakan peta isohyet, yaitu peta yang mempunyai garis-garis yang menghubungkan tempat-tempat dengan curah hujan sama. Peta ini dibuat dengan memperhatikan efek topografi dan asal datangnya hujan, bentuk peta ini seperti pada gambar 3. Penentuan curah hujan daerah dihitung dengan rumus berikut :

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n (P_{i-1} + P_i) A_i / 2}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots 7)$$

Penerapan metoda ini biasanya untuk daerah yang luas dengan jaringan stasiun yang tidak terlalu padat. Hasilnya bersifat subyektif dan banyak ditentukan oleh ketelitian dan pembuat peta.



Gambar 3. Peta Isohyet

3. Evapotranspirasi

Manan, M.E (1979) mengemukakan definisi evapotranspirasi, yaitu gabungan antara evaporasi atau penguapan dari semua permukaan, dan transpirasi atau penguapan oleh vegetasi.

Evapotranspirasi merupakan salah satu proses di dalam siklus hidrologi, nilainya ditentukan oleh keadaan tanah dan vegetasi yang tumbuh di atasnya serta keadaan cuaca yang melingkupinya.

Pada saat kandungan air tanah tinggi, evapotranspirasi yang terjadi disebut evapotranspirasi potensial (Sosrodarsono dan Takeda. 1978). Dalam keadaan demikian besarnya evapotranspirasi ditentukan oleh keadaan cuaca. Jika tanah makin kering, kecepatan evapotranspirasi turun dan berada di

bawah evapotranspirasi potensial, dan evapotranspirasi tersebut disebut dengan evapotranspirasi aktual.

Pendugaan besarnya evapotranspirasi dapat dilakukan dengan beberapa metoda pendekatan seperti, berdasarkan pengukuran lisimeter, berdasarkan nilai evaporasi panci, ataupun berdasarkan rumus-rumus perhitungan.

Berdasarkan rumus-rumus perhitungan dapat digunakan metoda Thorntwaite, metoda Blaney dan Cridel, atau metoda Penman. Metoda Penman adalah yang paling baik untuk digunakan karena perhitungannya didasarkan pada faktor iklim yang lengkap yaitu suhu, kelembaban relatif, penyinaran matahari, dan kecepatan angin.

4. Cadangan air tanah

Cadangan air tanah merupakan air di dalam tanah yang siap digunakan untuk menambah kekurangan air evapotranspirasi. Dalam keadaan maksimum cadangan air tanah merupakan air tersedia dikali kedalaman zona akar.

Menurut Hardjowigeno (1987) air tersedia adalah selisih antara kadar air pada kapasitas lapang dan kadar air pada titik layu permanen. Kapasitas lapang menunjukkan jumlah air yang dapat

ditahan oleh tanah terhadap gaya tarik gravitasi. Pada saat ini tegangan air sekitar sepertiga atmosfer atau pF 2.54. Sedangkan titik layu permanen menunjukkan jumlah air di dalam tanah pada saat akar-akar tanah tidak mampu lagi menyerap air dari tanah. Pada keadaan titik layu permanen ini tegangan air sekitar 15 atmosfer atau pF 4.2.

5. Limpasan

Limpasan merupakan bagian dari curah hujan dalam suatu daerah aliran sungai yang mengalir di permukaan dan bawah permukaan menuju sungai (Chow, 1964).

Limpasan digolongkan menjadi tiga macam yaitu limpasan permukaan (surface run off), limpasan bawah permukaan (sub surface run off) dan limpasan air bumi (ground water run off).

Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya limpasan diantaranya adalah besarnya curah hujan, intensitas hujan, keadaan topografi, sifat fisik tanah, dan keadaan vegetasi di daerah tangkapan atau di daerah aliran hujan tersebut.

C. EROSI DAN KONSERVASI

Erosi merupakan peristiwa pindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lain oleh media alami yang di daerah tropis berupa air dan angin (Arsyad, 1989).

Tanah dan bagian tanah yang terangkut dari suatu tempat yang tererosi disebut sedimen. Pada kenyataannya tidak semua tanah yang tererosi mengendap menjadi sedimen, tetapi sebagian tertahan di daerah-daerah cekungan atau alur-alur sungai.

Dikenal istilah erosi normal dan erosi dipercepat (Arsyad, 1989). Erosi normal merupakan erosi yang terjadi secara alami, dengan laju yang lambat sehingga memungkinkan terbentuknya kembali lapisan-lapisan tanah baru. Erosi dipercepat adalah erosi yang terjadi akibat aktivitas manusia yang merusak keseimbangan alam.

Secara umum erosi terjadi akibat adanya interaksi antara sub sistem biofisik dan sub sistem sosial, yaitu komponen-komponen iklim, tanah, vegetasi, topografi dan aktivitas manusia. Komponen-komponen ini dibedakan atas dua bagian yaitu komponen yang bisa dimanipulasi oleh manusia, berupa vegetasi, sifat tanah, topografi dan unsur manusianya. Yang kedua adalah komponen yang tidak bisa dimanipulasi karena diluar jangkauan manusia, yaitu iklim dan tipe tanah (Arsyad. 1989).

Besarnya laju erosi yang terjadi dari sebidang tanah pada kondisi penggunaan dan pengelolaan tertentu dapat diduga. Diantara metoda yang umum digunakan adalah metoda yang dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith (1978), yang biasa disebut dengan metoda Universal Soil Loss Equation (USLE), dengan persamaan matematika sebagai berikut :

$$A = R K L S C P \dots\dots\dots 8)$$

dimana :

- A = banyaknya erosi yang terjadi (ton/ha/tahun)
- R = Indeks Erosivitas hujan
- K = faktor erodibilitas tanah
- L = faktor panjang lereng
- S = faktor kemiringan lereng
- C = faktor penutupan dan pengelolaan tanaman
- P = faktor tindakan konservasi

Konservasi tanah dan air diantaranya bertujuan memperkecil terjadinya erosi. Tindakan konservasi untuk memperkecil erosi tersebut yang paling utama bisa dilakukan adalah dengan memanipulasi komponen-komponen yang mempengaruhi faktor L, S, C, dan P.

Tindakan konservasi dengan memanipulasi komponen vegetasi merupakan salah satu cara yang efektif. Keadaan vegetasi dapat mempengaruhi nilai-nilai C dan

P. Faktor C ini pada dasarnya sangat tergantung pada pola tataguna lahan, dan pola penutupan lahan. Faktor P merupakan faktor tindakan konservasi, baik secara teknis maupun vegetatif. Secara vegetatif salah satu cara tindakan konservasi yang menentukan nilai P adalah dengan penutupan lahan permanen dan tindakan reboisasi.

Salah satu kaidah konservasi adalah penerapan penggunaan lahan dimana kawasan yang mempunyai lereng lebih besar dari 45%, seluruhnya dihutankan. Sedangkan yang mempunyai lereng antara 25% sampai dengan 45% dijadikan kebun campuran.

Salah satu parameter yang menentukan keadaan konservasi di suatu DAS adalah keadaan nilai debit, dimana semakin kecil rasio antara debit maksimum dan debit minimum akan mencerminkan semakin baiknya DAS atau Sub DAS tersebut.

D. ANALISA SISTEM DAN MODEL SIMULASI

1. Analisa Sistem

Menurut Jogiyanto (1989) sistem dapat didefinisikan sebagai suatu kesatuan yang terdiri dari dua atau lebih komponen atau subsistem yang berinteraksi untuk mencapai tujuan.

Sebelumnya, Mize dan Cox (1986) mendefinisikan, sistem adalah proses yang ditandai oleh banyak lintasan timbal balik dan saling mempengaruhi. Sistem terdiri atas dua atau lebih unsur-unsur, dan untuk mempelajari unsur-unsur tersebut, konteks suatu sistem harus dilihat secara keseluruhan. Ini penting untuk penyusunan suatu model, karena unsur-unsur tersebut harus relevan dan mewakili di dalam model.

Dikenal istilah sistem terbuka yaitu sistem yang menerima input dari dan memberikan output kepada lingkungannya. Sistem terbuka bersifat dinamis sehingga di dalamnya tidak dijumpai keseimbangan (ekuilibrium). Pada sistem ini berlaku proses penyesuaian yang menuju ke keadaan sistem yang anteng (steady state). Sistem alam, misalnya sistem DAS termasuk sistem terbuka. Pada sistem tertutup berlaku keadaan atau sifat-sifat yang sebaliknya.

Menurut Lee, di dalam Soerianegara (1978), analisa sistem merupakan studi tentang sistem atau organisasi dengan menggunakan azas-azas metoda ilmiah, sehingga dapat dibentuk konsepsi dan model yang dapat digunakan sebagai dasar pengelolaan untuk mengadakan perubahan-perubahan struktur dan metoda, serta menentukan kebijaksanaan, strategi dan teknik.

Metoda ilmiah merupakan dasar yang digunakan untuk memecahkan masalah-masalah pengelolaan. Salah satu metoda ilmiah yang biasa digunakan adalah pembuatan model.

2. Model dan Simulasi

Model merupakan versi penyederhanaan dari sebuah sistem. Menurut Mize dan Cox (1968), model merupakan gambaran abstrak tentang suatu sistem, dimana hubungan antara peubah-peubah sistem digambarkan sebagai hubungan sebab akibat.

Penyederhanaan sebuah sistem menjadi sebuah model tidak selalu mudah, karena selalu dibayangi oleh distorsi terhadap sistem sebenarnya.

Dikenal istilah model matematika. Model matematika adalah model yang dinyatakan dalam bentuk persamaan matematika. Menurut A.H. Nasoetion dan Barizi (1973) model matematika meru-

pakan penyarian dari keadaan yang sesungguhnya (sistem) dan dinyatakan dalam bentuk hubungan-hubungan matematik.

Unsur-unsur di dalam model matematika dinyatakan secara kuantitatif. Model matematika mudah dimanipulasikan, sehingga merupakan dasar utama yang digunakan dalam analisa sistem.

Simulasi adalah alat untuk menganalisa sistem (Mize dan Cox, 1968). Kemudian Gottfried (1984) menyatakan bahwa simulasi adalah suatu aktivitas di mana pengambil keputusan dapat menarik kesimpulan tentang perilaku sistem melalui penelaahan perilaku model yang selaras, dimana hubungan sebab akibatnya sama atau seperti pada sistem yang sebenarnya.

Kegiatan pokok di dalam simulasi adalah pembuatan model dan eksperimentasi. Secara garis besar kegiatan simulasi meliputi :

- a. membentuk dan menspesifikasikan model; Model tersebut harus mempunyai komponen-komponen peubah dan bentuk hubungan, sehingga dapat mewakili sistem yang sebenarnya.
- b. mengumpulkan dan mengolah data; Data yang dikumpulkan harus dapat dipercaya kebenarannya. Dugaan tentang sistem akan baik jika datanya baik.
- c. pengesahan model matematika; Menguji model yang

digunakan, sehingga dapat digunakan untuk eksperimentasi.

- d. eksperimentasi model; Kegiatan ini berupa pemberian perlakuan tertentu kepada suatu model yang sudah sah, bertujuan untuk menduga perilaku dari sistem yang sebenarnya berdasarkan perilaku dari model tersebut.

3. Penelitian Sistem Hidrologi DAS

Penelitian terhadap sebuah sistem yang besar dan kompleks jika dilakukan secara langsung akan memerlukan banyak waktu dan biaya. Untuk itu penggunaan model dalam penelitian sistem tersebut akan merupakan sebuah alternatif yang baik.

Keuntungan penggunaan model dalam penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Memungkinkan kita melakukan penelitian yang bersifat multi disiplin dengan ruang lingkup yang luas.
- b. Dapat dipakai untuk eksperimentasi terhadap suatu sistem tanpa memberi perlakuan tertentu yang mengganggu sistem yang diteliti.
- c. Mampu menentukan tujuan aktivitas pengelolaan dan perbaikan terhadap sistem yang diteliti.
- d. Dapat digunakan untuk meramalkan kelakuan dan keadaan sistem pada masa yang akan datang.

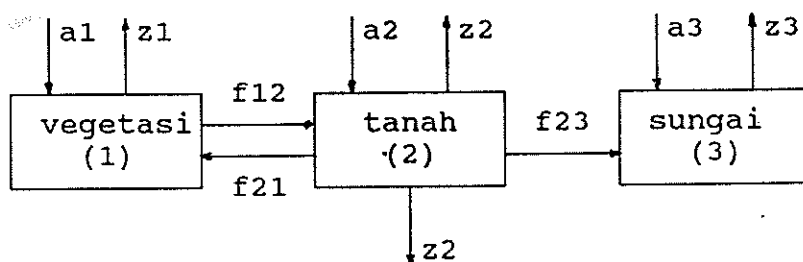
Salah satu penerapan penggunaan model dalam penelitian sistem ini adalah untuk penelitian sistem hidrologi suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) atau daerah yang sama tetapi dalam luasan yang lebih kecil yang disebut dengan Sub DAS. Menurut Mize dan Cox (1968), Model matematika untuk penelitian sistem DAS tersebut memiliki unsur-unsur sebagai berikut :

- a. komponen; Merupakan segala sesuatu yang nampak di dalam sistem yang ditentukan secara bebas. Secara kolektif komponen sistem akan menentukan besarnya output sistem.
- b. peubah input; Yaitu peubah yang nilainya tidak ditentukan oleh hasil interaksi antara komponen-komponen sistem, tetapi akan mempengaruhi keadaan sistem. Peubah ini merupakan peubah penentu dan selalu berupa peubah eksternal. Biasanya bertindak sebagai peubah bebas yang tidak dapat dikontrol (tetapi kadang-kadang juga dapat dikontrol) contohnya curah hujan, penyinaran matahari, penggunaan lahan dan lain-lain.
- c. bentuk hubungan; Yaitu merupakan bentuk hubungan antara unsur-unsur di dalam sistem.

Penelitian sistem hidrologi DAS, dimaksudkan untuk mengetahui perilaku air meliputi produksi dan

konsumsi di tiap komponen, dalam sistem yang terbatas.

Pergerakan air dari komponen yang satu ke komponen yang lain dapat digambarkan seperti berikut (Wanggai, 1975):



Gambar 4. Komponen fisik dan pergerakan air pada sistem hidrologi DAS

dimana :

X_1 = jumlah air di dalam vegetasi yang digunakan untuk proses fotosintesa

X_2 = cadangan air tanah

X_3 = jumlah air dalam sungai

a_1, a_2, a_3 = besarnya curah hujan yang jatuh ditiap komponen

Z_1 = transpirasi oleh vegetasi

Z_2 = jumlah air evapotranspirasi dari permukaan tanah (Z_{2e}) dan air yang diperkolasikan (Z_{2p})

Z_3 = jumlah air evaporasi permukaan sungai

f_{12} = curah hujan yang jatuh ke tanah setelah diintersepsi vegetasi

f_{21} = jumlah air yang diambil vegetasi dari tanah

f_{23} = limpasan total dari tanah ke sungai

III. KEADAAN UMUM DAERAH PENELITIAN

A. LETAK GEOGRAFIS DAN LUAS

Sub Daerah Aliran Sungai (Sub DAS) Cisadane Hulu adalah salah satu dari lima Sub DAS yang ada di DAS Cisadane Hulu. Kelima Sub DAS tersebut adalah Sub DAS Ciapus, Sub DAS Ciampea-Cihideung, Sub DAS Cianten-Cikaniki, Sub DAS Citempuan, dan Sub DAS Cisadane Hulu.

Sub DAS Cisadane Hulu mempunyai luas 24.376 Hektar, sedangkan luas DAS Cisadane Hulu yang terdiri atas kelima DAS tersebut adalah 85.426 hektar. Luas masing-masing Sub DAS tersebut secara lengkap dapat dilihat di tabel 1.

Tabel 1. Luas Sub DAS di DAS Cisadane Hulu (Lembaga RLKT,1987)

Sub DAS	luas Sub DAS (Hektar)
Cisadane Hulu	24.376
Ciapus	9.350
Ciampea-Cihideung	8.863
Cianten-Cikaniki	33.182
Citempuan	9.655
T o t a l	85.426

Dari tabel tersebut diketahui bahwa Sub DAS Cisadane hulu menempati urutan kedua dalam luasnya, setelah Sub DAS Cianten-Cikaniki.

Sub DAS Cisadane Hulu secara geografis terletak pada 106 derajat 44 menit Bujur Timur sampai 106 derajat 57 menit Bujur Timur, dan 6 derajat 36 menit Lintang Selatan sampai 6 derajat 49 menit Lintang Selatan. Secara Administratif pemerintahan di Sub DAS Cisadane Hulu terletak di Kabupaten Bogor; terdiri atas tiga kecamatan yaitu Kecamatan Ciawi, Cijeruk dan Caringin. Luas dari masing-masing kecamatan di dalam Sub DAS Cisadane Hulu tersebut dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Luas kecamatan di dalam Sub DAS Cisadane Hulu (Lembaga RLKT, 1987)

Kecamatan	Luas (Hektar)
Ciawi	7726
Cijeruk	8811
Caringin	7839

Sub DAS Cisadane Hulu merupakan daerah aliran sungai yang paling hulu dari sungai Cisadane yang mengalir dari gunung Pangrango ke arah Barat Laut dan dari gunung Salak ke arah Timur Laut, seperti yang dapat dilihat pada peta di lampiran 1.

B. TOPOGRAFI

Keadaan topografi Sub DAS Cisadane Hulu mulai dari datar, landai, agak curam sampai dengan bergunung dengan ketinggian mulai 240 meter di daerah Empang sampai 3019 meter di daerah puncak gunung Pangrango.

Distribusi luas masing-masing kelas kelerengn di Sub DAS Cisadane Hulu sebagai mana disajikan pada lampiran 11 adalah sebagai berikut :

- a. datar (0-8%) seluas 10.182 Hektar (41,77%)
- b. landai (9-15%) seluas 3.230 Hektar (13,25%)
- c. agak curam (16-25%) seluas 3235 Hektar (13,27%)
- d. curam (26-45%) seluas 1728 Hektar (7,09%)
- e. sangat curam (>45%) seluas 6001 Hektar (24,62%)

C. TANAH

Di Sub DAS Cisadane Hulu di jumpai tiga jenis tanah yaitu Latosol, Andosol dan Regosol. Jenis tanah Latosol adalah jenis tanah yang terluas dan mendominasi luasan Sub DAS Cisadane Hulu.

Jenis tanah Latosol yang terdapat di Sub DAS Cisadane Hulu ada dua yaitu Latosol Coklat, dan Latosol Coklat Kemerahan. Tanah Latosol Coklat Kemerahan terdapat hampir di keseluruhan panjang sungai Cisadane Hulu, dan disisi kanan Sub DAS Cisadane Hulu. Tanah

Latosol Coklat terdapat di lereng sebelah bawah gunung Salak dan gunung Pangrango.

Jenis tanah Andosol terdapat di bagian sebelah atas gunung Salak dan gunung Pangrango, sedangkan jenis tanah Regosol terdapat di bagian hulu sebelah kiri Sub DAS Cisadane Hulu.

Sifat fisik tanah Latosol terhadap air adalah permeabilitas tinggi, mudah menyerap air, daya menahan air cukup baik dan kepekaan terhadap erosi kecil, sedangkan produktivitas tanah sedang sampai tinggi.

D. IKLIM

Berdasarkan hasil pengamatan data curah hujan selama lebih 15 tahun di beberapa stasiun di Sub DAS Cisadane Hulu (lampiran 6 dan 7), maka Sub DAS Cisadane Hulu dapat digolongkan ke dalam daerah dengan tipe iklim A berdasarkan klasifikasi Schmidt dan Ferguson (1950).

E. TATAGUNA LAHAN

Penggunaan dan penutupan lahan di Sub DAS Cisadane Hulu (tabel 3), terdiri atas hutan 4007 hektar, perkebunan 5631 hektar, sawah 5374 hektar, tegalan 6134 hektar dan pemukiman/Industri 2979 hektar. Rincian luas untuk tataguna lahan di Sub DAS Cisadane Hulu disajikan di lampiran 10.

Tabel 3. Tata guna lahan di Sub DAS Cisadane Hulu (Lembaga RLKT, 1987)

Tataguna lahan	Luas (hektar)
Hutan	4007
Perkebunan	5631
Sawah	5375
Tegalan	6134
Pemukiman	2979

1. Hutan

Hutan di daerah Sub DAS Cisadane Hulu merupakan hutan yang disebut hutan hujan tropis pegunungan (montane tropical rain forest). Hutan ini cukup kaya akan jenis-jenis pohon dan banyak di antaranya yang bernilai ekonomis tinggi seperti Rasamala, Jemuju, Saninten, Salam, Pisang, Pinus, Damar dan lain-lain.

2. Perkebunan/Kebun Campuran

Perkebunan di Sub DAS Cisadane Hulu ini meliputi perkebunan karet dan cengkeh, dan kebun campuran termasuk kelapa, buah-buahan dan lain-lain.

3. Tegalan

Tegalan atau ladang merupakan penggunaan lahan yang paling luas (25,16%) di Sub DAS Cisadane Hulu.

Vegetasinya meliputi jagung, nanas, talas, ubikayu, sayur-sayuran, dan lain-lain.

4. Sawah

Di Sub DAS Cisadane Hulu ini sawah menutupi 22,05% dari luas Sub DAS Cisadane Hulu, yaitu lebih kurang 5374 hektar. Sawah ini tersebar mulai dari lereng gunung sampai ke daerah-daerah datar di bagian hulu sungai Cisadane di dalam wilayah Sub DAS Cisadane Hulu.

Sebagian besar sawah yang terdapat di Sub DAS Cisadane Hulu ini adalah sawah tadah hujan, yaitu sawah dimana kebutuhan airnya semata-mata dipenuhi dari air yang langsung dari hujan.

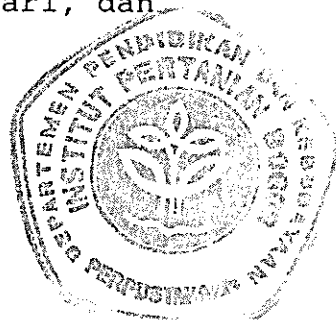
IV. METODOLOGI

A. ALAT DAN BAHAN

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi satu set komputer IBM PC kompatibel yang terdiri atas CPU, monitor, keyboard, dan disk drive; beberapa disket kerja dan beberapa software komputer seperti Compiler Turbo Pascal 5.5; kalkulator dan lain-lain.

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini merupakan data sekunder tentang Sub DAS yang diteliti, meliputi :

1. peta Sub DAS meliputi: peta daerah penelitian, peta jenis tanah, peta topografi, peta sungai, dan lain-lain
2. data letak geografis, meliputi posisi derajat lintang dan ketinggian dari permukaan laut
3. data tata guna lahan, meliputi luas berbagai penggunaan lahan di Sub DAS yang diteliti seperti luas hutan, perkebunan, tegalan, sawah dan pemukiman
4. data curah hujan meliputi rata-rata curah hujan bulanan dan jumlah hari hujan dari berbagai stasiun di daerah penelitian
5. data iklim bulanan rata-rata meliputi data suhu udara, kelembaban relatif, penyinaran matahari, dan kecepatan angin

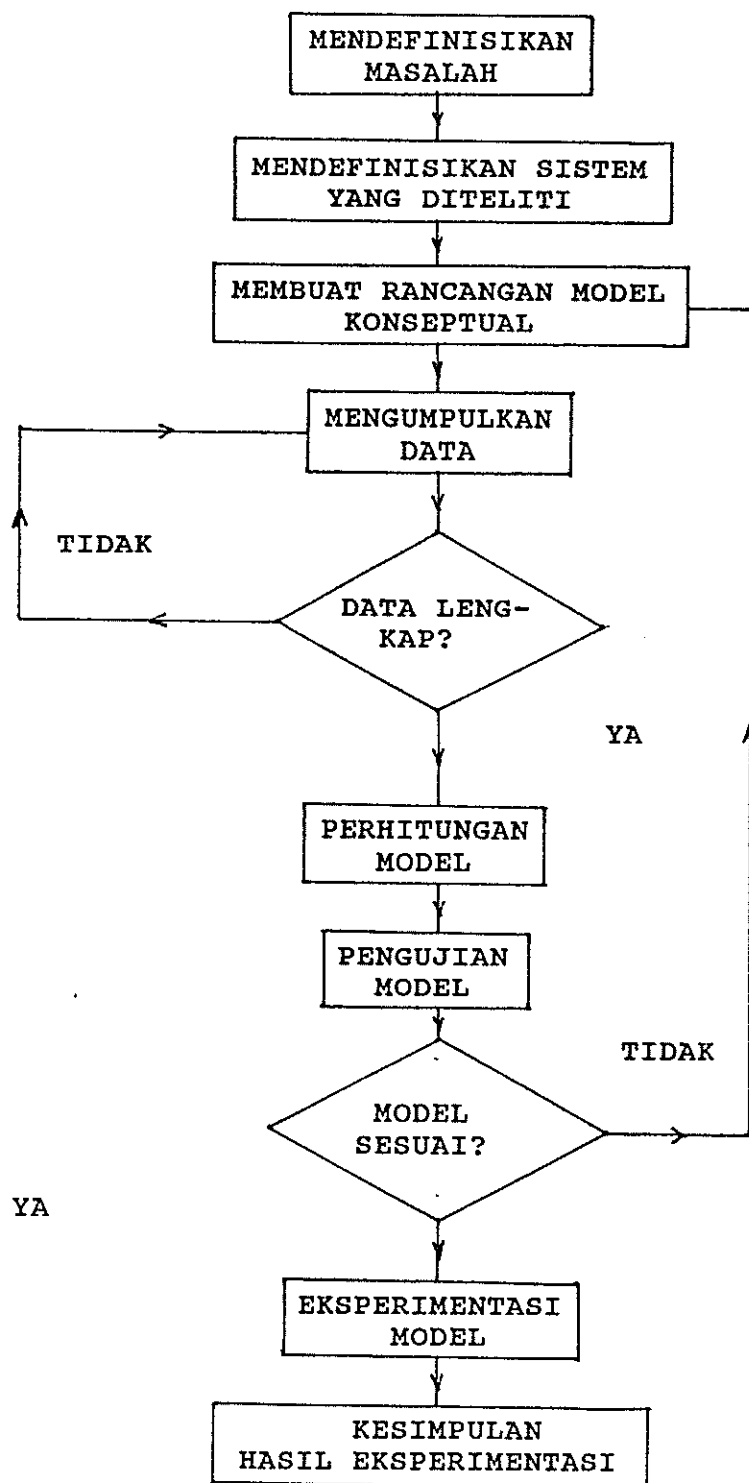


6. data sifat fisik tanah, meliputi data hasil uji pF untuk pF 2.54 dan pF 4.2 (hasil penelitian di Pusat Penelitian Tanah, Bogor)
7. data sungai, meliputi debit sungai dan luas sungai.

Semua data ini diperoleh dari berbagai lembaga yang terkait seperti, lembaga Pusat Penelitian Tanah (PPT), lembaga Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah (RLKT), Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG), Direktorat Jenderal Kehutanan, Departemen Pekerjaan Umum, dan lembaga serta tempat-tempat lain yang terkait.

B. BAGAN ALIR PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini terdiri atas beberapa tahap pekerjaan, seperti digambarkan dalam bagan alir berikut:

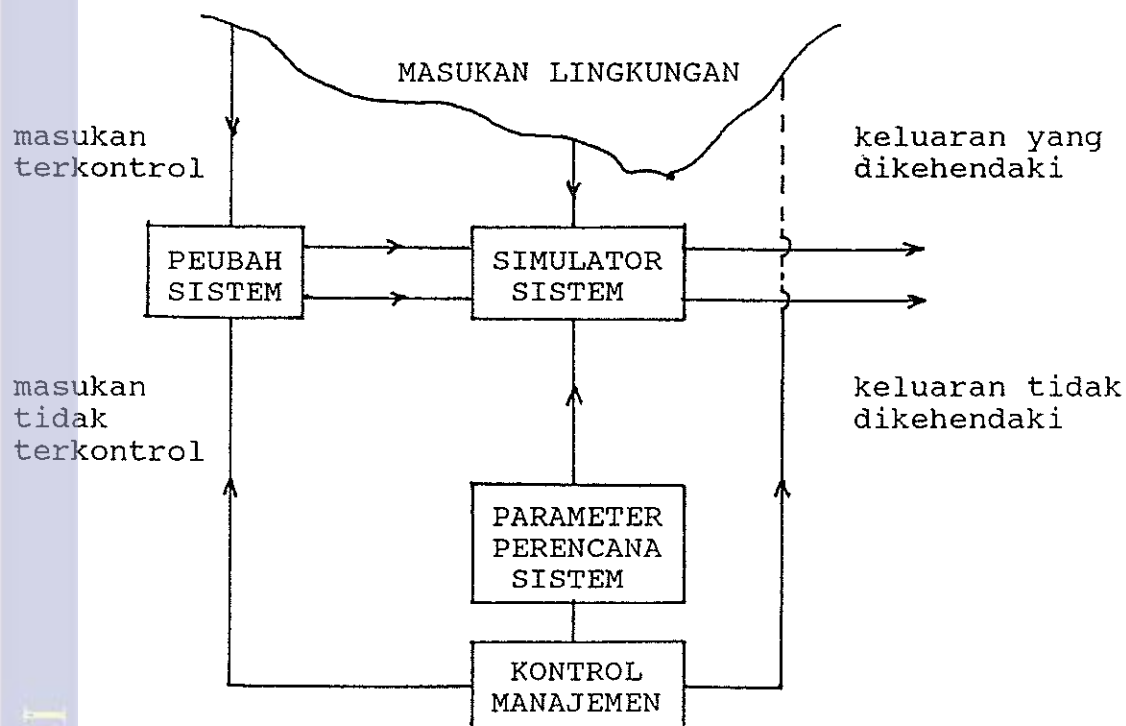


Gambar 5. Bagan alir penelitian

C. DEFINISI SISTEM YANG DITELITI DAN RANCANGAN MODEL NERACA AIR KONSEPTUAL

Sistem yang diteliti dalam penelitian ini adalah sistem neraca air di Sub DAS Cisadane Hulu. Sistem ini terdiri atas komponen vegetasi, komponen tanah dan komponen sungai. Komponen vegetasi terdiri atas sub komponen vegetasi hutan, sawah, tegalan, perkebunan, dan vegetasi di daerah pemukiman. Semua komponen ini saling berinteraksi dan menentukan proses-proses di dalam sistem. Hasil dari proses-proses tersebut adalah output berupa debit di daerah outlet.

Penggambaran sistem ke dalam model berupa diagram kotak hitam dijelaskan pada gambar 6.



Gambar 6. Diagram kotak hitam sistem neraca air yang diteliti

Uraian dari diagram kotak hitam sistem yang ditaliti adalah sebagai berikut :

1. Masukan terkontrol :
 - luas vegetasi hutan, perkebunan, tegalan, sawah dan vegetasi di pemukiman
 - luas permukaan tanah
 - luas permukaan air
 - pembangunan daerah industri dan pembangunan lainnya yang mempengaruhi tataguna lahan
2. Masukan tidak terkontrol :
 - curah hujan
 - rembesan dari dan ke luar Sub DAS
 - keadaan tanah
3. Masukan lingkungan :
 - suhu udara
 - kelembaban relatif
 - lama penyinaran matahari
 - kecepatan angin
4. Keluaran yang dikehendaki :
 - keadaan debit outlet yang sesuai dengan tujuan konservasi
5. keluaran yang tidak dikehendaki
 - rasio antara debit maksimum dan debit minimum yang terlalu besar

6. Parameter perencana sistem :

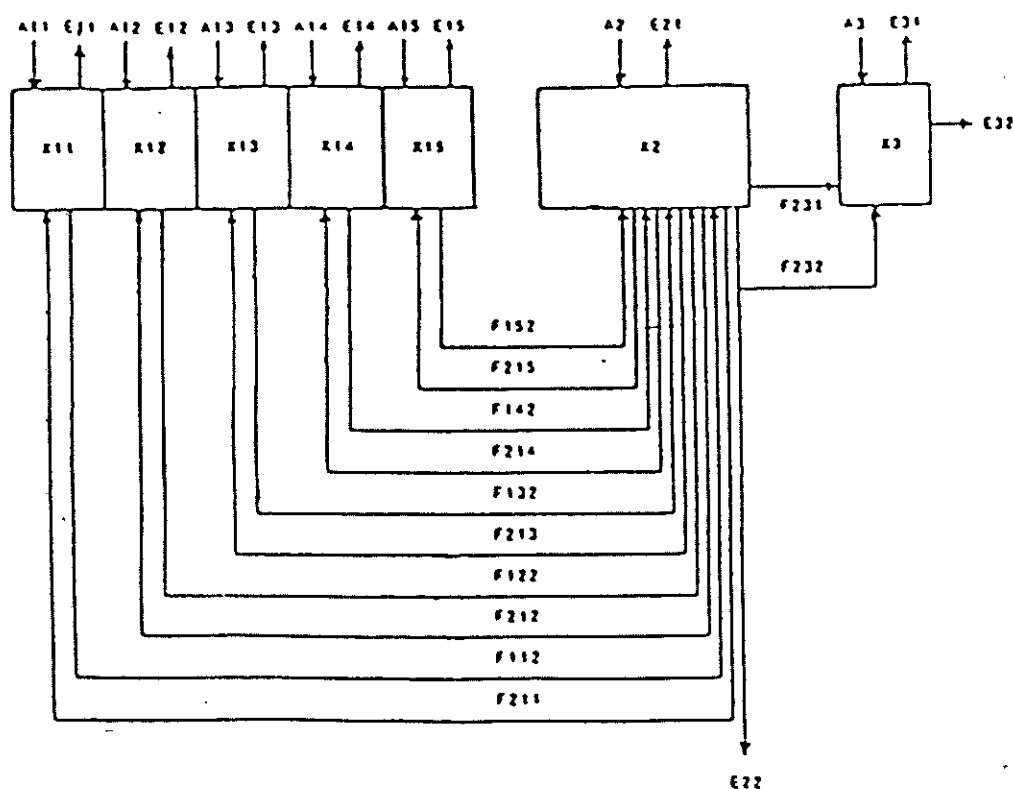
- luas tataguna lahan
- pembangunan industri dan pembangunan lainnya yang mempengaruhi tataguna lahan
- keadaan debit di outlet

Rancangan model konseptual dari sistem neraca air yang diteliti dalam penelitian ini didasarkan pada asumsi-asumsi berikut :

- perubahan tataguna lahan tidak mempengaruhi nilai evapotranspirasi potensial
- dalam batas-batas tertentu luas hutan, perkebunan, tegalan, sawah, dan luas lainnya dapat dikontrol sesuai dengan yang dikehendaki
- tidak terjadi rembesan dari dan keluar Sub DAS
- keadaan tanah pada setiap jenis tanahnya diasumsikan seragam
- simpanan permukaan diasumsikan konstan

Agar lebih mudah dipahami, rancangan model neraca air konseptual tersebut akan dijelaskan berdasarkan proses pergerakan air dalam daerah aliran sungai, seperti digambarkan pada gambar 4, tetapi dimodifikasi dan dikembangkan lebih jauh dengan lebih menonjolkan proses dan pengaruh yang ditimbulkan oleh adanya vegetasi yang bermacam-macam. Hasil modifikasi dan pengembangan tersebut disajikan pada gambar 7, yaitu dalam bentuk diagram model blok sistem neraca air.

Penjelasan dari masing-masing peubah pada gambar diagram model blok sistem neraca air tersebut disajikan pada tabel 4.



Gambar 7. Diagram model blok sistem neraca air di Sub DAS yang diteliti

Tabel 4. Penjelasan gambar sistem model blok neraca air yang digunakan

Peubah	Penjelasan
Peubah sistem	
X11	Kandungan air fisiologis dalam vegetasi hutan
X12	Kandungan air fisiologis dalam vegetasi sawah
X13	Kandungan air fisiologis dalam vegetasi tegalan
X14	Kandungan air fisiologis dalam vegetasi perkebunan
X15	Kandungan air fisiologis dalam vegetasi di pemukiman
X2	Kandungan air dalam tanah bagian atas
X3	Kandungan air di dalam sungai
Peubah Masukan	
A11	Bagian curah hujan yang jatuh di atas permukaan vegetasi hutan
A12	Bagian curah hujan yang jatuh di atas permukaan vegetasi sawah
A13	Bagian curah hujan yang jatuh di atas permukaan vegetasi tegalan
A14	Bagian curah hujan yang jatuh di atas permukaan vegetasi perkebunan
A15	Bagian curah hujan yang jatuh di atas permukaan vegetasi di daerah pemukiman
A2	Bagian curah hujan yang jatuh langsung di atas permukaan tanah, berupa curah netto
A3	Bagian curah hujan yang jatuh langsung di atas permukaan air bebas

Peubah
Penjelasan

Peubah Alihan

- F112 Alihan air dari vegetasi hutan ke tanah
- F122 Alihan air dari vegetasi sawah ke tanah
- F132 Alihan air dari vegetasi tegalan ke tanah
- F142 Alihan air dari vegetasi perkebunan ke tanah
- F152 Alihan air dari vegetasi di daerah pemukiman ke tanah
- F211 Alihan air dari tanah ke vegetasi hutan
- F212 Alihan air dari tanah ke vegetasi sawah
- F213 Alihan air dari tanah ke vegetasi tegalan
- F214 Alihan air dari tanah ke vegetasi perkebunan
- F215 Alihan air dari tanah ke vegetasi di daerah pemukiman
- F231 Alihan air dari tanah ke sungai, berupa limpasan atas
- F232 Alihan air dari tanah ke sungai, berupa limpasan bawah permukaan

Peubah Keluaran

- E11 Penguapan air dari permukaan vegetasi hutan
- E12 Penguapan air dari permukaan vegetasi sawah
- E13 Penguapan air dari permukaan vegetasi tegalan
- E14 Penguapan air dari permukaan vegetasi perkebunan

Peubah	Penjelasan
E15	Penguapan air dari permukaan vegetasi di daerah pemu kiman
E21	Penguapan air dari permukaan tanah
E22	Limpasan air perkolasi
E31	Penguapan air dari permukaan air bebas
E32	Debit sungai di outlet

Perhitungan untuk menentukan nilai peubah-peubah dari bulan ke bulan (setiap bulannya) dalam model neraca air konseptual tersebut, sesuai dengan tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Peubah Masukan

Curah hujan dianggap merupakan satu-satunya masukan ke dalam sistem Sub DAS Cisadane hulu, karena Sub DAS Cisadane hulu terletak di bagian paling hulu dari aliran sungai Cisadane, sehingga tidak ada masukan dari Sub DAS lainnya.

Jumlah curah hujan yang jatuh di permukaan masing-masing komponen sistem dihitung secara proporsional berdasarkan perbandingan luas masing-masing penggunaan lahan sebagai berikut:

- a. Curah hujan di hutan (mm)

$$\text{CHHTi} = \text{LHT/LDA} * \text{CHDAi} * \text{IKHT} \quad \dots\dots\dots 9)$$
- b. Curah hujan di sawah

$$\text{CHSAi} = \text{LSA/LDA} * \text{CHDAi} * \text{IKSA} \quad \dots\dots\dots 10)$$
- c. Curah hujan di tegalan

$$\text{CHTEi} = \text{LTE/LDA} * \text{CHDAi} * \text{IKTE} \quad \dots\dots\dots 11)$$
- d. Curah hujan di perkebunan

$$\text{CHKEi} = \text{LKE/LDA} * \text{CHDAi} * \text{IKKE} \quad \dots\dots\dots 12)$$
- e. Curah hujan di pemukiman

$$\text{CHMKi} = \text{LMK/LDA} * \text{CHDAi} * \text{IKMK} \quad \dots\dots\dots 13)$$
- f. Curah hujan di ungai

$$\text{CHSUi} = \text{LSU/LDA} * \text{CHDAi} \quad \dots\dots\dots 14)$$
- g. Curah hujan di tanah

$$\text{CHTAi} = \text{CHDAi} - (\text{CHHTi} + \text{CHSAi} + \text{CHTEi} \\ + \text{CHKEi} + \text{CHMKi} + \text{CHSUi}) \quad \dots\dots\dots 15)$$

dimana:

CHHT = curah hujan yang jatuh di hutan

CHSA = curah hujan yang jatuh di sawah

CHTE = curah hujan yang jatuh di tegalan

CHKE = curah hujan yang jatuh di perkebunan

CHMK = curah hujan yang jatuh di pemukiman

CHSU = curah hujan yang jatuh di permukaan sungai

CHTA = curah hujan yang jatuh di tanah

LHT = luas hutan

LTE = luas tegalan

LKE = luas kebun

LMK = luas pemukiman
 LSU = luas permukaan sungai
 LDA = luas Sub DAS
 i = bulan ke 1, 2, 3, 4,12

IKHT, IKSA, IKTE, IKKE, dan IKMK masing-masing menunjukkan nilai indeks kerapatan tajuk untuk vegetasi hutan, sawah, tegalan, perkebunan dan pemukiman dengan nilai sebagai berikut :

IKHT = 0.916)
 IKSA = 0.617)
 IKTE = 0.418)
 IKKE = 0.719)
 IKMK = 0.520)

2. Peubah Sistem

a. Laju Penumpukan Biomassa (kandungan air fisiologis)

Peubah sistem untuk komponen vegetasi merupakan laju penumpukan biomassa vegetasi (dalam tinggi kolom air) yang digunakan untuk pembentukan biomassa, dapat didekati dengan rumus sebagai berikut (lembaga Penelitian IPB, 1983) :

$$LB_j = NPP_j / 1000 * 1.41198 * L_j / LDA$$

..... 19)

dimana:

- LBj = laju penumpukan biomassa, pada pola tataguna lahan ke j dalam (mm)
- NPPj = produktivitas primer neto bagi vegetasi ke-j yang dinyatakan dalam gram per meter persegi per tahun
- Lj = luas setiap macam pola penggunaan lahan
- LDA = luas Sub DAS atau DAS.

Nilai NPP untuk setiap macam penggunaan lahan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Produktivitas Primer Netto (NPP) beberapa penggunaan lahan. (Lembaga Penelitian IPB, 1983)

Pola penggunaan lahan	NPP (gram/m ² /tahun)
Hutan	1727
Sawah	1110
Tegalan	650
Perkebunan	1140
Pemukiman	985

Untuk mendapatkan nilai laju penumpukan biomassa (nilai peubah sistem untuk komponen vegetasi) setiap bulannya, dilakukan dengan pembobotan terhadap besarnya evapotranspirasi bulanan sebagai berikut :

$$LB_{ji} = \frac{NPP_j}{1000} * 1.41198 * \frac{L_j}{LDA} * \frac{ETP_i}{ETP} \dots\dots\dots 22)$$

b. Cadangan Air Tanah

Nilai peubah sistem untuk komponen tanah dari bulan ke bulan merupakan nilai cadangan air tanah yang dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Murdiyarso, 1979):

$$CAT_i = CATM * k^{AAHP_i} \dots\dots\dots 23)$$

$$k = P_0 + P_1 / CATM \dots\dots\dots 24)$$

dimana

CAT_i = cadangan air tanah bulanan ke i

$CATM$ = cadangan air tanah maksimum, merupakan nilai air tersedia

$AAHP_i$ = akumulasi potensi penguapan sampai bulan ke i

$$P_0 = 1.000412351 \dots\dots\dots 25)$$

$$P_1 = -1.073807306 \dots\dots\dots 26)$$

3. Peubah Alihan, Keluaran dan Peubah Lainnya

a. Intersepsi

Nilai intersepsi dari tajuk pada setiap penggunaan lahan diperoleh dengan menggunakan

persamaan intersepsi Horton yang di sederhanakan.

Tabel 6. Persamaan Intersepsi Horton
(Sumber : Gray, 1970)

Jenis Vegetasi	Persamaan Intersepsi
Hutan	1) $0.020 n + 0.18 P_g$ 2) $0.040 n + 0.18 P_g$ 3) $0.050 n + 0.18 P_g$ 4) $0.040 n + 0.40 P_g$
Sawah	1) $0.005 n + 0.08 P_g$ 2) $0.005 n + 0.10 P_g$
Tegalan	1) $0.002 n + 0.12 P_g$ 2) $0.005 n + 0.10 P_g$
Perkebunan	1) $0.004 n + 0.18 P_g$
Pemukiman	1) $0.010 n + 0.10 P_g$ 2) $0.050 n + 0.20 P_g$

dimana :

n = Jumlah hari hujan dalam kurun waktu tertentu

P_g = Jumlah curah hujan di vegetasi yang bersangkutan setiap kurun waktu tertentu

Prosedur perhitungan intersepsi tersebut adalah:

1. Intersepsi hutan (mm)

$$ITHTi = 0.04 * n_i + 0.18 * CHHTi \dots\dots 27)$$

2. Intersepsi sawah (mm)

$$ITSAi = 0.05 * n_i + 0.09 * CHSAi \dots\dots 28)$$

3. Intersepsi tegalan (mm)

$$ITTEi = 0.004 * ni + 0.11 * CHTEi \dots\dots 29)$$

4. Intersepsi perkebunan (mm)

$$ITKEi = 0.004 * ni + 0.18 * CHKEi \dots\dots 30)$$

5. Intersepsi di daerah pemukiman

$$ITMKi = 0.003 ni + 0.15 CHMK \dots\dots 31)$$

6. Intersepsi total (mm)

$$Tii = ITHT + ITSA + ITTE + ITKE + ITMK \dots\dots 32)$$

b. Alihan Vegetasi ke Tanah

$$AHTTi = CHHTi - ITHTi \dots\dots\dots 33)$$

$$ASATi = CHSAi - ITSAi \dots\dots\dots 34)$$

$$ATETi = CHTEu - ITTEi \dots\dots\dots 35)$$

$$AKETi = CHKEi - ITKEi \dots\dots\dots 36)$$

$$AMKTi = CHMKi - ITMKi \dots\dots\dots 37)$$

Total alihan vegetasi ke tanah (mm) adalah :

$$TATi = AHTTi + ASATi + ATETi + AKETi + AMKTi \dots\dots\dots 38)$$

c. Evapotranspirasi Potensial

Salah satu metoda yang menggunakan rumus-rumus perhitungan untuk menduga besarnya evapotranspirasi tersebut adalah metoda Penman (1963). Persamaan Penman didasarkan pada budged energi, dengan penekanan pada faktor-

faktor iklim yaitu temperatur, kelembaban relatif, persentase sinar matahari, dan kecepatan, serta peubah-peubah tambahan berupa radiasi sinar, koefisien refleksi permukaan dan derajat kerataan.

Persamaan Penman (1963) yang telah disederhanakan adalah :

$$E = F_1 R(1-r) - F_2(0.1+0.9S) + F_3(k+0.01w) \dots\dots\dots 39)$$

dengan nilai F1,F2,F3 sebagai berikut :

$$F_1 = f(T;S) = A (0.18+0.55S) / (A+0.27) \dots\dots\dots 40)$$

$$F_2 = f(T;S) = AB (0.56-0.092 \sqrt{ed}) / (A+0.27) \dots\dots\dots 41)$$

$$F_3 = f(T;h) = (0.27) (0.35) (ea-ed) / (A+0.27) \dots\dots\dots 42)$$

dimana :

- E = evapotranspirasi (mm/hari)
- T = temperatur udara rata-rata (°C)
- S = rasio penyinaran matahari (%)
= rasio lama penyinaran aktual dengan lama penyinaran yang mungkin

- h = kelembaban relatif rata-rata (%)
- w = kecepatan angin pada ketinggian 2 meter (mil/hari)
- A = slop kurva tekanan uap air, sebagai fungsi dari T
- B = radiasi benda hitam, sebagai fungsi dari T (mm/hari)
- ea = penyerapan tekanan uap air pada rata-rata temperatur udara dalam mm Hg.
- ed = tekanan uap air sebenarnya (mm Hg)
= h x ea
- R = radiasi sinar matahari pada permukaan horizontal atmosfer (mm H₂O/hari), merupakan fungsi dari letak lintang
- r = koefisien refleksi, untuk daerah aliran sungai lebih kurang 25%
- k = koefisien kerataan permukaan yang berevapotranspirasi, untuk daerah aliran sungai k bernilai satu

Nilai A, B dan ea dapat dibaca pada tabel 7.

Nilai R dapat dibaca pada lampiran 12.

Tabel 7. Hubungan antara faktor temperatur dan evapotranspirasi (Mock, 1973)

Temperatur (°C)	14	16	18	20	22	24	26	28	30
A mmHg/°F	.432	.484	.541	.603	.671	.746	.828	.917	1.013
B mm/day	13.7	14.5	14.8	14.9	15.4	15.8	16.2	16.7	17.1
ea mmHg	12.0	13.6	15.5	17.5	19.8	22.4	25.2	28.3	31.8

d. Evapotranspirasi Aktual (ETA)

Evapotranspirasi Aktual adalah evapotranspirasi yang sebenarnya terjadi. Besarnya Evapotranspirasi Aktual ditentukan dengan menggunakan metoda Thorntwaite.

Pada bulan-bulan basah di mana Curah Hujan (CH) lebih besar dan Evapotranspirasi Potensial (ETP), Evapotranspirasi Aktual sama dengan Evapotranspirasi Potensial ($ETA = ETP$). Tetapi untuk bulan-bulan kering di mana CH lebih kecil dibanding ETP, besarnya ETA sama dengan Curah Hujan ditambah perubahan Cadangan Air Tanah (ΔCAD).

e. Defisit (D)

Defisit disini berarti berkurangnya air untuk dievapotranspirasi sehingga besarnya Defisit sama dengan Evapotranspirasi Potensial dikurang dengan Evapotranspirasi Aktual ($D = ETP - ETA$).

f. Surplus (S)

Surplus air merupakan jumlah Air Tersedia pada Sistem Tanah dikurangi Perubahan Cadangan Air Tanah ($S = ATST_i - \Delta CAD_i$).

g. Limpasan ($R = \text{Run off}$)

Limpasan atau Run off merupakan jumlah air yang melimpas menuju sungai baik melalui limpasan permukaan maupun limpasan bawah permukaan.

Berdasarkan neraca air sistem tata buku nilai Run off pada suatu bulan diduga sebagai berikut (Nasir A.A., 1986) :

$$R_i = 50\% (S_i + R_{i-1}) \dots\dots\dots 43)$$

dimana :

R_i = Run off pada bulan ke i

S_i = Surplus pada bulan ke i

R_{i-1} = Run off pada bulan ke $i-1$

h. Debit (Q)

Debit sungai merupakan hasil akhir (keluaran) dari DAS pada sistem neraca air. Besarnya debit merupakan jumlah antara limpasan dengan proporsi Curah Hujan Netto yang jatuh langsung diterima oleh permukaan sungai, dikurangi evaporasi muka sungai, yaitu :

$$Q_i = R_i + CHS_{U_i} - EMS_i \dots\dots\dots 44)$$

dimana :

Q = jumlah Debit (keluaran akhir) Sub DAS

R = jumlah limpasan Sub DAS

CHSU = Curah Hujan Netto di sungai

EMS = Evaporasi Muka Sungai

i = bulan ke i ($i = 1, 2, 3, \dots, 12$)

D. PENGUMPULAN DAN ANALISA DATA

Tahap pertama adalah pengumpulan semua bahan data yang diperlukan, setelah itu dianalisa dan dikelompokkan sehingga hanya data-data yang diperlukan saja yang akan digunakan, dan agar semua data tersebut ada dalam keadaan siap untuk digunakan.

E. PENGOLAHAN DATA, PERHITUNGAN, PENGUJIAN DAN EKSPERIMENTASI MODEL

Tahap kedua adalah mengolah semua data yang sudah disiapkan. Setelah itu dilakukann perhitungan-perhitungan sesuai dengan model konseptual dan kemudian hasil semua perhitungan disajikan dalam tabel neraca air simulasi.

Setelah itu dilakukan pengujian model, dengan cara uji statistik, untuk melihat bagaimana nilai rata-rata dan nilai simpangan baku debit hasil simulasi dengan debit hasil pengukuran di outlet DAS.

Selanjutnya akan diadakan eksperimentasi terhadap model neraca air berupa eksperimentasi dengan perubahan pola tataguna lahan dan eksperimentasi dengan perubahan curah hujan.

Eksperimentasi dengan perubahan pola tataguna lahan berusaha melihat pengaruh berbagai macam penerapan pola tata guna lahan terhadap perilaku tata air dalam sistem Sub DAS yang diteliti. Juga berusaha menduga besarnya Q maksimum, Q minimum dan perbandingan Q maksimum dan Q minimum pada berbagai pola tataguna lahan.

Eksperimentasi ini juga berusaha melihat bagaimana pengaruh tindakan konservasi berupa penerapan tataguna lahan sesuai tujuan konservasi terhadap tata air di Sub DAS yang diteliti serta bagaimana perbandingan Q maksimum dan Q minimumnya.

Berdasarkan eksperimentasi dengan berbagai perubahan pola tataguna lahan ini akan dapat diduga atau disimpulkan pola tataguna lahan mana dari yang sudah dieksperimentasikan, yang terbaik untuk diterapkan sesuai tujuan konservasi, berdasarkan perbandingan Q maksimum dan Q minimum di outlet.

Macam eksperimentasi yang kedua adalah eksperimentasi dengan perubahan curah hujan. Eksperimentasi ini berusaha melihat bagaimana perilaku sistem Sub DAS yang diteliti, yaitu keadaan jumlah air pada berbagai komponen neraca air dari bulan ke bulan, kalau input satu-satunya ke Sub DAS tersebut (curah hujan) diubah-ubah besarnya.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. PERHITUNGAN NERACA AIR UNTUK KONDISI SAAT PENELITIAN

Pada penelitian ini dihasilkan suatu model, yaitu model neraca air yang disusun secara sistematis dan dapat dijelaskan secara kuantitatif. Model neraca air ini menggambarkan keadaan input, transfer dan output air di Sub DAS Cisadane Hulu.

Hasil perhitungan dengan menggunakan model neraca air tersebut, untuk data sesuai dengan kondisi saat penelitian disajikan dalam bentuk tabel neraca air di lampiran 16.

1. Curah Hujan

Karena Sub DAS Cisadane Hulu terletak di bagian paling hulu dari DAS Cisadane Hulu, maka dianggap curah hujan merupakan satu-satunya masukan ke dalam sistem Sub DAS. Sementara diasumsikan bahwa tidak terjadi rembesan baik ke dalam maupun ke luar sistem sub DAS, dengan kata lain perubahan rembesan sama dengan nol.

Perhitungan curah hujan rata-rata di daerah penelitian dilakukan dengan menggunakan metoda rata-rata aritmatika (persamaan 5). Ini dimungkinkan karena data curah hujan yang diperoleh berasal dari empatbelas stasiun yang tersebar merata di

daerah penelitian, seperti yang disajikan pada tabel di lampiran 6.

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metoda rata-rata aritmatika diperoleh besarnya curah hujan daerah tahunan di Sub DAS Cisadane Hulu adalah sebesar 4259 mm. Terlihat bahwa curah hujan maksimum terjadi pada bulan Januari dan minimum pada bulan Juli.

Curah hujan yang jatuh di permukaan suatu vegetasi atau pola penggunaan lahan tertentu akan tertampung untuk sementara, dan kemudian akan mengalami proses-proses selanjutnya. Besarnya tampungan air di setiap tataguna lahan tersebut tergantung pada luas masing-masing penutupan lahan dan nilai indeks kerapatan tajuk yang besarnya berbeda-beda untuk penutupan lahan yang berbeda, persamaan 9 sampai 20.

Dari perhitungan model atau simulasi diperoleh besarnya tampungan atau curah hujan di masing-masing penutupan lahan. Untuk keadaan tataguna lahan pada saat penelitian, penutupan lahan berupa hutan, yang mempunyai luas 4007 hektar, dengan indeks penutupan tajuk 0.9, diperoleh besarnya curah hujan yang jatuh di atas permukaannya berkisar dari 29 mm sampai 67 mm perbulan. Sedangkan curah hujan di hutan setahunnya adalah sebesar 630

mm. Diwilayah sawah dengan luas 5374 hektar, indeks penutupan tajuk 0.6 besarnya air hujan yang tertampung 26 mm sampai 60 mm perbulan dan 563 mm pertahun. Di wilayah tegalan dengan luas 6134 hektar dan indeks penutupan tajuk 0.4, besarnya curah hujan yang tertampung 20 mm sampai 46 mm perbulan dan setahunnya 429 mm. Di wilayah perkebunan dengan luas 5631 hektar dan indeks penutupan tajuk 0.7, besarnya curah hujan 32 sampai 73 mm perbulan dan setahunnya 689 mm. Di wilayah pemukiman dengan luas 2979 hektar dengan indeks kerapatan tajuk 0.5, curah hujan 12 mm sampai 28 mm perbulan dan 260 mm pertahun. Sedangkan curah hujan yang jatuh langsung di permukaan sungai adalah berkisar 2 mm sampai 5 mm perbulan dan 44 mm pertahun. Dengan demikian curah hujan yang jatuh langsung di permukaan tanah adalah 76 mm sampai 175 mm perbulan dan 1644 mm pertahun.

Curah hujan yang tertampung pada setiap penutupan lahan tersebut akan mengalami proses-proses selanjutnya, yaitu sebahagian akan berstatus sebagai air intersepsi, sebahagian akan mengalir ke tanah (Alihan dari Vegetasi ke Tanah) baik berupa aliran batang, maupun curahan tajuk; sebahagian lagi akan dievapotranspirasikan dan sebahagian lagi akan mengalami proses dalam sistem tanah.

2. Intersepsi

Curah hujan yang jatuh di suatu permukaan vegetasi sebahagian terintersepsi. Besarnya intersepsi yang terjadi pada setiap penutupan lahan dalam penelitian ini diduga berdasarkan persamaan intersepsi Horton (tabel 6 dan persamaan 27 sampai 32).

Besarnya intersepsi Horton dipengaruhi oleh jumlah hari hujan bulanan dan jumlah curah hujan (tampungan) di vegetasi yang bersangkutan. Data jumlah hari hujan bulanan dari beberapa stasiun di daerah penelitian di sajikan pada tabel di lampiran 7.

Intersepsi di wilayah hutan berkisar dari 5.6 mm sampai 13.0 mm perbulan, dan 121.8 mm pertahun. Intersepsi sawah berkisar 2.8 mm sampai 6.6 mm perbulan dan setahun 61.2 mm. Intersepsi tegalan sebesar 2.2 mm sampai 5.1 mm perbulan dan setahun 48.0 mm. Intersepsi perkebunan berkisar 5.7 mm sampai 13.3 mm perbulan dan setahun 124,8 mm. Intersepsi Vegetasi di wilayah pemukiman berkisar 1.8 mm sampai 4.2 mm perbulan dan setahunnya 39.7 mm. Sedangkan total intersepsi setiap bulannya berkisar 18.3 sampai 42.2 mm dan total setahunnya sama dengan 395.5 mm.

Dari hasil tersebut terlihat bahwa intersepsi di perkebunan adalah yang terbesar, setelah itu diikuti oleh intersepsi di wilayah hutan. Total intersepsi bulanan maksimum terjadi pada bulan Januari, yaitu sebesar 42.2 mm dan minimum sebesar 18.3 mm yang terjadi pada bulan Juli.

3. Alihan Air dari Vegetasi ke Tanah

Air yang jatuh di setiap permukaan vegetasi sebahagian akan diintersepsi dan ditranspirasikan, dan sisanya akan mengalir ke tanah melalui aliran batang dan curahan tajuk yang secara bersama-sama disebut alihan dari vegetasi ke tanah.

Alihan air dari vegetasi ke tanah ditentukan dengan cara mengurangi besar curah hujan yang jatuh di permukaan penutupan lahan tertentu dengan intersepsinya, seperti pada persamaan 33 sampai 38.

Hasil perhitungan model untuk besarnya alihan air dari vegetasi hutan ke tanah adalah berkisar 23.4 mm sampai 54.2 mm perbulan, dan setahun 508.3 mm. Alihan dari sawah berkisar 23.1 mm sampai 53.5 mm dan setahunnya 502.2 mm. Alihan dari tegalan berkisar 17.5 mm sampai 40.6 mm dengan jumlah setahunnya 380.7 mm. Alihan dari perkebunan berkisar 25.9 mm sampai 60.1 mm, dengan jumlah alihan setahunnya sebesar 563.9 mm. Alihan dari

vegetasi di wilayah pemukiman berkisar 10.1 mm sampai 23.5 mm perbulan dan setahunnya 220.6 mm.

Sedangkan total alihan air dari vegetasi ke tanah adalah minimal 100.1 mm yang terjadi pada bulan Juli dan maksimal 231.8 mm yang terjadi pada bulan Januari. Total jumlah alihan setahun adalah 2175.7 mm.

Alihan air dari vegetasi ke tanah yang terbesar terjadi pada penutupan lahan oleh perkebunan, yaitu sebesar 563.9 mm per tahun.

4. Laju Penumpukan Biomassa

Besarnya laju penumpukan biomassa untuk membangun massa vegetasi dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan 21. Dari hasil perhitungan model, besarnya laju penumpukan biomassa total relatif kecil yaitu 18.2 mm per tahunnya. Dan laju biomassa terbesar terjadi pada penutupan lahan berupa hutan, yaitu 4.8 mm per tahun.

5. Evapotranspirasi Potensial (ETP)

Besarnya evapotraspirasi potensial dalam penelitian ini ditentukan dengan menggunakan metoda Penman, yang didasarkan pada faktor-faktor iklim yaitu temperatur, kelemban relatif, persentase sinar matahari dan kecepatan angin serta peubah

tambahan berupa radiasi sinar, koefisien refleksi permukaan dan drajat kerataan dengan menggunakan persamaan 39 sampai 42.

Cara perhitungan evapotranspirasi bulanan dengan menggunakan metode Penman tersebut disajikan pada lampiran 13.

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metoda tersebut diperoleh nilai evapotraspirasi harian dalam mm per hari. Setelah itu nilai evapotranspirasi bulanan diperoleh dengan mengalikan nilai evapotranspirasi harian (mm/hari) dengan faktor pengali Penman untuk setiap bulannya (lampiran 16 bagian E). Hasilnya adalah nilai evapotranspirasi dalam mm perbulan yaitu dari bulan Januari sampai bulan Desember.

Total besarnya evapotranspirasi potensial setahunnya adalah 1200 mm. Evapotranspirasi bulanan tertinggi terjadi pada bulan Oktober dan terendah terjadi pada bulan Januari.

6. Air Tersedia di Sistem Tanah (ATST)

Air tersedia di sistem tanah merupakan jumlah air neto yang tersedia di sistem tanah. Besarnya diduga dari jumlah neto curah hujan di tanah ditambah dengan total alihan air dari vegetasi ke tanah dikurangi dengan transpirasi vegetasi dan

terakhir dikurangi lagi dengan evaporasi muka tanah.

Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh air tersedia di sistem tanah sebesar 2714 mm setahun, dimana nilai terendah bulanan terjadi pada bulan Juli sebesar 86 mm dan nilai tertinggi terjadi pada bulan Januari sebesar 330 mm.

7. Akumulasi Air yang Hilang secara Potensial (AAHP)

Akumulasi air yang hilang secara potensial merupakan akumulasi dari jumlah air tersedia di sistem tanah (ATST) yang bernilai negatif.

Karena nilai ATST dari bulan Januari sampai Desember tidak satupun yang negatif, maka nilai AAHP akan selalu sama dengan nol.

8. Cadangan Air Tanah (CAT)

Besarnya cadangan air tanah diduga dengan menggunakan persamaan 23 sampai 26, dimana Cadangan Air Tanah Maksimum (CATM) merupakan nilai air tersedia dalam mm.

Nilai air tersedia diperoleh dari hasil analisa fisik tanah (lampiran 9) yang besarnya sama dengan prosentase kadar air tanah pada p_f 2.54 dikurangi prosentase kadar air tanah pada p_f 4.2. Hasilnya adalah nilai air tersedia dalam prosentase

volume. Kemudian dari nilai rata-rata air tersedia dalam prosentase volume tersebut diubah ke dalam satuan mm. Hasilnya cadangan air tanah maksimum sama dengan 150 mm.

Sedangkan cadangan air tanah dari bulan ke bulan diduga dengan menggunakan persamaan 23. Karena nilai akumulasi air yang hilang secara potensial (AAHP) nilainya dari bulan ke bulan selalu nol, akibatnya nilai cadangan air tanah (CAT) akan selalu sama dengan nilai cadangan air tanah maksimum ($CAT = CATM$) yaitu 150 mm per bulan.

9. Perubahan Cadangan Air Tanah (ΔCAT)

Nilai perubahan cadangan air tanah pada suatu bulan sama dengan nilai cadangan air tanah (CAT) bulan yang sama dikurangi nilai cadangan air tanah bulan sebelumnya.

Karena nilai cadangan air tanah dari bulan ke bulan selalu sama, akibatnya nilai perubahan cadangan air tanah dari bulan ke bulan selalu nol. Ini terjadi karena di Sub DAS Cisadane Hulu curah hujann dari tahun ke tahun selalu relatif tinggi.

10. Evapotranspirasi Aktual (ETA)

Evapotranspirasi aktual nilainya ditentukan oleh selisih antara curah hujan dengan evapotranspirasi potensial. Jika selisih antara curah hujan dengan evapotranspirasi bernilai positif, maka nilai evapotranspirasi aktual sama dengan nilai evapotranspirasi potensial. Sedangkan jika selisih antara curah hujan dengan evapotranspirasi potensial bernilai negatif maka nilai evapotranspirasi aktual sama dengan curah hujan dikurangi perubahan cadangan air tanah (ΔCAT).

Dari hasil perhitungan di dalam model diperoleh nilai evapotranspirasi aktual dari bulan ke bulan sama dengan nilai evapotranspirasi potensial dari bulan ke bulan yang sama. Ini terjadi karena selisih antara curah hujan dengan evapotranspirasi potensial dari bulan ke bulan selalu bernilai positif, akibatnya ETA dari bulan ke bulan selalu sama dengan ETP-nya.

11. Surplus (S)

Surplus merupakan kelebihan air di wilayah daratan sebelum masuk ke dalam sungai. Besarnya surplus dari bulan ke bulan diperoleh dari air

tersedia di sistem tanah (ATST) dikurangi dengan perubahan cadangan air tanah (Δ CAT).

Dari hasil perhitungan model neraca air diperoleh nilai surplus selama setahun sebesar 2714 mm, dimana nilai surplus maksimum terjadi pada bulan Januari sebesar 330 mm dan nilai surplus minimum sebesar 86 mm terjadi pada bulan Juli.

Seandainya nilai surplus bernilai negatif maka dikatakan terjadi defisit. Pada penelitian di Sub DAS Cisadane ini diperoleh keadaan yang selalu surplus dari bulan ke bulan.

12. Run Off (Limpasan = R)

Nilai run off merupakan jumlah air yang melimpas ke dalam sungai baik melalui limpasan permukaan (Surface Run Off) maupun melalui limpasan bawah permukaan (Sub Surface Run Off).

Dalam model ini nilai limpasan (run off) diduga dengan menggunakan persamaan 43, akan diperoleh nilai limpasan total selama setahun sebesar 2544 mm.

13. Debit (Q)

Nilai debit sungai, yang merupakan hasil akhir (keluaran) dari DAS pada sistem neraca air yang

diteliti, besarnya sama dengan jumlah limpasan dengan curah hujan itu di sungai (persamaan 44).

Hasil perhitungan model neraca air diperoleh nilai selama setahun besarnya sama dengan 2576 mm, dimana nilai debit bulanan terendah terjadi pada bulan Agustus sebesar 112 mm, dan nilai debit bulanan tertinggi terjadi pada bulan April sebesar 289 mm.

B. PENGUJIAN MODEL

Penelitian ini menghasilkan suatu model neraca air di suatu Sub DAS yang menggambarkan keadaan keseimbangan air dalam setiap proses-proses hidrologi di Sub DAS yang diteliti.

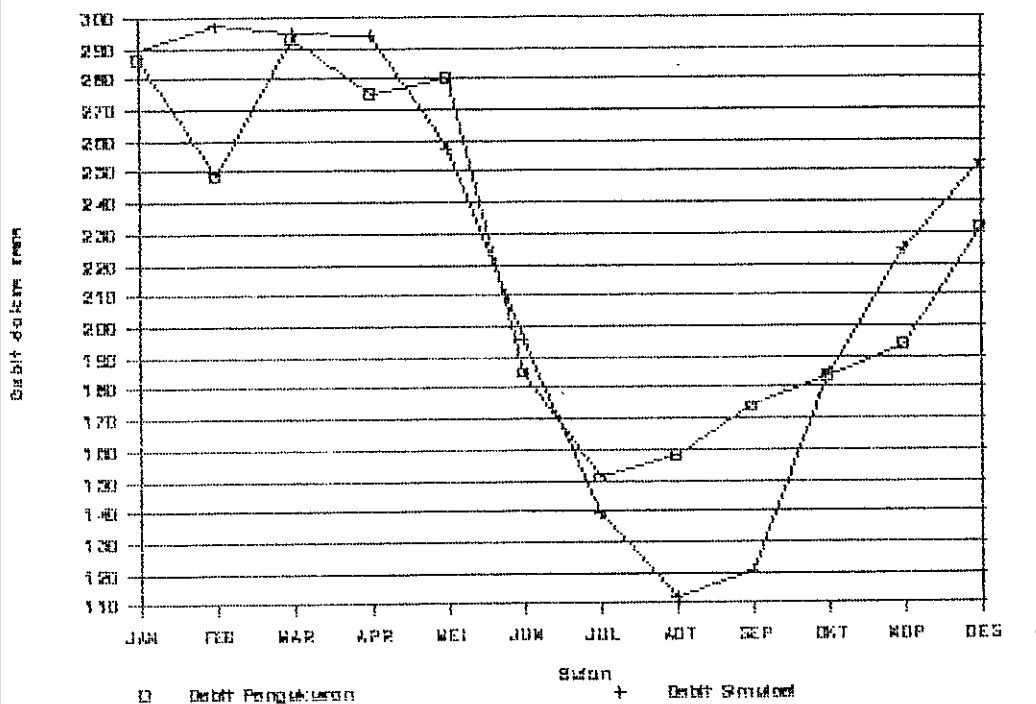
Untuk mengetahui validitas dari model neraca air yang digunakan dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian model untuk mengetahui apakah model ini sah (valid) atau tidak, sehingga bisa digunakan untuk analisis selanjutnya, yaitu eksperimentasi model.

Pengujian model dilakukan dengan membandingkan nilai-nilai peubah sistem dengan nilai hasil pengukuran, dimana dalam hal ini parameter yang digunakan adalah debit sungai. Debit sungai hasil pengukuran di outlet Sub DAS yang diteliti yaitu di stasiun Empang, dibandingkan dengan debit hasil perhitungan menggunakan

model Blok Neraca Air untuk kondisi tataguna lahan saat penelitian.

Tabel 8. Debit hasil pengukuran (kontrol) dan debit hasil simulasi

Bulan	Debit hasil pengukuran (Y1) (mm)	Debit hasil simulasi (Y2) (mm)
JAN	286	290
FEB	249	297
MAR	293	295
APR	275	294
MEI	280	257
JUN	185	196
JUL	151	139
AGT	158	112
SEP	174	121
OKT	184	185
NOP	194	222
DES	232	253
Total	2661	2664



Gambar 8. Grafik hubungan debit hasil pengukuran dengan debit hasil simulasi di Sub DAS Cisadane Hulu

Pengujian model yang dilakukan adalah uji statistik, dengan melihat apakah rata-rata dan simpangan baku dari kedua debit tersebut sama atau tidak.

Untuk itu pengujian akan didasarkan pada hipotesis berikut :

- Hipotesis terhadap nilai rata-ratanya
- H_0 : Rata-rata pengukuran = Rata-rata simulasi
- H_1 : Rata-rata pengukuran $\neq$ Rata-rata simulasi

- Hipotesis terhadap nilai simpangan bakunya
H0 : Simpangan pengukuran = Simpangan simulasi
H1 : Simpangan pengukuran $\neq$ Simpangan simulasi

Untuk menguji hipotesis terhadap nilai rata-rata, apakah H0 bisa diterima atau tidak, dilakukan uji Dunnett. Perhitungan untuk Uji Dunnett ini disajikan di lampiran 13 nomor 1.

Dari hasil pengujian Dunnett tersebut ternyata pada tingkat selang kepercayaan 95 %, nilai rata-rata debit hasil simulasi sama dengan nilai debit hasil pengukuran.

Untuk menguji hipotesis terhadap nilai simpangan baku, apakah H0 bisa diterima atau tidak, dilakukan uji Bartlett, seperti yang disajikan pada lampiran 13 nomor 2.

Dari hasil uji Bartlett tersebut ternyata pada tingkat selang kepercayaan 95 %, simpangan baku dari debit hasil simulasi sama dengan simpangan baku hasil pengukuran.

Dengan demikian dari hasil pengujian model yang telah dilakukan, neraca air yang digunakan dalam penelitian ini sah dan dapat digunakan untuk analisis selanjutnya, yaitu eksperimentasi model untuk menduga perilaku dari sistem neraca air yang sebenarnya pada berbagai perlakuan.

C. EKSPERIMENTASI MODEL BERDASARKAN PERUBAHAN TATAGUNA LAHAN

Dengan menggunakan model neraca air yang telah diuji validitasnya akan dilakukan eksperimentasi. Eksperimentasi akan dilakukan dengan mengubah-ubah pola tataguna lahan. Eksperimentasi ini berusaha menduga keadaan neraca air dalam sistem Sub DAS Cisadane Hulu yang sebenarnya seandainya pola tataguna lahan diubah.

Pada penelitian ini akan diambil duabelas contoh alternatif pola tataguna lahan yang akan dieksperimentasikan berdasarkan kriteria seperti pada tabel 9 berikut .

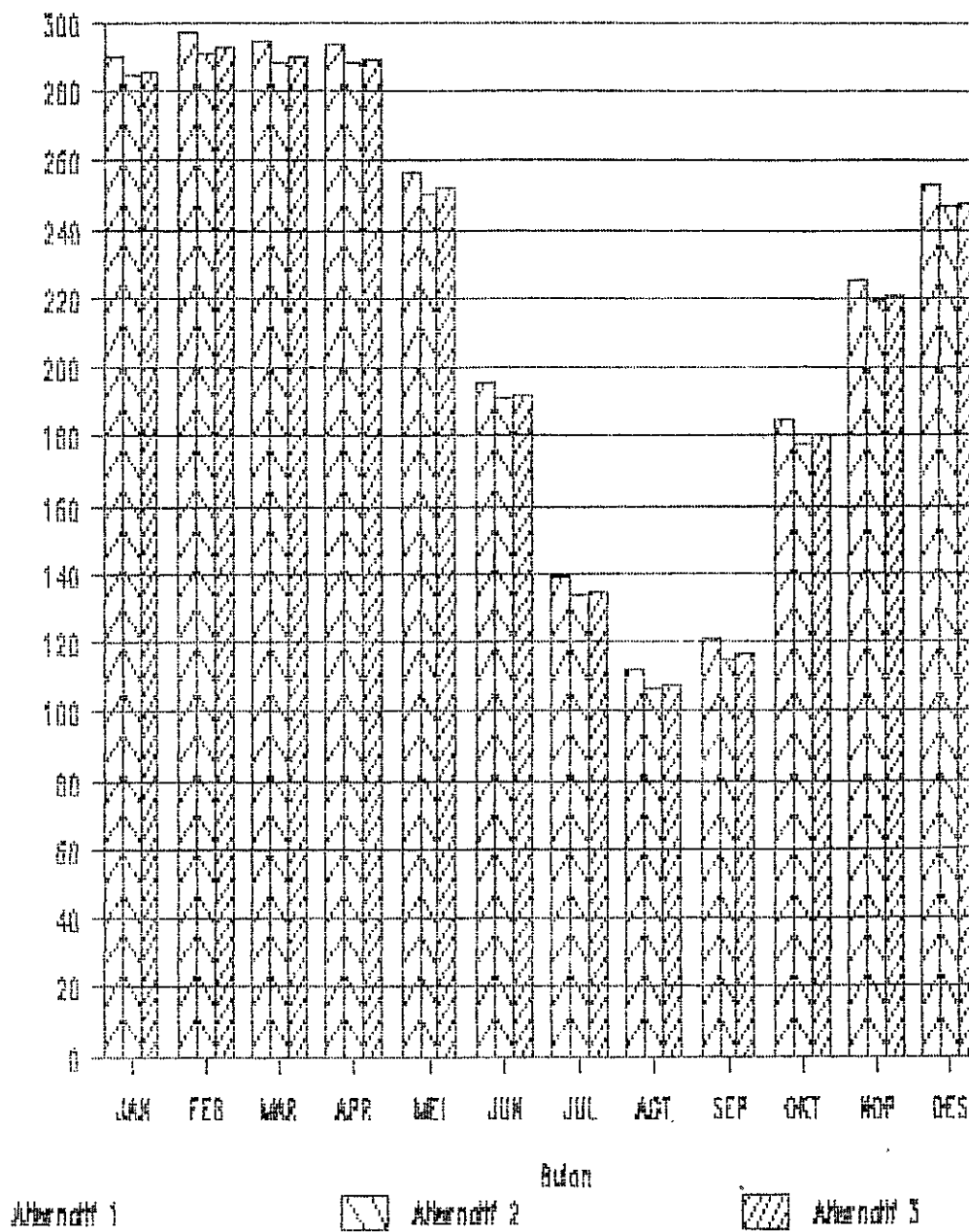
Tabel 9. Kriteria beberapa alternatif pola penggunaan lahan yang disimulasikan pada model neraca air Sub DAS Cisadane Hulu

Alternatif	Keterangan
1	Keadaan pada saat penelitian (Present)
2	Seandainya lahan yang memiliki kemiringan lebih besar dari 45% dijadikan hutan dan lahan yang memiliki kemiringan 16% - 45% dijadikan kebun campuran/perkebunan; sawah dan pemukiman tetap; sedangkan luas lain yang berubah adalah luas tegalan
3	30% dari luas Sub DAS dijadikan hutan; sawah, tegalan dan pemukiman tetap; luas lain yang berubah adalah luas perkebunan
4	25% dari luas tegalan dijadikan sawah; luas yang lain tetap

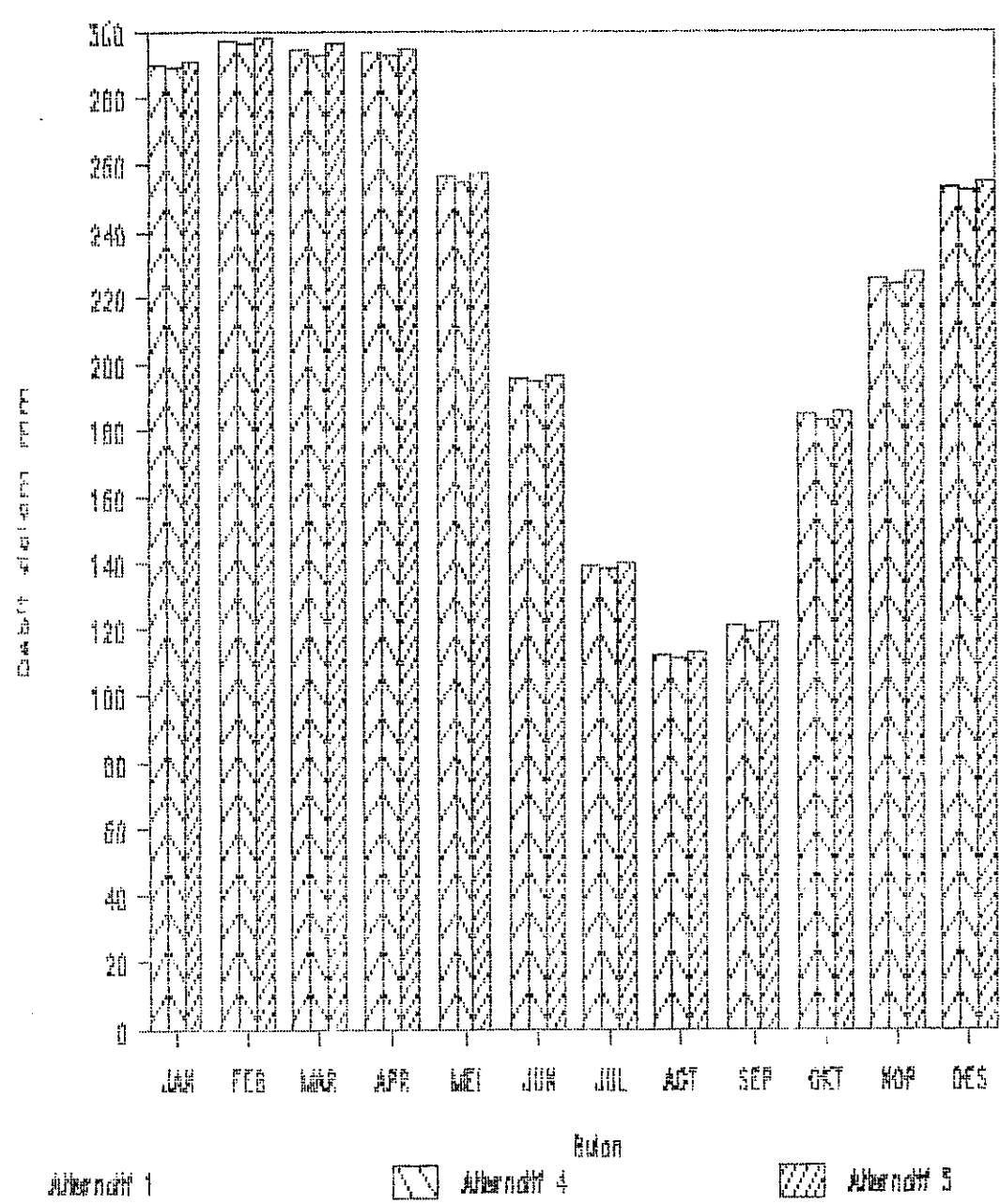
Alternatif	Keterangan
5	25% dari luas sawah dijadikan tegalan; luas yang lain tetap
6	Seandainya hutan dirambah penduduk dan 50% dari luas hutan tersebut dijadikan tegalan
7	50% dari luas perkebunan dijadikan tegalan, sedangkan luas yang lain tetap
8	50% sawah dijadikan daerah pemukiman dan industri
9	Seandainya seluruh sawah dan tegalan diubah menjadi daerah pemukiman dan industri
10	Seandainya seluruh perkebunan dijadikan hutan; luas yang lain tetap
11	Seandainya 50% daerah tegalan dan 50% perkebunan dijadikan hutan
12	Seandainya seluruh daerah yang memiliki kemiringan yang lebih kecil dari 16%, 30%-nya dijadikan pemukiman, 40%-nya sawah dan 30%-nya lagi tegalan; dan daerah dengan kemiringan $\geq 16\%$, 50%-nya dijadikan hutan dan 50%-nya lagi dijadikan perkebunan

Pada eksperimentasi ini masukan yang bersifat variabel adalah luasan masing-masing tataguna lahan. Berdasarkan kriteria pada tabel tersebut maka diperoleh luasan masing-masing pola tataguna lahan untuk setiap alternatif tataguna lahan yang disajikan pada tabel di lampiran 15.

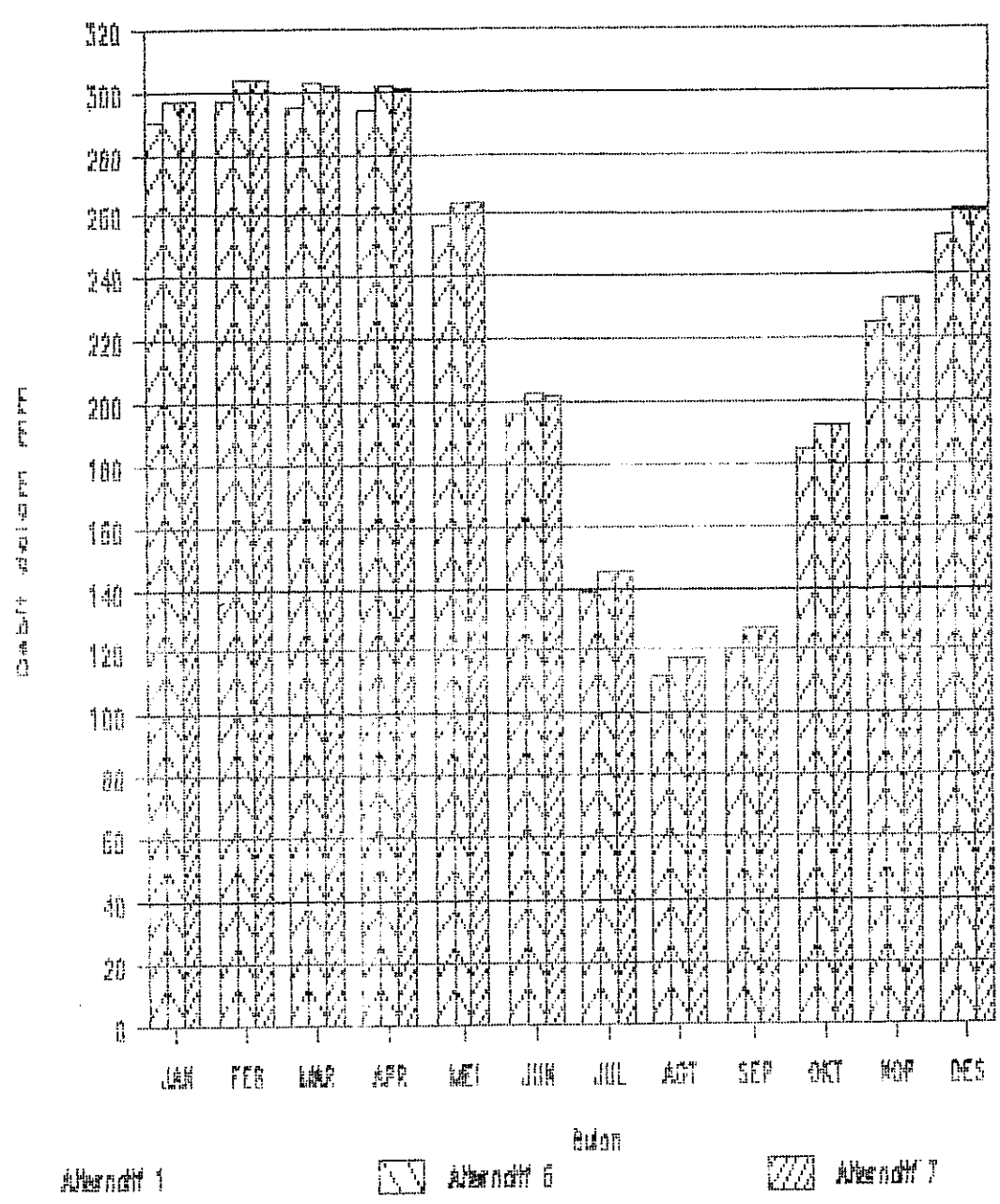
Pada gambar 9 s/d 14 disajikan grafik hubungan debit dari kedua belas alternatif pola tataguna lahan yang di eksperimentasikan tersebut.



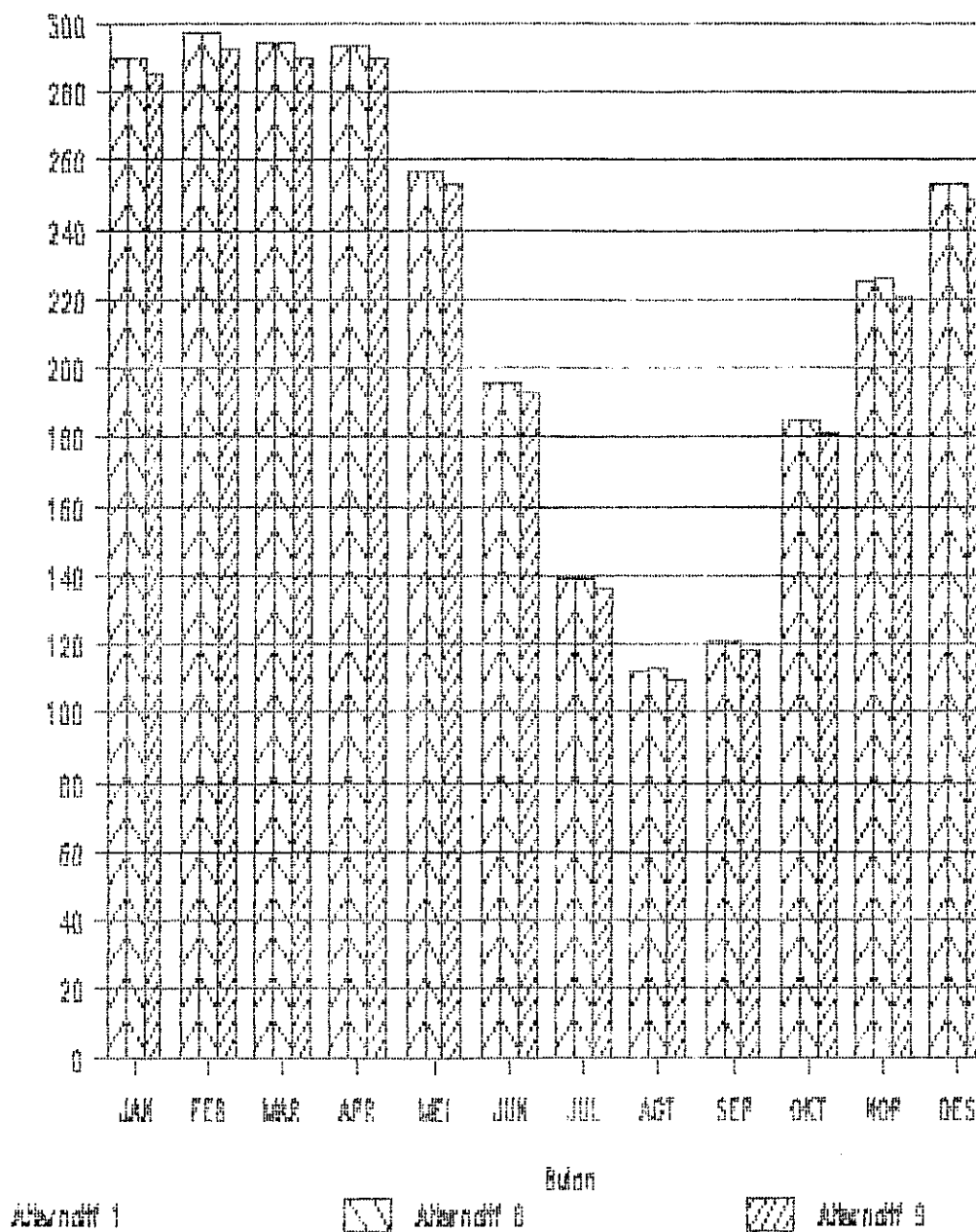
Gambar 9. Grafik perbandingan debit hasil eksperimentasi tataguna lahan untuk alternatif 1, alternatif 2, dan alternatif 3



Gambar 10. Grafik perbandingan debit hasil eksperimen-tasi tataguna lahan untuk alternatif 1, alternatif 4, dan alternatif 5

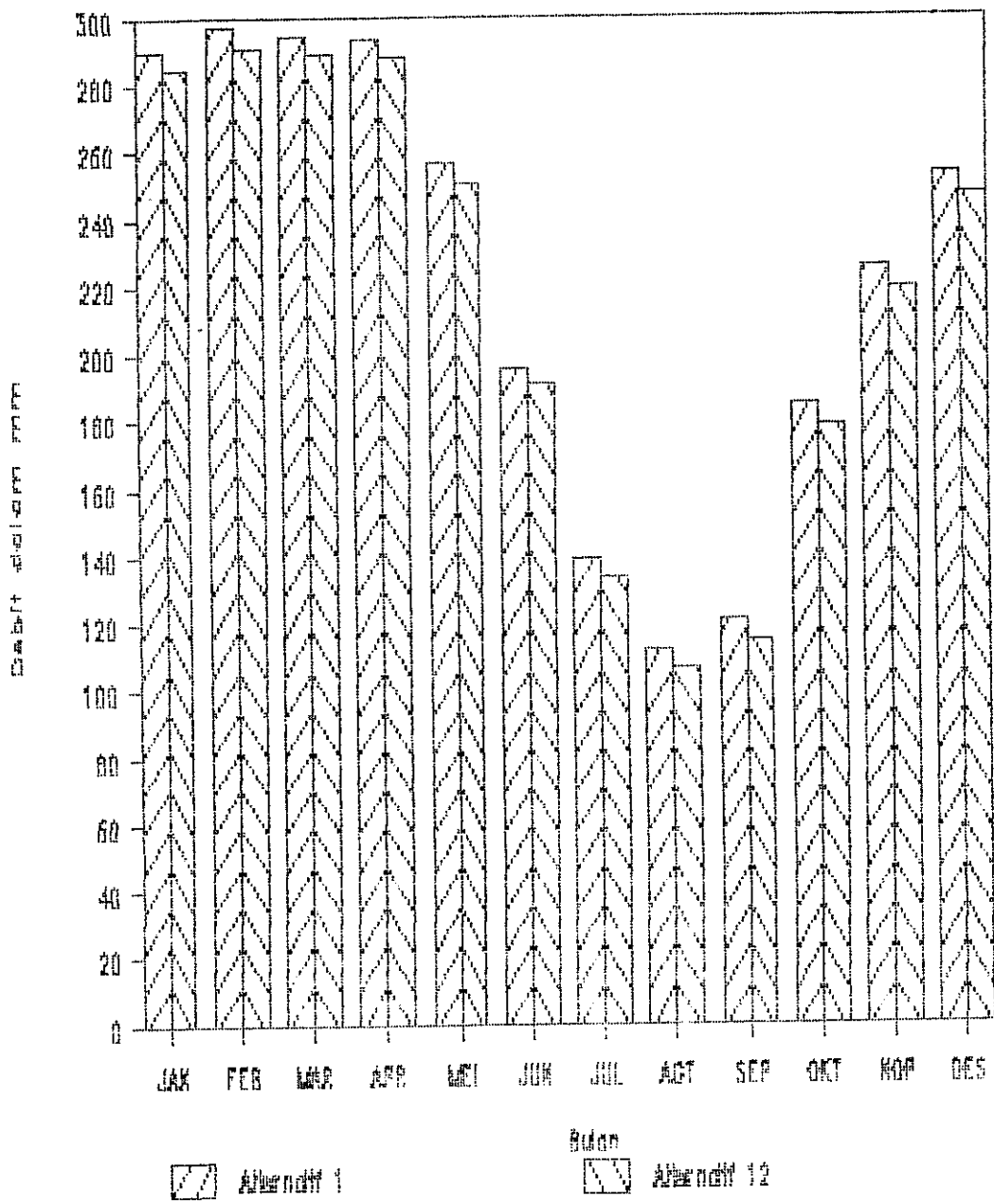


Gambar 11. Grafik perbandingan debit hasil eksperimen-tasi tataguna lahan untuk alternatif 1, alternatif 6, dan alternatif 7



Gambar 12. Grafik perbandingan debit hasil eksperimen-tasi tataguna lahan untuk alternatif 1, alternatif 8, dan alternatif 9

Gambar 13. Grafik perbandingan debit hasil eksperimen-tasi tataguna lahan untuk alternatif 1, alternatif 10, dan alternatif 11



Gambar 14. Grafik perbandingan debit hasil eksperimen-tasi tataguna lahan untuk alternatif 1 dan alternatif 12

Berdasarkan gambar 9 s/d 14 tersebut dan tabel neraca air di lampiran 16 s/d 27 dapat disimpulkan bahwa pada dasarnya pola tataguna lahan di suatu daerah sangat mempengaruhi debit yang keluar dari suatu sistem DAS atau Sub DAS. Pada lampiran 30 disajikan nilai debit hasil eksperimentasi pada berbagai pola tataguna lahan tersebut.

Tetapi debit bukanlah satu-satunya ukuran dalam menentukan pola tataguna lahan yang optimum di suatu DAS atau Sub DAS. Ada banyak parameter lain yang menjadi bahan pertimbangan seperti besarnya erosi, kualitas air, beban sedimen, pertimbangan ekonomi, sosial budaya, politik dan lain-lain.

Salah satu parameter dalam menilai konservasi tanah dan air suatu daerah adalah berdasarkan perbandingan debit maksimum dan debit minimum. Jika cara itu digunakan dalam menilai hasil eksperimentasi yang dilakukan dalam penelitian Sub DAS Cisadane Hulu ini, maka alternatif penggunaan lahan yang ke tujuh akan memberikan hasil yang paling baik karena perbandingan debit maksimum dan debit minimumnya terkecil dari keduabelas alternatif yang dieksperimentasikan.

Artinya dengan mengubah pola tataguna lahan dari kondisi saat ini (saat penelitian) menjadi tataguna lahan sesuai alternatif ketujuh akan mampu memperbaiki kondisi hidro-orologis Sub DAS Cisadane Hulu,

karena fluktuasi debit menurut sebaran waktu menjadi lebih baik.

Nilai perbandingan debit maksimum dan debit minimum pada berbagai alternatif pola tataguna lahan disajikan pada tabel 10. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa nilai terkecil dari debit maksimum dibagi debit minimum adalah pada alternatif penggunaan lahan ke tujuh.

Tabel 10. Perbandingan debit maksimum dan debit minimum pada berbagai alternatif pola tataguna lahan yang disimulasikan di Sub DAS Cisadane Hulu

Alternatif ke	debit maksimum/debit minimum
1	2.652
2	2.720
3	2.713
4	2.667
5	2.637
6	2.598
7	2.576
8	2.628
9	2.688
10	2.762
11	2.848
12	2.720

Tetapi kalau seandainya pemilihan alternatif tataguna lahan yang paling baik didasarkan pada kriteria jumlah air yang diproduksi di outlet maka alternatif penggunaan lahan yang paling baik itu adalah alternatif keenam. Ini disebabkan karena alternatif penggunaan lahan keenam tersebut, seperti terlihat pada lampiran 30 kolom terakhir, menghasilkan debit yang paling tinggi (produksi air paling besar) dibanding dengan kesebelas alternatif lainnya.

Tetapi kalau dilihat dari komposisi luas tataguna lahannya, luas hutan cuma 8.22 persen (lampiran 15) dari luas total Sub DAS, sehingga dari segi erosi keadaan seperti ini tentu tidak menguntungkan karena kecilnya jumlah luas lahan yang berfungsi sebagai pelindung.

Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah, Bogor, dalam prakteknya menggunakan patokan, perbandingan debit maksimum dan debit minimum yang masih wajar adalah kecil dan sama dengan 30.

Apabila penilaian perbandingan debit maksimum dan debit minimum didasarkan pada patokan tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa keseluruhan eksperimentasi yang dilakukan menghasilkan nilai perbandingan debit maksimum dan debit minimum yang masih wajar bahkan dapat dikatakan mempunyai nilai yang cukup bagus, karena bernilai relatif kecil; yaitu berkisar antara 2.576 s/d 2.848.

Alternatif penggunaan lahan kedua, merupakan alternatif penggunaan lahan yang sesuai dengan kaidah konservasi, yaitu lahan yang memiliki kemiringan lebih besar dari 45%, dijadikan hutan dan lahan yang memiliki kemiringan 16% s/d 45% dijadikan kebun campuran.

Eksperimentasi model dengan pola tataguna lahan sesuai alternatif kedua tersebut menghasilkan nilai perbandingan debit maksimum dan debit minimum sebesar 2.72.

Nilai ini termasuk cukup bagus jika didasarkan pada patokan yang digunakan oleh Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah. Tetapi jika dibandingkan dengan kesebelas alternatif penggunaan lahan yang lain, ternyata alternatif ini menempati urutan kesepuluh berdasarkan urutan nilai perbandingan debit maksimum dan debit minimumnya.

Keadaan seperti ini wajar saja terjadi karena memang kriteria tataguna lahan sesuai kaidah konservasi tersebut bukan hanya didasarkan pada parameter nilai perbandingan debit maksimum dan debit minimum, tetapi lebih ditekankan pada parameter untuk menekan besarnya erosi.

Kalau diperhatikan alternatif penggunaan lahan ke tujuh tidak hanya bagus dari segi nilai perbandingan debit maksimum dan debit minimumnya, tetapi ternyata

juga bagus dalam nilai produksi airnya; yaitu menempati urutan kedua dalam jumlah debitnya.

Sehingga selain secara konservasi tataguna lahan alternatif ke tujuh ini paling baik dari semua alternatif yang dieksperimentasikan, tetapi juga memberikan produksi air yang tinggi, yang sangat diperlukan untuk berbagai keperluan seperti untuk irigasi, atau untuk keperluan lainnya.

Keadaan lain yang juga mendukung adalah komposisi luas tataguna lahannya yang relatif baik, karena luas hutannya yang tidak terlalu kecil seperti halnya pada tataguna lahan alternatif kedua. Sehingga akan cukup mendukung dalam usaha menekan besarnya erosi.

Eksperimentasi model untuk alternatif penggunaan lahan kesembilan, yaitu seandainya seluruh sawah dan tegalan diubah menjadi daerah pemukiman dan industri sehingga menghasilkan komposisi luas lahan seperti lampiran 15, akan menyebabkan perbandingan debit maksimum dan debit minimum sebesar 2.688, yaitu menempati urutan ketujuh dari keduabelas alternatif eksperimentasi yang dilakukan, sedangkan produksi air dalam bentuk debit di outlet menempati urutan keenam yaitu sebesar 2619 mm pertahun.

Dari hasil eksperimentasi dengan alternatif kesembilan tersebut, jika kita hanya berpatokan dari nilai perbandingan debit maksimum dan debit minimum serta

dari jumlah debit yang dihasilkan, maka penerapan penggunaan lahan alternatif kesembilan tersebut dapat dikatakan masih wajar atau memungkinkan. Tetapi jika kita perhatikan komposisi luas lahannya, dimana luas sawah dan tegalan menjadi nol, dan luas pemukiman menjadi 59,43 persen dari seluruh luas lahan; terlihat bahwa alternatif ini memiliki kelemahan yaitu dari sudut ekonomi dan sosial.

Dari sudut ekonomi, keadaan ini tentu akan merugikan karena akan menyebabkan terganggunya suplai beras dan tanaman tegalan seperti sayuran, karena berkurangnya lahan produksi berupa sawah dan tegalan.

Dari sudut sosial, keadaan ini merugikan karena akan menyebabkan banyak orang yang kehilangan mata pencahariannya (meningkatkan pengangguran), baik sebagai petani maupun sebagai buruh tani yang akan menyebabkan timbulnya masalah yang lebih kompleks seperti timbulnya keresahan masyarakat atau masalah-masalah sosial lainnya.

Eksperimentasi dengan alternatif tataguna lahan kesebelas (lampiran 15) dari segi erosi mungkin tidak menimbulkan masalah, karena prosentase luas hutan yang cukup besar yaitu 40.57 persen, sehingga air hujan yang jatuh lebih banyak tertampung di hutan dan tidak langsung menjadi limpasan. Dimana seperti diketahui

semakin besar laju limpasan akan menyebabkan semakin mudah terjadi pegikisan tanah atau erosi.

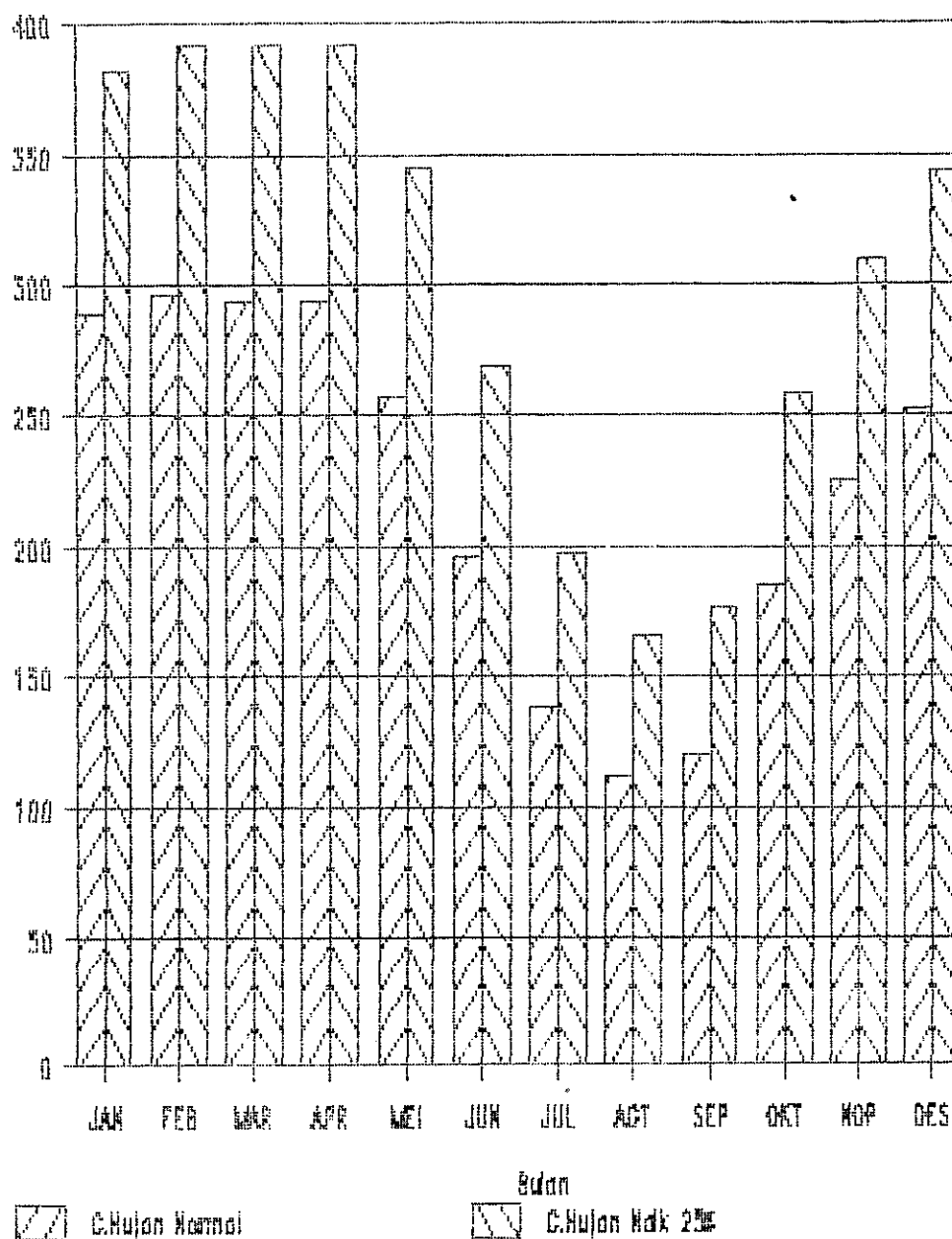
Secara teoritis keadaan tersebut yaitu prosentase luas hutan yang cukup besar itu akan menunjang dalam hal memperkecil nilai faktor penutupan lahan (C) dan faktor tindakan konservasi (P), sebagai komponen pembentuk nilai erosi ($Erosi = R * K * L * S * C * P$).

Tetapi dari segi jumlah produksi air di outlet Sub DAS, alternatif kesebelas ini adalah yang paling buruk dibandingkan dengan kesebelas alternatif yang lainnya, karena hasil eksperimentasinya menunjukkan produksi air atau debit yang dihasilkannya adalah paling kecil dibanding yang lain.

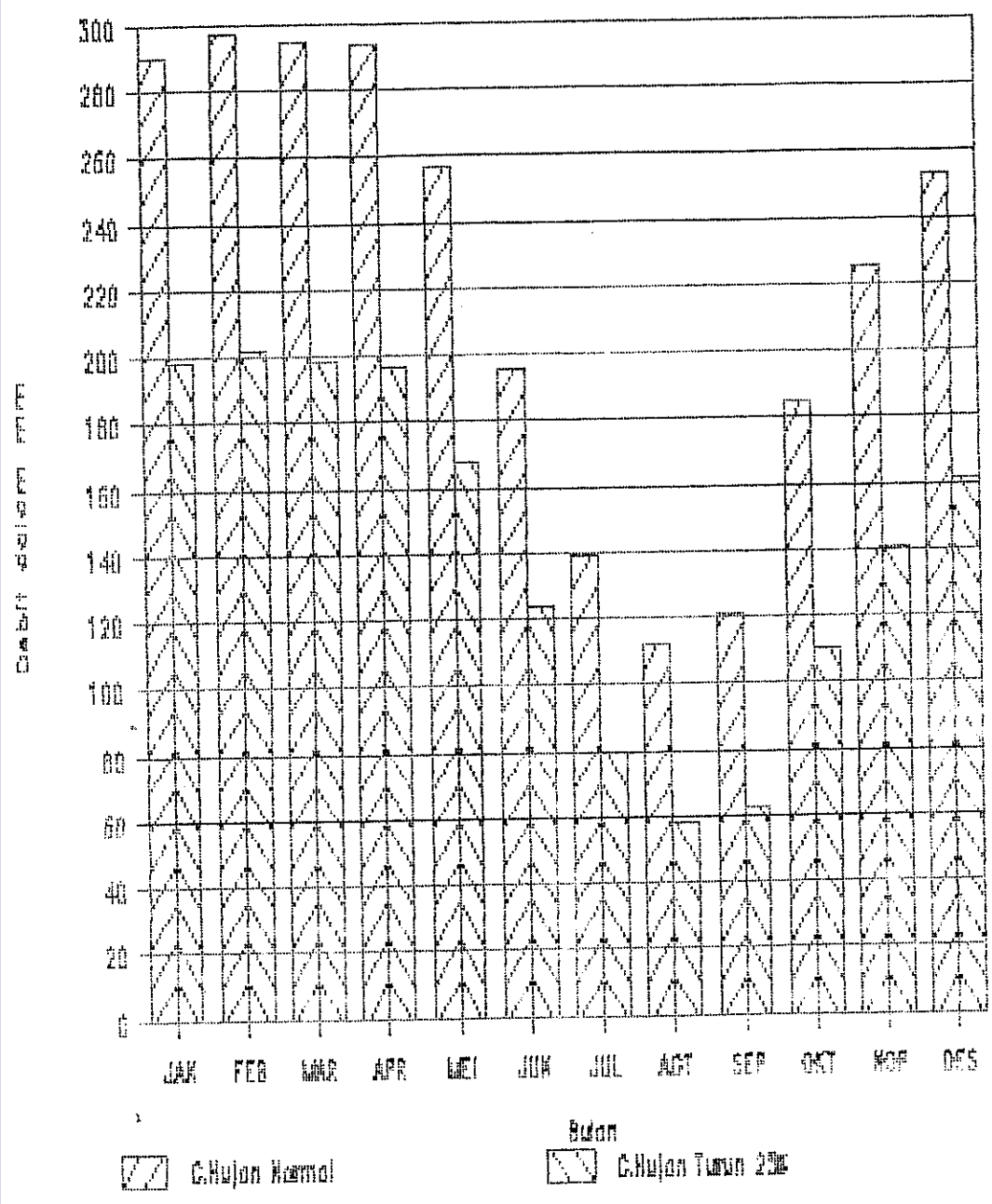
D. EKSPERIMENTASI MODEL NERACA AIR DENGAN PERUBAHAN CURAH HUJAN

Eksperimentasi perubahan curah hujan pada model neraca air yang diteliti yaitu model neraca air sub DAS Cisadane hulu dilakukan dengan menaikkan dan menurunkan besarnya curah hujan pada kondisi tataguna lahan saat ini.

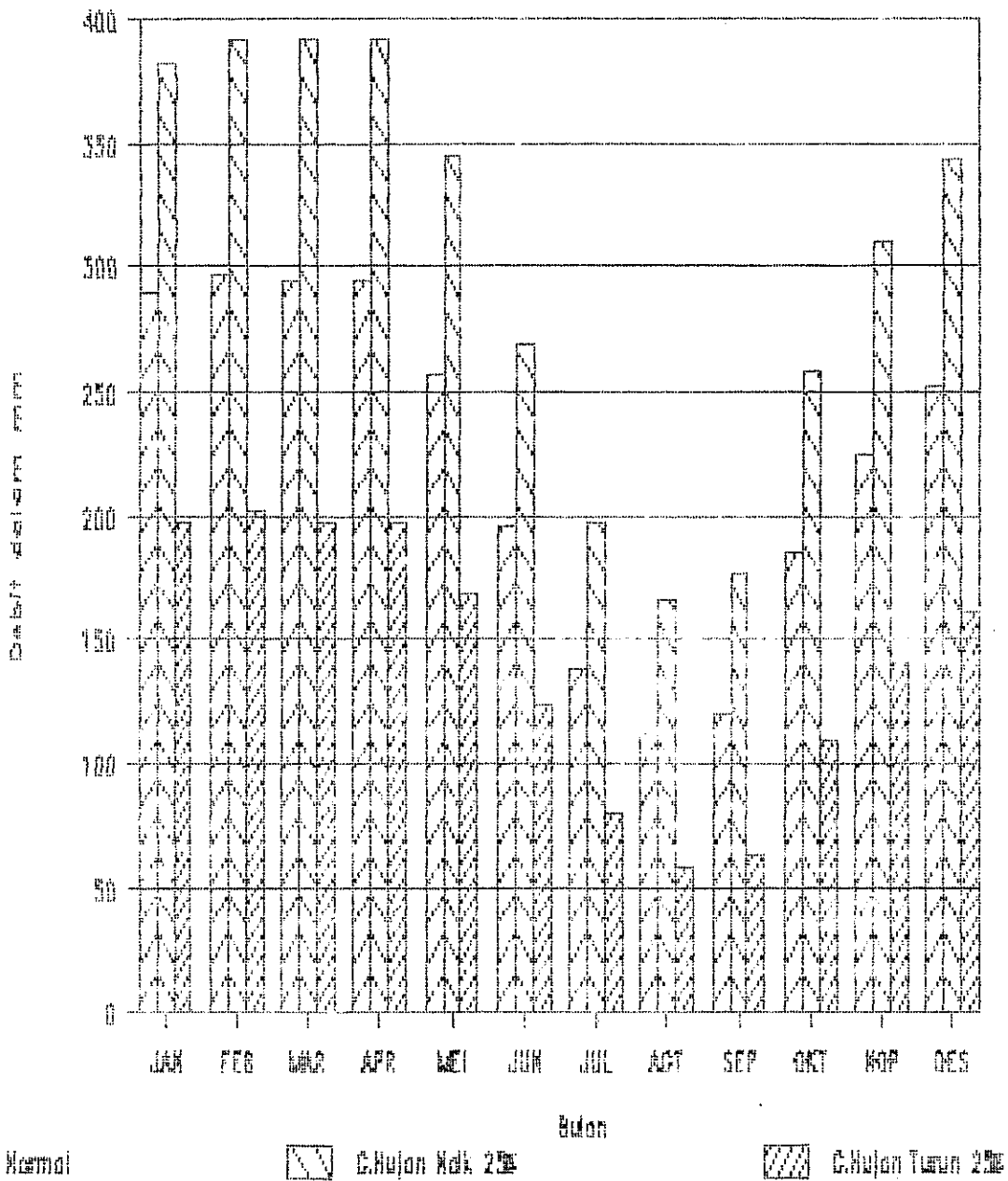
Eksperimentasi ini bertujuan untuk menduga bagaimana respon komponen-komponen neraca air dalam sistem yang sebenarnya yaitu Sub DAS Cisadane Hulu, seandainya terjadi kenaikan atau penurunan curah hujan.



Gambar 15. Grafik perbandingan debit hasil eksperimen-tasi curah hujan untuk curah hujan normal dan curah hujan dinaikkan 25%



Gambar 16. Grafik perbandingan debit hasil eksperimen-tasi curah hujan untuk curah hujan normal dan curah hujan diturunkan 25%



Gambar 17. Grafik perbandingan debit hasil eksperimen-tasi curah hujan untuk curah hujan normal, curah hujan dinaikkan 25% dan curah hujan diturunkan 25%

Berdasarkan hasil eksperimentasi dengan perubahan besarnya curah hujan seperti pada lampiran 28 dan 29, serta gambar 15, gambar 16 dan gambar 17, dapat disimpulkan bahwa kenaikan maupun penurunan curah hujan akan menyebabkan perubahan nilai komponen-komponen neraca air.

Kesimpulan ini tidak berlaku untuk komponen neraca air berupa laju penumpukan biomassa, karena baik pada kenaikan maupun penurunan besarnya curah hujan ternyata besarnya laju penumpukan biomassa relatif tetap.

Keadaan ini ternyata sesuai benar dengan hasil penelitian saudara Wanggai (1975) di DAS Citanduy yang menyimpulkan bahwa pada curah hujan kecil maupun besar, vegetasi masih tetap membutuhkan jumlah air yang relatif sama.

Hasil eksperimentasi model neraca air dengan menaikkan curah hujan sebesar 25% dari 4259 mm pertahun menjadi 5323 mm pertahun menunjukkan bahwa produksi air berupa debit juga mengalami kenaikan, yaitu dari 2664 mm pertahun menjadi 3624 mm pertahun atau naik sebesar 36% ($25\% : 36\%$ lebih kurang sama dengan $2 : 3$).

Ini Sebanding dengan hasil penelitian saudara Wanggai yang menyimpulkan bahwa kenaikan curah hujan sebanyak dua kali akan menaikkan debit di outlet sebanyak tiga kali lipat.

Debit maksimum terjadi sebesar 392 mm (naik 31.99%), dan debit minimum sebesar 166 mm (naik 48.21%). Sedangkan perbandingan debit maksimum dan debit minimumnya adalah 2.361 (turun 10.97%).

Eksperimentasi model neraca air dengan menurunkan curah hujan sebesar 25% dari 4259 mm pertahun menjadi 3194 mm pertahun menunjukkan bahwa produksi air berupa debit juga mengalami penurunan, yaitu dari 2664 mm menjadi 1703 mm pertahun atau turun sebesar 36%.

Debit maksimum terjadi sebesar 202 mm (turun 31.99) dan debit minimum sebesar 58 mm (turun 48.21%). Sedangkan besarnya perbandingan debit maksimum dan minimum adalah 3.483 (31,32%).

Dari angka prosentase kenaikan maupun penurunan nilai debit tahunan, nilai debit maksimum, dan nilai debit minimum pada eksperimentasi dengan kenaikan atau penurunan curah hujan diatas, dapat disimpulkan ternyata angka prosentase kenaikan maupun prosentase penurunan debit tahunan, debit maksimum, dan debit minimum adalah relatif sama, yaitu lebih kurang 36 persen untuk debit tahunan, 31.49 persen untuk debit maksimum, dan 48.21 persen untuk debit minimum.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Tata guna lahan di Sub DAS Cisadane Hulu yang diteliti dikelompokkan atas hutan, perkebunan/kebun campuran, tegalan, sawah dan Vegetasi di daerah pemukiman dan industri.
2. Berdasarkan model neraca air yang diteliti, dapat diketahui keadaan input, alihan dan output air sesuai siklus hidrologi di Sub DAS yang diteliti.
3. Curah hujan di Sub DAS Cisadane Hulu relatif tinggi sepanjang tahun dengan curah hujan rata-rata bulanan tertinggi terjadi pada bulan Januari sebesar 454 mm dan terendah pada bulan Juli sebesar 196 mm.
4. Berdasarkan hasil simulasi model neraca air untuk kondisi saat penelitian diperoleh komponen neraca air berupa Surplus air selalu bernilai positif dari bulan ke bulan, dengan kata lain di Sub DAS Cisadane Hulu setiap bulannya tidak pernah terjadi defisit air. Ini disebabkan karena curah hujan yang selalu tinggi sepanjang tahunnya, sehingga selalu cukup buat memenuhi kebutuhan air untuk

laju penumpukan biomassa vegetasi, intersepsi dan untuk evapotranspirasi.

5. Dari hasil pengujian model dengan uji statistik dapat disimpulkan bahwa pada tingkat selang kepercayaan 95 persen nilai rata-rata debit hasil simulasi sama dengan nilai rata-rata debit hasil pengukuran, dan simpangan baku debit hasil simulasi sama dengan simpangan baku debit hasil pengukuran. Sehingga dikatakan bahwa model yang digunakan sah (Valid) dan dapat digunakan untuk analisis selanjutnya berupa eksperimenetasi untuk menduga keadaan atau perilaku sistem Sub DAS Cisadane Hulu yang sebenarnya, dalam hal keadaan input-output airnya dari bulan ke bulan.
6. Eksperimentasi model neraca air dengan perubahan tataguna lahan dapat dilakukan dengan mengatur komponen tataguna lahan sekehendak hati, tetapi dalam penelitian ini dibatasi pada 12 alternatif penggunaan lahan. Hasil eksperimentasi menunjukkan bahwa perubahan tataguna lahan di suatu daerah mempengaruhi debit yang keluar dari sistem daerah aliran sungainya.
7. Dalam penelitian ini penentuan pola tataguna lahan yang paling optimum didasarkan pada nilai perbandingan debit maksimum dengan debit minimum terkecil, yang merupakan salah satu parameter dalam

menilai konservasi. Dari duabelas alternatif yang dieksperimentasikan ternyata alternatif ketujuh yaitu seandainya lima puluh persen dari luas perkebunan dijadikan tegalan, sedangkan luas yang lain tetap, merupakan alternatif yang terbaik.

8. Hasil eksperimentasi model neraca air dengan duabelas alternatif tataguna lahan yang dilakukan, juga menunjukkan bahwa tataguna lahan ketujuh tidak hanya bagus dalam hal perbandingan debit maksimum dan debit minimumnya, tetapi juga bagus dalam hal produksi airnya yang cukup besar.
9. Dari angka prosentase kenaikan maupun prosentase penurunan nilai debit tahunan, nilai debit maksimum dan nilai debit minimum pada eksperimentasi dengan kenaikan atau penurunan curah hujan sebesar 25 persen dapat disimpulkan bahwa angka prosentase kenaikan maupun prosentase penurunan debit tahunan, debit maksimum, dan debit minimum adalah relatif sama, yaitu lebih kurang 36 persen untuk debit tahunan, 31.49 persen untuk debit maksimum, dan 48.21 persen untuk debit minimum.

B. SARAN

1. Pada pembuatan model dalam penelitian yang telah dilakukan ini, analisa tataguna lahan baru didasarkan atas kelompok-kelompok vegetasi seperti vegetasi hutan, perkebunan, tegalan, sawah, vegetasi di pemukiman dan industri. Agar didapatkan informasi yang lebih mendetail, maka model ini perlu disempurnakan dengan menganalisa tataguna lahan berdasarkan lokasi penyebaran vegetasi serta jenis-jenis dan sifat-sifat vegetasi yang lebih terinci, seperti hutan pinus, kebun karet, ladang singkong dan lain-lain.
2. Alternatif eksperimentasi tataguna lahan yang dilakukan perlu diperbanyak agar segala kemungkinan tataguna lahan dapat diselidiki pengaruhnya, sehingga kesimpulan dari analisis sistem yang dilakukan dapat lebih kuat dan akurat.



Hak Cipta Plintindong Unzuangurung

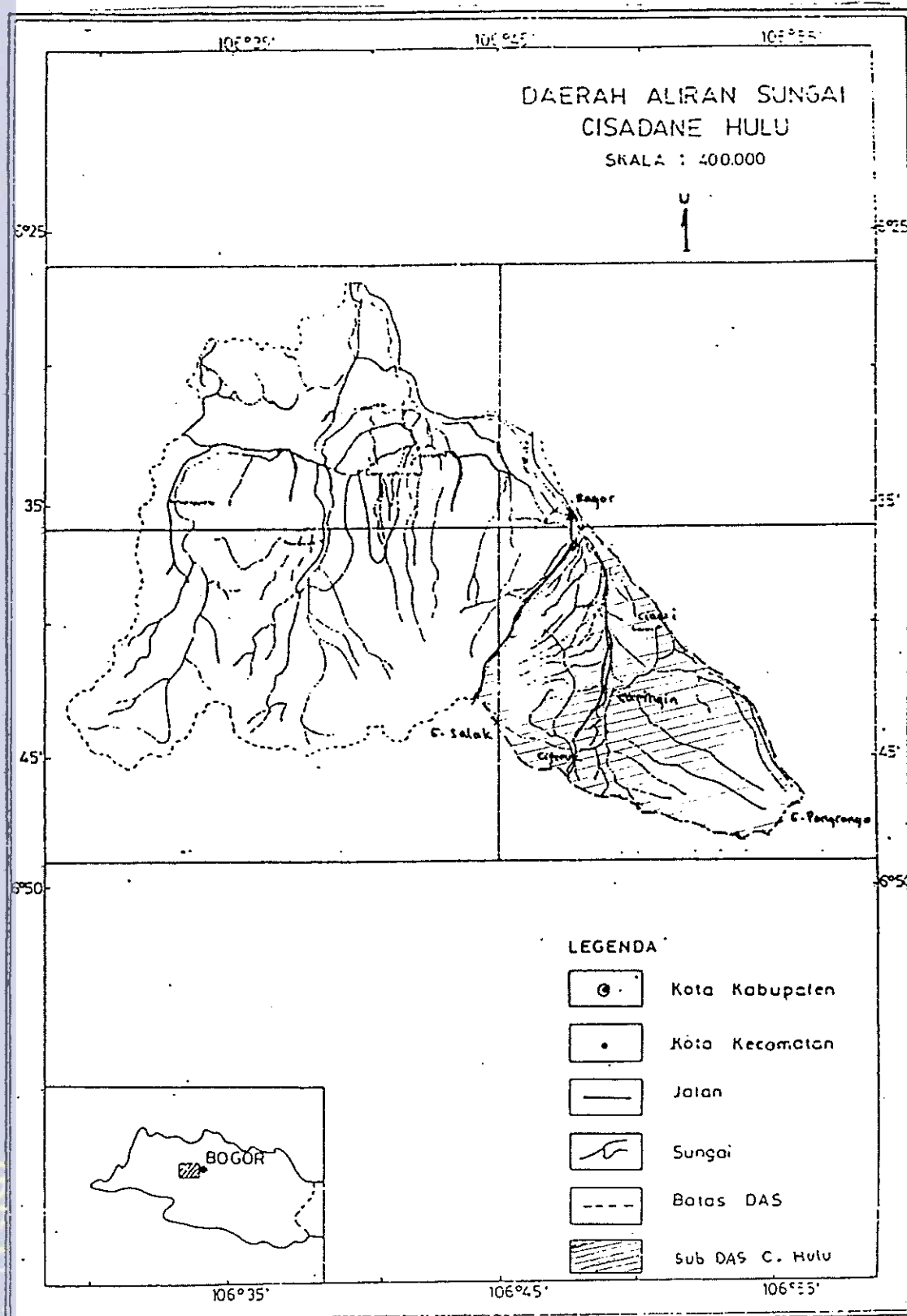
1. Dianggap sebagai sebuah karya tulis yang merupakan sumber dan informasi sumber :

a. Penguasaan konsep untuk kepentingan penelitian, analisis, dan diskusi karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan karya tulis atau tulisan untuk masalah.

b. Penguasaan tidak hanya untuk kepentingan yang wajar IPB University.

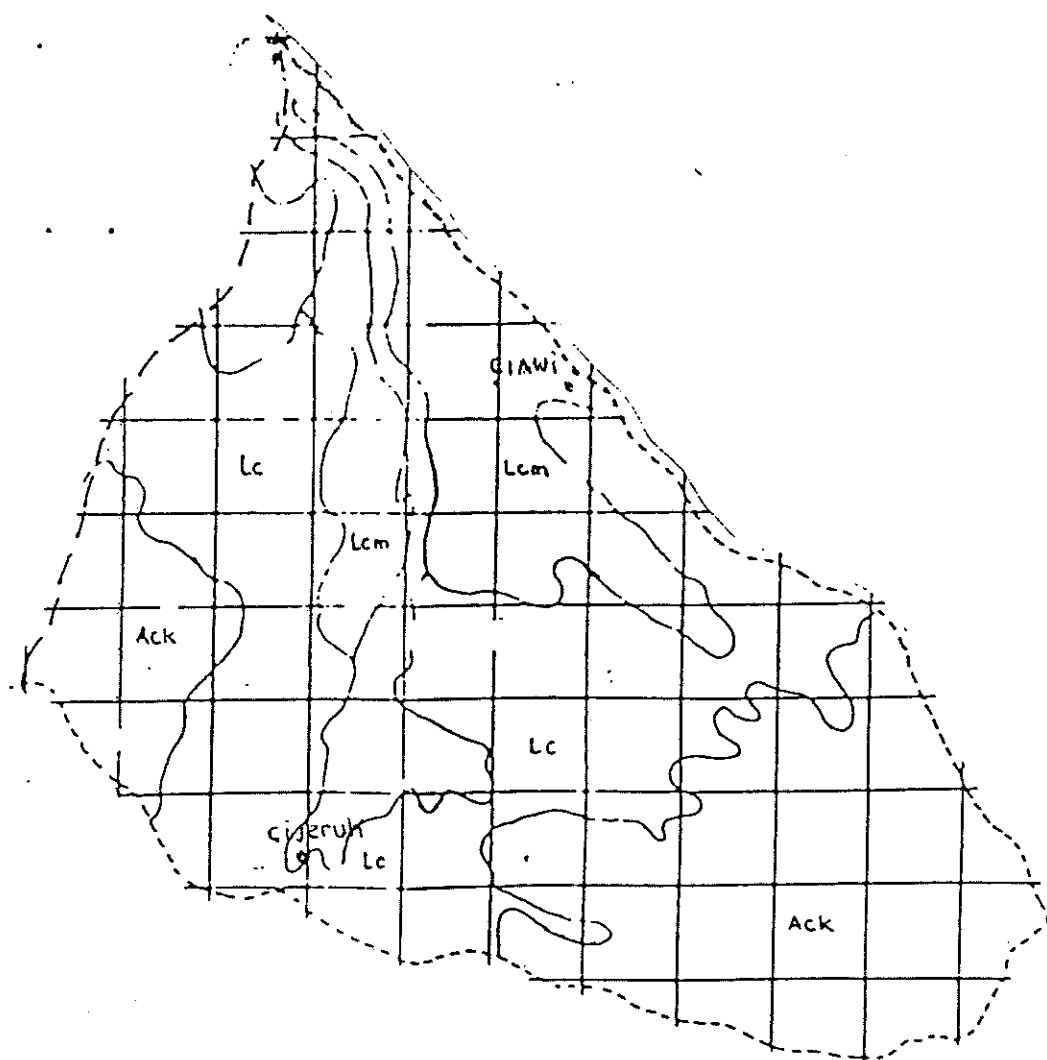
2. Dianggap menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis yang dibuat dengan cara apapun tanpa izin IPB University.

LAMPIRAN



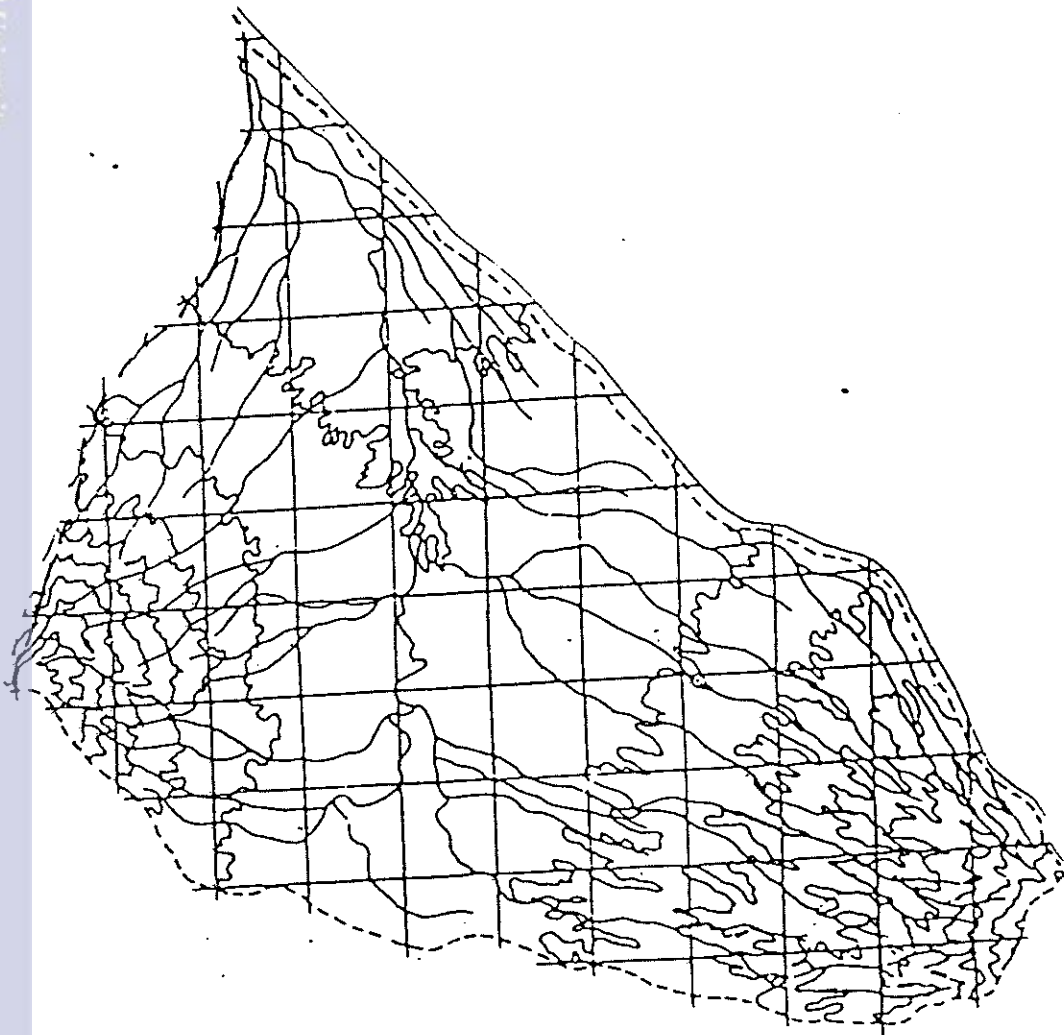
Skala 1 : 150000

Lampiran 3. Peta jenis tanah Sub DAS Cisadane Hulu



Skala 1 : 150000

Lampiran 4. Peta topografi Sub DAS Cisadane Hulu



Skala 1 : 150000

Lampiran 5. Data iklim di stasiun Muara (rata-rata tahun 1974 - 1987)

BULAN	Suhu Udara (T; C)	KEL. UDARA (h;x)	PENY. H.HARI (S;x)	KEC. ANGIN (V;Mile/Hari)
JAN	24.8	86	23	54.8
FEB	25.1	84	31	53.7
MAR	25.4	83	39	53.7
APR	26.1	81	44	47.8
MEI	26.3	80	51	49.9
JUN	26.3	79	52	55.8
JUL	26.0	80	54	51.8
AGT	26.1	79	59	66.1
SEP	26.1	78	51	59.3
OKT	26.1	78	46	57.1
NOV	25.9	80	41	66.6
DES	25.7	80	35	62.8
RATA-RATA	25.8	81	44	59.1
MINIMUM	24.8	78	23	47.8
MAKSIMUM	26.3	86	59	69.3

Lampiran 6. Data curah hujan rata-rata bulanan beberapa stasiun di Sub DAS Cisadane Hulu tahun 1944 - 1978 (mm)

NOMOR STASIUN	NAMA STASIUN	ALTITUD (m)													TAHU-	
			JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	JAN	
46	Empang	240	438	401	399	424	362	257	235	254	254	430	400	356	4210	
52	Ciapus	540	469	444	476	504	461	319	249	275	328	446	453	456	4880	
53	Cicalobak	568	485	456	468	550	490	338	255	275	346	461	470	449	5043	
54	Warungloa	640	516	538	521	611	554	416	316	330	409	508	504	483	5706	
58	Ciogrek	450	436	408	404	349	287	232	197	225	307	394	400	388	4027	
59a	Ciawi	480	488	391	397	332	270	164	188	167	200	345	259	301	3502	
60	Ps. Pogor	640	484	494	464	445	345	232	193	211	257	411	412	449	4397	
61	Ciburarut	734	403	373	386	375	280	209	167	198	236	389	409	429	3854	
63	Srogol	490	354	318	374	338	266	182	149	158	214	350	389	380	3472	
64	Cinegara	570	368	342	360	395	293	205	156	172	202	368	420	415	3694	
65	Cipara	795	423	413	437	449	302	229	145	181	199	353	392	442	3945	
66	Tapos	805	489	430	432	403	264	190	140	152	181	324	359	421	3785	
68	Ps. Muncang	690	490	464	400	345	249	170	127	148	207	298	348	393	3639	
7a	G. Salak	2211	509	551	544	501	468	347	226	281	350	538	555	597	5467	
JUMLAH.....			6352	6023	6062	6021	4891	3490	2743	3007	3690	5613	5770	5959	59621	
RATA-RATA.....			454	430	433	430	349	249	196	215	264	401	412	426	4259	

Lampiran 7. Data hari hujan rata-rata bulanan beberapa stasiun di Sub DAS Cisadane Hulu tahun 1944 - 1978 (hari)

NOMOR STASIUN	NAMA STASIUN	ALTITUD (m)	TAHU-											
			MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOP	DES	NAN	
46	Empang	240	23.6	20.3	16.1	12.9	10.8	11.2	13.9	18.4	20.4	21.2	214.2	
52	Ciapus	540	23.3	21.7	19.2	15.8	12.1	12.7	14.6	19.2	21.4	22.2	228.9	
53	Cicalobak	568	24.1	22.9	19.7	15.5	12.7	12.9	15.4	19.4	21.4	22.7	234.1	
54	Warungloa	640	24.0	23.2	20.3	16.7	13.6	14.1	16.0	19.9	22.2	23.6	242.3	
58	Ciogrek	450	21.5	18.9	15.1	12.4	10.0	10.6	12.9	17.3	19.3	19.8	202.5	
59a	Ciawi	480	17.5	14.3	12.4	7.7	8.4	7.7	7.7	13.2	14.7	15.2	154.9	
60	Ps. Pogor	640	22.4	20.8	16.8	13.3	10.7	11.4	13.4	18.4	20.2	22.4	215.7	
61	Ciburarut	734	21.9	18.9	16.3	12.4	9.7	10.9	12.7	18.4	19.9	21.9	207.7	
63	Srogol	490	21.2	18.9	15.4	11.9	8.9	9.4	12.6	17.8	20.2	21.2	197.9	
64	Cinegara	570	20.4	19.8	15.8	12.3	9.0	9.1	11.5	18.9	20.8	21.7	199.9	
65	Cipare	795	23.2	22.0	17.6	14.1	10.2	10.4	12.9	19.8	21.6	22.8	219.3	
66	Tapos	805	22.6	21.2	15.8	12.0	9.1	9.6	11.6	18.2	20.2	21.3	206.8	
68	Ps. Muncang	690	22.6	20.6	16.0	11.7	9.3	9.3	12.0	17.1	19.8	21.5	206.0	
7a	G. Salak	2211	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
RATA-RATA.....			22.2	20.3	16.7	13.0	10.3	10.7	12.9	18.2	20.2	21.3	210.0	

Lampiran 8. Data debit di stasiun Empang Sub DAS Cisadane Hulu tahun 1974 - 1987 (m.kubik/detik)

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOP	DES
1974	20.52	21.80	15.50	38.26	24.10	13.27	12.84	21.03	42.67	17.88	13.00	14.85
1975	19.57	15.50	23.35	15.07	16.77	10.00	14.85	23.48	14.78	14.17	12.92	14.37
1976	53.80	14.67	18.37	20.38	17.64	12.95	10.30	10.34	9.58	13.66	13.05	15.10
1977	30.00	37.19	24.92	30.00	86.91	21.12	13.65	10.51	14.02	17.28	25.27	29.94
1978	22.90	20.38	41.31	19.34	21.14	26.84	16.75	27.68	19.88	22.79	25.93	26.10
1979	19.33	17.34	23.24	33.43	14.12	17.78	11.68	11.16	10.40	13.76	21.87	14.67
1980	25.85	23.75	23.21	21.50	21.93	13.94	20.20	21.48	10.77	11.17	11.29	27.87
1981	22.80	13.50	38.30	26.59	20.92	12.11	11.99	11.54	21.10	11.91	11.53	26.20
1982	28.28	22.70	21.33	23.50	17.56	19.06	12.91	6.83	7.25	16.07	15.63	21.08
1983	20.46	25.00	26.08	23.92	20.30	11.55	7.47	5.20	6.04	11.19	29.85	27.56
1984	24.90	43.05	27.13	34.71	26.59	20.68	13.44	12.94	18.68	18.75	18.71	13.35
1985	18.03	38.78	17.48	21.10	23.55	25.48	18.64	14.67	24.60	29.64	20.98	15.82
1986	29.24	18.65	35.22	21.95	14.89	18.13	15.96	16.88	21.29	22.76	19.38	29.44
1987	28.92	38.82	37.56	32.16	30.47	20.84	12.09	7.36	8.55	13.78	15.62	18.94
Jumlah	364.6	351.1	373.0	361.9	357.0	243.8	192.8	201.1	229.6	234.8	255.0	295.3
Jumlah Hari	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
M.Kub/det	26.04	25.08	26.64	25.85	25.50	17.41	13.77	14.36	16.40	16.77	18.22	21.09
Dalam HK	286	249	293	275	280	185	151	158	174	184	194	232

Lampiran 9. Data sifat fisik tanah di Sub DAS Cisadane Hulu (hasil penelitian di Pusat Penelitian Tanah, Bogor)

No	Kode Jenis Tanah	Jenis Tanah	RD (gr/cc)	Ruang pori Total (% Vol)	Kadar air (% Vol)		Air tersedia ¹⁾ (% Vol)
					pf 2.54	pf 4.2	
IA	Lcm	Latosol Coklat Kemerahan	1.05	60.4	46.3	31.3	15.0
IIA	Lc	Latosol Coklat	1.10	50.5	45.3	33.8	11.5
IIIA	Ack	Andosol Coklat Kekuningan	0.95	64.2	44.7	31.6	13.1
IB	Lcm	Latosol Coklat Kemerahan	1.08	59.2	60.7	40.0	20.7
IIB	Lc	Latosol Coklat	1.03	61.1	55.4	37.2	18.2
IIIB	Ack	Andosol Coklat Kekuningan	1.05	60.4	45.5	34.0	11.5
					Rata-rata Air Tersedia (% Vol) :		15.0

1) - Air Tersedia (% Vol) = Kadar Air (% Vol) pada pf 2.54 dikurang Kadar air (% Vol) pada pf 4.2

$$\begin{aligned}
 \text{Air Tersedia} &= 15.0 \% \\
 &= 15.0 \% \times 1 \text{ m/m} \\
 &= 15.0 \% \times 1000 \text{ mm/m} \\
 &= 15.00/100 \times 1000 \text{ mm/m} \\
 &= 150 \text{ mm/m}
 \end{aligned}$$

Lampiran 10. Data tataguna lahan di Sub DAS Cisadane Hulu (Lembaga RLKT, 1987)

Tataguna Lahan	Luas (Hektar)	Persentase (%)
Hutan	4007	16.44
Sawah	5374	22.05
Tegalan	6134	25.16
Perkebunan	5631	23.1
Pemukiman	2979	12.22
Sungai	251	1.03
T o t a l :	24.376	100.00

Hasil Cipta (Penelitian) Universitas Indonesia
 1. Dihasilkan sebagai bagian dari penelitian yang dilakukan oleh dosen pembimbing dan mahasiswa bimbingan
 2. Pengujian hasil penelitian dilakukan secara mandiri, objektif, dan jujur
 3. Pengujian hasil penelitian dilakukan secara mandiri, objektif, dan jujur
 4. Pengujian hasil penelitian dilakukan secara mandiri, objektif, dan jujur
 5. Pengujian hasil penelitian dilakukan secara mandiri, objektif, dan jujur
 6. Pengujian hasil penelitian dilakukan secara mandiri, objektif, dan jujur
 7. Pengujian hasil penelitian dilakukan secara mandiri, objektif, dan jujur
 8. Pengujian hasil penelitian dilakukan secara mandiri, objektif, dan jujur
 9. Pengujian hasil penelitian dilakukan secara mandiri, objektif, dan jujur
 10. Pengujian hasil penelitian dilakukan secara mandiri, objektif, dan jujur

Lampiran 11. Data kelas kelerengan lahan di Sub DAS Cisdane Hulu (Lembaga RLKT, 1987)

Kelas Kelerengan	Luas (Hektar) *	Persentase *) (%)
0 - 8 %	9984	16.44
9 - 15 %	3168	22.05
16 - 24 %	3172	25.16
25 - 45 %	1694	23.1
> 45 %	6107	12.22
T o t a l :	24125	98.97

*) Luas diatas tidak termasuk luas Sungai
(251 Hektar = 1.03 %)



Tabel radiasi sinar matahari (R) pada permukaan horizontal atmosfer dalam mm air/hari (Frere, 1972)

Lat S	J	E	A	H	J	J	O	H	D			
" Southern Hemisphere "												
20°	17.11	16.35	15.00	12.17	11.02	10.00	10.42	11.95	13.13	15.76	16.25	17.37
18°	17.11	16.47	15.10	12.22	11.37	10.40	10.81	12.26	13.03	15.78	16.00	17.16
16°	16.13	16.42	15.20	12.46	11.73	10.50	11.23	12.56	13.22	15.79	16.05	16.83
14°	16.75	16.37	15.31	13.73	12.09	11.21	11.59	12.67	13.47	15.81	16.50	16.84
12°	16.55	16.32	15.41	13.50	12.45	11.52	11.26	13.17	13.55	15.83	16.34	16.83
10°	16.36	16.27	15.51	14.24	12.60	12.03	12.37	13.40	14.03	15.85	16.19	16.27
8°	16.00	16.11	15.53	14.33	13.12	12.40	12.71	13.72	14.23	15.76	15.97	15.79
6°	15.81	15.96	15.53	14.65	13.44	12.77	13.05	13.99	14.53	15.67	15.75	15.76
4°	15.45	15.81	15.62	14.65	13.76	13.15	13.39	14.25	14.13	15.59	15.53	15.41
2°	15.27	15.66	15.65	15.05	14.06	13.51	13.73	14.50	15.24	15.50	15.31	15.11
0°	15.00	15.51	15.66	15.20	14.41	13.90	14.07	14.75	15.34	15.42	15.01	14.83

Lampiran 13. Cara perhitungan pengujian model

Debit hasil pengukuran (Y1) dari bulan Januari sampai bulan Desember berturut-turut adalah (mm) : 286, 249, 293, 275, 280, 185, 151, 158, 174, 184, 194, 232 ; dengan nilai :

$$n1 = 12$$

$$\Sigma Y1 = 2661$$

$$\overline{Y1} = 221.75$$

$$\Sigma Y1^2 = 621253$$

$$S1 = 53.237; \quad S1^2 = 2834.178$$

Debit hasil simulasi (Y2) dari bulan Januari sampai bulan desember berturut-turut adalah (mm) : 290, 297, 295, 294, 257, 196, 139, 112, 121, 185, 225, 253 ; dengan nilai :

$$n2 = 12$$

$$\Sigma Y2 = 2664$$

$$\overline{Y2} = 222.00$$

$$\Sigma Y2^2 = 645600$$

$$S2 = 70.189 \quad S2^2 = 4926.496$$

1. MENGUJI NILAI RATA-RATA (UJI DUNET)

$$H0 : \mu \text{ Pengukuran} = \mu \text{ Simulasi}$$

$$H1 : \mu \text{ Pengukuran} \neq \mu \text{ Simulasi}$$

Untuk menguji apakah H_0 diterima atau tidak dilakukan perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{JKG} &= \text{Jumlah Kuadrat Galat} \\
 &= [\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2 / n] \\
 &= [\Sigma Y_1^2 + \Sigma Y_2^2] - [(\Sigma Y_1)^2 / n_1 + (\Sigma Y_2)^2 / n_2] \\
 &= [621253 + 645600] - [590076.75 + 591408.00] \\
 &= 85368.25
 \end{aligned}$$

$$S^2 = \text{JKG} / 13 = 6566.788$$

$$\sqrt{2S^2/n} = \sqrt{2 \cdot 6566.788 / 12} = 33.083$$

$$\begin{aligned}
 |d_1| &= (\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2) / (\sqrt{2S^2/n}) \\
 &= (221.75 - 222.00) / 33.083 \\
 &= 0.25
 \end{aligned}$$

Dari tabel pembandingan nilai tengah diperoleh nilai kritis pada selang kepercayaan 95% ($d_{0.25}(1,13)$) = 1.77; Karena $|d_1| < 1.77$, maka terima H_0 , atau dapat disimpulkan bahwa rata-rata debit hasil simulasi sama dengan rata-rata debit hasil pengukuran.

2. MENGUJI NILAI SIMPANGAN BAKU (UJI BARTLETT)

$$H_0 : \sigma^2_{\text{Pengukuran}} = \sigma^2_{\text{Simulasi}}$$

$$H_1 : \sigma^2_{\text{Pengukuran}} \neq \sigma^2_{\text{Simulasi}}$$

Untuk menguji apakah H_0 diterima atau tidak dilakukan perhitungan berikut :

$$k = (n_1 - 1) + (n_2 - 1) = 22 ;$$

$$\begin{aligned} s^2 &= \Sigma [(n_i - 1) s_i^2 / [\Sigma(n_i - 1)] \\ &= [11(s_1^2)/22 + 11(s_2^2)/22] \\ &= [11(2834.178) + 11(4926.496)] / 3880.337 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x^2 &= 2.3026 [(\Sigma(n-k)) \log s^2 - \Sigma(n_i - 1) \log s_i^2] \\ &= 2.3026 [(22 \log 3880.337) - (11 \log 2834.178 + 11 \log 4926.49)] \\ &= 0.8289 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor Koreksi} &= 1 + 1/3(k-1) [(\Sigma(1/n-1) - (1/\Sigma(n_i-1))] \\ &= 1 + 1/3 [2/11 - 1/22] \\ &= 1.04545 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x^2 \text{ Terkoreksi} &= 0.8289/1.04545 \\ &= 0.79286 \end{aligned}$$

Dari Tabel Chi-Kuadrat diperoleh daerah kritis jika $B > 3.841$. Karena x^2 terkoreksi < 3.841 maka terima Hipotesis H_0 , artinya simpangan baku hasil simulasi sama dengan hasil pengukuran.

Lampiran 14. Cara perhitungan Evapotranspirasi

Contoh perhitungan Evapotranspirasi untuk bulan Januari :

Diketahui :

- . $T = 24.8 \text{ }^{\circ}\text{C}$; dari tabel 7 diperoleh nilai :
 - . $A = 0.779$
 - . $B = 15.960$
 - . $ea = 23.58$
- . $h = 86 \%$; $ed = h \times ea = 20.28$
- . $S = 23 \%$
- . $w = 54.8 \text{ mile/hari}$
- . $(A + 0.27) = 1.049$
- . $k = 1$
- . $r = 25 \%$
- . $R (6^{\circ} 40') = 15.90$

Ditanya :

ETP = ?

Jawab : (menggunakan persamaan 39 - 42)

$$\text{ETP} = (\text{F1 } R (1-r)) - (\text{F2 } (0.1 + 0.9S)) + (\text{F3 } (k + 0.01w))$$

$$\begin{aligned} \text{F1} &= f(T;S) = A (0.18 + 0.55S) / (A + 0.27) \\ &= 0.228 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F2} &= f(T;S) = A B (0.56 - 0.092 \sqrt{ed}) / (A + 0.27) \\ &= 1.727 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F3} &= f(T;h) = (0.27) (0.35) (ea - ed) / (A + 0.27) \\ &= 0.297 \end{aligned}$$

$$E1 = F1 R (1-r) = 2.72$$

$$E2 = F2 (0.1 + 0.9S) = 0.53$$

$$E3 = F3 (k + 0.01w) = 0.46$$

$$ETP \text{ Harian} = E1 - E2 + E3 = 2.65 \text{ mm/hari}$$

$$ETP \text{ Bulanan} = ETP \text{ Harian dikali dengan Faktor Pengali Penman sesuai dengan bulannya}$$

$$= 2.65 * 32.0$$

$$= 85 \text{ mm/bulan}$$

Penggunaan Hut

Lampiran 16. Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane Hulu untuk kondisi saat penelitian/present (alternatif 1)

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOP	DES	
A. CURAH HUJAN													
1. Curah hujan bulanan.....	454	430	433	430	349	249	196	215	264	401	412	426	4259
Jumlah hari hujan.....	23.2	21.2	22.2	20.3	16.7	13.0	10.3	10.7	12.9	18.2	20.2	21.3	210.2
2. Curah Hujan di Hutan.....	67	64	64	64	52	37	29	32	39	59	61	63	630
3. Curah Hujan di Sawah.....	60	57	57	57	46	33	26	28	35	53	55	56	563
4. Curah Hujan di Tegalan.....	46	43	44	43	35	25	20	22	27	40	41	43	429
5. Curah Hujan di Perkebunan..	73	70	70	70	56	40	32	35	43	65	67	69	629
6. Curah Hujan di Pemukiman...	28	26	26	26	21	15	12	13	16	25	25	26	260
7. Curah Hujan di Sungai	5	4	4	4	4	3	2	2	3	4	4	4	44
8. Curah Hujan di Tanah.....	175	166	167	166	135	96	76	83	102	155	159	164	1644
B. LAJU PENUMPUKAN BIOMASSA													
1. Laju Biomassa Hutan.....	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	4.8
2. Laju Biomassa Sawah.....	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	4.1
3. Laju Biomassa Tegalan.....	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.8
4. Laju Biomassa Perkebunan...	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	4.5
5. Laju Biomassa Pemukiman....	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.0
6. Total Laju Biomassa (TLB)...	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	18.2
C. INTERSEPSI													
1. Intersepsi Hutan.....	13.0	12.3	12.4	12.3	10.0	7.2	5.6	6.2	7.5	11.4	11.8	12.2	121.8
2. Intersepsi Sawah.....	6.6	6.2	6.3	6.1	5.0	3.6	2.8	3.1	3.8	5.7	5.9	6.1	61.2
3. Intersepsi Tegalan.....	5.1	4.8	4.9	4.8	3.9	2.8	2.2	2.4	3.0	4.5	4.6	4.8	48.0
4. Intersepsi Perkebunan.....	13.3	12.6	12.7	12.6	10.2	7.3	5.7	6.3	7.7	11.7	12.1	12.5	124.8
5. Intersepsi di Pemukiman....	4.2	4.0	4.0	4.0	3.2	2.3	1.8	2.0	2.5	3.7	3.8	4.0	39.7
6. Total Intersepsi(TI).....	42.2	39.9	40.3	39.8	32.4	23.2	18.3	20.0	24.5	37.1	38.2	39.6	395.5
D. ALIHAN DARI VEGETASI KE TANAH													
1. Alihan dari Hutan.....	54.2	51.3	51.6	51.4	41.7	29.7	23.4	25.7	31.5	47.9	49.2	50.8	508.3
2. Alihan dari Sawah.....	53.5	50.7	51.0	50.7	41.2	29.3	23.1	25.3	31.1	47.4	48.6	50.2	502.2
3. Alihan dari Tegalan.....	40.6	38.4	38.7	38.4	31.2	22.3	17.5	19.2	23.6	35.9	36.8	38.1	380.7
4. Alihan dari Perkebunan.....	60.1	56.9	57.3	56.9	46.2	33.0	25.9	28.5	35.0	53.1	54.6	56.4	563.9
5. Alihan dari Pemukiman.....	23.5	22.3	22.4	22.3	18.1	12.9	10.1	11.1	13.7	20.8	21.3	22.1	220.6
6. Total Alihan ke Tanah (TAI)	231.8	219.7	221.1	219.8	178.3	127.1	100.1	109.8	134.9	205.0	210.5	217.6	2175.7

----->

Lampiran 16. (Lanjutan)

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
E. EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL													
HARIAN (mm/hari).....	2.65	2.98	3.21	3.23	3.15	3.04	3.14	3.58	3.69	3.70	3.49	3.27	
- Faktor Pengali Penman.....	32.0	28.8	31.2	30.0	30.6	29.4	30.4	30.7	30.0	31.5	30.9	32.3	
- Evapotranspirasi Potensial bulanan Penman (ETP).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
F. AIR TERSEDIA DI SISTEM JAWAH (ATST),	323	301	289	290	218	135	81	84	127	244	263	277	2632
G. AKUMULASI AIR YANG HILANG SECARA POTENSIAL (AAMP).....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H. CADANGAN AIR TANAH (CAT).....	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
I. PERUBAHAN CADANGAN AIR TANAH (dCAT).....		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
J. EVAPOTRANSPIRASI AKTUAL (ETA).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
K. SURPLUS (SI=ATST-dCAT).....	323	301	289	290	218	135	81	84	127	244	263	277	2632
L. RUN OFF	286	294	291	291	254	194	138	111	119	182	222	250	2632
M. DEBIT (Q).....	290	297	295	294	257	196	139	112	121	185	225	253	2664
Dalam meter kubik/detik.....	26.40	29.93	26.82	27.65	23.36	18.44	12.64	10.19	11.35	16.81	21.20	23.04	
N. DEBIT HASIL PENGUKURAN DI STASIUN EMPANG													
1. Di sst...Mtr kubik/det....	26.04	25.08	26.64	25.85	25.50	17.41	13.77	14.36	16.40	16.77	18.22	21.09	
Jumlah hari sebulan.....	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
2. Dalam satuan.....	286	249	253	275	280	185	151	158	174	184	194	232	2651

Lampiran 17. Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane
Hulu hasil eksperimentasi perubahan tataguna
lahan sesuai alternatif 2

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
A. CURAH HUJAN													
1. Curah hujan bulanan.....	454	430	433	430	349	249	196	215	264	401	412	426	4259
Jumlah hari hujan.....	23.2	21.2	22.2	20.3	16.7	13.0	10.3	10.7	12.9	18.2	20.2	21.3	210.2
2. Curah Hujan di Hutan.....	102	97	98	97	79	56	44	48	60	90	93	96	960
3. Curah Hujan di Sawah.....	60	57	57	57	46	33	26	28	35	53	55	56	563
4. Curah Hujan di Tegalan.....	36	34	34	34	27	20	15	17	21	32	32	34	335
5. Curah Hujan di Perkebunan..	63	60	61	60	49	35	27	30	37	56	58	60	595
6. Curah Hujan di Pemukiman...	28	26	26	26	21	15	12	13	16	25	25	26	260
7. Curah Hujan di Sungai	5	4	4	4	4	3	2	2	3	4	4	4	44
8. Curah Hujan di Tanah.....	160	152	153	152	123	88	69	76	93	141	145	150	1501
B. LAJU PENUMPUKAN BIOMASSA													
1. Laju Biomassa Hutan.....	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	7.3
2. Laju Biomassa Sawah.....	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	4.1
3. Laju Biomassa Tegalan.....	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.2
4. Laju Biomassa Perkebunan...	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	3.9
5. Laju Biomassa Pemukiman....	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.0
6. Total Laju Biomassa (TLB)...	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	19.5
C. INTERSEPSI													
1. Intersepsi Hutan.....	19.4	18.3	18.5	18.3	14.8	10.6	8.4	9.2	11.2	17.0	17.5	18.1	181.3
2. Intersepsi Sawah.....	6.6	6.2	6.3	6.1	5.0	3.6	2.8	3.1	3.8	5.7	5.9	6.1	61.2
3. Intersepsi Tegalan.....	4.0	3.8	3.8	3.8	3.1	2.2	1.7	1.9	2.3	3.5	3.6	3.8	37.7
4. Intersepsi Perkebunan.....	11.5	10.9	11.0	10.9	8.8	6.3	5.0	5.5	6.7	10.2	10.4	10.8	108.0
5. Intersepsi di Pemukiman....	4.2	4.0	4.0	4.0	3.2	2.3	1.8	2.0	2.5	3.7	3.8	4.0	39.7
6. Total Intersepsi(TI).....	45.7	43.2	43.6	43.1	35.0	25.1	19.8	21.6	26.5	40.1	41.4	42.8	427.9
D. ALIHAN DARI VEGETASI KE TANAH													
1. Alihan dari Hutan.....	83.0	78.7	79.2	78.7	63.9	45.5	35.8	39.3	48.3	73.4	75.4	77.9	779.1
2. Alihan dari Sawah.....	53.5	50.7	51.0	50.7	41.2	29.3	23.1	25.3	31.1	47.4	48.6	50.2	502.2
3. Alihan dari Tegalan.....	31.7	30.1	30.3	30.1	24.4	17.4	13.7	15.0	18.5	28.0	28.8	29.8	297.7
4. Alihan dari Perkebunan.....	51.9	49.2	49.5	49.2	39.9	28.5	22.4	24.6	30.2	45.9	47.1	48.7	487.2
5. Alihan dari Pemukiman.....	23.5	22.3	22.4	22.3	18.1	12.9	10.1	11.1	13.7	20.8	21.3	22.1	220.6
6. Total Alihan ke Tanah (TAT)	243.7	230.9	232.4	231.0	187.4	133.6	105.2	115.4	141.8	215.5	221.2	228.7	2286.7

----->

Lampiran 17. (Lanjutan)

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
E. EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL													
HARIAN ($m^2/hari$).....	2.65	2.98	3.21	3.23	3.15	3.04	3.14	3.58	3.69	3.70	3.49	3.27	
- Faktor Pengali Penman.....	32.0	28.8	31.2	30.0	30.6	29.4	30.4	30.7	30.0	31.5	30.9	32.3	
- Evapotranspirasi Potensial bulanan Penman (ETP).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
F. AIR TERSEDIA DI SISTEM TANAH (ATST).....	317	295	282	283	212	130	77	79	121	237	256	271	2560
G. AKUMULASI AIR YANG HILANG SECARA POTENSIAL (AAHP).....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H. CADANGAN AIR TANAH (CAT).....	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
I. PERUBAHAN CADANGAN AIR TANAH (dCAT).....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J. EVAPOTRANSPIRASI AKTUAL (ETA).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
K. SURPLUS (Si=ATST-dCAT).....	317	295	282	283	212	130	77	79	121	237	256	271	2560
L. RUN OFF	281	288	285	284	248	189	133	106	114	176	216	243	2561
M. DEBIT (Q).....	285	291	288	288	251	191	134	107	115	178	219	247	2593
Dalam meter kubik/detik.....	25.89	29.34	26.25	27.05	22.80	17.92	12.17	9.72	10.83	16.24	20.59	22.44	

Lampiran 18. Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane Hulu hasil eksperimentasi perubahan tataguna lahan sesuai alternatif 3

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
A. CURAH HUJAN													
1. Curah hujan bulanan.....	454	430	433	430	349	249	196	215	264	401	412	426	4259
Jumlah hari hujan.....	23.2	21.2	22.2	20.3	16.7	13.0	10.3	10.7	12.9	18.2	20.2	21.3	210.2
2. Curah Hujan di Hutan.....	123	116	117	116	94	67	53	58	71	108	111	115	1150
3. Curah Hujan di Sawah.....	60	57	57	57	46	33	26	28	35	53	55	56	563
4. Curah Hujan di Tegalan.....	46	43	44	43	35	25	20	22	27	40	41	43	429
5. Curah Hujan di Perkebunan..	30	29	29	29	23	17	13	14	18	27	28	28	284
6. Curah Hujan di Pemukiman...	28	26	26	26	21	15	12	13	16	25	25	26	260
7. Curah Hujan di Sungai	5	4	4	4	4	3	2	2	3	4	4	4	44
8. Curah Hujan di Tanah.....	163	154	155	154	125	89	70	77	95	144	148	153	1528
B. LAJU PENUMPUKAN BIOMASSA													
1. Laju Biomassa Hutan.....	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	8.8
2. Laju Biomassa Sawah.....	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	4.1
3. Laju Biomassa Tegalan.....	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.8
4. Laju Biomassa Perkebunan...	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.8
5. Laju Biomassa Pemukiman....	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.0
6. Total Laju Biomassa (TLB)...	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	19.6
C. INTERSEPSI													
1. Intersepsi Hutan.....	23.0	21.7	21.9	21.7	17.6	12.6	9.9	10.9	13.3	20.2	20.8	21.6	215.4
2. Intersepsi Sawah.....	6.6	6.2	6.3	6.1	5.0	3.6	2.8	3.1	3.8	5.7	5.9	6.1	61.2
3. Intersepsi Tegalan.....	5.1	4.8	4.9	4.8	3.9	2.8	2.2	2.4	3.0	4.5	4.6	4.8	48.0
4. Intersepsi Perkebunan.....	5.5	5.3	5.3	5.2	4.3	3.0	2.4	2.6	3.2	4.9	5.0	5.2	52.0
5. Intersepsi di Pemukiman....	4.2	4.0	4.0	4.0	3.2	2.3	1.8	2.0	2.5	3.7	3.6	4.0	39.7
6. Total Intersepsi (TI).....	44.5	42.0	42.4	41.9	34.1	24.4	19.2	21.0	25.8	39.0	40.3	41.7	416.3
D. ALIHAN DARI VEGETASI KE TANAH													
1. Alihan dari Hutan.....	99.6	94.4	95.0	94.4	76.6	54.6	43.0	47.2	57.9	88.1	90.4	93.5	934.6
2. Alihan dari Sawah.....	53.5	50.7	51.0	50.7	41.2	29.3	23.1	25.3	31.1	47.4	48.6	50.2	502.2
3. Alihan dari Tegalan.....	40.6	38.4	38.7	38.4	31.2	22.3	17.5	19.2	23.6	35.9	36.8	38.1	380.7
4. Alihan dari Perkebunan.....	24.8	23.5	23.6	23.5	19.0	13.6	10.7	11.7	14.4	21.9	22.5	23.2	232.3
5. Alihan dari Pemukiman.....	23.5	22.3	22.4	22.3	18.1	12.9	10.1	11.1	13.7	20.8	21.3	22.1	220.6
6. Total Alihan ke Tanah (TAT)	241.9	229.2	230.7	229.3	186.1	132.7	104.4	114.6	140.7	213.9	219.6	227.1	2270.4

----->

Lampiran 18. (Lanjutan)

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
E. EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL													
HARIAN (mm/hari).....	2.65	2.98	3.21	3.23	3.15	3.04	3.14	3.58	3.69	3.70	3.49	3.27	
- Faktor Pengali Penman.....	32.0	28.8	31.2	30.0	30.6	29.4	30.4	30.7	30.0	31.5	30.9	32.3	
- Evapotranspirasi Potensial bulanan Penman (ETP).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
F. AIR TERSEDIA DI SISTEM TANAH (ATST).....	319	296	284	285	213	131	78	80	123	239	258	273	2579
G. AKUMULASI AIR YANG HILANG SECARA POTENSIAL (AAHP).....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H. CADANGAN AIR TANAH (CAT).....	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
I. PERUBAHAN CADANGAN AIR TANAH (dCAT).....		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
J. EVAPOTRANSPIRASI AKTUAL (ETA).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
K. SURPLUS (SI=ATST-dCAT).....	319	296	284	285	213	131	78	80	123	239	258	273	2579
L. RUN OFF	282	289	287	286	250	190	134	107	115	177	217	245	2580
M. DEBIT (Q).....	286	293	290	289	252	192	135	108	117	180	221	248	2612
Dalam meter kubik/detik.....	26.04	29.51	26.41	27.21	22.96	18.06	12.29	9.84	10.96	16.39	20.75	22.60	

Lampiran 19. Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane Hulu hasil eksperimentasi perubahan tataguna lahan sesuai alternatif 4

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
A. CURAH HUJAN													
1. Curah hujan bulanan.....	454	430	433	430	349	249	196	215	264	401	412	426	4259
Jumlah hari hujan.....	23.2	21.2	22.2	20.3	16.7	13.0	10.3	10.7	12.9	18.2	20.2	21.3	210.2
2. Curah Hujan di Hutan.....	67	64	64	64	52	37	29	32	39	59	61	63	630
3. Curah Hujan di Sawah.....	77	73	74	73	59	42	33	37	45	68	70	72	724
4. Curah Hujan di Tegalan.....	34	32	33	32	26	19	15	16	20	30	31	32	321
5. Curah Hujan di Perkebunan..	73	70	70	70	56	40	32	35	43	65	67	69	689
6. Curah Hujan di Pemukiman...	28	26	26	26	21	15	12	13	16	25	25	26	260
7. Curah Hujan di Sungai	5	4	4	4	4	3	2	2	3	4	4	4	44
8. Curah Hujan di Tanah.....	170	161	162	161	130	93	73	80	99	150	154	159	1590
B. LAJU PENUMPUKAN BIOMASSA													
1. Laju Biomassa Hutan.....	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	4.8
2. Laju Biomassa Sawah.....	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	5.3
3. Laju Biomassa Tegalan.....	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.1
4. Laju Biomassa Perkebunan...	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	4.5
5. Laju Biomassa Pemukiman....	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.0
6. Total Laju Biomassa (TLB)...	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	18.7
C. INTERSEPSI													
1. Intersepsi Hutan.....	13.0	12.3	12.4	12.3	10.0	7.2	5.6	6.2	7.5	11.4	11.8	12.2	121.8
2. Intersepsi Sawah.....	8.1	7.6	7.7	7.6	6.2	4.5	3.5	3.8	4.7	7.0	7.3	7.6	75.7
3. Intersepsi Tegalan.....	3.9	3.7	3.7	3.7	3.0	2.1	1.7	1.8	2.2	3.4	3.5	3.6	36.2
4. Intersepsi Perkebunan.....	13.3	12.6	12.7	12.6	10.2	7.3	5.7	6.3	7.7	11.7	12.1	12.5	124.8
5. Intersepsi di Pemukiman....	4.2	4.0	4.0	4.0	3.2	2.3	1.8	2.0	2.5	3.7	3.8	4.0	39.7
6. Total Intersepsi (II).....	42.5	40.2	40.6	40.1	32.6	23.4	18.4	20.1	24.7	37.3	38.5	39.9	398.2
D. ALIHAN DARI VEGETASI KE TANAH													
1. Alihan dari Hutan.....	54.2	51.3	51.6	51.4	41.7	29.7	23.4	25.7	31.5	47.9	49.2	50.8	508.3
2. Alihan dari Sawah.....	69.1	65.5	65.9	65.5	53.2	37.9	29.8	32.7	40.2	61.1	62.7	64.9	648.5
3. Alihan dari Tegalan.....	30.4	28.8	29.0	28.8	23.4	16.7	13.1	14.4	17.7	26.9	27.6	28.5	285.3
4. Alihan dari Perkebunan.....	60.1	56.9	57.3	56.9	46.2	33.0	25.9	28.5	35.0	53.1	54.6	56.4	563.9
5. Alihan dari Pemukiman.....	23.5	22.3	22.4	22.3	18.1	12.9	10.1	11.1	13.7	20.8	21.3	22.1	220.6
6. Total Alihan ke Tanah (TAT)	237.3	224.8	226.3	224.9	182.5	130.1	102.4	112.4	138.0	209.8	215.4	222.7	2226.6

----->

Lampiran 19. (Lanjutan)

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
E. EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL													
HARIAN (mm/hari).....	2.65	2.98	3.21	3.23	3.15	3.04	3.14	3.58	3.69	3.70	3.49	3.27	
- Faktor Pengali Penman.....	32.0	28.8	31.2	30.0	30.6	29.4	30.4	30.7	30.0	31.5	30.9	32.3	
- Evapotranspirasi Potensial bulanan Penman (ETP).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
F. AIR TERSEDIA DI SISTEM TANAH (ATST).....	322	299	288	288	216	134	80	83	126	243	261	276	2615
G. AKUMULASI AIR YANG HILANG SECARA POTENSIAL (AAHP).....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H. CADANGAN AIR TANAH (CAT).....	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
I. PERUBAHAN CADANGAN AIR TANAH (dCAT).....		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
J. EVAPOTRANSPIRASI AKTUAL (ETA).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
K. SURPLUS (Si=ATST-dCAT).....	322	299	288	288	216	134	80	83	126	243	261	276	2615
L. RUN OFF	289	292	290	289	253	193	137	110	118	180	221	248	2615
M. DEBIT (Q).....	289	296	293	293	253	195	138	111	119	183	224	252	2646
Dalam meter kubik/detik.....	26.29	29.80	26.70	27.51	23.23	18.31	12.52	10.06	11.21	16.66	21.04	22.89	

Lampiran 20. Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane Hulu hasil eksperimentasi perubahan tataguna lahan sesuai alternatif 5

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
A. CURAH HUJAN													
1. Curah hujan bulanan.....	454	430	433	430	349	249	196	215	264	401	412	426	4259
Jumlah hari hujan.....	23.2	21.2	22.2	20.3	16.7	13.0	10.3	10.7	12.9	18.2	20.2	21.3	210.2
2. Curah Hujan di Hutan.....	67	64	64	64	52	37	29	32	39	59	61	63	630
3. Curah Hujan di Sawah.....	45	43	43	43	35	25	19	21	26	40	41	42	422
4. Curah Hujan di Tegalan.....	56	53	53	53	43	31	24	26	32	49	51	52	523
5. Curah Hujan di Perkebunan..	73	70	70	70	56	40	32	35	43	65	67	69	689
6. Curah Hujan di Pemukiman...	28	26	26	26	21	15	12	13	16	25	25	26	260
7. Curah Hujan di Sungai	5	4	4	4	4	3	2	2	3	4	4	4	44
8. Curah Hujan di Tanah.....	180	171	172	171	139	99	78	85	105	159	164	169	1691
B. LAJU PENUMPUKAN BIOMASSA													
1. Laju Biomassa Hutan.....	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	4.8
2. Laju Biomassa Sawah.....	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	3.1
3. Laju Biomassa Tegalan.....	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	3.4
4. Laju Biomassa Perkebunan...	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	4.5
5. Laju Biomassa Pemukiman....	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.0
6. Total Laju Biomassa (TLB)...	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	17.8
C. INTERSEPSI													
1. Intersepsi Hutan.....	13.0	12.3	12.4	12.3	10.0	7.2	5.6	6.2	7.5	11.4	11.8	12.2	121.8
2. Intersepsi Sawah.....	5.2	4.9	5.0	4.9	4.0	2.9	2.3	2.5	3.0	4.5	4.7	4.9	48.5
3. Intersepsi Tegalan.....	6.2	5.9	5.9	5.9	4.8	3.4	2.7	2.9	3.6	5.5	5.6	5.8	58.3
4. Intersepsi Perkebunan.....	13.3	12.6	12.7	12.6	10.2	7.3	5.7	6.3	7.7	11.7	12.1	12.5	124.8
5. Intersepsi di Pemukiman....	4.2	4.0	4.0	4.0	3.2	2.3	1.8	2.0	2.5	3.7	3.8	4.0	39.7
6. Total Intersepsi(TI).....	42.0	39.7	40.1	39.6	32.2	23.1	18.2	19.9	24.4	36.9	38.0	39.4	393.2
D. ALIHAN DARI VEGETASI KE TANAH													
1. Alihan dari Hutan.....	54.2	51.3	51.6	51.4	41.7	29.7	23.4	25.7	31.5	47.9	49.2	50.8	508.3
2. Alihan dari Sawah.....	39.8	37.8	38.0	37.8	30.7	21.8	17.2	19.9	23.2	35.3	36.2	37.4	374.0
3. Alihan dari Tegalan.....	49.5	46.9	47.2	46.9	38.0	27.1	21.4	23.4	28.8	43.7	44.9	46.4	464.3
4. Alihan dari Perkebunan.....	60.1	56.9	57.3	56.9	46.2	33.0	25.9	28.5	35.0	53.1	54.6	56.4	563.9
5. Alihan dari Pemukiman.....	23.5	22.3	22.4	22.3	18.1	12.9	10.1	11.1	13.7	20.8	21.3	22.1	220.6
6. Total Alihan ke Tanah (TAT)	227.1	215.2	216.6	215.3	174.7	124.5	98.0	107.6	132.1	200.8	206.2	213.1	2131.1

----->

Lampiran 20. (Lanjutan)

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
E. EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL													
HARIAN (mm/hari).....	2.65	2.98	3.21	3.23	3.15	3.04	3.14	3.58	3.69	3.70	3.49	3.27	
- Faktor Pengali Pemas.....	32.0	28.8	31.2	30.0	30.6	29.4	30.4	30.7	30.0	31.5	30.9	32.3	
- Evapotranspirasi Potensial bulanan Pemas (ETP).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
F. AIR TERSEDIA DI SISTEM TANAH (ATST).....	324	302	290	291	219	136	82	85	129	246	264	279	2648
G. AKUMULASI AIR YANG HILANG SECARA POTENSIAL (AHP).....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H. CADANGAN AIR TANAH (CAT).....	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
I. PERUBAHAN CADANGAN AIR TANAH (dCAT).....		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
J. EVAPOTRANSPIRASI AKTUAL (ETA).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
K. SURPLUS (SI=ATST-dCAT).....	324	302	290	291	219	136	82	85	129	246	264	279	2648
L. RUN OFF.....	287	295	293	292	255	196	139	112	120	183	224	251	2647
M. DEBIT (Q).....	291	298	296	295	258	197	140	113	122	186	227	255	2679
Dalam meter kubik/detik.....	26.50	30.04	26.94	27.77	23.48	18.55	12.75	10.31	11.47	16.94	21.33	23.17	

Lampiran 21. Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane Hulu hasil eksperimentasi perubahan tataguna lahan sesuai alternatif 6

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
A. CURAH HUJAN													
1. Curah hujan bulanan.....	454	430	433	430	349	249	196	215	264	401	412	426	4259
Jumlah hari hujan.....	23.2	21.2	22.2	20.3	16.7	13.0	10.3	10.7	12.9	18.2	20.2	21.3	210.2
2. Curah Hujan di Hutan.....	34	32	32	32	26	18	15	16	20	30	30	32	315
3. Curah Hujan di Sawah.....	60	57	57	57	46	33	26	28	35	53	55	56	563
4. Curah Hujan di Tegalap.....	61	57	58	57	47	33	26	29	35	54	55	57	569
5. Curah Hujan di Perkebunan..	73	70	70	70	56	40	32	35	43	65	67	69	689
6. Curah Hujan di Pemukiman...	28	26	26	26	21	15	12	13	16	25	25	26	260
7. Curah Hujan di Sungai	5	4	4	4	4	3	2	2	3	4	4	4	44
8. Curah Hujan di Tanah.....	194	184	185	184	149	106	84	92	113	171	176	182	1819
B. LAJU PENUMPUKAN BIOMASSA													
1. Laju Biomassa Hutan.....	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.4
2. Laju Biomassa Sawah.....	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	4.1
3. Laju Biomassa Tegalan.....	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	3.7
4. Laju Biomassa Perkebunan...	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	4.5
5. Laju Biomassa Pemukiman....	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.0
6. Total Laju Biomassa (TLB)...	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	16.7
C. INTERSEPSI													
1. Intersepsi Hutan.....	7.0	6.6	6.7	6.5	5.3	3.8	3.0	3.3	4.0	6.1	6.3	6.5	65.1
2. Intersepsi Sawah.....	6.6	6.2	6.3	6.1	5.0	3.6	2.8	3.1	3.8	5.7	5.9	6.1	61.2
3. Intersepsi Tegalan.....	6.8	6.4	6.4	6.4	5.2	3.7	2.9	3.2	3.9	6.0	6.1	6.3	63.4
4. Intersepsi Perkebunan.....	13.3	12.6	12.7	12.6	10.2	7.3	5.7	6.3	7.7	11.7	12.1	12.5	124.8
5. Intersepsi di Pemukiman....	4.2	4.0	4.0	4.0	3.2	2.3	1.8	2.0	2.5	3.7	3.8	4.0	39.7
6. Total Intersepsi(TI).....	37.8	35.8	36.1	35.7	29.0	20.8	16.4	17.9	21.9	33.2	34.3	35.5	354.2
D. ALIHAN DARI VEGETASI KE TANAH													
1. Alihan dari Hutan.....	26.6	25.2	25.4	25.3	20.5	14.6	11.5	12.6	15.5	23.6	24.2	25.0	250.0
2. Alihan dari Sawah.....	53.5	50.7	51.0	50.7	41.2	29.3	23.1	25.3	31.1	47.4	48.6	50.2	502.2
3. Alihan dari Tegalan.....	53.9	51.0	51.4	51.0	41.4	29.5	23.3	25.5	31.3	47.6	48.9	50.5	505.3
4. Alihan dari Perkebunan.....	60.1	56.9	57.3	56.9	46.2	33.0	25.9	28.5	35.0	53.1	54.6	56.4	563.9
5. Alihan dari Pemukiman.....	23.5	22.3	22.4	22.3	18.1	12.9	10.1	11.1	13.7	20.8	21.3	22.1	220.6
6. Total Alihan ke Tanah (TAT)	217.6	206.2	207.5	206.3	167.4	119.3	93.9	103.1	126.6	192.4	197.5	204.2	2042.0

----->

Lampiran 21. (Lanjutan)

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
E. EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL													
HARIAN (mm/hari).....	2.65	2.98	3.21	3.23	3.16	3.04	3.14	3.58	3.69	3.70	3.49	3.27	
- Faktor Pengali Penman.....	32.0	28.8	31.2	30.0	30.6	29.4	30.4	30.7	30.0	31.5	30.9	32.3	
- Evapotranspirasi Potensial bulanan Penman (ETP).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
F. AIR TERSEDIA DI SISTEM TANAH (ATST).....	331	308	297	298	225	141	87	91	134	253	271	286	2723
G. AKUMULASI AIR YANG HILANG SECARA POTENSIAL (AAMP).....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H. CADANGAN AIR TANAH (CAT).....	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
I. PERUBAHAN CADANGAN AIR TANAH (dCAT).....		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
J. EVAPOTRANSPIRASI AKTUAL (ETA).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
K. SURPLUS (SI=ATST-dCAT).....	331	308	297	298	225	141	87	91	134	253	271	286	2723
L. RUN OFF.....	293	301	299	299	262	201	144	117	126	189	230	258	2720
M. DEBIT (Q).....	297	304	303	302	264	203	145	118	127	192	233	261	2752
Dalam meter kubik/detik.....	27.04	30.67	27.54	28.40	24.06	19.09	13.22	10.78	11.99	17.51	21.96	23.79	

Lampiran 22. Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane
Hulu hasil eksperimentasi perubahan tataguna
lahan sesuai alternatif 7

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
A. CURAH HUJAN													
1. Curah hujan bulanan.....	454	430	433	430	349	249	196	215	264	401	412	426	4259
Jumlah hari hujan.....	23.2	21.2	22.2	20.3	16.7	13.0	10.3	10.7	12.9	18.2	20.2	21.3	210.2
2. Curah Hujan di Hutan.....	67	64	64	64	52	37	29	32	39	59	61	63	630
3. Curah Hujan di Sawah.....	60	57	57	57	46	33	26	28	35	53	55	56	563
4. Curah Hujan di Tegalan.....	67	63	64	63	51	37	29	32	39	59	61	63	625
5. Curah Hujan di Perkebunan..	37	35	35	35	28	20	16	17	21	32	33	34	344
6. Curah Hujan di Pemukiman...	28	26	26	26	21	15	12	13	16	25	25	26	260
7. Curah Hujan di Sungai	5	4	4	4	4	3	2	2	3	4	4	4	44
8. Curah Hujan di Tanah.....	191	181	182	181	147	105	82	90	111	169	173	179	1792
B. LAJU PENUMPUKAN BIOMASSA													
1. Laju Biomassa Hutan.....	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	4.8
2. Laju Biomassa Sawah.....	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	4.1
3. Laju Biomassa Tegalan.....	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	4.0
4. Laju Biomassa Perkebunan...	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.2
5. Laju Biomassa Pemukiman....	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.0
6. Total Laju Biomassa (TLB)...	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	17.3
C. INTERSEPSI													
1. Intersepsi Hutan.....	13.0	12.3	12.4	12.3	10.0	7.2	5.6	6.2	7.5	11.4	11.8	12.2	121.8
2. Intersepsi Sawah.....	6.6	6.2	6.3	6.1	5.0	3.6	2.8	3.1	3.8	5.7	5.9	6.1	61.2
3. Intersepsi Tegalan.....	7.4	7.0	7.1	7.0	5.7	4.1	3.2	3.5	4.3	6.6	6.7	7.0	69.6
4. Intersepsi Perkebunan.....	6.7	6.3	6.4	6.3	5.1	3.7	2.9	3.2	3.9	5.9	6.1	6.3	62.8
5. Intersepsi di Pemukiman....	4.2	4.0	4.0	4.0	3.2	2.3	1.8	2.0	2.5	3.7	3.8	4.0	39.7
6. Total Intersepsi(TI).....	37.9	35.9	36.2	35.8	29.1	20.8	16.4	17.9	22.0	33.3	34.3	35.6	355.2
D. ALIHAN DARI VEGETASI KE TANAH													
1. Alihan dari Hutan.....	54.2	51.3	51.6	51.4	41.7	29.7	23.4	25.7	31.5	47.9	49.2	50.8	508.3
2. Alihan dari Sawah.....	53.5	50.7	51.0	50.7	41.2	29.3	23.1	25.3	31.1	47.4	48.6	50.2	502.2
3. Alihan dari Tegalan.....	59.2	56.1	56.5	56.1	45.5	32.5	25.6	28.1	34.5	52.3	53.8	55.6	555.8
4. Alihan dari Perkebunan.....	30.0	28.4	28.6	28.4	23.1	16.5	13.0	14.2	17.5	26.5	27.2	28.2	281.6
5. Alihan dari Pemukiman.....	23.5	22.3	22.4	22.3	18.1	12.9	10.1	11.1	13.7	20.8	21.3	22.1	220.6
6. Total Alihan ke Tanah (TAT)	220.4	208.8	210.2	208.9	169.6	120.9	95.1	104.4	128.2	194.9	200.1	206.9	2068.5

----->

Lampiran 22. (Lanjutan)

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
E. EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL													
HARIAN (mm/hari).....	2.65	2.98	3.21	3.23	3.15	3.04	3.14	3.58	3.69	3.70	3.49	3.27	
- Faktor Pengali Penman.....	32.0	29.8	31.2	30.0	30.6	29.4	30.4	30.7	30.0	31.5	30.9	32.3	
- Evapotranspirasi Potensial bulanan Penman (ETP).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
F. AIR TERSEDIA DI SISTEM TANAH (ATST).....	330	308	297	297	224	140	86	90	134	252	270	285	2714
G. AKUMULASI AIR YANG HILANG SECARA POTENSIAL (AAHP).....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H. CADANGAN AIR TANAH (CAT).....	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
I. PERUBAHAN CADANGAN AIR TANAH (ΔCAT).....		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
J. EVAPOTRANSPIRASI AKTUAL (ETA).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
K. SURPLUS (SI=ATST-ΔCAT).....	330	308	297	297	224	140	86	90	134	252	270	285	2714
L. RUN OFF	293	300	298	298	261	201	144	117	125	189	230	257	2712
M. DEBIT (Q).....	297	304	302	301	264	202	145	118	127	192	233	261	2744
Dalam meter kubik/detik.....	26.99	30.61	27.47	28.33	24.00	19.02	13.16	10.72	11.92	17.44	21.88	23.72	

Lampiran 23. Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane Hulu hasil eksperimentasi perubahan tataguna lahan sesuai alternatif 8

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
A. CURAH HUJAN													
1. Curah hujan bulanan.....	454	430	433	430	349	249	196	215	264	401	412	426	4259
Jumlah hari hujan.....	23.2	21.2	22.2	20.3	16.7	13.0	10.3	10.7	12.9	18.2	20.2	21.3	210.2
2. Curah Hujan di Hutan.....	67	64	64	64	52	37	29	32	39	59	61	63	630
3. Curah Hujan di Sawah.....	30	28	29	28	23	16	13	14	17	27	27	28	282
4. Curah Hujan di Tegalan.....	46	43	44	43	35	25	20	22	27	40	41	43	429
5. Curah Hujan di Perkebunan..	73	70	70	70	56	40	32	35	43	65	67	69	689
6. Curah Hujan di Pemukiman...	53	50	50	50	41	29	23	25	31	47	48	50	495
7. Curah Hujan di Sungai	5	4	4	4	4	3	2	2	3	4	4	4	44
8. Curah Hujan di Tanah.....	180	171	172	171	139	99	78	85	105	159	164	169	1691
B. LAJU PENUMPUKAN BIOMASSA													
1. Laju Biomassa Hutan.....	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	4.8
2. Laju Biomassa Sawah.....	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.1
3. Laju Biomassa Tegalan.....	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.8
4. Laju Biomassa Perkebunan...	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	4.5
5. Laju Biomassa Pemukiman....	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	3.9
6. Total Laju Biomassa (TLB)...	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	18.0
C. INTERSEPSI													
1. Intersepsi Hutan.....	13.0	12.3	12.4	12.3	10.0	7.2	5.6	6.2	7.5	11.4	11.8	12.2	121.8
2. Intersepsi Sawah.....	3.9	3.6	3.7	3.6	2.9	2.1	1.7	1.8	2.2	3.3	3.5	3.6	35.9
3. Intersepsi Tegalan.....	5.1	4.8	4.9	4.8	3.9	2.8	2.2	2.4	3.0	4.5	4.6	4.8	48.0
4. Intersepsi Perkebunan.....	13.3	12.6	12.7	12.6	10.2	7.3	5.7	6.3	7.7	11.7	12.1	12.5	124.8
5. Intersepsi di Pemukiman....	8.0	7.6	7.6	7.6	6.1	4.4	3.4	3.8	4.6	7.0	7.2	7.5	74.9
6. Total Intersepsi(TI).....	43.3	40.9	41.3	40.8	33.2	23.8	18.7	20.5	25.1	38.0	39.2	40.6	405.4
D. ALIHAN DARI VEGETASI KE TANAH													
1. Alihan dari Hutan.....	54.2	51.3	51.6	51.4	41.7	29.7	23.4	25.7	31.5	47.9	49.2	50.8	508.3
2. Alihan dari Sawah.....	26.2	24.8	25.0	24.9	20.2	14.3	11.3	12.4	15.2	23.2	23.8	24.6	245.8
3. Alihan dari Tegalan.....	40.6	38.4	38.7	38.4	31.2	22.3	17.5	19.2	23.6	35.9	36.8	38.1	380.7
4. Alihan dari Perkebunan.....	60.1	56.9	57.3	56.9	46.2	33.0	25.9	28.5	35.0	53.1	54.6	56.4	563.9
5. Alihan dari Pemukiman.....	44.8	42.4	42.7	42.4	34.4	24.6	19.3	21.2	26.0	39.6	40.6	42.0	420.1
6. Total Alihan ke Tanah (TAT)	225.8	213.9	215.3	214.0	173.7	123.8	97.4	107.0	131.4	199.7	205.0	211.9	2118.9

----->

Lampiran 23. (Lanjutan)

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
E. EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL													
HARIAN (mm/hari).....	2.65	2.98	3.21	3.23	3.15	3.04	3.14	3.58	3.69	3.70	3.49	3.27	
- Faktor Pengali Penman.....	32.0	28.8	31.2	30.0	30.6	29.4	30.4	30.7	30.0	31.5	30.9	32.3	
- Evapotranspirasi Potensial bulanan Penman (ETP).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
F. AIR TERSEDIA DI SISTEM TANAH (ATST).....	323	301	289	290	218	135	82	85	128	245	263	278	2636
G. AKUMULASI AIR YANG HILANG SECARA POTENSIAL (AAHP).....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H. CADANGAN AIR TANAH (CAT).....	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
I. PERUBAHAN CADANGAN AIR TANAH (dCAT).....		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
J. EVAPOTRANSPIRASI AKTUAL (ETA).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
K. SURPLUS (Si=ATST-dCAT).....	323	301	289	290	218	135	82	85	128	245	263	278	2636
L. RUN OFF	286	293	291	291	254	195	138	112	120	182	223	250	2635
M. DERIT (Q).....	290	297	295	294	257	196	139	113	121	185	226	253	2667
Dalam meter kubik/detik.....	26.39	29.92	26.82	27.65	23.38	18.47	12.68	10.25	11.40	16.85	21.23	23.06	

Lampiran 24. Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane
Hulu hasil eksperimentasi perubahan tataguna
lahan sesuai alternatif 9

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
A. CURAH HUJAN													
1. Curah hujan bulanan.....	454	430	433	430	349	249	196	215	264	401	412	426	4259
Jumlah hari hujan.....	23.2	21.2	22.2	20.3	16.7	13.0	10.3	10.7	12.9	18.2	20.2	21.3	210.2
2. Curah Hujan di Hutan.....	67	64	64	64	52	37	29	32	39	59	61	63	630
3. Curah Hujan di Sawah.....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4. Curah Hujan di Tegalan.....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5. Curah Hujan di Perkebunan..	73	70	70	70	56	40	32	35	43	65	67	69	689
6. Curah Hujan di Pemukiman...	135	128	129	128	104	74	58	64	78	119	122	127	1266
7. Curah Hujan di Sungai	5	4	4	4	4	3	2	2	3	4	4	4	44
8. Curah Hujan di Tanah.....	174	165	166	165	134	95	75	82	101	154	158	163	1631
B. LAJU PENUMPUKAN BIOMASSA													
1. Laju Biomassa Hutan.....	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	4.8
2. Laju Biomassa Sawah.....	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3. Laju Biomassa Tegalan.....	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4. Laju Biomassa Perkebunan...	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	4.5
5. Laju Biomassa Pemukiman....	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	9.9
6. Total Laju Biomassa (TLB)...	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	19.2
C. INTERSEPSI													
1. Intersepsi Hutan.....	13.0	12.3	12.4	12.3	10.0	7.2	5.6	6.2	7.5	11.4	11.8	12.2	121.8
2. Intersepsi Sawah.....	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3. Intersepsi Tegalan.....	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4. Intersepsi Perkebunan.....	13.3	12.6	12.7	12.6	10.2	7.3	5.7	6.3	7.7	11.7	12.1	12.5	124.8
5. Intersepsi di Pemukiman....	20.3	19.2	19.4	19.2	15.6	11.1	8.8	9.6	11.8	17.9	18.4	19.1	190.5
6. Total Intersepsi(TI).....	46.6	44.1	44.5	44.1	35.8	25.6	20.1	22.1	27.1	41.1	42.3	43.7	437.1
D. ALIHAN DARI VEGETASI KE TANAH													
1. Alihan dari Hutan.....	54.2	51.3	51.6	51.4	41.7	29.7	23.4	25.7	31.5	47.9	49.2	50.8	508.3
2. Alihan dari Sawah.....	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3. Alihan dari Tegalan.....	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4. Alihan dari Perkebunan.....	60.1	56.9	57.3	56.9	46.2	33.0	25.9	28.5	35.0	53.1	54.6	56.4	563.9
5. Alihan dari Pemukiman.....	114.6	108.6	109.3	108.6	88.1	62.9	49.5	54.3	66.6	101.2	104.0	107.5	1075.2
6. Total Alihan ke Tanah (TAT)	228.9	216.8	218.3	216.8	176.0	125.5	98.8	108.4	133.1	202.3	207.7	214.8	2147.4

----->

Lampiran 24. (Lanjutan)

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
E. EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL													
MARIAN (mm/hari).....	2.65	2.98	3.21	3.23	3.15	3.04	3.14	3.58	3.69	3.70	3.49	3.27	
- Faktor Pengali Penman.....	32.0	28.8	31.2	30.0	30.6	29.4	30.4	30.7	30.0	31.5	30.9	32.3	
- Evapotranspirasi Potensial bulanan Penman (ETP).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
F. AIR TERSEDIA DI SISTEM TANAH (ATST).....	319	296	285	285	214	132	79	82	124	240	258	273	2587
G. AKUMULASI AIR YANG HILANG SECARA POTENSIAL (AAHP).....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H. CADANGAN AIR TANAH (CAT).....	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
I. PERUBAHAN CADANGAN AIR TANAH (dCAT).....		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
J. EVAPOTRANSPIRASI AKTUAL (ETA).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
K. SURPLUS (Si=ATST-dCAT).....	319	296	285	285	214	132	79	82	124	240	258	273	2587
L. RUN OFF	282	289	287	286	250	191	135	108	116	178	218	246	2587
M. DERIT (Q).....	286	293	290	290	253	193	136	109	118	181	221	249	2619
Dalam meter kubik/detik.....	26.03	29.50	26.42	27.23	22.99	18.12	12.39	9.96	11.09	16.48	20.82	22.66	

Lampiran 25. Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane Hulu hasil eksperimentasi perubahan tataguna lahan sesuai alternatif 10

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
A. CURAH HUJAN													
1. Curah hujan bulanan.....	454	430	433	430	349	249	196	215	264	401	412	426	4259
Jumlah hari hujan.....	23.2	21.2	22.2	20.3	16.7	13.0	10.3	10.7	12.9	18.2	20.2	21.3	210.2
2. Curah Hujan di Hutan.....	162	153	154	153	124	89	70	77	94	143	147	152	1516
3. Curah Hujan di Sawah.....	60	57	57	57	46	33	26	28	35	53	55	56	563
4. Curah Hujan di Tegalan.....	46	43	44	43	35	25	20	22	27	40	41	43	429
5. Curah Hujan di Perkebunan..	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6. Curah Hujan di Pemukiman...	28	26	26	26	21	15	12	13	16	25	25	26	260
7. Curah Hujan di Sungai	5	4	4	4	4	3	2	2	3	4	4	4	44
8. Curah Hujan di Tanah.....	154	146	147	146	117	65	67	73	90	136	140	145	1447
B. LAJU PENUMPUKAN BIOMASSA													
1. Laju Biomassa Hutan.....	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	11.6
2. Laju Biomassa Sawah.....	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	4.1
3. Laju Biomassa Tegalan.....	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.8
4. Laju Biomassa Perkebunan...	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5. Laju Biomassa Pemukiman....	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.0
6. Total Laju Biomassa (TLB)...	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	20.5
C. INTERSEPSI													
1. Intersepsi Hutan.....	30.0	28.4	28.6	28.4	23.0	16.5	13.0	14.2	17.4	26.4	27.2	28.1	281.2
2. Intersepsi Sawah.....	6.6	6.2	6.3	6.1	5.0	3.6	2.8	3.1	3.8	5.7	5.9	6.1	61.2
3. Intersepsi Tegalan.....	5.1	4.8	4.9	4.8	3.9	2.8	2.2	2.4	3.0	4.5	4.6	4.8	48.0
4. Intersepsi Perkebunan.....	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5. Intersepsi di Pemukiman....	4.2	4.0	4.0	4.0	3.2	2.3	1.8	2.0	2.5	3.7	3.8	4.0	39.7
6. Total Intersepsi(TI).....	45.9	43.4	43.8	43.3	35.2	25.2	19.9	21.7	26.6	40.3	41.6	43.0	430.1
D. ALIHAN DARI VEGETASI KE TANAH													
1. Alihan dari Hutan.....	131.6	124.6	125.5	124.7	101.2	72.1	56.8	62.3	76.5	116.3	119.4	123.5	1234.4
2. Alihan dari Sawah.....	53.5	50.7	51.0	50.7	41.2	29.3	23.1	25.3	31.1	47.4	48.6	50.2	502.2
3. Alihan dari Tegalan.....	40.6	38.4	38.7	38.4	31.2	22.3	17.5	19.2	23.6	35.9	36.8	38.1	380.7
4. Alihan dari Perkebunan.....	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5. Alihan dari Pemukiman.....	23.5	22.3	22.4	22.3	18.1	12.9	10.1	11.1	13.7	20.8	21.3	22.1	220.6
6. Total Alihan ke Tanah (TAT)	249.1	236.0	237.6	236.1	191.6	136.6	107.5	118.0	144.9	220.3	226.2	233.8	2337.9

----->

Lampiran 25. (Lanjutan)

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
E. EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL													
HARIAN (mm/hari).....	2.65	2.98	3.21	3.23	3.15	3.04	3.14	3.58	3.69	3.70	3.49	3.27	
- Faktor Pengali Penman.....	32.0	28.8	31.2	30.0	30.6	29.4	30.4	30.7	30.0	31.5	30.9	32.3	
- Evapotranspirasi Potensial bulanan Penman (ETP).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
F. AIR TERSEDIA DI SISTEM TANAH (ATST).....	316	293	281	282	210	129	75	77	120	236	254	269	2542
G. AKUMULASI AIR YANG HILANG SECARA POTENSIAL (AAHP).....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H. CADANGAN AIR TANAH (CAT).....	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
I. PERUBAHAN CADANGAN AIR TANAH (dCAT).....		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
J. EVAPOTRANSPIRASI AKTUAL (ETA).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
K. SURPLUS (Si=ATST-dCAT).....	316	293	281	282	210	129	75	77	120	236	254	269	2542
L. RUN OFF	280	286	284	283	247	188	131	104	112	174	214	242	2544
M. DEBIT (Q).....	283	290	287	286	249	189	132	105	114	177	217	245	2576
Dalam meter kubik/detik.....	25.79	29.21	26.13	26.91	22.68	17.80	12.05	9.59	10.69	16.10	20.44	22.29	

Lampiran 26. Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane Hulu hasil eksperimentasi perubahan tataguna lahan sesuai alternatif 11

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
A. CURAH HUJAN													
1. Curah hujan bulanan.....	454	430	433	430	349	249	196	215	264	401	412	426	4259
Jumlah hari hujan.....	23.2	21.2	22.2	20.3	16.7	13.0	10.3	10.7	12.9	18.2	20.2	21.3	210.2
2. Curah Hujan di Hutan.....	166	157	158	157	127	91	72	79	96	146	150	156	1555
3. Curah Hujan di Sawah.....	60	57	57	57	46	33	26	28	35	53	55	56	563
4. Curah Hujan di Tegalan.....	23	22	22	22	18	13	10	11	13	20	21	21	214
5. Curah Hujan di Perkebunan..	37	35	35	35	28	20	16	17	21	32	33	34	344
6. Curah Hujan di Pemukiman...	28	26	26	26	21	15	12	13	16	25	25	26	260
7. Curah Hujan di Sungai	5	4	4	4	4	3	2	2	3	4	4	4	44
8. Curah Hujan di Tanah.....	136	129	130	129	105	75	59	64	79	120	124	128	1278
B. LAJU PENUMPUKAN BIOMASSA													
1. Laju Biomassa Hutan.....	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	11.9
2. Laju Biomassa Sawah.....	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	4.1
3. Laju Biomassa Tegalan.....	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.4
4. Laju Biomassa Perkebunan...	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.2
5. Laju Biomassa Pemukiman....	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.0
6. Total Laju Biomassa (TLB)...	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	21.7
C. INTERSEPSI													
1. Intersepsi Hutan.....	30.8	29.1	29.3	29.1	23.6	16.9	13.3	14.6	17.9	27.1	27.9	28.9	288.3
2. Intersepsi Sawah.....	6.6	6.2	6.3	6.1	5.0	3.6	2.8	3.1	3.8	5.7	5.9	6.1	61.2
3. Intersepsi Tegalan.....	2.6	2.5	2.5	2.5	2.0	1.4	1.1	1.2	1.5	2.3	2.4	2.4	24.4
4. Intersepsi Perkebunan.....	6.7	6.3	6.4	6.3	5.1	3.7	2.9	3.2	3.9	5.9	6.1	6.3	62.8
5. Intersepsi di Pemukiman....	4.2	4.0	4.0	4.0	3.2	2.3	1.8	2.0	2.5	3.7	3.8	4.0	39.7
6. Total Intersepsi(TI).....	50.9	48.1	48.5	48.0	39.0	27.9	22.0	24.1	29.5	44.7	46.1	47.7	476.5
D. ALIHAN DARI VEGETASI KE TANAH													
1. Alihan dari Hutan.....	135.0	127.9	128.8	127.9	103.8	74.0	58.3	63.9	78.5	119.3	122.5	126.7	1266.8
2. Alihan dari Sawah.....	53.5	50.7	51.0	50.7	41.2	29.3	23.1	25.3	31.1	47.4	48.6	50.2	502.2
3. Alihan dari Tegalan.....	20.2	19.2	19.3	19.2	15.6	11.1	8.7	9.6	11.8	17.9	18.4	19.0	189.9
4. Alihan dari Perkebunan.....	30.0	28.4	28.6	28.4	23.1	16.5	13.0	14.2	17.5	26.5	27.2	28.2	281.6
5. Alihan dari Pemukiman.....	23.5	22.3	22.4	22.3	18.1	12.9	10.1	11.1	13.7	20.8	21.3	22.1	220.6
6. Total Alihan ke Tanah (TAT)	262.3	248.5	250.1	248.6	201.7	143.8	113.2	124.2	152.6	231.9	238.1	246.1	2461.1

----->

Lampiran 26. (Lanjutan)

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
E. EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL													
HARIAN (mm/hari).....	2.65	2.98	3.21	3.23	3.15	3.04	3.14	3.58	3.69	3.70	3.49	3.27	
- Faktor Pengali Penman.....	32.0	28.8	31.2	30.0	30.6	29.4	30.4	30.7	30.0	31.5	30.9	32.3	
- Evapotranspirasi Potensial bulanan Penman (ETP).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
F. AIR TERSEDIA DI SISTEM TANAH (ATST).....	307	285	272	273	203	122	69	70	113	227	246	260	2448
G. AKUMULASI AIR YANG HILANG SECARA POTENSIAL (AAHP).....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H. CADANGAN AIR TANAH (CAT).....	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
I. PERUBAHAN CADANGAN AIR TANAH (dCAT).....		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
J. EVAPOTRANSPIRASI AKTUAL (ETA).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
K. SURPLUS (SI=ATST-dCAT).....	307	285	272	273	203	122	69	70	113	227	246	260	2448
L. RUN OFF	272	279	275	274	239	180	125	98	105	166	206	233	2453
M. DEBIT (Q).....	276	282	279	278	241	182	126	99	107	169	209	236	2484
Dalam meter kubik/detik.....	25.12	28.44	25.38	26.13	21.95	17.13	11.46	8.99	10.04	15.37	19.65	21.51	

Lampiran 27. Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane Hulu hasil eksperimentasi perubahan tataguna lahan sesuai alternatif 12

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
A. CURAH HUJAN													
1. Curah hujan bulanan.....	454	430	433	430	349	249	196	215	264	401	412	426	4259
Jumlah hari hujan.....	23.2	21.2	22.2	20.3	16.7	13.0	10.3	10.7	12.9	18.2	20.2	21.3	210.2
2. Curah Hujan di Hutan.....	92	87	88	87	71	50	40	44	53	81	83	86	863
3. Curah Hujan di Sawah.....	59	56	56	56	45	32	25	28	34	52	53	55	551
4. Curah Hujan di Tegalan.....	29	28	28	28	23	16	13	14	17	26	27	28	276
5. Curah Hujan di Perkebunan..	72	68	68	68	55	39	31	34	42	63	65	67	671
6. Curah Hujan di Pemukiman...	37	35	35	35	28	20	16	17	21	32	33	34	345
7. Curah Hujan di Sungai	5	4	4	4	4	3	2	2	3	4	4	4	44
8. Curah Hujan di Tanah.....	161	152	153	152	124	88	69	76	94	142	146	151	1509
B. LAJU PENUMPUKAN BIOMASSA													
1. Laju Biomassa Hutan.....	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	6.6
2. Laju Biomassa Sawah.....	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	4.1
3. Laju Biomassa Tegalan.....	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.8
4. Laju Biomassa Perkebunan...	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	4.3
5. Laju Biomassa Pemukiman....	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.7
6. Total Laju Biomassa (TLB)...	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	19.5
C. INTERSEPSI													
1. Intersepsi Hutan.....	17.5	16.5	16.7	16.5	13.4	9.6	7.6	8.3	10.1	15.4	15.8	16.4	163.7
2. Intersepsi Sawah.....	6.5	6.1	6.2	6.0	4.9	3.6	2.8	3.0	3.7	5.6	5.8	6.0	60.1
3. Intersepsi Tegalan.....	3.3	3.1	3.2	3.1	2.6	1.8	1.4	1.6	1.9	2.9	3.0	3.1	31.2
4. Intersepsi Perkebunan.....	13.0	12.3	12.4	12.3	10.0	7.1	5.6	6.1	7.5	11.4	11.8	12.2	121.6
5. Intersepsi di Pemukiman....	5.6	5.3	5.3	5.3	4.3	3.1	2.4	2.6	3.2	4.9	5.1	5.2	52.3
6. Total Intersepsi(TI).....	45.8	43.3	43.7	43.2	35.1	25.2	19.8	21.7	26.6	40.2	41.5	42.9	429.0
D. ALIHAN DARI VEGETASI KE TANAH													
1. Alihan dari Hutan.....	74.5	70.6	71.0	70.6	57.3	40.8	32.1	35.3	43.3	65.9	67.6	69.9	699.1
2. Alihan dari Sawah.....	52.3	49.6	49.9	49.6	40.3	28.7	22.6	24.8	30.5	46.3	47.5	49.1	491.3
3. Alihan dari Tegalan.....	26.1	24.7	24.9	24.7	20.0	14.3	11.3	12.3	15.2	23.0	23.7	24.5	244.6
4. Alihan dari Perkebunan.....	58.6	55.5	55.8	55.5	45.0	32.1	25.3	27.7	34.1	51.7	53.1	54.9	549.4
5. Alihan dari Pemukiman.....	31.2	29.5	29.7	29.5	24.0	17.1	13.5	14.8	18.1	27.5	28.3	29.2	292.4
6. Total Alihan ke Tanah (TAT)	242.6	229.9	231.4	230.0	186.6	133.0	104.7	114.9	141.1	214.5	220.3	227.7	2276.8

----->

ampiran 27. (Lanjutan)

OMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL													
HARIAN (mm/hari).....	2.65	2.98	3.21	3.23	3.15	3.04	3.14	3.58	3.69	3.70	3.49	3.27	
- Faktor Pengali Penman.....	32.0	28.8	31.2	30.0	30.6	29.4	30.4	30.7	30.0	31.5	30.9	32.3	
- Evapotranspirasi Potensial bulanan Penman (ETP).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
AIR TERSEDIA DI SISTEM TANAH (ATST).....	317	295	283	283	212	130	77	79	122	238	256	271	2561
AKUMULASI AIR YANG HILANG SECARA POTENSIAL (AAHP).....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CADANGAN AIR TANAH (CAT).....	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
PERUBAHAN CADANGAN AIR TANAH (dCAT).....		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EVAPOTRANSPIRASI AKTUAL (ETA).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
SURPLUS (Si=ATST-dCAT).....	317	295	283	283	212	130	77	79	122	238	256	271	2561
RUN OFF	281	288	285	284	248	189	133	106	114	176	216	243	2562
DERIT (Q).....	285	291	289	288	251	191	134	107	115	179	219	247	2594
Dalam meter kubik/detik.....	25.90	29.34	26.26	27.05	22.81	17.93	12.18	9.73	10.85	16.25	20.60	22.45	

Lampiran 28. Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane Hulu hasil eksperimentasi perubahan curah hujan dengan menaikkan curah hujan 25 persen.

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
A. CURAH HUJAN													
1. Curah hujan bulanan.....	567	538	541	538	437	312	245	268	329	501	515	532	5323
Jumlah hari hujan.....	23.2	21.2	22.2	20.3	16.7	13.0	10.3	10.7	12.9	18.2	20.2	21.3	210.2
2. Curah Hujan di Hutan.....	84	80	80	80	65	46	36	40	49	74	76	79	788
3. Curah Hujan di Sawah.....	75	71	72	71	58	41	32	36	44	66	68	70	704
4. Curah Hujan di Tegalan.....	57	54	54	54	44	31	25	27	33	50	52	54	536
5. Curah Hujan di Perkebunan..	92	87	88	87	71	50	40	43	53	81	83	86	861
6. Curah Hujan di Pemukiman...	35	33	33	33	27	19	15	16	20	31	31	33	325
7. Curah Hujan di Sungai	6	6	6	6	4	3	3	3	3	5	5	5	55
8. Curah Hujan di Tanah.....	219	208	209	208	169	120	95	104	127	193	199	205	2055
B. LAJU PENUMPUKAN BIOMASSA													
1. Laju Biomassa Hutan.....	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	4.8
2. Laju Biomassa Sawah.....	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	4.1
3. Laju Biomassa Tegalan.....	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.8
4. Laju Biomassa Perkebunan...	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	4.5
5. Laju Biomassa Pemukiman....	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.0
6. Total Laju Biomassa (TLB)...	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	18.2
C. INTERSEPSI													
1. Intersepsi Hutan.....	16.0	15.2	15.3	15.1	12.3	8.8	6.9	7.6	9.3	14.1	14.5	15.0	150.2
2. Intersepsi Sawah.....	7.9	7.5	7.6	7.4	6.0	4.4	3.4	3.7	4.6	6.9	7.1	7.4	73.9
3. Intersepsi Tegalan.....	6.4	6.0	6.1	6.0	4.9	3.5	2.8	3.0	3.7	5.6	5.8	6.0	59.8
4. Intersepsi Perkebunan.....	16.6	15.7	15.8	15.7	12.8	9.1	7.2	7.9	9.6	14.7	15.1	15.6	155.8
5. Intersepsi di Pemukiman....	5.3	5.0	5.0	5.0	4.1	2.9	2.3	2.5	3.1	4.6	4.8	4.9	49.4
6. Total Intersepsi (TI).....	52.2	49.4	49.8	49.3	40.1	28.7	22.6	24.7	30.3	45.9	47.3	48.9	489.1
D. ALIHAN DARI VEGETASI KE TANAH													
1. Alihan dari Hutan.....	67.9	64.4	64.8	64.4	52.3	37.3	29.3	32.1	39.5	60.1	61.7	63.7	637.4
2. Alihan dari Sawah.....	67.1	63.7	64.0	63.7	51.7	36.9	29.0	31.8	39.0	59.4	61.0	63.0	630.3
3. Alihan dari Tegalan.....	50.7	48.1	48.4	48.1	39.1	27.9	21.9	24.0	29.5	44.8	46.1	47.6	476.1
4. Alihan dari Perkebunan.....	75.1	71.2	71.7	71.2	57.8	41.3	32.4	35.6	43.6	66.4	68.2	70.5	705.0
5. Alihan dari Pemukiman.....	29.4	27.9	28.0	27.9	22.6	16.1	12.7	13.9	17.1	26.0	26.7	27.6	275.9
6. Total Alihan ke Tanah (TAT)	290.2	275.3	277.0	275.3	223.6	159.4	125.3	137.4	168.6	256.7	263.7	272.3	2724.7

----->

Lampiran 28. (Lanjutan)

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
E. EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL													
HARIAN (mm/hari).....	2.65	2.98	3.21	3.23	3.15	3.04	3.14	3.58	3.69	3.70	3.49	3.27	
- Faktor Pengali Penman.....	32.0	28.8	31.2	30.0	30.6	29.4	30.4	30.7	30.0	31.5	30.9	32.3	
- Evapotranspirasi Potensial bulanan Penman (ETP).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
F. AIR TERSEDIA DI SISTEM TANAH (ATST).....	425	398	387	387	297	191	125	132	186	335	356	373	3592
G. AKUMULASI AIR YANG HILANG SECARA POTENSIAL (AAHP).....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H. CADANGAN AIR TANAH (CAT).....	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
I. PERUBAHAN CADANGAN AIR TANAH (dCAT).....		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
J. EVAPOTRANSPIRASI AKTUAL (ETA).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
K. SURPLUS (Si=ATST-dCAT).....	425	398	387	387	297	191	125	132	186	335	356	373	3592
L. RUN OFF	377	387	387	387	342	267	196	164	175	255	305	339	3581
M. DEBIT (Q).....	382	392	392	391	345	269	197	166	177	259	310	344	3624
Dalam meter kubik/detik.....	34.74	39.49	35.63	36.81	31.43	25.28	17.97	15.08	16.69	23.56	29.11	31.27	

Lampiran 29. Tabel keadaan neraca air Sub DAS Cisadane Hulu hasil eksperimentasi perubahan curah hujan dengan menurunkan curah hujan 25 persen

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
A. CURAH HUJAN													
1. Curah hujan bulanan.....	340	323	325	323	262	187	147	161	198	301	309	319	3194
Jumlah hari hujan.....	23.2	21.2	22.2	20.3	16.7	13.0	10.3	10.7	12.9	18.2	20.2	21.3	210.2
2. Curah Hujan di Hutan.....	50	48	48	48	39	28	22	24	29	44	46	47	473
3. Curah Hujan di Sawah.....	45	43	43	43	35	25	19	21	26	40	41	42	423
4. Curah Hujan di Tegalan.....	34	32	33	32	26	19	15	16	20	30	31	32	322
5. Curah Hujan di Perkebunan..	55	52	53	52	42	30	24	26	32	49	50	52	517
6. Curah Hujan di Pemukiman...	21	20	20	20	16	11	9	10	12	18	19	20	195
7. Curah Hujan di Sungai	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	33
8. Curah Hujan di Tanah.....	131	125	125	125	101	72	57	62	76	116	119	123	1233
B. LAJU PENUMPUKAN BIOMASSA													
1. Laju Biomassa Hutan.....	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	4.8
2. Laju Biomassa Sawah.....	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	4.1
3. Laju Biomassa Tegalan.....	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.8
4. Laju Biomassa Perkebunan...	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	4.5
5. Laju Biomassa Pemukiman....	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.0
6. Total Laju Biomassa (TLB)...	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	18.2
C. INTERSEPSI													
1. Intersepsi Hutan.....	10.0	9.4	9.5	9.4	7.6	5.5	4.3	4.7	5.8	8.7	9.0	9.4	93.5
2. Intersepsi Sawah.....	5.2	4.9	5.0	4.9	4.0	2.9	2.3	2.5	3.0	4.5	4.7	4.9	48.5
3. Intersepsi Tegalan.....	3.9	3.7	3.7	3.7	3.0	2.1	1.7	1.8	2.2	3.4	3.5	3.6	36.2
4. Intersepsi Perkebunan.....	10.0	9.5	9.5	9.5	7.7	5.5	4.3	4.7	5.8	8.8	9.1	9.4	93.8
5. Intersepsi di Pemukiman....	3.2	3.0	3.0	3.0	2.5	1.8	1.4	1.5	1.9	2.8	2.9	3.0	29.9
6. Total Intersepsi(TI).....	32.2	30.5	30.8	30.4	24.7	17.7	14.0	15.2	18.7	28.3	29.2	30.2	301.9
D. ALIHAN DARI VEGETASI KE TANAH													
1. Alihan dari Hutan.....	40.4	38.3	38.5	38.3	31.1	22.2	17.4	19.1	23.5	35.8	36.7	37.9	379.1
2. Alihan dari Sawah.....	39.8	37.8	38.0	37.8	30.7	21.9	17.2	18.9	23.2	35.3	36.2	37.4	374.0
3. Alihan dari Tegalan.....	30.4	28.8	29.0	28.8	23.4	16.7	13.1	14.4	17.7	26.9	27.6	28.5	285.3
4. Alihan dari Perkebunan.....	45.0	42.7	43.0	42.7	34.7	24.7	19.4	21.3	26.2	39.8	40.9	42.2	422.7
5. Alihan dari Pemukiman.....	17.6	16.7	16.8	16.7	13.6	9.7	7.6	8.3	10.2	15.6	16.0	16.5	165.3
6. Total Alihan ke Tanah (TAT)	173.2	164.3	165.3	164.3	133.5	95.1	74.8	82.0	100.7	153.3	157.4	162.5	1626.3

----->

Lampiran 29. (Lanjutan)

KOMPONEN NERACA AIR	BESARAN NERACA AIR (MM)												TAHUN
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
E. EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL													
HARIAN (mm/hari).....	2.65	2.98	3.21	3.23	3.15	3.04	3.14	3.58	3.69	3.70	3.49	3.27	
- Faktor Pengali Penman.....	32.0	28.8	31.2	30.0	30.6	29.4	30.4	30.7	30.0	31.5	30.9	32.3	
- Evapotranspirasi Potensial bulanan Penman (ETP).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
F. AIR TERSEDIA DI SISTEM TANAH (ATST).....	221	204	192	193	139	79	37	35	67	154	170	181	1672
G. AKUMULASI AIR YANG HILANG SECARA POTENSIAL (AAHP).....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H. CADANGAN AIR TANAH (CAT).....	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
I. PERUBAHAN CADANGAN AIR TANAH (dCAT).....		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
J. EVAPOTRANSPIRASI AKTUAL (ETA).....	85	86	100	97	96	89	95	110	111	117	108	106	1200
K. SURPLUS (SI=ATST-dCAT).....	221	204	192	193	139	79	37	35	67	154	170	181	1672
L. RUN OFF	195	200	196	194	167	123	80	58	63	108	139	160	1682
M. DEBIT (Q).....	198	202	198	197	168	124	80	58	63	110	141	162	1703
Dalam meter kubik/detik.....	18.03	20.36	18.01	18.49	15.33	11.64	7.32	5.29	5.96	10.02	13.28	14.78	

Lampiran 30. Tabel data debit hasil pengukuran dan hasil eksperimentasi pada berbagai alternatif

Debit (mm)	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	SETAHUN
Debit Pengukuran	286	249	293	275	280	185	151	158	174	184	194	232	2661
Alternatif 1 *)	290	297	295	294	257	196	139	112	121	185	225	253	2664
Alternatif 2	285	291	288	288	251	191	134	107	115	178	219	247	2593
Alternatif 3	286	293	290	289	252	192	135	108	117	180	221	248	2612
Alternatif 4	289	296	293	293	255	195	138	111	119	183	224	252	2646
Alternatif 5	291	298	296	295	258	197	140	113	122	186	227	255	2679
Alternatif 6	297	304	303	302	264	203	145	118	127	192	233	261	2752
Alternatif 7	297	304	302	301	264	202	145	118	127	192	233	261	2744
Alternatif 8	290	297	295	294	257	196	139	113	121	185	226	253	2667
Alternatif 9	286	293	290	290	253	193	136	109	118	181	221	249	2619
Alternatif 10	283	290	287	286	249	189	132	105	114	177	217	245	2576
Alternatif 11	276	282	279	278	241	182	126	99	107	169	209	236	2484
Alternatif 12	285	291	289	288	251	191	134	107	115	179	219	247	2594
Hujan Naik 25%	382	392	392	391	345	269	197	166	177	259	310	344	3624
Hujan Turun 25%	198	202	198	197	168	124	80	58	63	110	141	162	1703

*) Merupakan debit hasil simulasi untuk kondisi tataguna lahan saat penelitian (Present)

Lampiran 31. Program Komputer simulasi model neraca air dengan menggunakan compiler Turbo Pascal 5.5

Program Simulasi_Model_Neraca_Air;

(... URUT-URUTAN PELAKSANAAN PROGRAM DAPAT DILIHAT PADA BAGIAN PROGRAM UTAMA
YAITU PADA PENGKAL PROGRAM BAGIAN BAWAH...

..... JADI TIDAK DIPERLUKAN LAGI FLOW CHART !!!

Uses CRT,PRINTER;

Type

Zelfi = Array [1..12] of Real;
Epi = Array [1..12] of Integer;

Const

IKHT = 0.9;
IKSA = 0.6;
IKTE = 0.4;
IKKE = 0.7;
IKMK = 0.5;

CATM = 150;
P0 = 1.000412351;
P1 = -1.073807306;

NPPHT = 1727;
NPPSA = 1110;
NPPTE = 650;
NPPKE = 1140;
NPPMK = 985;

FPP : ZELFI = (32.0, 28.8, 31.2, 30.0, 30.6, 29.4,
30.4, 30.7, 30.0, 31.5, 30.9, 32.3);

ETPH : ZELFI = (2.65, 2.98, 3.21, 3.23, 3.15, 3.04,
3.14, 3.58, 3.69, 3.70, 3.49, 3.27);

```
I      : INTEGER;
```

CHDA,
CHHT,
CHSA,
CHTE,
CHKE,
CHMK,
CHTA,
CHSU : ZELFI;

JCHDA,
JCHHT,
JCHSA,
JCHTE,
JCHKE,
JCHMK,
JCHTA,
JCHSU : REAL:

```

HH      : ZELFI;
JHH     : REAL;

```

```
LDA, LHT, LSA, LTE,  
LKE, LMK, LTA, LSU   : REAL;  
LTVB                  : REAL;
```

ETPB	: ZELFI;
JETPB	: REAL;
TV, EMT, EMS	: ZELFI;
JTV, JEMT, JEMS	: REAL;
JETPH	: REAL;

```
LBHT,  
LBSA,  
LBTE,  
LBKE,  
LBMK,  
TLB      : ZELFI;
```

```
JLBHT,  
JLBSA,  
JLBTE,  
JLBKE,  
JLBMK,  
JTTLB      : REAL;
```



```
Q      : ZELFI;
JQ     : REAL;
```

```
PROCEDURE Nilai_Awal;
```

```
BEGIN
  JCHDA:=0; JCHHT:=0; JCHSA:=0; JCHTE:=0; JCHKE:=0; JCHMK:=0; JCHTA:=0; JCHSU:=0;
  JHH :=0;
  JETPB:=0;
  JLBHT:=0; JLBŞA:=0; JLBTE:=0; JLBKE:=0; JLBMK:=0; JTLB:=0;
  JIHT:=0; JITSA:=0; JITTE:=0; JITKE:=0; JITMK:=0; JITI:=0;
  JAHTT:=0; JASAT:=0; JATET:=0; JAKET:=0; JAMKT:=0; JTAT:=0;
  JATST:=0;
  JAAHP:=0;
  JCAT :=0;
  JdCAT:=0;
  JETA :=0;
  JS :=0;
  JR :=0;
  JQ :=0;
END;
```

```
PROCEDURE Input_Curah_Hujan_Bulanan;
```

```
BEGIN
  Textbackground(Blue); Clrscr;
  Textcolor(Yellow);
  Textbackground(Red);
  Gotoxy(13,5);
  Write('Memasukkan Data Rata-rata Curah Hujan Bulanan (mm)');
  Textbackground(Blue);
  Gotoxy(10,11);
  Writeln('JANUARI : ');
  Gotoxy(10,13);
  Writeln('FEBRUARI : ');
  Gotoxy(10,15);
  Writeln('MARET : ');
  Gotoxy(10,17);
  Writeln('APRIL : ');
  Gotoxy(10,19);
  Writeln('MEI : ');
  Gotoxy(10,21);
  Writeln('JUNI : ');
  Gotoxy(50,11);
  Writeln('JULI : ');
```

```

Gotoxy(50,13);
  Writeln('AGUSTUS  : ');
Gotoxy(50,15);
  Writeln('SEPTEMBER : ');
Gotoxy(50,17);
  Writeln('OKTOBER   : ');
Gotoxy(50,19);
  Writeln('NOPEMBER  : ');
Gotoxy(50,21);
  Write('DESEMBER  : ');

```

```

Textcolor(Red);
Gotoxy(22,11);
  Readln(CHDA[1]);
Gotoxy(22,13);
  Readln(CHDA[2]);
Gotoxy(22,15);
  Readln(CHDA[3]);
Gotoxy(22,17);
  Readln(CHDA[4]);
Gotoxy(22,19);
  Readln(CHDA[5]);
Gotoxy(22,21);
  Readln(CHDA[6]);
Gotoxy(62,11);
  Readln(CHDA[7]);
Gotoxy(62,13);
  Readln(CHDA[8]);
Gotoxy(62,15);
  Readln(CHDA[9]);
Gotoxy(62,17);
  Readln(CHDA[10]);
Gotoxy(62,19);
  Readln(CHDA[11]);
Gotoxy(62,21);
  Readln(CHDA[12]);
Repeat until readkey = #13;
Read;
END;

```

```
PROCEDURE Input_Hari_Hujan_Bulanan;
```

```

BEGIN
  Textbackground(Black); Clrscr;
  Textcolor(White);
  Textbackground(Red);
  Gotoxy(14,5);
  Write('Memasukkan Data Rata-rata Hari Hujan Bulanan (Hari)');
  Textcolor(Yellow);
  Textbackground(Black);

```

```

Gotoxy(10,9);
    Writeln('JANUARI   : ');
Gotoxy(10,11);
    Writeln('FEBRUARI  : ');
Gotoxy(10,13);
    Writeln('MARET     : ');
Gotoxy(10,15);
    Writeln('APRIL      : ');
Gotoxy(10,17);
    Writeln('MEI        : ');
Gotoxy(10,19);
    Writeln('JUNI       : ');
Gotoxy(50,9);
    Writeln('JULI       : ');
Gotoxy(50,11);
    Writeln('AGUSTUS    : ');
Gotoxy(50,13);
    Writeln('SEPTEMBER  : ');
Gotoxy(50,15);
    Writeln('OKTOBER   : ');
Gotoxy(50,17);
    Writeln('NOPEMBER  : ');
Gotoxy(50,19);
    Write('DESEMBER  : ');

```

```

Textcolor(White);
Gotoxy(22,9);
    Readln(HH[1]);
Gotoxy(22,11);
    Readln(HH[2]);
Gotoxy(22,13);
    Readln(HH[3]);
Gotoxy(22,15);
    Readln(HH[4]);
Gotoxy(22,17);
    Readln(HH[5]);
Gotoxy(22,19);
    Readln(HH[6]);
Gotoxy(62,9);
    Readln(HH[7]);
Gotoxy(62,11);
    Readln(HH[8]);
Gotoxy(62,13);
    Readln(HH[9]);
Gotoxy(62,15);
    Readln(HH[10]);
Gotoxy(62,17);
    Readln(HH[11]);
Gotoxy(62,19);
    Readln(HH[12]);
Gotoxy(63,19);
    Read;
END;

```

```
PROCEDURE Input_Alternatif_Tataguna_Lahan;
```

```
BEGIN
    Textbackground(Blue); Clrscr;
    Gotoxy(13,5);
    Textcolor(White);
    Textbackground(Black);
    Writeln('Memasukkan Data Alternatif Tataguna Lahan (Hektar)');
    Textbackground(Blue);
    Gotoxy(25,9);
    Writeln('LUAS HUTAN      : ');
    Gotoxy(25,11);
    Writeln('LUAS SAWAH      : ');
    Gotoxy(25,13);
    Writeln('LUAS TEGALAN     : ');
    Gotoxy(25,15);
    Writeln('LUAS PERKEBUNAN  : ');
    Gotoxy(25,17);
    Writeln('LUAS PEMUKIMAN   : ');
    Gotoxy(25,19);
    Write('LUAS SUNGAI     : ');

    Textcolor(Yellow);
    Gotoxy(45,9);
    Readln(LHT);
    Gotoxy(45,11);
    Readln(LSA);
    Gotoxy(45,13);
    Readln(LTE);
    Gotoxy(45,15);
    Readln(LKE);
    Gotoxy(45,17);
    Readln(LSU);
    Gotoxy(45,19);
    Read;
END;
```

```
PROCEDURE Curah_Hujan;
```

```
BEGIN
    JCHDA := JCHDA + CHDA[I];
    CHHT[I] := LHT/LDA * CHDA[I] * IKHT;
    JCHHT := JCHHT + CHHT[I];
    CHSA[I] := LSA/LDA * CHDA[I] * IKSA;
    JCHSA := JCHSA + CHSA[I];
    CHTE[I] := LTE/LDA * CHDA[I] * IKTE;
    JCHTE := JCHTE + CHTE[I];
    CHKE[I] := LKE/LDA * CHDA[I] * IKKE;
```



```

JCHKE := JCHKE + CHKE[I];
CHMK[I] := LMK/LDA * CHDA[I] * IKMK;
JCHMK := JCHMK + CHMK[I];
CHSU[I] := LSU/LDA * CHDA[I] * IKMK;
JCHSU := JCHSU + CHSU[I];
CHTA[I] := CHDA[I] - ( CHHT[I] + CHSA[I] + CHTE[I] + CHKE[I] +
                      CHMK[I] + CHSU[I] );
JCHTA := JCHTA + CHTA[I];
END;

```

PROCEDURE Laju_Penumpukan_Biomassa;

```

BEGIN
  LBHT[I] := NPPHT/1000 * 1.41198 * LHT/LDA;
  LBSA[I] := NPPSA/1000 * 1.41198 * LSA/LDA;
  LBTE[I] := NPPTTE/1000 * 1.41198 * LTE/LDA;
  LBKE[I] := NPPKE/1000 * 1.41198 * LKE/LDA;
  LBMK[I] := NPPMK/1000 * 1.41198 * LMK/LDA;
  TLB[I] := LBHT[I] + LBSA[I] + LBTE[I] + LBKE[I] + LBMK[I];
  JLBHT := JLBHT + LBHT[I];
  JLBSA := JLBSA + LBSA[I];
  JLBTE := JLBTE + LBTE[I];
  JLBKE := JLBKE + LBKE[I];
  JLBMK := JLBMK + LBMK[I];
  JTLB := JTLB + TLB[I];
END;

```

PROCEDURE Intersepsi;

```

BEGIN
  ITHT[I] := 0.04 * HH[I] + 0.18 * CHHT[I];
  ITSA[I] := 0.05 * HH[I] + 0.09 * CHSA[I];
  ITTE[I] := 0.004 * HH[I] + 0.11 * CHTE[I];
  ITKE[I] := 0.003 * HH[I] + 0.18 * CHKE[I];
  ITMK[I] := 0.003 * HH[I] + 0.18 * CHMK[I];
  TI[I] := ITHT[I] + ITSA[I] + ITTE[I] + ITKE[I] + ITMK[I];
  JITHT := JITHT + ITHT[I];
  JITSA := JITSA + ITSA[I];
  JITTE := JITTE + ITTE[I];
  JITKE := JITKE + ITKE[I];
  JITMK := JITMK + ITMK[I];
  JTI := JTI + TI[I];
END;

```



```
PROCEDURE Cadangan_Air_Tanah;
```

```
BEGIN
  k := P0 + P1 /CATM;
  CAT[I] := CATM;
  JCAT := JCAT + CAT[I];

END;
```

```
PROCEDURE Perubahan_Cadangan_Air_Tanah;
```

```
BEGIN
  IF I=1 THEN dCAT[I] :=0
  ELSE dCAT[I] := CAT[I] - CAT[I-1];
  JdCAT := JdCAT + dCAT[I];

END;
```

```
PROCEDURE Evapotranspirasi_Aktual;
```

```
BEGIN
  IF (CHDA[I]-ETPB[I] >= 0) THEN ETA[I] := ETPB[I]
  ELSE ETA[I] := CHDA[I]-dCAT[I];
  JETA := JETA + ETA[I];

END;
```

```
PROCEDURE Surplus;
```

```
BEGIN
  S[I] := ATST[I] - dCAT[I];
  JS := JS + S[I];

END;
```

```
PROCEDURE Run_Off;
```

```
BEGIN
  IF I=1 THEN R[I] := 0.886*(S[I]+R[I-1])
  ELSE R[I] := 0.5 * (S[I]+R[I-1]);
  JR := JR + R[I];

END;
```



PROCEDURE Debit;

```
BEGIN
  Q[I] := R[I] + CHSU[I] - EMS[I];
  JQ   := JQ + Q[I];
END;
```

PROCEDURE Cetak_Lembar_1;

```
BEGIN
  Textbackground(13);
  Textcolor(0+blink);
  Clrscr;
  Writeln;
  Writeln;
  Writeln;
  Writeln;
  Writeln('          PERHATIAN.....!!!');
  Writeln;
  Textcolor(White);
  Writeln('          Siapkan Printer dan kertas....!');
  Write('          Setelah itu Tekan Enter.....!!!');
  Repeat until Readkey = #13;

  Write(LST,#15,'          ');
  Write(LST,#15,'          ');
  Writeln(LST,#15,'          ');
  Writeln(LST);
  Write(LST,#15,'          ');
  Write(LST,#15,'          ');
  Writeln(LST,#15,'          BESARAN NERACA AIR (MM)          ');
  Write(LST,#15,'          ');
  Write(LST,#15,'KOMPONEN NERACA AIR          -----');
  Writeln(LST,#15,'----- TAHUN ');
  Write(LST,#15,'          ');
  Write(LST,#15,'          JAN  FEB  ');
  Writeln(LST,#15,'MAR  APR  MEI  JUN  JUL  AGT  SEP  OKT  NOP  DES  ');
  Writeln(LST,#15);
  Write(LST,#15,'          ');
  Write(LST,#15,'          ');
  Writeln(LST,#15,'          ');
  Write(LST,#15,'          ');
  Writeln(LST,#15,'A. CURAH HUJAN          ');
  Write(LST,#15,'          ');
  Write(LST,#15,'1. Curah hujan bulanan.....');
  FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,CHDA[I]:6:0); Writeln(LST,#15,JCHDA:7:0);
  Write(LST,#15,'          ');
  Write(LST,#15,'          Jumlah hari hujan.....');
```

Glick cipta milik IPB University

IPB University

Halo Cipta (Penciptaan) Universitas Indonesia
 1. Di bawah ini terdapat beberapa hal yang akan kita bahas mengenai penciptaan dan perlindungan hak cipta:
 a. Pengertian hak cipta adalah hak eksklusif yang diberikan oleh pemerintah kepada pencipta suatu karya intelektual, dengan syarat tertentu, berupa hak untuk mengatur penggunaan karya tersebut.
 b. Pengaturan hak cipta bertujuan untuk melindungi kepentingan pencipta dan masyarakat.
 c. Hak cipta merupakan hak yang bersifat non fisik, tidak dapat disentuh, namun dapat dirasakan manfaatnya.
 d. Hak cipta dapat diwariskan kepada orang lain.
 e. Hak cipta dapat dilindungi secara hukum.
 f. Hak cipta dapat dilindungi secara hukum.
 g. Hak cipta dapat dilindungi secara hukum.
 h. Hak cipta dapat dilindungi secara hukum.
 i. Hak cipta dapat dilindungi secara hukum.
 j. Hak cipta dapat dilindungi secara hukum.
 k. Hak cipta dapat dilindungi secara hukum.
 l. Hak cipta dapat dilindungi secara hukum.
 m. Hak cipta dapat dilindungi secara hukum.
 n. Hak cipta dapat dilindungi secara hukum.
 o. Hak cipta dapat dilindungi secara hukum.
 p. Hak cipta dapat dilindungi secara hukum.
 q. Hak cipta dapat dilindungi secara hukum.
 r. Hak cipta dapat dilindungi secara hukum.
 s. Hak cipta dapat dilindungi secara hukum.
 t. Hak cipta dapat dilindungi secara hukum.
 u. Hak cipta dapat dilindungi secara hukum.
 v. Hak cipta dapat dilindungi secara hukum.
 w. Hak cipta dapat dilindungi secara hukum.
 x. Hak cipta dapat dilindungi secara hukum.
 y. Hak cipta dapat dilindungi secara hukum.
 z. Hak cipta dapat dilindungi secara hukum.

```

FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,HH[I]:6:1); WRITELN(LST,#15,JHH:7:1);
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' 2. Curah hujan di Hutan.....');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,CHHT[I]:6:0); WRITELN(LST,#15,JCHHT:7:0);
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' 3. Curah hujan di Sawah.....');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,CHSA[I]:6:0); WRITELN(LST,#15,JCHSA:7:0);
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' 4. Curah hujan di Tegalan.....');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,CHTE[I]:6:0); WRITELN(LST,#15,JCHTE:7:0);
Write(LST,#15,' 5. Curah hujan di Perkebunan..');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,CHKE[I]:6:0); WRITELN(LST,#15,JCHKE:7:0);
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' 6. Curah hujan di Pemukiman...');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,CHMK[I]:6:0); WRITELN(LST,#15,JCHMK:7:0);
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' 7. Curah hujan di Sungai.....');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,CHSU[I]:6:0); WRITELN(LST,#15,JCHSU:7:0);
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' 8. Curah hujan di Tanah.....');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,CHTA[I]:6:0); WRITELN(LST,#15,JCHTA:7:0);
Writeln(LST,#15);
Write(LST,#15,' ');
Writeln(LST,#15,'B. LAJU PENUNPUKAN BIOMASSA');
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' 1. Laju Biomassa Hutan.....');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,LBHT[I]:6:1); WRITELN(LST,#15,JLBHT:7:1);
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' 2. Laju Biomassa Sawah.....');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,LBSA[I]:6:1); WRITELN(LST,#15,JLBSA:7:1);
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' 3. Laju Biomassa Tegalan.....');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,LBTE[I]:6:1); WRITELN(LST,#15,JLBTE:7:1);
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' 4. Laju Biomassa Perkebunan...');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,LBKE[I]:6:1); WRITELN(LST,#15,JLBKE:7:1);
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' 5. Laju Biomassa Pemukiman....');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,LBMK[I]:6:1); WRITELN(LST,#15,JLBMK:7:1);
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' 6. Total Laju Biomassa (TLB)..');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,TLB[I]:6:1); WRITELN(LST,#15,JTLB:7:1);
Writeln(LST,#15);
Write(LST,#15,' ');
Writeln(LST,#15,'C. INTERSEPSI ');
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' 1. Intersepsi Hutan.....');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,ITHT[I]:6:1); WRITELN(LST,#15,JITHT:7:1);
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' 2. Intersepsi Sawah.....');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,ITSA[I]:6:1); WRITELN(LST,#15,JITSA:7:1);
Write(LST,#15,' ');

```

```

Write(LST,#15,' 3. Intersepsi Tegalan.....');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,ITTE[I]:6:1); WRITELN(LST,#15,JITTE:7:1);
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' 4. Intersepsi Perkebunan.....');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,ITKE[I]:6:1); WRITELN(LST,#15,JITKE:7:1);
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' 5. Intersepsi di Pemukiman....');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,ITMK[I]:6:1); WRITELN(LST,#15,JITMK:7:1);
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' 6. Total Intersepsi(TI).....');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,TI[I]:6:1); WRITELN(LST,#15,JTI:7:1);
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,'D. ALIHAN DARI VEGETASI KE TANAH');
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' 1. Alihan dari Hutan.....');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,AHTT[I]:6:1); WRITELN(LST,#15,JAHTT:7:1);
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' 2. Alihan dari Sawah.....');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,ASAT[I]:6:1); WRITELN(LST,#15,JASAT:7:1);
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' 3. Alihan dari Tegalan.....');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,ATET[I]:6:1); WRITELN(LST,#15,JATET:7:1);
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' 4. Alihan dari Perkebunan.....');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,AKET[I]:6:1); WRITELN(LST,#15,JAKET:7:1);
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' 5. Alihan dari Pemukiman.....');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,AMKT[I]:6:1); WRITELN(LST,#15,JAMKT:7:1);
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' 6. Total Alihan ke Tanah.(TAT)');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,TAT[I]:6:1); WRITELN(LST,#15,JTAT:7:1);
END;

```

```

PROCEDURE Cetak_Lembar_2;

```

```

BEGIN
Textbackground(Blue);
Textcolor(Yellow+blink);
Clrscr;
Writeln;
Writeln;
Writeln;
Writeln;
Writeln;
Writeln('          PERHATIAN.....!!!');
Writeln;
Textcolor(White);
Writeln('          Siapkan kertas lembar kedua.....!');
Write('          Setelah siap... Tekan Enter.....!!!');

```

```
Write(LST,#15,' - Faktor Pengali Perman.....');
```

160

```
Repeat until Readkey = #13;
```

```
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' ');
WriteLn(LST,#15,' ');
WriteLn(LST);
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' ');
WriteLn(LST,#15,' BESARAN NERACA AIR (MM) ');
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' KOMPONEN NERACA AIR ----- ');
WriteLn(LST,#15,' ----- TAHUN ');
Write(LST,#15,' ');
WriteLn(LST,#15,' MAR APR MEI JUN JUL AGT SEP OKT NOP DES ');
WriteLn(LST,#15);
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' ');
WriteLn(LST,#15,' ');
WriteLn(LST,#15);
Write(LST,#15,' ');
WriteLn(LST,#15,' E. EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL ');
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' HARIAN (mm/hari)..... ');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,ETPH[I]:6:2);
WriteLn(LST,#15);
Write(LST,#15,' ');

FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,FPPI[I]:6:1);
WriteLn(LST,#15);
Write(LST,#15,' ');
WriteLn(LST,#15,' - Evapotranspirasi Potensial ');
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' bulanan Peman (ETP)..... ');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,ETPB[I]:6:0); WRITELn(LST,#15,JETPB:7:0);
WriteLn(LST,#15);
Write(LST,#15,' ');
WriteLn(LST,#15,' F. AIR TERSEDIA DI SISTEM TANAH ');
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' (ATST)..... ');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,ATST[I]:6:0); WRITELn(LST,#15,JATST:7:0);
WriteLn(LST,#15);
Write(LST,#15,' ');
WriteLn(LST,#15,' G. AKUMULASI AIR YANG HILANG ');
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' SECARA POTENSIAL (AAHP)..... ');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,AAHP[I]:6:0); WRITELn(LST,#15,JAAHP:7:0);
WriteLn(LST,#15);
Write(LST,#15,' ');
Write(LST,#15,' H. CADANGAN AIR TANAH (CAT)..... ');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,CAT[I]:6:0); WRITELn(LST,#15,JCAT:7:0);
WriteLn(LST,#15);
```

```

Write(LST,#15,'');
Writeln(LST,#15,'I. PERUBAHAN CADANGAN AIR TANAH ');
Write(LST,#15,'');
Write(LST,#15,' (dCAT).....');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,dCAT[I]:6:0); WRITELN(LST,#15,JdCAT:7:0);
Writeln(LST,#15);
Write(LST,#15,'');
Writeln(LST,#15,'J. EVAPOTRANSPIRASI AKTUAL ');
Write(LST,#15,'');
Write(LST,#15,' (ETA).....');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,ETA[I]:6:0); WRITELN(LST,#15,JETA:7:0);
Writeln(LST,#15);
Write(LST,#15,'');
Writeln(LST,#15,'K. SURPLUS ');
Write(LST,#15,'');
WRITE(LST,#15,'DO WRSTEAKST;#CATS[I]:6:0);.WRITELN(LST,#15,JS:7:0);
Writeln(LST,#15);
Write(LST,#15,'');
Write(LST,#15,'L. RUN OFF.....');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,R[I]:6:0); WRITELN(LST,#15,JR:7:0);
Writeln(LST,#15);
Write(LST,#15,'');
Write(LST,#15,'M. DEBIT (Q).....');
FOR I:=1 To 12 DO WRITE(LST,#15,Q[I]:6:0); WRITELN(LST,#15,JQ:7:0);
Writeln(LST,#15);
Write(LST,#15,'');
Write(LST,#15,'_____');
Writeln(LST,#15,'_____');
END;

```

```

(.....PROGRAM UTAMA.....)
( )
(.... Menunjukkan URUT- URUTAN PELAKSANAAN PROGRAM ..... )

```

BEGIN

Nilai_Awal;

Input_Curah_Hujan_Bulanan;

Input_Hari_Hujan_Bulanan;

Input_Alternatif_Tataguna_Lahan;

LDA:= LHT+LSA+LTE+LKE+LMK+LSU-1;

```
FOR I:=1 TO 12 DO
  Begin
    Curah_Hujan;
    Laju_Penumpukan_Biomassa;
    Intersepsi;
    Alihan_Vegetasi_ke_Tanah;
    Evapotranspirasi;
    Air_Tersedia_di_Sistem_Tanah;
    Akumulasi;
    Cadangan_Air_Tanah;
    Perubahan_Cadangan_Air_Tanah;
    Evapotranspirasi_Aktual;
    Surplus;
    Run_Off;
    Debit;
  End;

  Cetak_lembar_1;
  Repeat until Readkey = #13;

  Cetak_lembar_2;

  Repeat until readkey = #13;

END.
```

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, Sitanala. 1989. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press, Bogor.
- Baker, F. F. 1950. Principle of Silviculture, McGraw Hill Book Company, Inc., New York.
- Busono. 1989. Meningkatkan Dayaguna Komputer dengan Turbo Pascal. Penerbit PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Chow, Ven Te . 1964. Handbook of Applied Hydrology. McGraw Hill Book Company, Inc., New York.
- Frere, Michel. 1972. A method for the practical application of the Penman formula for the estimation from free water surface. FAO of UNO, hal 20.
- Gottfried, B.S. 1984. Elements of Stochastic Process Simulation. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersew.
- Gray,D.M. 1970. Handbook on the Principles of Hydrology. The Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Hardjowigeno, S. 1987. Ilmu Tanah. PT Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Hewlett, J. D. and W.L. Nutter. 1969. An Outline of Forest Hydrology. University of Georgia Press, Athens.
- Jogiyanto, H. M. 1989. Pengenalan Komputer. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Kittredge Jr, J. 1948. Forest Influences. McGraw Hill Book Company, Inc., New York.
- Lembaga Penelitian IPB. 1983. Penelitian Hidro-orologi di Proyek Bendungan Karangates. Laporan Akhir. Lembaga Penelitian IPB, Bogor.
- Lembaga RLKT. 1987. Rencana Teknik Lapangan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah Daerah Aliran Sungai Cisdane Hulu. Lembaga RLKT, Bogor.
- Manan,M.E. 1979. Klimatologi Pertanian Dasar. Bagian Klimatologi Pertanian, Departemen Ilmu-ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Mize, J. H. and J. G. Cox. 1963. *Essential of Simulation*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey
- Mock, F.J. 1973. *Land Capability Appraisal Indonesia*. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Bogor.
- More, Rosemary J. 1969. *The Basin Hydrological Cycle*. In: Richard J. Cherley. *Introduction to Physical Hydrology*. Methuen Co Ltd., Bungay Sufflok.
- Murdiyarso. 1979. *Perhitungan dan Model Neraca Air Daerah Aliran Sungai Solo hulu*. Tesis FPS IPB, Bogor.
- Nasoetion, AH. dan Barizi. 1973. *Metoda Statistika*. Departemen Statistika dan Komputansi, Fakultas Pertanian, IPB, Bogor.
- Partoharsodjo, H. 1990. *Bahasa Pascal*. Penerbit PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Pereira, H. C. 1967. *Effects of Land Use on the Water and energy budgest of tropical watersheds*. In: Sopper, W. F. and H. W. Lull. *International Symposium on Forests Hydrology*. Pergamon Press, New York.
- Soerianegara, I. 1977. *Pengelolaan Sumberdaya Alam*. Sekolah Pasca Sarjana IPB, Bogor.
- Sosrodarsono S, dan Takeda. 1978. *Hidrologi Untuk Pengairan*. PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Suharsono, H. 1982. *Beberapa Aspek Iklim Bogor*. Skripsi. Jurusan Agrometeorologi, Departemen Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Thorntnwaite, C. W. and J. R. Mather. 1957. *Instruction and Tables for Computing Potensial Evapotranspiration and Water Balance*. Drexel Institute of Technology.
- Wanggai, F. 1975. *Kemungkinan Penggunaan Analisa Sistem dalam Penelitian Hidrologi Daerah Aliran Sungai Citan- duy*. Tesis Sarjana. Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Widjayanto, H. 1988. *Studi Pengendalian Erosi DAS Cisa- dane Hulu dengan Menggunakan Hasil Interpretasi Peng- inderaan Jauh*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertani- an, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

World Meteorological Organization (WMO). 1974. Guide to Hydrological Practices. Publication WMO no, 169. Geneva.

Zinke, P. J. 1967. Summary of Forest and Soil Water Session. In: Sopper W, E. and H. W. Lull. International Symposium on Forest Hydrology. Pergamon Pres, New York.