

**PERENCANAAN PENGELOLAAN SUB DAERAH ALIRAN
SUNGAI CIGULUNG MARIBAYA, BANDUNG, DENGAN
MENGUNAKAN MODEL SIMULASI ANSWERS**

Oleh
FERY IRAWAN
F 30. 0194



1 9 9 7
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
B O G O R

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
Bogor Indonesia

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

Fery Irawan F 30.0194 Perencanaan Pengelolaan Sub Daerah Aliran Sungai Cigulung Maribaya, Bandung, Dengan Menggunakan Model Simulasi ANSWERS. Di bawah bimbingan Budi Indra Setiawan

RINGKASAN

Sub DAS Cigulung Maribaya merupakan Sub DAS yang terletak di hulu sub DAS Cikapundung di wilayah Bandung Utara. Di dalam perkembangannya Sub DAS Cigulung Maribaya terjadi banyak perubahan fungsi lahan, didalam hal ini sejauh mana dampak dari perubahan fungsi lahan tersebut terhadap kondisi hidrologi harus dievaluasi. Didalam mengevaluasi Sub DAS perlu dilakukan pendekatan model hingga dapat dibuat beberapa skenario untuk memprediksi dampak perubahan lahan tersebut. Salah satu model yang di gunakan adalah model ANSWERS (*Areal Nonpoint Source Watershed Environment Response Simulation*).

Tujuan penggunaan model pada penelitian yang dilakukan adalah untuk mengetahui besarnya nilai erosi dan sedimen sekarang bila terjadi pengalihan fungsi lahan, dan untuk membuat perencanaan dalam usaha memperbaiki kondisi Sub DAS Cigulung Maribaya bila erosi dan sedimennya melebihi batas toleransi.

Hasil Validisasi model ANSWERS memperlihatkan bahwa pengujian dengan membandingkan debit limpasan keluaran model dengan debit limpasan hasil pengukuran menunjukkan telah valid. Koefisien deterministik rata-rata dari model sebesar 0.81.



Hasil penelitian dengan menggunakan model memperlihatkan erosi yang terjadi 41.041 ton/ha/tahun sedangkan erosi yang ditoleransi 30 ton/ha/tahun. Sedimentasi maksimum sebesar 64.496 ton/ha/tahun sedangkan sedimentasi yang ditoleransi sebesar 29.92 ton/ha/tahun. Dengan demikian erosi dan sedimentasi terlihat telah **melebihi batas toleransi.**

Faktor-faktor yang berpengaruh besar terhadap kejadian di atas antara lain didominasi oleh lahan dengan kemiringan > 50% yaitu 14.25 km² (39.04% luas Sub DAS Cigulung Maribaya), penggunaan lahan sebagai kebun yang tidak memperhatikan kaedah konservasi serta dibangunnya perumahan.

Didalam mengatasi masalah diatas, maka dilakukan simulasi terhadap penggunaan lahan dari berbagai skenario. Skenario IV (menambah luas hutan sebesar 10.27 % dari luas Sub DAS Cigulung Maribaya) telah memberikan hasil erosi dibawah **batas toleransi, yakni sebesar 622 kg/ha atau secara estimasi diperoleh 29,9 ton/ha/tahun.**

Harapita Undangi Undergraduate
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**PERENCANAAN PENGELOLAAN SUB DAERAH ALIRAN
SUNGAI CIGULUNG MARIBAYA, BANDUNG, DENGAN
MENGUNAKAN MODEL SIMULASI ANSWERS**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
JURUSAN MEKANISASI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

Oleh

**FERY IRAWAN
F 30.0194**

1997

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR**



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



**INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

**PERENCANAAN PENGELOLAAN SUB DAERAH ALIRAN
SUNGAI CIGULUNG MARIBAYA, BANDUNG, DENGAN
MENGUNAKAN MODEL SIMULASI ANSWERS**

Oleh
FERY IRAWAN
F 30. 0194

SKRIPSI

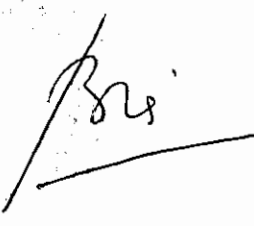

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
JURUSAN MEKANISASI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

**Dilahirkan pada tanggal 25 Oktober 1975
di Lubuk-Linggau**

Tanggal Lulus : 2 Agustus 1997

Menyetujui

Bogor, Oktober 1997

Dr. Ir. Budi Indra Setiawan, M.Agr.
Pembimbing Akademik



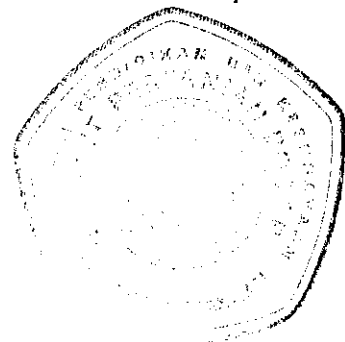
KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena berkat Rahmat dan Karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian pada Jurusan Mekanisasi Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.

Dengan tersusun Skripsi, penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Budi Indra Setiawan, M.Agr. sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan pengarahan, motivasi baik materil maupun spirituil hingga terselesaikannya laporan ini dan juga telah memberikan pengalaman bekerja.
2. Ir. Arief Ilyas, M.Si., sebagai Pembimbing Lapang pada saat Praktek Lapang di PUSLITBANG Pengairan Bandung yang telah memperkenalkan model ANSWERS.
3. Ibunda dan Ayahanda serta abang dan adikku yang selalu memberikan do'a.
4. Mashuda Kholis, yang telah membantu dalam terselesaikannya skripsi ini.
5. Anak Baitus Salam, yang telah membantu saya untuk maju.
6. Susi, yang telah memberikan motivasi untuk selalu optimis.

Semoga skripsi ini memberikan manfaat bagi yang berkepentingan sebagaimana penulis mendapatkan manfaat dari Penelitian ini. Akhir kata penulis



menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna sepenuhnya, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari para Pembaca.

Bogor, 20 Juli 1997

Penulis





DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Pengelolaan DAS dan Tata Guna Lahan	3
A.1. Pengelolaan Daerah Aliran Sungai	3
A.2. Tata Guna Lahan	3
B. Erosi dan Sedimentasi	4
B. 1. Erosi	4
B. 2. Erosi Yang Ditoleransi	5
B. 3. Sedimentasi	7
C. Model ANSWERS	9
C. 1. Konsep Filosofi Model ANSWERS	9
C. 2. Struktur Model ANSWERS	10
C. 3. Masukan dan Keluaran Model ANSWERS	10
BAB. III. BAHAN DAN METODE	
A. Tempat dan Waktu	13
B. Bahan dan Alat	13
C. Metode Penelitian	14



D. Pengumpulan Data	15
E. Penentuan Sedimen Yang Ditoleransi	17
F. Simulasi dan Pengelolaan DAS	18
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
A. Keadaan Umum Sub DAS Cigulung Maribaya	20
A.1. Keadaan Iklim	20
A.2. Kemiringan Lereng	21
A.3. Jenis Tanah	21
A.4. Penggunaan Lahan	21
B. Validisasi Model ANSWERS	23
C. Besarnya Erosi Dan Sedimen di Sub DAS Cigulung Maribaya	26
C.1. Besarnya Erosi Dan Erosi Yang Ditoleransi	26
C.2. Besarnya Sedimen Dan Sedimen Yang Ditoleransi	27
D. Simulasi Perubahan Penggunaan Lahan Dengan Model ANSWERS	34
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	36
A. Kesimpulan	36
B. Saran	37
LAMPIRAN	38
DAFTAR PUSTAKA	62

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Penetapan Nilai T Untuk Tanah Di Indonesia	6
Tabel 2. Pengaruh Luas DAS Terhadap Nisbah Pelepasan Sedimen (SDR)	18
Tabel 3. Sebaran Frekuensi Hujan Sub DAS Cigulung Maribaya Berdasarkan Klasifikasi Intensitas Hujan	20
Tabel 4. Klasifikasi Kemiringan Lereng Sub DAS Cigulung Maribaya	22
Tabel 5. Berbagai Jenis Tanah Di Sub DAS Cigulung Maribaya	22
Tabel 6. Jenis Penggunaan Lahan Di Sub DAS Cigulung Maribaya	22
Tabel 7. Nilai K_r Antara Pengamatan Lapang Dengan Keluaran Model	24
Tabel 8. Sedimentasi Rata-Rata Tiap Elemen (kg/ha) Pada Kelas Tiap Lereng	29
Tabel 9. Sedimentasi Rata-Rata Tiap Elemen (kg/ha) Pada Berbagai Jenis Tanah.....	29
Tabel 10. Sedimentasi Rata-Rata Tiap Elemen (kg/ha) Pada Berbagai Jenis Penggunaan Lahan.....	29
Tabel 11. Simulasi Prediksi Erosi Sub DAS Cigulung Maribaya dilakukan dalam Berbagai Skenario.....	35

@Hak cipta milik IPB University
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Skema Penggolongan Sedimentasi.....	8
Gambar 2. Pembagian Sub DAS Cigulung Maribaya Dalam Satuan Elemen	12
Gambar 3. Grafik Hubungan Aliran Permukaan Antara Hasil Pengamatan Lapang Dan Hasil Keluaran Model ANSWERS	24
Gambar 4. Distribusi Sedimen Pada Sub DAS Cigulung Maribaya	32
Gambar 5. Klasifikasi Kelas Lereng Pada Tiap Elemen di Sub DAS Cigulung Maribaya.....	33

Hak cipta dilindungi undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Masukan Data Pada Model ANSWERS.....	38
Lampiran 2. Berbagai Sifat Fisik Tanah.....	42
Lampiran 3. Nilai P Untuk Berbagai Tekstur Tanah.....	42
Lampiran 4. Volume Intersepsi Potensial Untuk Berbagai Jenis Tanaman.....	42
Lampiran 5. Nilai Kekasaran Permukaan (N) untuk Berbagai Jenis Tanaman.....	43
Lampiran 6. Koefisien Kekasaran Manning's untuk Sungai Alami.....	43
Lampiran 7. Besarnya Keluaran Erosi Hasil Keluaran Model ANSWERS.....	44
Lampiran 8. Besarnya Sedimen Hasil Keluaran Model ANSWERS Pada Tiap Elemen.....	48
Lampiran 9. Hasil Keluaran Model ANSWERS Pada Berbagai Skenario.....	49
Lampiran 10. Perhitungan Produksi Air Pada Model ANSWERS.....	53
Lampiran 11. Besarnya Nilai Erosi Rata-rata pada Tiap Klasifikasi Intensitas Hujan.....	57
Lampiran 12. Diagram Proses Model ANSWERS.....	60
Lampiran 13. Jenis Peta Yang Dipergunakan.....	61



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Cigulung Maribaya merupakan salah satu sub DAS hulu yang berfungsi sebagai pelindung terhadap daerah dibawahnya, dalam rangka pengendalian banjir rutin serta pengendalian erosi dan sedimentasi di waduk Saguling.

Kadaan saat ini, lahan di sub DAS Cigulung Maribaya digunakan untuk hutan 1650 ha, kebun campuran 1400 ha, perumahan 375 ha, tegalan 200 ha dan sawah 25 ha. Pertambahan jumlah penduduk di kawasan ini menuntut penambahan areal baru untuk perumahan maupun untuk lahan pertanian. Setiap perubahan penggunaan lahan akan berpengaruh terhadap tata air DAS di kawasan tersebut yakni ditunjukkan dengan produksi air dan sedimen (Seyhan, 1977).

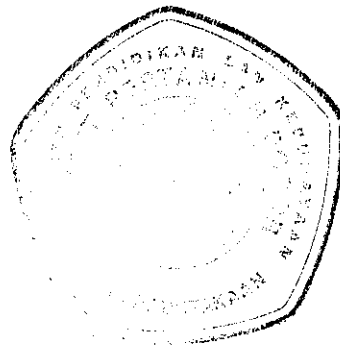
Untuk menghindari terjadi erosi, sedimen dan banjir yang melebihi batas yang ditoleransi maka didalam setiap perubahan penggunaan lahan menerapkan kaedah konservasi. Sehingga diharapkan pengelolaan suatu DAS bisa optimum yakni menguntungkan dari segi ekonomi dan segi lingkungan .

Penggunaan model simulasi banyak digunakan sebagai pendekatan sistem dari suatu DAS sehingga bisa dibuat skenario-skenario dari setiap perubahan penggunaan lahan untuk memperoleh hasil yang optimum. Salah satu model yang biasa digunakan adalah model ANSWERS (*Areal Nonpoint Source Watershed Environment Response*

Simulation) yang digunakan untuk mengevaluasi dan menyusun tata letak penggunaan lahan maupun penerapan tindakan konservasi.

B Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk : (1) mengetahui besarnya erosi dan sedimen yang diakibatkan oleh perubahan penggunaan lahan di sub DAS Cigulung Maribaya. dan (2) mengetahui tata letak penggunaan dari lahan dan tindakan konservasi dengan menggunakan model simulasi ANSWERS.





BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A Pengelolaan DAS dan Tata Guna Lahan

A. 1. Pengelolaan Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai adalah suatu wilayah penerimaan air hujan yang dibatasi oleh punggung bukit atau gunung. Semua curah hujan yang jatuh di atasnya akan mengalir ke sungai utama dan akhirnya bermuara ke laut (Syafii Manan, 1977). DAS merupakan suatu wilayah yang menggambarkan air yang jatuh di atasnya beserta sedimen dan bahan larut melalui titik yang sama sepanjang suatu alur atau sungai.

Pengelolaan DAS berarti mengelola sumber daya alam yang utama yakni tanah dan air. Pengelolaan DAS yang baik bila, penggunaan tanah dan air dilakukan dengan memperhatikan kaedah konservasi untuk mendapatkan hasil yang optimum. Pengelolaan DAS yang tidak tepat dapat berakibat terjadinya banjir pada musim hujan karena tanah tidak dapat menyerap air dengan baik dan terjadinya kekeringan pada musim kemarau karena tidak tersedianya air tanah, dan erosi dan sedimentasi dapat melebihi batas toleransi. Kerusakan di daerah hulu dapat mempengaruhi daerah di bagian hilir sungai.

A. 2. Tata Guna Lahan

Tata guna lahan mencakup kondisi vegetasi yaitu jenis dan kerapatan vegetasi. Jenis dan kerapatan vegetasi merupakan komponen utama yang berpengaruh terhadap kapasitas tanah menyerap air (Bruce dan Clark, 1980).

Kerapatan vegetasi memiliki faktor yang lebih penting dari pada jenis vegetasi.

Hal ini bisa di tunjukkan dengan menurunnya laju dan kapasitas infiltrasi bila di suatu daerah banyak dibangun perumahan. Setiap perubahan penggunaan tata guna lahan akan berpengaruh pada produksi air, sedimen dan erosi.

B. Erosi dan Sedimentasi

B.1. Erosi

Siklus hidrologi merupakan suatu rangkaian dari peristiwa alam yang memiliki hubungan dengan erosi dan sedimentasi. Siklus hidrologi adalah suatu proses yang terus-menerus dimana air berpindah dari laut dan daratan ke atmosfer dan setelah mengalami beberapa proses kembali lagi ke daratan dan lautan. Bagian dari proses ini, hujan, vegetasi kondisi tanah memegang peranan penting dalam proses erosi dan sedimentasi.

Erosi merupakan peristiwa pindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lainnya oleh media alami (Hudson, 1973) Menurut Frevert, *et al.*, 1950, erosi tanah diartikan sebagai proses hilangnya lapisan tanah yang jauh lebih cepat dari kehilangan tanah pada proses erosi geologi (*geological erosion*).

Menurut Bayer, *et al.*, 1972, terjadinya erosi tanah tergantung dari beberapa faktor yaitu sifat hujan, kemiringan lereng, tanaman penutup tanah dan kemampuan dalam menahan dispersi dan untuk mengisap kemudian merembeskannya kelapisan yang lebih dalam.

Bahaya erosi ini banyak terjadi di daerah lahan kering terutama di daerah yang memiliki kemiringan lereng sekitar 15 persen atau lebih. Keadaan ini sebagai akibat dari pengolahan tanah dan air yang berpindah-pindah (Mulyadi, 1976).

Berdasarkan pendapat diatas, dampak dari erosi tanah secara umum dapat dibagi dua, yaitu :

1. Menurunkan produktifitas lahan karena lapisan atas tanah yang subur tergerus oleh erosi.
2. Erosi yang dipercepat akan terbawa oleh aliran permukaan, masuk ke jaringan sungai berupa sediman dan mengakibatkan rusaknya saluran irigasi dan mendangkalnya waduk.

Pada umumnya jenis erosi yang disebabkan oleh air adalah erosi permukaan (*surface erosion*). Proses erosi ini merupakan proses awal terjadinya kerusakan lahan dan merupakan penyebab terbesar terjadinya erosi di DAS yaitu mencapai 70% atau lebih (Lal, 1981). Bentuk dari erosi permukaan adalah erosi percik (*splash erosion*), erosi lembar (*sheet erosion*) dan erosi alur (*rill erosion*). Erosi alur kemudian dapat berkembang menjadi erosi parit (*gully erosion*). Erosi parit dapat membuat lahan menjadi lahan kritis. Kondisi lahan kritis jika tidak ditangani dapat menyebabkan kerusakan lingkungan dan menurunkan produktifitas pertanian.

B.2. Erosi Yang Ditoleransi

Untuk erosi yang ditoleransi digunakan nilai T. Nilai T tanah adalah merupakan laju erosi yang masih dapat dibiarkan dari sebidang tanah agar masih dapat

berproduksi secara ekonomis dan lestari (Thompson, 1957 ; Wischmeier and Smith, 1978). Laju ini dinyatakan dalam mm/tahun atau ton/ha/tahun.

Besarnya nilai T dipengaruhi beberapa faktor, antara lain faktor iklim, kedalaman tanah terhadap substratum, bentuk substratum (apakah merupakan bahan hancur atau batuan), permeabilitas tanah lapisan bawah dan sifat tanaman yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Keseluruhan faktor tersebut diatas, kecuali faktor terakhir mempengaruhi kecepatan pembentukan tanah.

Thompson (1957) menyarankan kedalaman tanah, permeabilitas lapisan bawah, dan kondisi substratum sebagai penetapan nilai T. Berdasarkan kriteria untuk tanah di Indonesia besarnya nilai T tertera pada Tabel 1. Pada penelitian ini nilai T yang digunakan adalah 2.5 mm/tahun, (Hardjowigno, 1987)

Tabel 1. Penetapan Nilai T Untuk Tanah di Indonesia

No.	Sifat Tanah dan Substratum	Nilai T (mm/tahun)
1	Tanah dangkal diatas batuan	0.0
2	Tanah sangat dangkal diatas batuan telah melapuk	0.4
3	Tanah dangkal diatas tanah bahan yang telah melapuk	0.8
4	Tanah yang kedalamannya sedang diatas bahan yang telah melapuk	1.2
5	Tanah yang dalam dengan lapisan bawah yang kedap air, diatas substrata yang telah melapuk	1.4
6	Tanah yang dalam dengan lapisan bawah yang permeabilitas sedang diatas tanah yang sedang melapuk	1.6
7	Tanah yang dalam dengan lapisan bawah yang permeabel diatas substrata yang telah melapuk	2.5

Sumber Soil and Soil Fertility, Thompson 1957

Besarnya nilai erosi yang ditoleransi (T) dihitung dengan rumus :

dimana $T = \text{mm} \times \text{Berat volume} \times 10$

$mm = \text{besarnya nilai } T$

Berat volume tanah berkisar antara 0.6 - 1.2 gr/cc.

Maka dengan mengetahui laju erosi yang terjadi dan erosi yang masih dapat dibiarkan atau ditoleransi (*permissible atau tolerable erosion*) dapat diambil tindakan yang menuju pengelolaan DAS yang optimum dengan memenuhi kaedah konservasi tanah dan air.

B. Sedimentasi

Proses sedimentasi adalah pelepasan, pengangkutan dan pengendapan tanah yang tererosi. Hampir semua penyebab dari sedimentasi adalah hasil erosi yang dipercepat, terutama erosi permukaan dan erosi parit (White, 1987).

Menurut Linsley *et al.* (1983) sedimentasi merupakan pecahan material yang diangkut dalam suspensi atau yang terbawa oleh air dan angin, atau yang terakumulasi oleh angkutan dasar. Dari proses sedimentasi tersebut, sedimen yang dihasilkan hanya sebagian yang masuk kedalam sungai dan terbawa keluar dari DAS, sedangkan sebagian lagi diendapkan disepanjang lintasan menuju aliran sungai (Gottschalk, 1948 dalam Ven te Chow, 1964).

Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil sedimentasi dalam suatu DAS, menurut Strand dan Pemberton (1982), terdiri dari jumlah dan intensitas curah hujan, formasi geologi dan tipe tanah, tata guna lahan, topografi, erosi daerah hulu, run off, karakteristik sedimen dan karakteristik hidrolika saluran.



Menurut Breussers (1974) sedimen dapat digolongkan atas dua ditinjau dari mekanisme pergerakan angkutan sedimen, yaitu :

1. Muatan layang (*suspended load*), dimana partikelnya bergerak melayang dalam air yang mengalir.
2. Muatan dasar (*bed load*), dimana gerakan partikelnya dalam saluran selalu bergerak dengan cara menggelinding bergeser dan berloncatan.

Berdasarkan asalnya, sedimen dibagi atas (White, 1987 ; Linsley et al., 1982) :

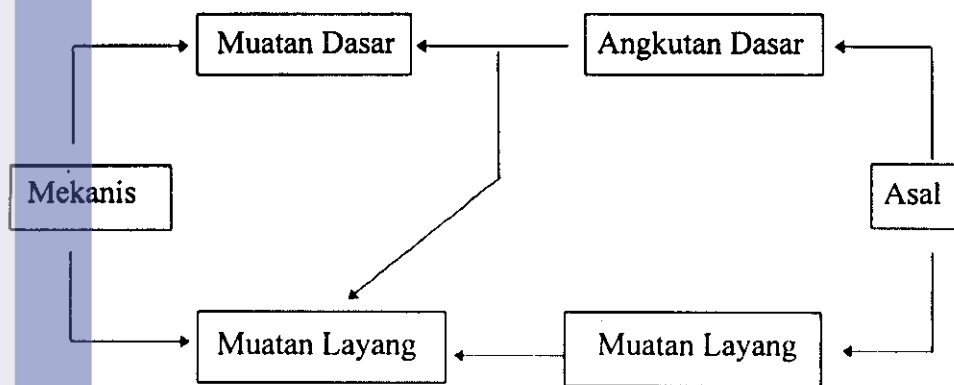
1. Angkutan sedimen dasar (*bed material transport*)

Sedimen yang asal materialnya dari saluran itu sendiri

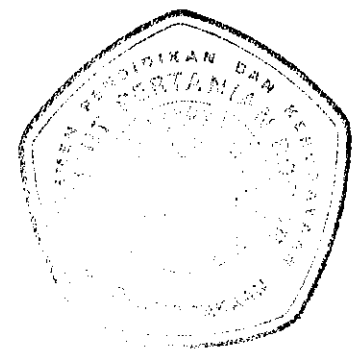
2. Muatan hanyutan (*wash load*)

Partikel-partikel yang terbawa tidak sama jumlahnya dengan angkutan dasar dan materialnya ditambah dari luar saluran.

Penggolongan sedimen secara skema dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 1. Skema Penggolongan Sedimen (Breussers, 1974)



C. Model ANSWERS

C. 1. Konsep Filosofi Model ANSWERS

ANSWERS (*Areal Nonpoint Source Watershed Environment Response Simulation*) adalah suatu model yang berusaha mensimulasikan karakteristik DAS dimana tataguna lahan untuk pengelolaan pertanian dominan, selama berlangsung suatu kejadian hujan. Aplikasi utamanya adalah mensimulasi perencanaan dan mengevaluasi strategi-strategi untuk pengendalian erosi dan sedimen.

Salah satu sifat dari model ANSWERS adalah pendekatan parameter terdistribusi (*distributed parameter*), sebagai kebalikan dari model-model yang menggunakan parameter yang mengasumsikan sama untuk semua tempat, ruang dan waktu (*lump parameter*). Model distribusi parameter DAS dipengaruhi oleh variabel-variabel ruang (*spatial*), parameter-parameter pengendalian seperti topografi, tanah, tataguna lahan dan sebagainya dalam suatu algoritma komputasi.

Adapun keuntungan dari model ANSWERS adalah :

- dapat memberikan hasil berupa aliran permukaan, erosi dan sedimentasi.
- membuat skenario tata guna lahan pada suatu DAS
- analisis parameter terdistribusi digunakan untuk dapat memberikan hasil simulasi akurat terhadap sifat DAS.

sedangkan kekurangan dari model ini adalah bahwa keluaran model kurang akurat bila diterapkan pada DAS yang berukuran besar, terutama yang memiliki variasi curah hujan tinggi.

C.2. Struktur Model ANSWERS

ANSWERS adalah model deterministik yang didasarkan pada hipotesis

mendasar yaitu :

“ Setiap titik dalam DAS memiliki hubungan yang fungsional antara laju aliran air dan parameter-parameter hidrologi yang mengendalikannya, seperti intensitas hujan, topografi, jenis tanah dan sebagainya. Selanjutnya, laju aliran air ini dapat digunakan dengan komponen lainnya sebagai suatu basis permodelan yang berhubungan dengan fenomena gerakan-gerakan erosi tanah dan partikel-partikel kimiawi didalam ruang lingkup DAS.”

DAS dimodelkan secara konseptual dari kumpulan elemen-elemen bujursangkar (Gambar 2), sehingga derajat variabilitas ruang DAS dapat dikeluarkan. Tiap elemen pada DAS diartikan sebagai suatu areal yang memiliki parameter hidrologi dan erosi yang sama. Dengan demikian elemen-elemen tersebut memberikan kontribusi sesuai dengan karakteristik yang dimiliki. Proses dari model dapat dilihat pada Lampiran 12.

C.3. Masukan dan Keluaran Model ANSWERS

Berdasarkan struktur model ANSWERS maka parameter model dikelompokkan menjadi lima bagian yaitu :

- a. data hujan, meliputi : jumlah hujan dan lama hujan.

- b. data tanah, meliputi : porositas total, kadar air kapasitas lapang, kedalaman zone infiltrasi horison A, persentase kejenuhan, laju infiltrasi pada keadaan konstan, selisih laju infiltrasi maksimum dan konstan, koefisien infiltrasi, erodibilitas pada metode USLE (K).
- c. penggunaan lahan dan kondisi permukaan, meliputi : jenis penggunaan lahan dan pengelolaan lahan, volume intersepsi potensial dan persentase penutupan permukaan lahan dan setiap jenis penggunaan lahan, koefisien kekasapan, dan tinggi kekasapan maksimum (*micro relief*), nilai koefisien Manning dan indeks pengelolaan tanaman pada metode USLE.
- d. data saluran atau sungai, meliputi : lebar saluran dan kekasaran saluran (*n manning*).
- e. data individu elemen, meliputi : kemiringan dan arah lereng, tipe sungai, jenis tanah, liputan penakar hujan, kemiringan saluran, pengelolaan lahan dan elevasi rata-rata.

Keluaran Model ANSWERS

- a. Limpasan (total limpasan).
- b. Erosi rata-rata, erosi maksimum, pengendapan maksimum, dan pengurangan erosi akibat tindakan konservasi.

@Hak cipta milik IPB University

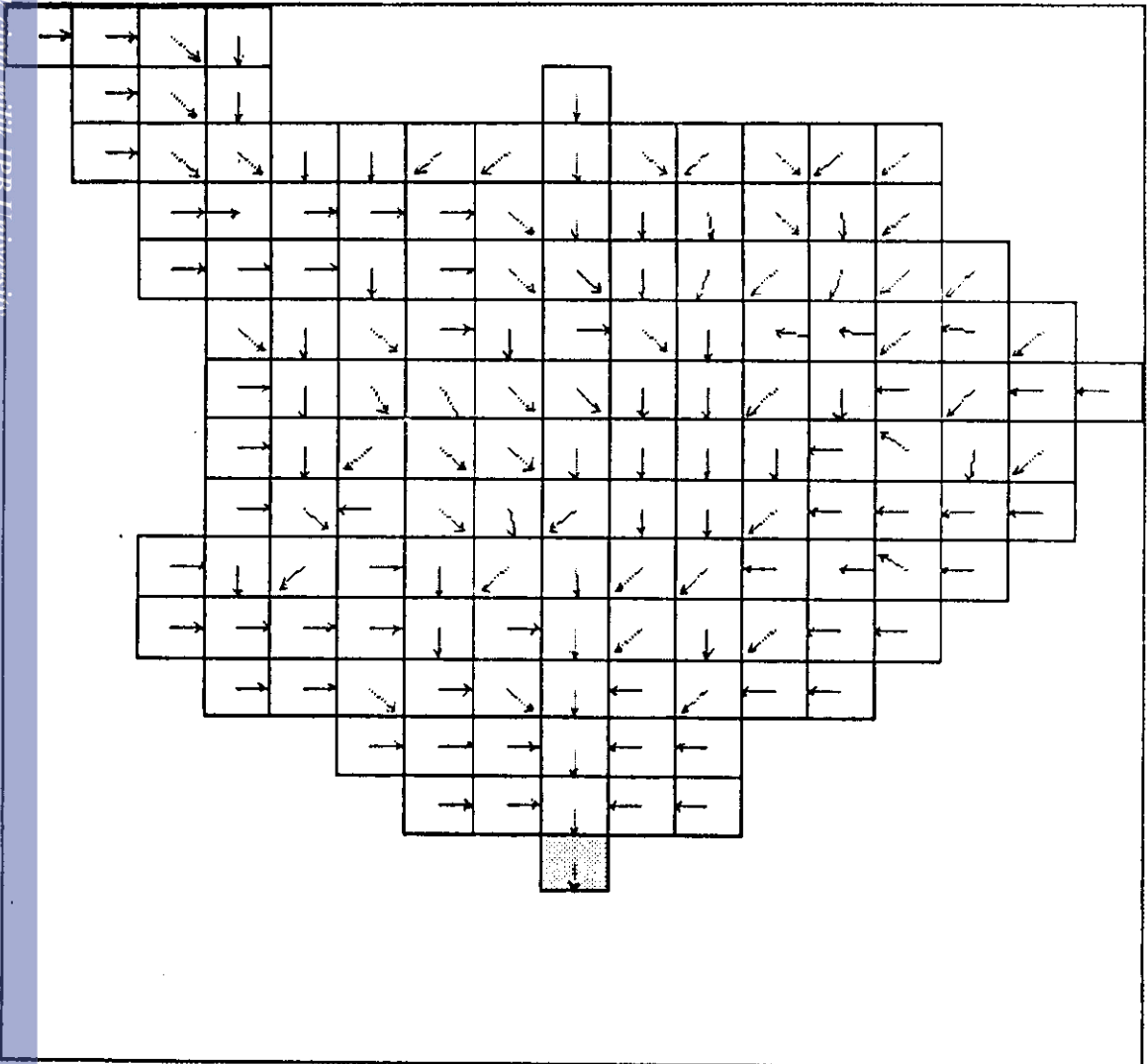
IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Gambar 2. Pembagian Sub DAS Cigulung Maribaya Dalam Satuan Elemen



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



BAB III BAHAN DAN METODE

A. Tempat dan Waktu

Penelitian ini mengambil sub DAS Cigulung Maribaya sebagai studi kasus dan dilaksanakan di Pusat penelitian dan Pengembangan Pengairan, Dinas Pekerjaan Umum, Jl. Ir. H. Juanda no 193, Bandung.

Waktu pelaksanaan penelitian adalah Juli 1996 sampai dengan September 1996.

B. Bahan dan Alat

Data yang dibutuhkan pada penelitian ini berupa data sekunder mencakup :

1. Data curah hujan harian
2. Data debit aliran sungai
3. Data sedimen
4. Peta topografi, skala 1 : 50 000
5. Peta tata guna lahan, skala 1 : 50 000
6. Peta kelas lereng, skala 1 : 50 000
7. Peta pola aliran sungai, skala 1 : 50 000
8. Peta jenis tanah, skala 1 : 50 000

Jenis-jenis peta yang dipergunakan dapat dilihat pada Lampiran 11. Alat yang digunakan adalah komputer dan planimeter.

C. Metode Penelitian

Dalam menduga besar aliran permukaan, erosi dan sedimen, dipergunakan model ANSWERS. Persiapan yang diperlukan adalah menyajikan susunan dan distribusi elemen penyusunan DAS. Berdasarkan hasil interpretasi peta pola aliran sungai Cigulung Maribaya.

Untuk komputasi model ANSWERS diperlukan dua kelompok data yaitu data informasi umum dan data informasi individu elemen dari elemen yang berjumlah 146 jenis data masing-masing sebagai berikut :

1. Data informasi umum

a. Data curah hujan

1. Data lama dan total hujan

b. Data tanah

1. Porositas total tanah (TP)

2. Kapasitas lapang (FP)

3. Laju infiltrasi keadaan steady state (FC)

4. Selisih laju infiltrasi maksimum dengan laju infiltrasi steady state (A)

5. Eksponen dalam persamaan infiltrasi (P)

6. Infiltrasi pada kedalaman zone kontrol (DF)

7. Persen kejenuhan (ASM)

8. Erodibilitas tanah (K)

c. Data penggunaan lahan

1. Penggunaan lahan dan pengelolaannya (CP)
2. Volume intersepsi potensial (PIT)
3. Persentase penutupan permukaan oleh penggunaan lahan (PER)
5. Tinggi kekasapan maksimum (HU)
6. Manning's (N)
7. Faktor tanaman dan pengelolaannya (CP)

2. Data informasi individu elemen

1. Kemiringan lereng
2. Arah lereng
3. Jenis tanah
4. Jenis penggunaan lahan
5. Liputan penakar hujan
6. Kemiringan saluran
7. " Best Management Practices " (BMP)
8. Elevasi rata-rata elemen

Berdasarkan data masukan diatas (Lampiran 1) maka dihitung komponen hidrologisnya untuk menduga sedimen dan erosi yang terjadi. Perhitungan-perhitungan yang dilakukan dalam model dapat dilihat pada Lampiran 10.

D. Pengumpulan Data

1. Curah hujan



Diambil dari data sekunder terutama mengenai total dan lamanya hujan.

Pengambilan data didasarkan pada kejadian hujan tersebar pada waktu-waktu tertentu.

Di Sub DAS Cigulung Maribaya kejadian hujan yang terbesar yang memungkinkan terjadinya erosi terjadi pada tanggal 10 Februari 1996. Dengan intensitas hujan sebesar

1735 mm/jam.

2. Tanah

Diidentifikasi dari peta tanah ditinjau dengan skala 1 : 50 000 dan dari pengecekan lapang.

Nilai porositas total tanah dan kapasitas lapang dari jenis tanah yang diperoleh dari interpretasi peta tanah dapat dilihat pada lampiran 2. Nilai eksponen dari persamaan infiltrasi terdapat pada Lampiran 3, sedangkan nilai K diperoleh dari Nomograf yang dibuat oleh Wischmeier dan Smith (1978) yang juga dipergunakan dalam persamaan USLE.

3. Penggunaan lahan

Pengamatan penggunaan lahan dilakukan dengan mengecek hasil interpretasi peta rupa bumi. Pengamatan diarahkan pada jenis tanaman dan penyebarannya, penutupan permukaan tanah, kekasapan permukaan dan pengelolaan tanaman.

Nilai kekasapan penggunaan lahan ditentukan melalui nilai koefisien kekasaran permukaan lahan berbagai jenis penggunaan lahan (Tabel Lampiran 5) sedangkan nilai potensial intersepsi tanaman pada Tabel Lampiran 4.



4. Karakteristik saluran

Karakteristik saluran yang diamati lebar saluran dan kekasapan saluran. Nilai kekasapan saluran ditentukan melalui tabel koefisien kekasapan Manning untuk sungai alami pada Tabel Lampiran 6.

E. Penentuan Sedimen Yang Ditoleransi

Pada proses sedimentasi, hanya sebagian dari sedimen yang dihasilkan masuk ke dalam sungai dan terbawa keluar dari daerah tampung. Nisbah jumlah sedimen yang betul-betul terbawa oleh sungai dari suatu daerah terhadap jumlah tanah yang tererosi dari daerah tersebut disebut nisbah pelapasan sedimen (Sediment Delivery Ratio, “SDR”). Nilai SDR ini merupakan fungsi dari luas daerah tangkapan. Hubungannya dapat dilihat dari Tabel 2.

Laju sedimen yang dapat ditoleransi diperoleh dengan mengkombinasikan laju erosi yang ditoleransi (Tabel 1) dengan pengaruh luas DAS terhadap SDR (Tabel 2). Jika laju erosi yang masih dapat ditoleransi untuk sub DAS Cigulung Maribaya sebesar 2.5 mm/tahun (tanah yang dalam diatas substrata melapuk) maka besarnya laju sedimen yang masih dapat ditoleransi 0.45 mm/tahun.

$$\text{SDR} = \frac{\text{Jumlah sedimen yang masih dapat ditoleransi}}{\text{Jumlah erosi yang masih dapat ditoleransi}}$$

maka jumlah sedimen yang masih dapat ditoleransi adalah $\text{SDR} \times 2.5 \text{ mm/tahun}$.

Untuk sub DAS Cigulung Maribaya dengan luas 36.5 km^2 nilai SDR sebesar 0.18 .

Dengan mengetahui nilai sedimen yang ditoleransi maka dapat ditentukan nilai yang sesuai untuk sub DAS Cigulung Maribaya.

Tabel 2. Pengaruh Luas DAS terhadap nisbah pelepasan sedimen (SDR)

No. DAS	Nilai SDR (%)	SDR (%)
1	0.1	53
2	0.5	39
3	1.0	35
4	5.0	27
5	10.0	24
6	50.0	15
7	100.0	13
8	200.0	11
9	500.0	3.5
10	26 000.0	4.9

Sumber : Robinson 1979 dalam Asyad 1989

Setelah mengetahui dari nilai sedimen dan erosi yang masih dibiarkan maka kita dapat menekan angka erosi dan sedimen yang terjadi mendekati angka yang ideal.

F. Simulasi dan Pengelolaan DAS

Simulasi dilakukan dengan memanipulasi masukan berupa penggunaan lahan (bentuk dan luas) dan BMP (Best management Practice) pada kejadian hujan yang sama (tanggal 10 Pebruari 1996) dengan intensitas hujan sebesar 17.36 mm/jam. Penekanan simulasi adalah skenario penggunaan lahan yang memulihkan kondisi hidrologi DAS.

Penggunaan lahan yang disimulasikan berupa :

1. Penambahan luas hutan sebesar 7.53 % sebelum pembangunan perumahan.
2. Pembangunan perumahan seluas 8.22 % sebelum penambahan luas hutan.

3. Penambahan luas hutan 5.49% setelah dibangun perumahan.
4. Penambahan luas hutan sebesar 10.27% sebelum dibangun perumahan

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

A.2. Kemiringan Lereng

Wilayah sub DAS Cigulung Maribaya mempunyai ketinggian berkisar 950-2000 meter diatas permukaan laut. Kawasan ini didominasi oleh daerah yang sangat curam ($> 50\%$) yaitu 14.25 km^2 (39.04% luas sub DAS Cigulung Maribaya). Sedangkan daerah datar (5 - 20%) hanya mencapai 7.53% dari luas kawasan.

Dengan kondisi demikian, maka daerah sub DAS Cigulung Maribaya termasuk kedalam wilayah bahaya. Daerah ini jika tidak ada penutup lahan dan upaya konservasi maka daerah ini merupakan penyumbang erosi terbesar. Penggolongan kelas kemiringan lahan sub DAS Cigulung Maribaya disajikan pada Tabel 4.

A.3. Jenis Tanah

Di sub DAS Cigulung Maribaya terdapat jenis tanah Andosol. Perumahan dimasukan sebagai penutup tanah dimana diasumsikan infiltrasinya kecil. Penggolongan jenis tanah disajikan pada Tabel 5.

A.4. Penggunaan Lahan

Kegiatan manusia yang paling berpengaruh terhadap erosi adalah cara manusia menggunakan lahan. Setiap tipe penggunaan lahan mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap besarnya erosi dan sedimen yang terjadi pada suatu DAS.

Tipe penggunaan lahan di sub DAS Cigulung Maribaya didominasi oleh hutan seluas 16.5 km^2 (42.21%), pemanfaatan lahan sebagai kebun campuran seluas 14 km^2 , pemanfaatan lahan sebagai tegalan seluas 2 km^2 , dan pemanfaatan lahan untuk

perumahan seluas 3.75 km². Hal ini sangat efektif sebagai penyumbang erosi karena kurangnya tanaman sebagai penahan tanah dari gerusan air. Tipe penggunaan lahan di sub DAS Cigulung Maribaya dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 4. Klasifikasi Kelas Kemiringan Lereng Sub DAS Cigulung Maribaya.

No	Kelas Kemiringan Lereng (%)	Luas (km ²)	Persentase (%)
1	0 - 5	-	-
2	5 - 20	2.75	7.53
3	20 - 35	11	30.14
4	35 - 50	8.5	23.29
5	> 50	14.25	39.04
	Total	36.5	100

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum, Dati I Bandung.

Tabel 5. Berbagai Jenis Tanah Di Sub DAS Cigulung Maribaya

No	Jenis Tanah	Luas (km ²)	Persentase (%)
1	Andosol	33.25	91.1
2	Untuk Perumahan	3.25	8.9
	Total	36.5	100

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum, Dati I Bandung.

Tabel 6. Jenis Penggunaan Lahan Di Sub DAS Cigulung Maribaya

No	Jenis Penggunaan Lahan	Luas (km ²)	Persentase (%)
1	Hutan	16.5	45.21
2	Sawah	0.25	0.68
3	Perkebunan	-	-
4	Kebun Campuran	14	38.36
5	Tanah Tegalan	2	5.47
6	Perumahan	3.75	10.27
7	Padang Rumput	-	-
	Total	36.5	100

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum, Dati I Bandung.

B. Validasi Model ANSWERS

Untuk menentukan ketepatan keluaran model terhadap kenyataan di lapangan maka dilakukan validasi model. Validasi model menggunakan persamaan 1. Hasil dari validasi menghasilkan koefisien deterministik (K_r) antara aliran permukaan pengamatan dan output model.

Untuk validasi ini digunakan persamaan 1 (Illyas, 1996) :

$$Kr^2 = (Fo^2 - F^2)/Fo^2$$

dimana,

$$F^2 = \sum (Q_{obs(t)} - Q_{ans(t)})^2$$

$$Fo^2 = \sum (Q_{obs(t)} - Q_{mean})^2$$

$$Q_{mean} = \sum (Q_{obs(t)})/t$$

K_r = Koefisien deterministik

$Q_{obs(t)}$ = Debit pengamatan waktu ke- t ($m^3/detik$)

$Q_{ans(t)}$ = Debit Keluaran ANSWERS waktu ke-t ($m^3/detik$)

Q_{mean} = Debit rata-rata pengamatan ($m^3/detik$)

t = waktu pengukuran (menit)

Dari hasil validasi, model dapat dievaluasi kelayakannya dengan memperhatikan :

- 1) Model sempurna jika nilai F^2 mendekati nol, sehingga Kr^2 mendekati 1
- 2) Jika $Kr^2 < 0$ (negatif), model menghasilkan simulasi yang sangat jelek dan jauh berbeda dari nilai debit rata-rata.

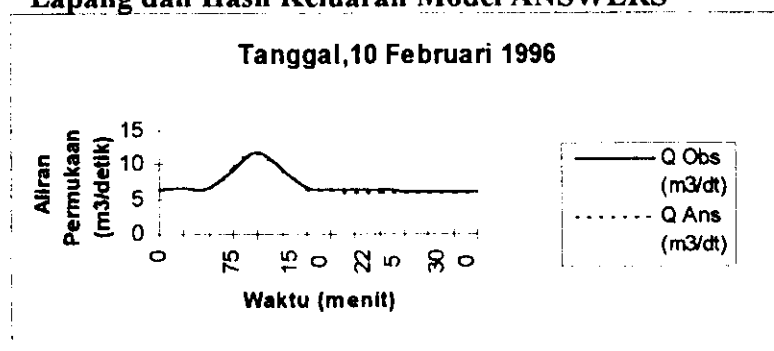
Untuk sub DAS Cigulung Maribaya hasil validasi dapat dilihat pada Tabel 7.

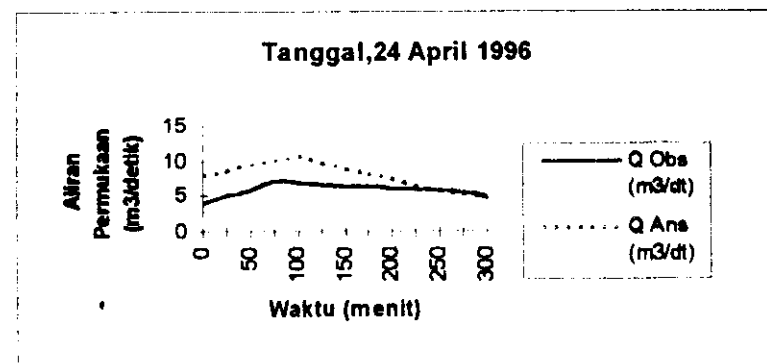
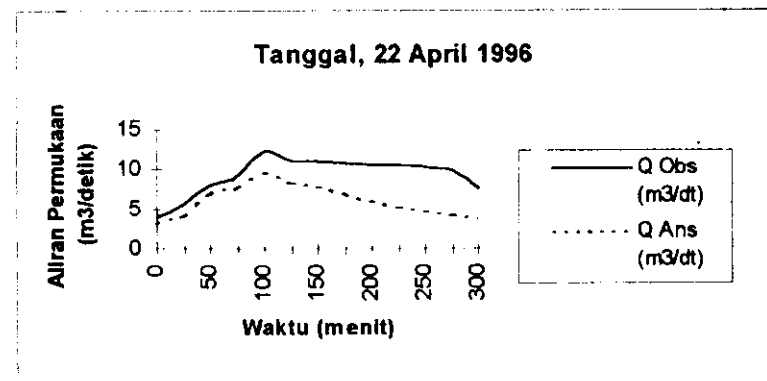
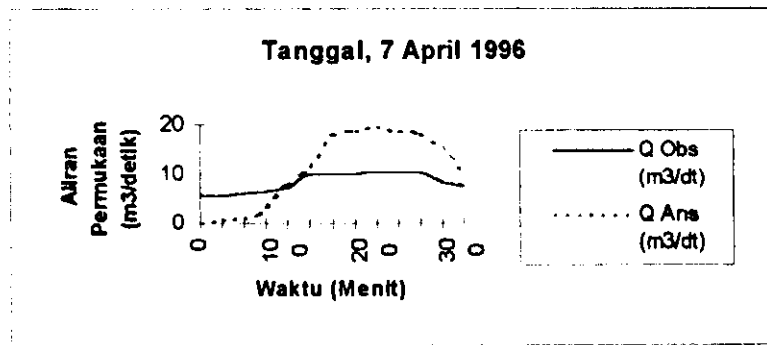
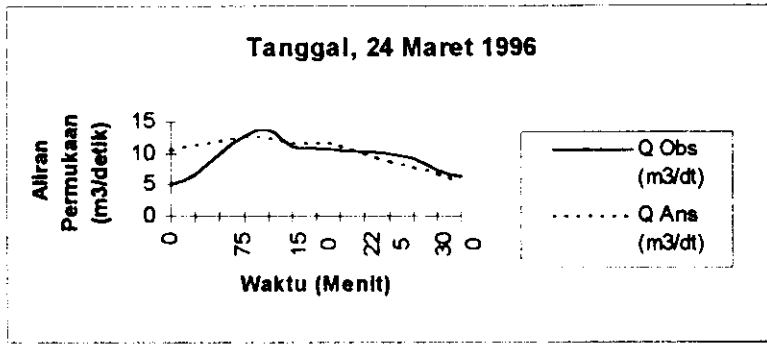
Tabel 7. Nilai K, antara Pengamatan Lapang dengan Keluaran Model

No.	Aliran Permukaan Pada Tanggal	Nilai K _r
1	10 Febuari 1996	0.998
2	24 Maret 1996	0.94
3	7 April 1996	0.447
4	22 April 1996	0.857
5	24 April 1996	0.802

Tabel 7 memperlihatkan koefisien deterministik rata-rata dari 5 kejadian sebesar 0.81. Untuk suatu model kesalahan seperti ini masih dapat ditolerir. Faktor-faktor utama besarnya koefisien deterministik dari kedua hubungan antara lain, ukuran sub DAS Cigulung Maribaya yang luas, sehingga pada saat pengukuran aliran yang terukur bukan merupakan total dari jumlah aliran. Sebagian dari aliran akan mengalami infiltrasi, perkolasi dan evaporasi. Selain itu, penggunaan aliran permukaan untuk kebutuhan sehari-hari penduduk di sekitar aliran sungai merupakan penyebab lainnya.

Pada Gambar 4 diperlihatkan validisasi antara aliran permukaan yang dihasilkan pengamatan dengan keluaran model ANSWERS.

Gambar 4. Grafik Hubungan Aliran Permukaan Antara Hasil Pengamatan Lapang dan Hasil Keluaran Model ANSWERS**Gambar 4. Grafik Hubungan Aliran Permukaan Antara Hasil Pengamatan Lapang dan Hasil Keluaran Model ANSWERS**



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

C. Besarnya Erosi Dan Sedimentasi Di Sub DAS Cigulung Maribaya

C. 1. Besarnya Erosi dan Erosi yang Ditoleransi

Berdasarkan perhitungan dengan model ANSWERS (Lampiran 7), besarnya erosi yang terjadi pada saat ini di sub DAS Cigulung Maribaya sebesar 1266 kg/ha. Lalu erosi yang diperoleh oleh metode ini menyatakan besarnya erosi yang terjadi di Sub DAS yang dipengaruhi oleh intensitas hujan, yakni sebesar 17.35 mm/jam.

Dengan mengambil kejadian selama seratus tahun, ditetapkan nilai T (erosi yang ditoleransi) untuk tanah di Indonesia 2.5 mm/tahun (Hardjowigno, 1987) Dengan berat isi (B.I.) tanah sebesar 1.2 gram/cm³ (Illyas, 1996), maka besar erosi untuk sub DAS Cigulung Maribaya sebesar 30 ton/ha/tahun yang diperoleh dari perhitungan sebagai berikut :

$$T \text{ (mm/tahun)} = \frac{T(\text{ton/ha/tahun})}{B.I \times 10}$$

$$\text{Sehingga : } T = 2.5 \times 1.2 \times 10 \text{ ton/ha/tahun}$$

Keluaran model pada lampiran 12 menghasilkan besarnya erosi rata-rata selama waktu tertentu. Pada penelitian ini waktu yang digunakan adalah 2500 menit. Thompson (1957) menganjurkan agar laju erosi maupun laju erosi yang ditoleransi dinyatakan dalam mm/tahun atau ton/ha/tahun. Dengan mengalikan setiap nilai erosi rata-rata yang terjadi pada setiap klasifikasi hujan dengan jumlah kejadian hujan maka nilai erosi dalam setahun yang terjadi sebesar 41,041 ton/ha/tahun.

Dengan memperhatikan kedua nilai tersebut, erosi yang terjadi di sub DAS Cigulung Maribaya saat ini telah melebihi batas ambang toleransi. Menurut Linsley et al. (1982), faktor penting yang berpengaruh terhadap erosi antara lain, intensitas hujan, jenis tumbuh-tumbuhan yang menutupi tanah, jenis tanah dan kemiringan tanah. Berdasarkan pendapat itu, besarnya erosi yang terjadi sub DAS Cigulung Maribaya hingga melebihi batas ambang toleransi diduga sebagai akibat dari faktor-faktor diatas.

C. 2. Besarnya Sedimentasi dan Sedimentasi yang Ditoleransi

Penyebab utama erosi adalah erosi permukaan yang dimulai dengan jatuhnya hujan yang menghancurkan partikel-partikel tanah. Partikel-partikel tanah yang diangkut oleh aliran air masuk ke anak-anak sungai besar menjadi angkutan sedimen. Sebagian sedimen yang terangkut akan mengendap dan bagian yang lainnya akan menuju ke hilir.

Berdasarkan hasil penelitian Pusat Penelitian dan Pengembangan Pengairan, didapat nilai sedimentasi rata-rata aktual di sub DAS Cigulung Maribaya sebesar 0.97 mm/tahun (Puslitbang Pengairan, Bandung). sedangkan nilai sedimentasi yang ditoleransi 0.45 mm/tahun.

Besar sedimentasi yang ditoleransi untuk sub DAS Cigulung Maribaya dapat dicari dengan mengalikan antara erosi yang ditoleransi dengan sedimentasi rata-rata yang ditoleransi dimana nilainya 13.45 ton/ha/tahun. Tetapi, nilai ini belum dapat digunakan sebagai pembanding untuk nilai sedimentasi maksimum yang ditoleransi.

Dengan menggunakan metode ANSWERS, diperoleh nilai maksimum pada suatu kejadian hujan pada masing-masing klas-klas hujan sehingga didapat nilai sedimentasi dalam setahun sebesar 64 496 kg/ha/tahun.. Perlu dilakukan perbandingan linier sebagai berikut :

$$\text{sed}_{act2} = \text{sed}_{act1}$$

$$\frac{\text{sed}_{tol2}}{\text{sed}_{tol1}}$$

dimana,

sed_{act1} = sedimen aktual rata-rata tahunan (mm/tahun)

sed_{tol1} = sedimen toleransi rata-rata tahunan (mm/tahun)

sed_{act2} = sedimen aktual maksimum saat ini (kg/ha)

sed_{tol2} = sedimen toleransi rata-rata saat ini (kg/ha)

Dengan persamaan diatas didapat nilai sedimentasi yang ditoleransi sebesar 29,92 ton/ha/tahun. Dari perhitungan diatas memperlihatkan bahwa dengan metode ANSWERS sedimentasi yang terjadi saat ini juga telah melebihi batas toleransi. Untuk mengetahui penyebab hal tersebut dilakukan perbandingan dari masing-masing faktor lereng, jenis tanah dan penggunaan lahan terhadap besarnya sedimentasi rata-rata pada setiap elemen pada satu kejadian hujan.

Tabel 8. Sedimentasi Rata-rata Tiap Elemen (kg/ha) Pada Tiap Kelas Lereng.

Kemiringan Lahan (%)	Sedimentasi Total (kg/ha)		Sedimentasi Rata-rata (kg/ha)	
	Mengendap	Mengalir	Mengendap	Mengalir
< 5	-	-	-	-
5 - 20	3825	4604	347.73	418.55
20 - 35	6093	64 208	138.48	1459.27
35 - 50	5690	51 189	167.35	1505.56
> 50	-	86 786	-	1522.56

Tabel 9. Sedimentasi Rata-rata Tiap Elemen (kg/ha) Pada Berbagai Jenis Tanah

Jenis Tanah	Sedimentasi Total (kg/ha)		Sedimentasi Rata-rata (kg/ha)	
	Mengendap	Mengalir	Mengendap	Mengalir
Andosol	15 608	200 631	1508.5	117.35
Andosol untuk perumahan	-	6156	-	473.54

Tabel 10. Sedimentasi Rata-rata Tiap Elemen (kg/ha) Pada Berbagai Jenis Penggunaan Lahan

Penggunaan Tanah	Sedimentasi Total (kg/ha)		Sedimentasi Rata-rata (kg/ha)	
	Mengendap	Mengalir	Mengendap	Mengalir
Hutan	6560	-	99.39	-
Sawah	-	1158	-	1158
Perkebunan	-	-	-	-
Kebun campuran	3232	178 331	57.71	3184.48
Tegalan	4578	15 927	572.25	1990
Perumahan	-	6066	-	404.4

Dari Tabel 8 diketahui lahan dengan kemiringan lebih dari 50 % merupakan penyumbang sedimen terbesar. Sedimentasi rata-rata yang dihasilkan 1522.56 kg/ha meninggalkan elemen menuju ke sungai, sedangkan yang tetap berada di elemen tidak ada, hal ini disebabkan oleh lahan yang begitu miring sehingga tanah terbawa oleh gerusan air dan tidak ada yang tetap berada di elemen. Dua unsur topografi yang berpengaruh terhadap besarnya erosi adalah kemiringan lereng dan panjang lereng (Khonke dan Bertrand, 1953).

Hal ini telah membuktikan bahwa semakin miring lereng maka semakin besar erosi yang terjadi. Sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Arsyad (1989), bahwa jika permukaan lereng tanah menjadi dua kali lebih curam, maka besarnya erosi

persatuan luas menjadi 2 - 2.5 kali lebih banyak sehingga sedimen yang terjadi juga dalam jumlah besar. Untuk klasifikasi kelas lereng di Sub DAS pada tiap elemen dapat dilihat dari gambar 5.

Permukaan lahan yang datar umumnya menghasilkan sedimen yang tetap tinggal di elemen lebih besar dibandingkan sedimen yang meninggalkan elemen. Hal ini disebabkan partikel-partikel tanah yang terpercik disebarkan kurang secara merata ke segala jurusan. Pada kelas lereng yang relatif datar pada Sub DAS Cigulung Maribaya (5 - 20 %) menghasilkan sedimen yang meninggalkan elemen sebesar 418.55 kg/ha dan elemen yang tetap tinggal sebesar 347.55 kg/ha.

Jenis tanah penyumbang terbesar erosi adalah tanah Andosol, hal ini disebabkan karena di daerah ini terletak pada daerah yang curam sehingga besarnya sedimen yang meninggalkan elemen besar. Hal ini juga disebabkan karena struktur tanah pada penggunaan tanah untuk perumahan lebih baik dibandingkan dengan jenis tanah Andosol. Nilai sedimen yang tetap pada elemen pada jenis tanah perumahan tidak ada, hal ini disebabkan karena aliran permukaan pada jenis tanah perumahan besar sehingga berpengaruh pada laju infiltrasi yang kecil yang menyebabkan faktor potensial sebagai penyumbang erosi. Untuk sub DAS Cigulung Maribaya pada tanah untuk perumahan besarnya erosi 473.54 kg/ha, sedangkan yang mengendap tidak ada.

Melalui Tabel 10 diketahui bahwa penyumbang erosi terbesar adalah tipe penggunaan sebagai kebun campuran. Besarnya erosi rata-rata untuk kebun



campuran 3184.48 kg/ha, kemudian tegalan ditempat nomor dua yakni sebesar 1990 kg/ha.

Bila penggunaan lahan menggunakan tanaman sebagai penutup permukaan tanah, maka lahan tersebut dapat menyanggah erosi maupun sedimentasi. Untuk membuktikan hal ini pada sub DAS Cigulung Maribaya besarnya erosi pada tipe penggunaan hutan dan perkebunan besarnya nol. Untuk kebun campuran jika pengelolannya tidak menggunakan kaidah konservasi maka dapat berbahaya.

@Hakcipta milik IPB University

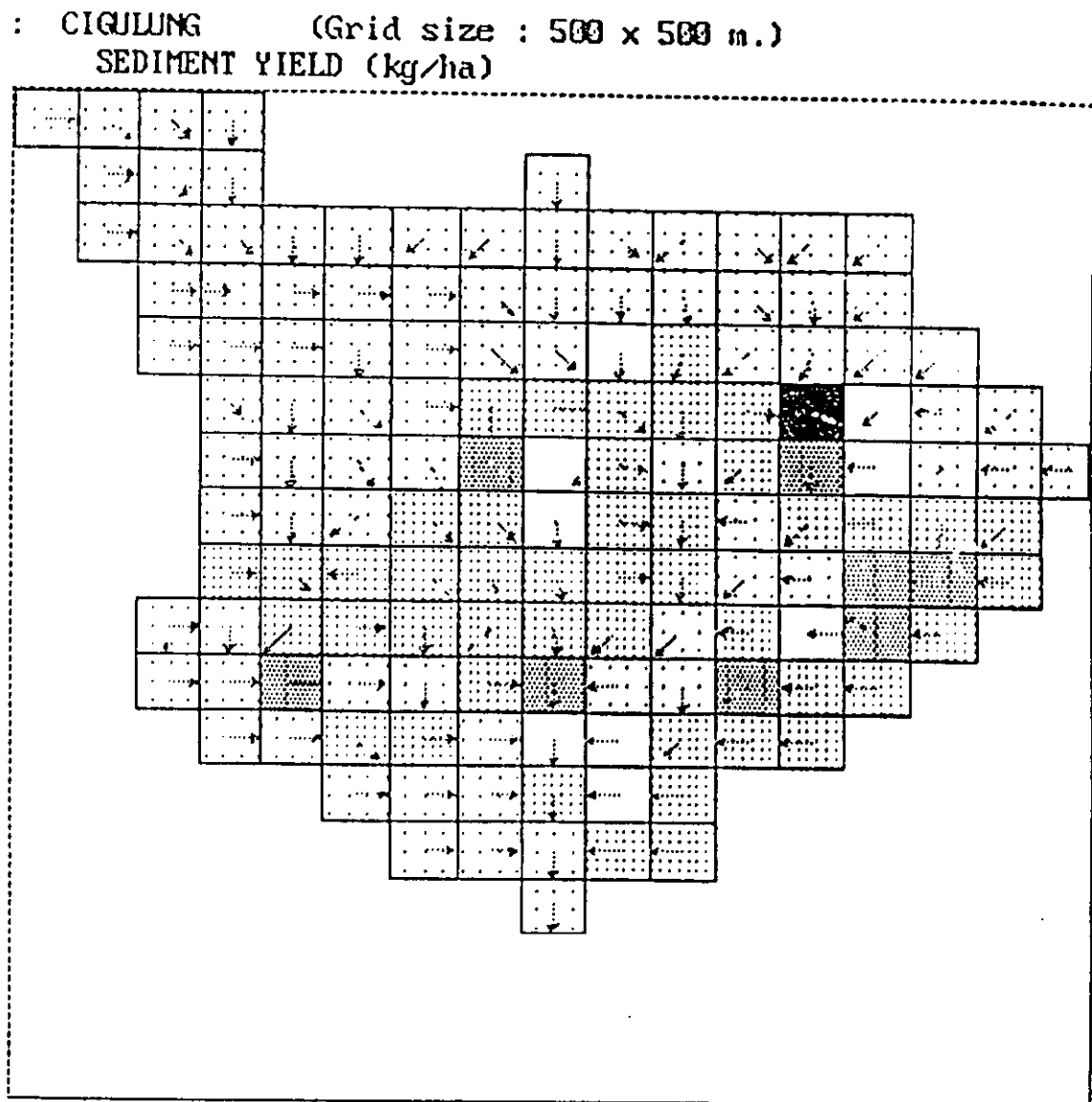
IPB University








Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Gambar 4. Distribusi Sedimen Pada Sub DAS Cigulung Maribaya.

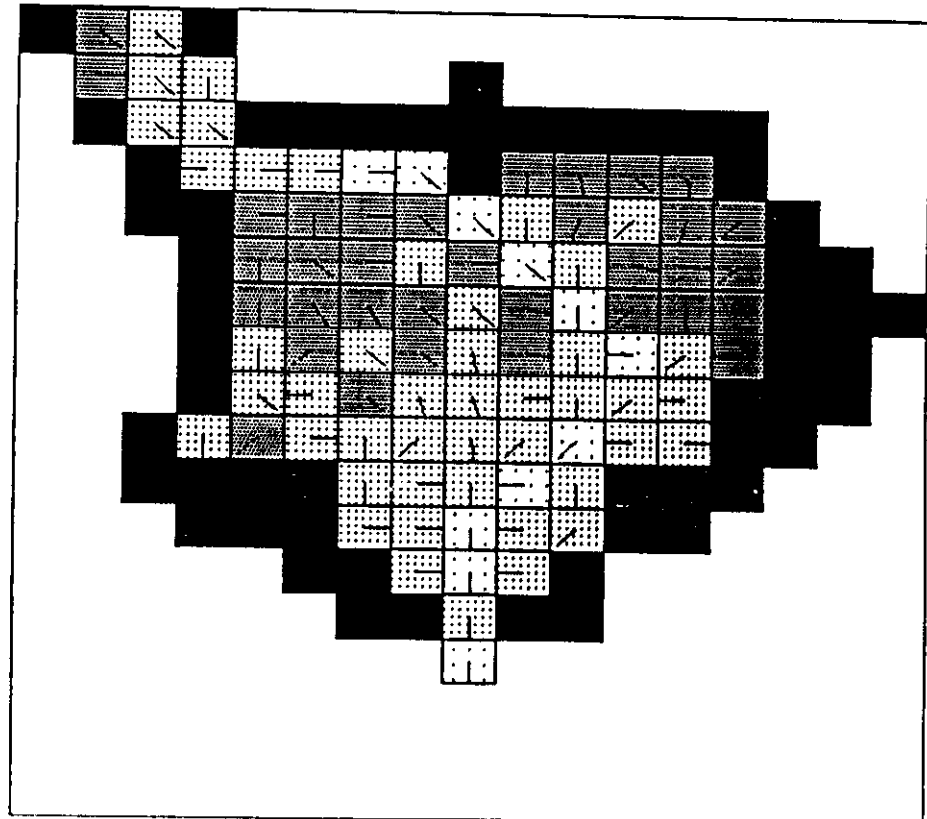


Yield(Kg/ha)

	< 0
	0 - 1000
	1000 - 5000
	5000 - 10000
	> 10000

Gambar 5. Klasifikasi Kelas Lereng Pada Tiap Elemen di Sub DAS Cigulung Maribaya

CATCHMENT : CIGULUNG (Grid size : 500 x 500 m.)
SLOPE CLASSES



@Hak cipta milik IPB University

Slope



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

D. Simulasi Perubahan Penggunaan Lahan dengan Model ANSWERS

Dalam upaya memprediksi besarnya tingkat laju erosi rata-rata untuk suatu kondisi penggunaan lahan tertentu dan untuk mengetahui kondisi lahan dengan laju erosi yang tidak melebihi batas ambang toleransi, perlu dilakukan simulasi dalam berbagai skenario. Hasil dari beberapa simulasi dengan berbagai skenario disajikan pada tabel 11. Untuk masing-masing skenario besarnya nilai erosi dan sedimen dapat dilihat pada Lampiran 9. Tabel 11 memperlihatkan bahwa kondisi saat ini dimana intensitas hujan sebesar 17.36 mm/jam telah melebihi batas toleransi (Untuk Sub DAS Cigulng Maribaya sebesar 30 ton/ha/tahun). Nilai erosi meningkat setelah dibangun perumahan. Cara-cara konservasi pada yang disarankan dengan model ANSWERS berupa penambahan luas hutan, pembuatan teras dan penampung sedimen.

Penambahan luas hutan yang memungkinkan dalam simulasi hanya dilakukan berdasarkan pertimbangan bahwa daerah-daerah seperti pemukiman, sawah, perkebunan sangat kecil kemungkinan terjadi perubahan penggunaan lahan bila ditinjau dari segi sosial ekonomi dan ekonomi daerah tersebut. Pada skenario I dari hasil simulasi penambahan hutan seluas 275 ha (7.53% dari luas DAS) sebelum pembangunan perumahan dapat menurunkan erosi sebesar 805 kg/ha atau 38.74 ton/ha/tahun. Penurunan ini masih diatas batas erosi yang di toleransi yakni sebesar 30 ton/ha/tahun. Pada skenario II, penambahan daerah perumahan seluas 300 ha (8.22% dari luas DAS) sebelum dilakukan penambahan luas hutan maka erosi yang terjadi

sebesar 1276 kg/ha atau 61.4 ton/ha/tahun terjadi peningkatan erosi sebesar 10 kg/ha dari kondisi awal (1266 kg/ha). Hal ini disebabkan dengan penambahan perumahan akan menurunkan laju infiltrasi tanah dan dapat menaikkan aliran limpasan. Pada skenario III penambahan luas hutan setelah dibangun perumahan 200 ha (5.48% dari luas DAS) erosi yang terjadi sebesar 1078 kg/ha atau 51.87 ton/ha/tahun masih diatas ambang toleransi. Setelah dilakukan skenario IV, didapatkan nilai yang sesuai dengan batas ambang toleransi. Skenario IV ini dilakukan dengan menambahkan luas hutan sebesar 10.27 % dari luas DAS maka erosi yang didapat sebesar 622 kg/ha atau 29.93 ton/ha/tahun dibawah batas erosi yang ditoleransi. Setelah melihat dari hasil skenario diatas maka dapatlah diambil keputusan untuk pengelolaan DAS Cigulung Maribaya sangat baik bila dilakukan sesuai dengan skenario IV. yakni penambahan luas hutan sebesar 10.27%.

Tabel 11. Simulasi Prediksi Erosi Sub DAS Cigulung Maribaya dilakukan dalam berbagai skenario

Skenario	Uraian	Laju Erosi Rata-rata	
		Kg/ha	prediksi (Ton/ha/tahun)
I	Penambahan luas hutan 7.53 % sebelum dibangun perumahan	805	38.74
II	Penambahan luas perumahan 8.22% sebelum dilakukan penambahan luas hutan	1276	61.4
III	Penambahan luas 5.49% hutan setelah dibangun perumahan	1078	51.87
IV	Penambahan luas hutan sebesar 10.27% sebelum dibangun perumahan	622	29.9

sumber : Hasil keluaran model ANSWERS

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis hidrologi di sub DAS Cigulung Maribaya dengan menggunakan model ANSWERS, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Validisasi model dengan menggunakan parameter debit aliran dasar, telah menunjukkan bahwa model telah valid. Pada kejadian hujan tanggal 10 Febuari 1996 diperoleh nilai K_r yang paling teliti yakni sebesar 0.998.
2. Dengan menggunakan metode ANSWERS dapat diperoleh informasi berupa erosi rata-rata, sedimen maksimum, aliran permukaan dan perubahan erosi rata-rata akibat tindakan konservasi. Besarnya nilai erosi pada sub DAS Cigulung Maribaya 41,041 ton/ha/tahun sedangkan erosi yang ditoleransi 30 ton/ha/tahun. Sedimentasi maksimum yang ditoleransi 29,92 ton/ha/tahun dan sedimentasi maksimum saat ini sebesar 64,496 ton/ha/tahun.
3. Faktor-faktor yang berpengaruh dominan terhadap erosi dan sedimen yang terjadi saat ini antara lain, dominasi lahan dengan kemiringan lahan yang sangat curam (> 50%), jenis tanah, serta penggunaan lahan sebagai perkebunan dan tempat pemukiman atau perumahan.

B. Saran

1. Untuk validasi model lebih sempurna sebaiknya digunakan data intensitas hujan yang bersumber dari beberapa stasiun pengukur hujan. Stasiun-stasiun tersebut harus dapat mewakili seluruh wilayah sub DAS.
2. Untuk menekan jumlah erosi yang terjadi hendaknya dikurangi rencana pembangunan perumahan dan menambah kawasan hutan di daerah hulu DAS. Dan untuk tanah perkebunan lebih baik jika menggunakan tanaman penutup tinggi..
3. Untuk memperoleh hasil pengelolaan DAS yang optimum, data disimulasikan dan untuk daerah yang menyumbang erosi yang besar dibuat teras, sedangkan untuk daerah yang menyumbang sedimen besar dibuat bangunan penampung sedimen

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Lampiran 1. Masukan Data Pada Model ANSWERS

GENERAL PREDATA FILE FOR USE IN ANSWERS

METRIC UNITS ARE USED ON INPUT/OUTPUT LUNG0101.AND PRINT
RAINFALL DATA FOR 1 RAINGAUGES FOR EVENT OF 02/2/1996

GAUGE NUMBER	R1
0	0.0
0	30.0
0	100.0
0	260.0
0	340.0
0	2500.0

SOIL INFILTRATION, DRAINAGE AND GROUNDWATER CONSTANTS FOLLOW

NUMBER OF SOILS = 3
 S 1, TP = .45, FP = .40, FC = 2.55, A = 3.5, P = 1.45, DF = 60.0, ASM = .450, K = .15
 S 2, TP = .40, FP = .35, FC = 2.40, A = 3.2, P = 1.40, DF = 40.0, ASM = .450, K = .14
 S 3, TP = .25, FP = .30, FC = 1.00, A = 3.0, P = 1.50, DF = 25.0, ASM = .450, K = .1

DRAINAGE COEFFICIENT FOR TILE DRAINS = 5.00 MM/24HR

GROUNDWATER RELEASE FRACTION = 0.010

SURFACE ROUGHNESS AND CROP CONSTANTS FOLLOW

NUMBER OF CROPS AND SURFACES = 7
 C 1, CROP=WOODS , PIT=1.0, PER=0.7, RC= 0.9, HU= 250, N= .20, C= 0.05
 C 2, CROP=RICE , PIT=0.1, PER= .3, RC= .40, HU= 150, N= .09, C= .02
 C 3, CROP=ESTATE , PIT=0.5, PER= .4, RC= .45, HU= 100, N= .1 , C= .25
 C 4, CROP=MIXFARM , PIT=0.4, PER= .3, RC= .25, HU= 90, N= .1 , C= .3
 C 5, CROP=BRUSH , PIT=0.2, PER= .2, RC= .20, HU= 133, N= .15, C= .3
 C 6, CROP=SITE , PIT=0.1, PER= .1, RC= .10, HU= 0.1, N= .05, C= .25
 C 7, CROP=PASTURE , PIT=0.1, PER= .1, RC= .20, HU= 75, N= .1 , C= .1

CHANNEL SPECIFICATIONS FOLLOW

NUMBER OF TYPES OF CHANNELS = 3
 CHANNEL 1, WIDTH= 7.5 M, ROUGHNESS COEFF. (N) = .06
 CHANNEL 2, WIDTH= 5.0 M, ROUGHNESS COEFF. (N) = .07
 CHANNEL 3, WIDTH= 4.0 M, ROUGHNESS COEFF. (N) = .08

ELEMENT SPECIFICATIONS FOR CIGULUNG

EACH ELEMENT IS 500.0M SQUARE

OUTFLOW FROM ROW 15 COLUMN 9								
1	1	500	36030	1	1	R1	47	2000.0
1	2	400	31530	1	1	R1	46	1900.0
1	3	300	315	1	1	R1		1950.0
1	4	500	270	1	1	R1		1950.0
2	2	350	360	1	1	R1		2000.0
2	3	300	31530	1	1	R1	45	1850.0
2	4	280	270	1	1	R1		1800.0
2	9	500	270	1	1	R1		1950.0
3	2	500	360	1	1	R1		2000.0
3	3	320	315	1	1	R1		2000.0
3	4	260	31530	1	1	R1	44	1750.0
3	5	500	270	1	1	R1		1900.0
3	6	500	270	1	1	R1		1900.0
3	7	500	225	1	1	R1		1900.0
3	8	500	225	1	1	R1		1900.0
3	9	500	270	1	1	R1		1900.0
3	10	500	315	1	1	R1		1900.0
3	11	500	225	1	1	R1		1900.0
3	12	500	315	1	1	R1		1900.0
3	13	550	225	1	1	R1		1900.0
3	14	550	225	1	1	R1		1950.0
4	3	500	360	1	1	R1		2000.0
4	4	300	180	1	1	R1		1900.0

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 Pasal 17, mengizinkan sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lanjutan Lampiran 1.

4	5	240	36030	1	1	R1	43	1700.0
4	6	220	36030	1	1	R1	42	1650.0
4	7	200	36030	1	1	R1	41	1600.0
4	8	180	31530	1	1	R1	40	1500.0
4	9	500	270	1	1	R1		1700.0
4	10	400	270	1	1	R1		1700.0
4	11	400	275	1	1	R1		1700.0
4	12	400	315	1	1	R1		1700.0
4	13	400	275	1	1	R1		1850.0
4	14	500	225	1	1	R1		1950.0
5	3	500	360	1	1	R1		2000.0
5	4	500	360	1	1	R1		1900.0
5	5	390	359	1	1	R1		1700.0
5	6	380	270	1	1	R1		1800.0
5	7	370	360	1	1	R1		1700.0
5	8	360	315	1	1	R1		1800.0
5	9	160	31530	1	1	R1	39	1400.0
5	10	340	270	1	1	R1		1700.0
5	11	350	250	1	4	R1		1700.0
5	12	310	225	1	1	R1		1700.0
5	13	370	250	1	1	R1		1700.0
5	14	380	225	1	1	R1		1850.0
5	15	500	225	1	1	R1		1500.0
6	4	500	315	1	1	R1		1700.0
6	5	350	27030	1	1	R1	40	1400.0
6	6	375	315	1	1	R1		1700.0
6	7	350	360	1	1	R1		1400.0
6	8	340	270	1	4	R1		1375.0
6	9	370	360	1	4	R1		1395.0
6	10	150	31530	1	4	R1	38	1370.0
6	11	330	270	1	4	R1		1380.0
6	12	360	350	1	4	R1		1450.0
6	13	360	335	1	4	R1		1400.0
6	14	370	225	1	1	R1		1500.0
6	15	500	170	1	1	R1		1700.0
6	16	500	22530	1	1	R1	39	1750.0
7	4	500	360	1	1	R1		1600.0
7	5	350	27030	1	1	R1	30	1350.0
7	6	360	300	1	1	R1		1450.0
7	7	360	300	1	1	R1		1590.0
7	8	360	315	1	4	R1		1350.0
7	9	330	315	1	2	R1		1400.0
7	10	360	350	1	4	R1		1375.0
7	11	140	27030	1	6	R1	37	1350.0
7	12	350	225	1	4	R1		1500.0
7	13	350	270	1	4	R1		1350.0
7	14	370	180	1	1	R1		1570.0
7	15	500	22530	1	1	R1	38	1450.0
7	16	500	180	1	1	R1		1625.0
7	17	500	180	1	1	R1		1750.0
8	4	500	360	1	1	R1		1500.0
8	5	340	27030	1	1	R1	38	1330.0
8	6	360	225	1	1	R1		1400.0
8	7	310	315	1	4	R1		1500.0
8	8	350	315	1	4	R1		1400.0
8	9	320	280	1	1	R1		1325.0
8	10	350	35020	1	4	R1	36	1310.0

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lanjutan Lampiran 1.

8	11	310	27020	1	4	R1	36	1300.0
8	12	130	180	1	4	R1		1400.0
8	13	330	22520	1	4	R1	36	1325.0
8	14	360	18030	1	4	R1	37	1400.0
8	15	500	260	1	4	R1		1600.0
8	16	500	225	1	4	R1		1700.0
9	4	500	360	1	4	R1		1430.0
9	5	330	31520	1	4	R1	37	1300.0
9	6	340	180	1	4	R1		1430.0
9	7	350	315	1	4	R1		1430.0
9	8	340	285	1	4	R1		1420.0
9	9	310	285	1	4	R1		1300.0
9	10	340	360	1	4	R1		1275.0
9	11	300	27020	1	4	R1	33	1250.0
9	12	310	22520	1	4	R1	35	1100.0
9	13	320	180	1	4	R1		1350.0
9	14	500	180	1	4	R1		1400.0
9	15	500	185	1	4	R1		1600.0
9	16	500	180	1	4	R1		1650.0
10	3	500	360	1	1	R1		1400.0
10	4	320	270	3	6	R1		1350.0
10	5	370	225	1	4	R1		1340.0
10	6	330	36020	1	4	R1	36	1280.0
10	7	330	27010	1	4	R1	35	1250.0
10	8	300	225	1	4	R1		1427.0
10	9	320	275	1	4	R1		1350.0
10	10	330	225	1	4	R1		1250.0
10	11	120	22510	1	4	R1	30	1200.0
10	12	300	180	1	4	R1		1350.0
10	13	330	360	1	4	R1		1400.0
10	14	500	145	1	4	R1		1400.0
10	15	500	180	1	4	R1		1500.0
11	3	500	360	3	6	R1		1400.0
11	4	500	360	3	6	R1		1300.0
11	5	200	360	1	4	R1		1270.0
11	6	500	360	3	6	R1		1290.0
11	7	320	27010	3	6	R1	33	1225.0
11	8	340	360	1	4	R1		1300.0
11	9	310	27010	1	4	R1	26	1145.0
11	10	110	18010	1	4	R1	27	1150.0
11	11	310	270	1	4	R1		1340.0
11	12	500	225	1	4	R1		1300.0
11	13	500	180	1	4	R1		1325.0
11	14	500	180	1	4	R1		1350.0
12	4	500	360	3	6	R1		1500.0
12	5	500	360	3	6	R1		1350.0
12	6	500	315	3	5	R1		1350.0
12	7	310	36010	1	5	R1	31	1200.0
12	8	280	36010	1	5	R1	28	1150.0
12	9	100	27010	1	5	R1	25	1125.0
12	10	270	180	1	5	R1		1145.0
12	11	280	225	1	5	R1		1280.0
12	12	500	180	1	5	R1		1275.0
12	13	500	180	1	5	R1		1280.0
13	6	500	360	3	6	R1		1400.0
13	7	500	360	3	6	R1		1300.0
13	8	270	360	3	6	R1		1210.0



Lanjutan Lampiran 1.

13	9	90	27010	1	4	R1	20	1100.0
13	10	280	180	1	4	R1		1200.0
13	11	500	180	1	4	R1		1150.0
14	7	500	360	3	6	R1		1300.0
14	8	500	360	3	6	R1		1250.0
14	9	250	27010	3	6	R1	17	1000.0
14	10	500	180	1	4	R1		1100.0
14	11	500	180	1	4	R1		1240.0
15	9	70	27010	3	6	R1	15	950.0

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

1. Dilarang melanggar Undang-undang

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 2. Beberapa Sifat Fisik Tanah

Tekstur Tanah	Kerapatan Massa (gr/cc)	Total Porositas (%)	Kapasitas Lapang (%)
Pasir	1.65 (1.55 - 1.80)	38 (32 - 42)	39 (31 - 47)
Lempung berpasir	1.50 (1.40 - 1.60)	43 (40 - 47)	49 (38 - 57)
Lempung	1.40 (1.35 - 1.50)	47 (43 - 49)	66 (59 - 74)
Lempung berliat	1.35 (1.30 - 1.40)	49 (47 - 51)	74 (66 - 82)
Liat berdebu	1.30 (1.25 - 1.35)	51 (49 - 53)	79 (72 - 86)
Liat	1.25 (1.20 - 1.30)	53 (51 - 55)	83 (76 - 89)

Sumber : Beasley dan Higgins, 1981

Lampiran 3. Nilai 'P' untuk Berbagai Tekstur Tanah

Tekstur Tanah	Nilai P
Liat	0.75 - 0.80
Liat berdebu	0.65 - 0.75
Lempung berliat	0.60 - 0.70
Lempung	0.55 - 0.65
Lempung berpasir	0.50 - 0.60
Pasir	0.35 - 0.50

Sumber : Beasley dan Higgins, 1981

Lampiran 4. Volume Intersepsi Potensial untuk Berbagai Jenis Tanaman

Jenis tanaman	Nilai PIT (mm)
Gandum	0.5 - 1.0
Jagung	0.3 - 1.3
Padang rumput	0.5 - 1.0
Kentang, kubis	0.5 - 1.5
Hutan	1.0 - 2.5

Sumber : Beasley dan Higgins, 1981

Lampiran 5. Nilai Kekasaran Permukaan (N) untuk Berbagai Jenis Tanaman

Bentuk Penggunaan Lahan	Nilai N
Semak rapat	0.40 - 0.50
Padang ilalang	0.30 - 0.40
Padang rumput	0.20 - 0.30
Padang rumput pendek	0.10 - 0.20
Tumbuhan jarang	0.5 - 0.13
Tanah liat terbuka	0.01 - 0.03
Aspal/semen :	
Ketebalan tipis	0.10 - 0.15
Ketebalan sedang	0.05 - 0.10

Sumber : US Army Corps of Engineers, 1981

Lampiran 6. Koefisien Kekasaran Manning's untuk Sungai Alami

No.	Type Sungai/Saluran	Nilai N
1	Bersih, tebing lurus, tidak ada lubang atau lubang yang dalam	0.40 - 0.50
2	Seperti (1) tetapi terdapat batu dan gulma	0.20 - 0.30
3	Berkelok, ada lubang dan bersih	0.10 - 0.20
4	Seperti (3), air lebih rendah, lebih banyak lereng dan bagian yang tidak efektif	0.05 - 0.13
5	Seperti (4) sebagian berbatu	0.01 - 0.03
6	Bagian sungai yang lamban, agak banyak gulma atau berlubuk sangat dalam	0.10 - 0.03
7	Bagian yang sangat banyak gulma	0.10 - 0.15
		0.05 - 0.10

Sumber : Schwab, *et al.*, 1981

apitan 7. Besarnya Erosi Hasil Keluaran Model ANSWERS

DISTRIBUTED HYDROLOGIC AND WATER QUALITY SIMULATION
BY ANSWERS VER 4.880215
GENERAL PREDATA FILE FOR USE IN ANSWERS

RAINFALL HYETOGRAPH FOR EVENT OF

GAGE NUMBER R1

TIME - MIN.	RAINFALL RATE - MM/H
0.0	0.00
30.0	2.00
100.0	0.00
260.0	5.83
340.0	0.60
2500.0	0.00

DURATION TIME INCREMENT = 60. SECONDS

PROPERTIES

POROSITY (PERCENT VOL.)	FIELD CAP. (PERCENT SAT.)	INFILTRATION FC (MM/H)	CONSTANTS A (MM/H)	P	CONTROL ZONE (MM)	ANTECEDENT MOISTURE (PERCENT SAT)
45.0	40.0	2.55	3.50	1.40	60.0	50.0
40.0	35.0	2.40	3.20	1.40	40.0	50.0
25.0	30.0	1.00	3.00	1.50	25.0	50.0

BASE DRAINAGE COEFF. = 5.00 MM/24H
BASE FLOODWATER RELEASE FRACTION = 0.100E-01

LAND USE/ MANAGEMENT PRACTICES

LAND USE	MAX. POT. INTERCEPTION (MM)	PERCENT COVER	ROUGH. COEFF.	ROUGH. HEIGHT (MM)	MANNING'S N	EROSION CONST. (MM)
WOODS	1.00	70.	0.90	2.5	0.200	0.00
RICE	0.10	30.	0.40	1.5	0.090	0.00
ESTATE	0.50	40.	0.45	1.0	0.100	0.20
MIXFARM	0.40	30.	0.25	0.9	0.100	0.30
GRASS	0.20	20.	0.20	1.3	0.150	0.30
WETLAND	0.10	10.	0.10	0.1	0.050	0.20
PASTURE	0.10	10.	0.20	0.8	0.100	0.10

CHANNEL PROPERTIES

WIDTH (M)	MANNING'S N
7.5	0.060
5.0	0.070
4.0	0.080

CIGULUNG

WATERSHED CHARACTERISTICS
NUMBER OF 25.00 HA OVERLAND FLOW ELEMENTS = 146
NUMBER OF CHANNEL SEGMENTS = 35
AREA OF CATCHMENT = 3650.0 HA

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruhnya tulisan ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
 a. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 b. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian, penulisan karya tulis, atau penyusunan karya tulis lainnya yang dipublikasikan, dengan tetap menyebutkan sumbernya.
 c. Dilarang mengutip sebagian atau seluruhnya tulisan ini tanpa mencantumkan sumbernya.
 d. Dilarang mengutip sebagian atau seluruhnya tulisan ini untuk tujuan komersial atau untuk tujuan lain yang memerlukan izin.
 e. Dilarang mengutip sebagian atau seluruhnya tulisan ini untuk tujuan lain yang memerlukan izin.

lanjutan Lampiran 7.

PERCENT SLOPE: MIN = 7.00 AVE = 38.07 MAX = 55.00 PERCENT
 CHANNEL SLOPE: MIN = 1.50 AVE = 3.49 MAX = 4.70 PERCENT
 PERCENT OF AREA TILED = 0.0 WITH A D.C. OF 5.00 MM/24H
 AN ANTECEDENT SOIL MOISTURE = 50., FIELD CAPACITY = 39. PERCENT SATURATED
 GROUNDWATER RELEASE FRACTION = 0.0100
 PLOT IS ELEMENT 146 AT ROW 15 COL 9

SURFACE CROP	COVER/MANAGEMENT CONDITIONS				NO.	SOIL ASSOCIATION PROPERTIES			
	PERCENT PRESENT	PERCENT COVER	N	C		PERCENT PRESENT	FC MM/H	INITIAL MM/H	CONTROL DEPTH M
ODS	44.5	70.	0.200	0.00	1	89.7	2.5	3.9	60.0
CE	0.7	30.	0.090	0.00	3	10.3	1.0	2.1	25.0
XFARM	39.0	30.	0.100	0.30					
USH	5.5	20.	0.150	0.30					
TH	10.3	10.	0.050	0.20					

OUTLET HYDROGRAPHS--VER 4.880215

TIME MIN.	RAINFALL MM/H	RUNOFF MM/H	YIELD	CONCENTRATIONS -MG/L		
			SEDIMENT KG	SEDIMENT	PHOSPHORUS (N/A)	NITROGEN (N/A)
0.0	0.00	0.0000	0.	0.		
25.0	2.00	0.0000	0.	157.		
50.0	0.00	0.0000	0.	187.		
75.0	0.00	0.0001	0.	75.		
100.0	0.00	0.0001	0.	25.		
125.0	5.83	0.0094	9.	285.		
150.0	5.83	0.0417	325.	1335.		
175.0	5.83	0.1528	3478.	3168.		
200.0	5.83	0.3973	23504.	6344.		
225.0	5.83	0.7750	105725.	11142.		
250.0	5.83	1.1523	320067.	17112.		
275.0	0.60	1.4741	752293.	23869.		
300.0	0.60	1.3388	1376681.	31693.		
325.0	0.60	1.0276	2047639.	40402.		
350.0	0.00	0.7420	2672583.	49733.		
375.0	0.00	0.5124	3210678.	59095.		
400.0	0.00	0.3662	3649371.	65847.		
425.0	0.00	0.2656	3991710.	68256.		
450.0	0.00	0.1926	4237434.	63536.		
475.0	0.00	0.1471	4397753.	54817.		
500.0	0.00	0.1211	4500467.	41644.		
525.0	0.00	0.1126	4561467.	25897.		
550.0	0.00	0.1116	4594330.	13316.		
575.0	0.00	0.1148	4609800.	5660.		
600.0	0.00	0.1215	4616089.	2012.		
625.0	0.00	0.1285	4618300.	617.		
650.0	0.00	0.1344	4618976.	166.		
675.0	0.00	0.1396	4619163.	44.		
700.0	0.00	0.1442	4619209.	11.		
725.0	0.00	0.1483	4619221.	0.		
750.0	0.00	0.1519	4619221.	0.		
775.0	0.00	0.1552	4619221.	0.		
800.0	0.00	0.1580	4619221.	0.		
825.0	0.00	0.1606	4619221.	0.		
850.0	0.00	0.1629	4619221.	0.		

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 c. Pengutipan untuk keperluan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

Lanjutan Lampiran 7.

875.0	0.00	0.1650	4619221.	0.
900.0	0.00	0.1668	4619221.	0.
925.0	0.00	0.1684	4619221.	0.
950.0	0.00	0.1698	4619221.	0.
975.0	0.00	0.1711	4619221.	0.
1000.0	0.00	0.1722	4619221.	0.
1025.0	0.00	0.1732	4619221.	0.
1050.0	0.00	0.1741	4619221.	0.
1075.0	0.00	0.1748	4619221.	0.
1100.0	0.00	0.1754	4619221.	0.
1125.0	0.00	0.1759	4619221.	0.
1150.0	0.00	0.1762	4619221.	0.
1175.0	0.00	0.1765	4619221.	0.
1200.0	0.00	0.1768	4619221.	0.
1225.0	0.00	0.1769	4619221.	0.
1250.0	0.00	0.1770	4619221.	0.
1275.0	0.00	0.1770	4619221.	0.
1300.0	0.00	0.1769	4619221.	0.
1325.0	0.00	0.1768	4619221.	0.
1350.0	0.00	0.1766	4619221.	0.
1375.0	0.00	0.1764	4619221.	0.
1400.0	0.00	0.1761	4619221.	0.
1425.0	0.00	0.1758	4619221.	0.
1450.0	0.00	0.1755	4619221.	0.
1475.0	0.00	0.1751	4619221.	0.
1500.0	0.00	0.1747	4619221.	0.
1525.0	0.00	0.1742	4619221.	0.
1550.0	0.00	0.1737	4619221.	0.
1575.0	0.00	0.1732	4619221.	0.
1600.0	0.00	0.1727	4619221.	0.
1625.0	0.00	0.1721	4619221.	0.
1650.0	0.00	0.1716	4619221.	0.
1675.0	0.00	0.1710	4619221.	0.
1700.0	0.00	0.1703	4619221.	0.
1725.0	0.00	0.1697	4619221.	0.
1750.0	0.00	0.1690	4619221.	0.
1775.0	0.00	0.1683	4619221.	0.
1800.0	0.00	0.1676	4619221.	0.
1825.0	0.00	0.1669	4619221.	0.
1850.0	0.00	0.1661	4619221.	0.
1875.0	0.00	0.1654	4619221.	0.
1900.0	0.00	0.1646	4619221.	0.
1925.0	0.00	0.1638	4619221.	0.
1950.0	0.00	0.1630	4619221.	0.
1975.0	0.00	0.1622	4619221.	0.
2000.0	0.00	0.1614	4619221.	0.
2025.0	0.00	0.1606	4619221.	0.
2050.0	0.00	0.1598	4619221.	0.
2075.0	0.00	0.1590	4619221.	0.
2100.0	0.00	0.1581	4619221.	0.
2125.0	0.00	0.1573	4619221.	0.
2150.0	0.00	0.1564	4619221.	0.
2175.0	0.00	0.1556	4619221.	0.
2200.0	0.00	0.1547	4619221.	0.
2225.0	0.00	0.1538	4619221.	0.



Lanjutan Lampiran 7.

2250.0	0.00	0.1530	4619221.	0.
2275.0	0.00	0.1521	4619221.	0.
2300.0	0.00	0.1512	4619221.	0.
2325.0	0.00	0.1503	4619221.	0.
2350.0	0.00	0.1495	4619221.	0.
2375.0	0.00	0.1486	4619221.	0.
2400.0	0.00	0.1477	4619221.	0.
2425.0	0.00	0.1468	4619221.	0.
2450.0	0.00	0.1459	4619221.	0.
2475.0	0.00	0.1450	4619221.	0.
2500.0	0.00	0.1441	4619221.	0.

@ Hak Cipta milik IPB University

RUNOFF VOLUME PREDICTED FROM 17.35 MMOF RAINFALL = 8.973 MM
 AVERAGE SOIL LOSS = 1266. KG/HA

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

Lampiran 8. Besar Sedimen Hasil Keluaran Model ANSWERS Pada Tiap Elemen

ELEMENT NO.	INDIVIDUAL ELEMENT SEDIMENT		NET SEDIMENTATION ELEMENT SEDIMENT		ELEMENT SEDIMENT		
	NO.	KG/HA	NO.	KG/HA	NO.	KG/HA	
1	0.	2	0.	3	0.	4	0.
5	0.	6	0.	7	0.	8	0.
9	0.	10	0.	11	0.	12	0.
13	0.	14	0.	15	0.	16	0.
17	0.	18	0.	19	0.	20	0.
21	0.	22	0.	23	0.	24	0.
25	0.	26	0.	27	0.	28	0.
29	0.	30	0.	31	0.	32	0.
33	0.	34	0.	35	0.	36	0.
37	0.	38	0.	39	0.	40	0.
41	344.	42	-4503.	43	0.	44	0.
45	0.	46	0.	47	0.	48	0.
49	0.	50	0.	51	-4012.	52	-1489.
53	-1964.	54	-3003.	55	-2878.	56	-13718.
57	3747.	58	0.	59	0.	60	0.
61	0.	62	0.	63	0.	64	-5158.
65	1158.	66	-2460.	67	-46.	68	-1842.
69	-6834.	70	2714.	71	0.	72	0.
73	0.	74	0.	75	0.	76	0.
77	-2462.	78	-3919.	79	2409.	80	-1942.
81	-2254.	82	-213.	83	-4880.	84	-1449.
85	-3187.	86	-2591.	87	-2200.	88	-4348.
89	-2353.	90	-2431.	91	-3197.	92	-3758.
93	-1419.	94	-1505.	95	-404.	96	-609.
97	-9416.	98	-7353.	99	-3029.	100	0.
101	-233.	102	-1794.	103	-1290.	104	-2370.
105	-2385.	106	-3565.	107	-1714.	108	-473.
109	-1157.	110	447.	111	-8687.	112	-2132.
113	-295.	114	-972.	115	-8884.	116	-886.
117	-498.	118	-1353.	119	-5400.	120	-5.
121	-883.	122	-5416.	123	-3781.	124	-2200.
125	-295.	126	-572.	127	-1235.	128	-4931.
129	-864.	130	3825.	131	753.	132	-2732.
133	-4331.	134	-1834.	135	-583.	136	-890.
137	-527.	138	-1868.	139	790.	140	-4151.
141	-295.	142	-572.	143	-234.	144	-3781.
145	-2200.	146	-35.				

EROSION RATE = 13718. KG/HA MAX DEPOSITION RATE = 3825. KG/HA
 STD. DEV. = 2354. KG/HA

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Lampiran 9. Hasil Keluaran Model Answers Untuk Berbagai Skenario

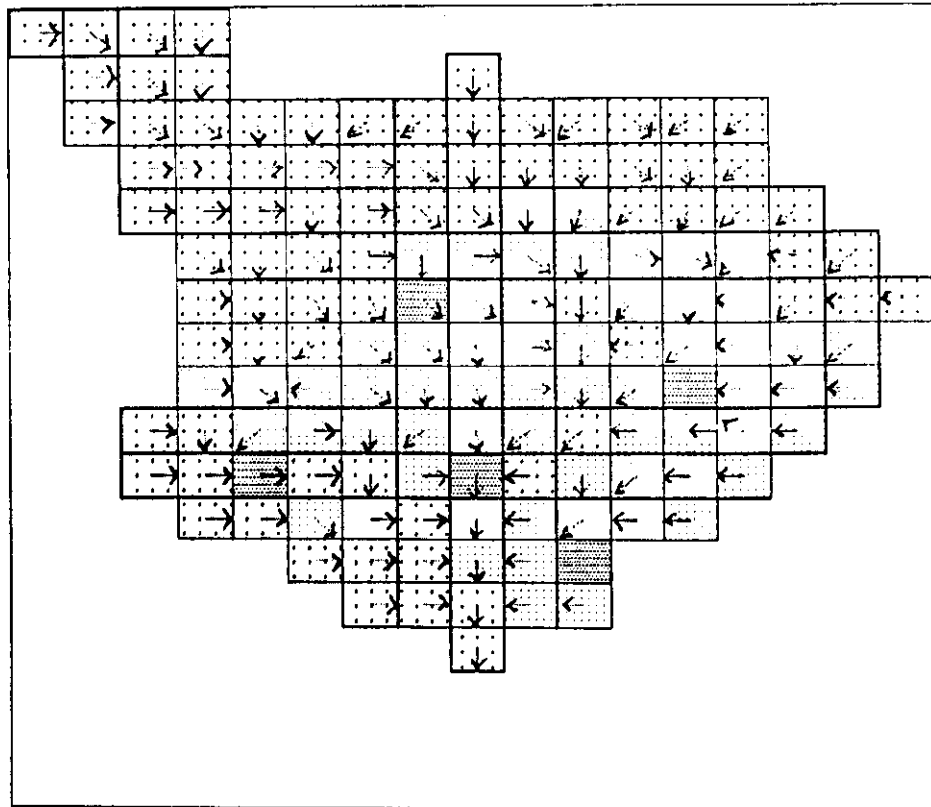
Skenario I. Penambahan Luas Hutan Sebesar 7.53% Sebelum Pembangunan Perumahan

CATCHMENT: CIGULUNG
WATERSHED CHARACTERISTICS
 =====
 NUMBER OF 25.00 HA OVERLAND FLOW ELEMENTS = 146
 NUMBER OF CHANNEL SEGMENTS = 35
 AREA OF CATCHMENT = 3650.0 HA
 CATCHMENT SLOPE: MIN = 7.00 AVE = 38.07 MAX = 55.00 PERCENT
 CHANNEL SLOPE: MIN = 1.50 AVE = 3.49 MAX = 4.70 PERCENT
 PERCENT OF AREA TILED = 0.0 WITH A D.C. OF 5.00 MM/24H
 MEAN ANTECEDENT SOIL MOISTURE = 50., FIELD CAPACITY = 39. PERCENT SATURATION
 GROUNDWATER RELEASE FRACTION = 0.0100
 OUTLET IS ELEMENT 146 AT ROW 15 COL. 9

OUTLET HYDROGRAPHS--VER 4.880215
 RUNOFF VOLUME PREDICTED FROM 17.35 MM OF RAINFALL = 8.853 MM
 AVERAGE SOIL LOSS = 885. KG/HA
 MAX EROSION RATE = 8884. KG/HA MAX DEPOSITION RATE = 3205. KG/HA

CATCHMENT : CIGULUNG (Grid size : 500 x 500 m.)
SEDIMENT YIELD (kg/ha)

Yield (Kg/ha)



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 9. Hasil Keluaran Model Answers Untuk Berbagai Skenario

Skenario II. Pembangunan Perumahan Seluas 8.22% Sebelum Penambahan Luas Hutan

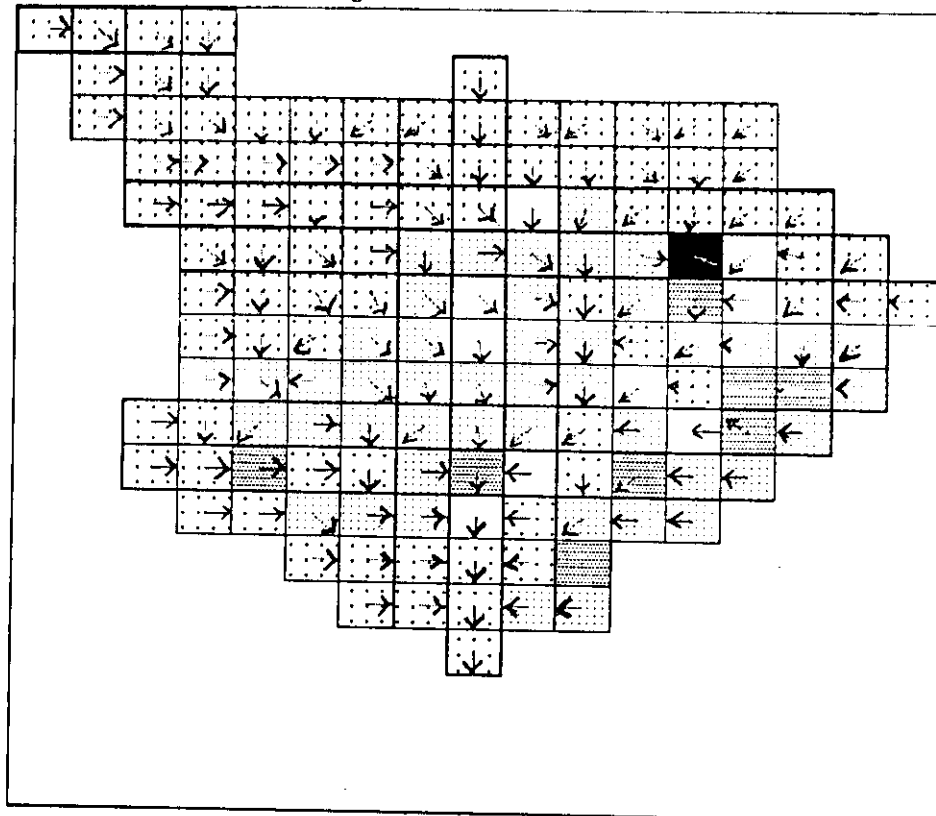
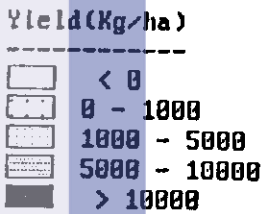
CATCHMENT: CIGULUNG
WATERSHED CHARACTERISTICS

NUMBER OF 25.00 HA OVERLAND FLOW ELEMENTS = 146
 NUMBER OF CHANNEL SEGMENTS = 35
 AREA OF CATCHMENT = 3650.0 HA
 CATCHMENT SLOPE: MIN = 7.00 AVE = 38.87 MAX = 55.00 PERCENT
 CHANNEL SLOPE: MIN = 1.50 AVE = 3.49 MAX = 4.70 PERCENT
 PERCENT OF AREA TILED = 0.0 WITH A D.C. OF 5.00 MM/24H
 MEAN ANTECEDENT SOIL MOISTURE = 50., FIELD CAPACITY = 39. PERCENT SATURATION
 GROUNDWATER RELEASE FRACTION = 0.8100
 OUTLET IS ELEMENT 146 AT ROW 15 COL 9

OUTLET HYDROGRAPHS--VER 4.880215

RUNOFF VOLUME PREDICTED FROM 17.35 MM OF RAINFALL = 9.050 MM
 AVERAGE SOIL LOSS = 1276. KG/HA
 MAX EROSION RATE = 13718. KG/HA MAX DEPOSITION RATE = 3747. KG/HA

CATCHMENT : CIGULUNG (Grid size : 500 x 500 m.)
 SEDIMENT YIELD (kg/ha)



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

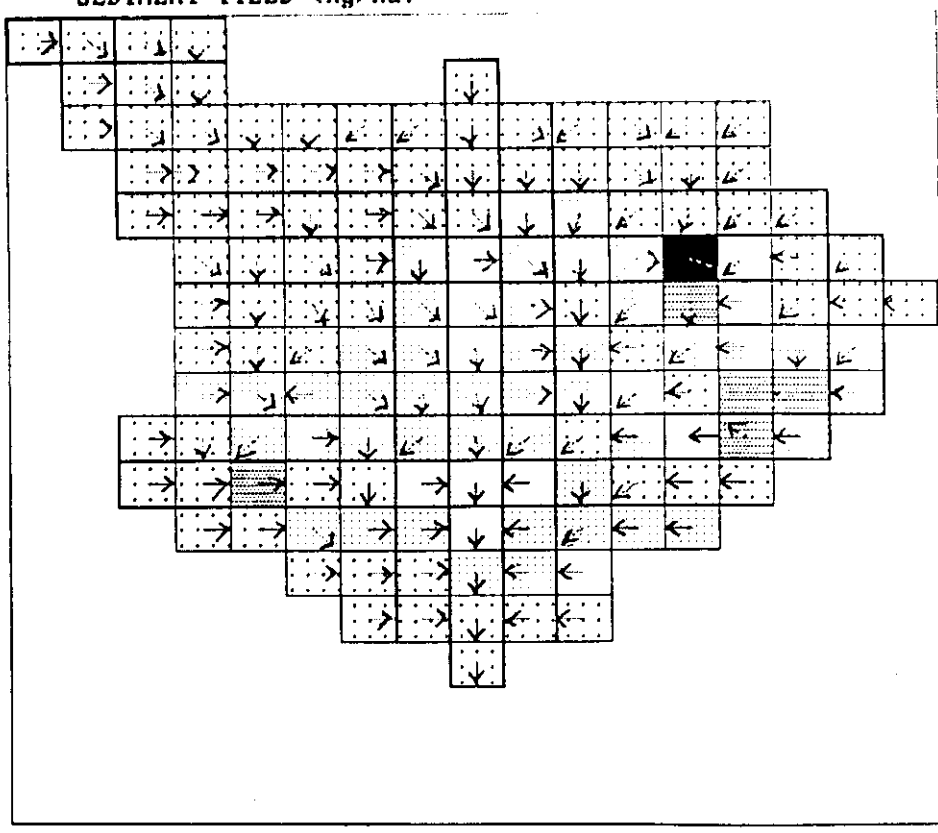
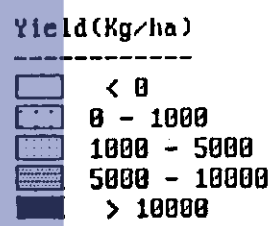
Lampiran 9. Hasil Keluaran Model Answers Untuk Berbagai Skenario

Skenario III. Penambahan Luas Hutan Sebesar 5.49% Setelah dibangun Perumahan

CATCHMENT: CIGULUNG
 WATERSHED CHARACTERISTICS
 =====
 NUMBER OF 25.00 HA OVERLAND FLOW ELEMENTS = 146
 NUMBER OF CHANNEL SEGMENTS = 35
 AREA OF CATCHMENT = 3650,0 HA
 CATCHMENT SLOPE: MIN = 7.00 AVE = 38.07 MAX = 55.00 PERCENT
 CHANNEL SLOPE: MIN = 1.50 AVE = 3.49 MAX = 4.70 PERCENT
 PERCENT OF AREA TILED = 0.0 WITH A D.C. OF 5.00 MM/24H
 MEAN ANTECEDENT SOIL MOISTURE = 50., FIELD CAPACITY = 39. PERCENT SATURATION
 GROUNDWATER RELEASE FRACTION = 0.0100
 OUTLET IS ELEMENT 146 AT ROW 15 COL 9

OUTLET HYDROGRAPHS--UER 4.880215
 RUNOFF VOLUME PREDICTED FROM 17.35 MM OF RAINFALL = 8.990 MM
 AVERAGE SOIL LOSS = 1078. KG/HA
 MAX EROSION RATE = 13718. KG/HA MAX DEPOSITION RATE = 4173. KG/HA

CATCHMENT: CIGULUNG (Grid size : 500 x 500 m.)
 SEDIMENT YIELD (kg/ha)



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

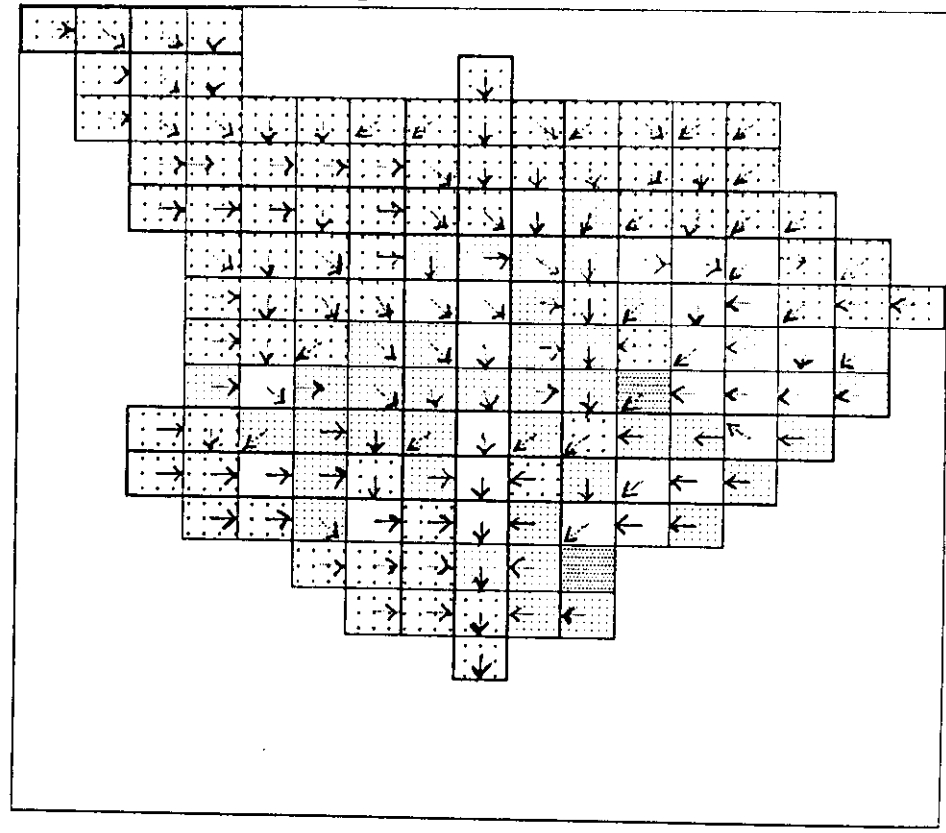
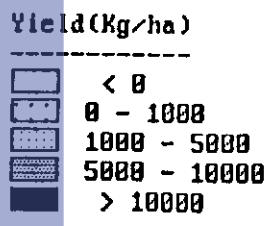
Lampiran 9. Hasil Keluaran Model Answers Untuk Berbagai Skenario

Skenario IV. Penambahan Luas Hutan Sebesar 10.27% Sebelum Pembangunan Perumahan

CATCHMENT: CIGULUNG
WATERSHED CHARACTERISTICS
 =====
 NUMBER OF 25.00 HA OVERLAND FLOW ELEMENTS = 146
 NUMBER OF CHANNEL SEGMENTS = 35
 AREA OF CATCHMENT = 3650.0 HA
 CATCHMENT SLOPE: MIN = 7.00 AVE = 38.07 MAX = 55.00 PERCENT
 CHANNEL SLOPE: MIN = 1.50 AVE = 3.49 MAX = 4.70 PERCENT
 PERCENT OF AREA TILED = 0.0 WITH A D.C. OF 5.00 MM/24H
 MEAN ANTECEDENT SOIL MOISTURE = 50., FIELD CAPACITY = 39. PERCENT SATURATION
 GROUNDWATER RELEASE FRACTION = 0.0100
 OUTLET IS ELEMENT 146 AT ROW 15 COL 9

OUTLET HYDROGRAPHS—VER 4.880215
 RUNOFF VOLUME PREDICTED FROM 17.35 MM OF RAINFALL = 8.812 MM
 AVERAGE SOIL LOSS = 622. KG/HA
 MAX EROSION RATE = 5780. KG/HA MAX DEPOSITION RATE = 3205. KG/HA

CATCHMENT : CIGULUNG (Grid size : 500 x 500 m.)
 SEDIMENT YIELD (kg/ha)



Lampiran 10. Perhitungan Produksi Air Dan Sedimen Pada Model ANSWERS

Produksi Air

a. Produksi air berupa limpasan pada setiap elemen dihitung melalui persamaan :

$$I - Q = dS/dT$$

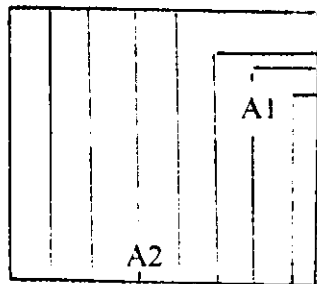
I = Laju inflow suatu elemen pada suatu kejadian hujan dan aliran elemen didekatnya .

Q = Laju Outflow

S = Volume air yang tertahan pada elemen

T = Waktu

Elemen yang mempunyai relief ganda, perhitungan produksinya ditunjukkan pada gambar aliran permukaan berikut :



ANG : Derajat Kemiringan Lereng

$$Q1 = \{ A1/(A1 + A2) \} Q$$

$$Q2 = \{ A2/(A1 + A2) \} Q$$

b. Volume limpasan dari suatu elemen ke elemen didekatnya (RLF) adalah sebagai berikut :

$$RLF = \frac{TAN (ANG)}{2} \quad ; \quad ANG < 45^{\circ}$$

$$RLF = \frac{TAN (90^{\circ} - ANG)}{2} \quad ; \quad 45^{\circ} < ANG < 90^{\circ}$$

c. Volume air yang tertahan (DEP) pada daerah depresi ditentukan dengan menggunakan persamaan Huggins dan Mongke (1966, dalam Beasley dan Huggins, 1981) sebagai berikut :

$$DEP = HU * ROUGH * (H/HU)^{1/ROUGH}$$

DEP = Volume air yang tersimpan pada setiap unit kedalaman

HU = Ketinggian maksimum dari mikro relief

H = Ketinggian tempat pada setiap elemen

ROUGH = Parameter kekasapan permukaan = RC

d. Kapasitas infiltrasi pada permukaan yang tergenang (*infiltration capacity with surface inundated*, FMAX) dihitung berdasarkan persamaan Holton (1961 dan Overton, 1965 dalam Beasley dan Huggins, 1981) sebagai berikut :

FMAX = Kapasitas infiltrasi permukaan yang tergenang

FC = Kapasitas infiltrasi pada keadaan konstan

A = Selisih laju infiltrasi maksimum dengan infiltrasi konstan

PIV = Volume air maksimum yang dapat tertahan untuk mencapai titik jenuh pada Zone pengamatan

= Porositas total tanah

= Koefisien tak berdimensi, merupakan hubungan antara laju penurunan kapasitas infiltrasi dengan penambahan lengas tanah

Laju Draenase (*drainage rate of water from control zone, DR*). Nilai ini merupakan fungsi dari kelembaban tanah pada zone pengamatan. Untuk menentukan nilai laju draenase digunakan dua asumsi, yaitu :

- bila lengas tanah lebih kecil dari kapasitas lapang maka tidak terjadi perkolasi
- bila lengas tanah melebihi kapasitas lapang maka pergerakan air pada zone tersebut dihitung sebagai berikut :

$$DR = FC * \{ 1 - (PIV/GWC) \}^3$$

DR = Laju pergerakan air dari zone pengamatan

GWC = TP - FP (*gravitational water capacity of the control zone or total porosity minus field capacity*)

Produksi sedimen

Asumsi yang dipergunakan pada model ini dalam memprediksi erosi yaitu

1. Erosi tidak terjadi pada bagian bawah permukaan.
2. Sedimen dari suatu elemen ke elemen yang lain akan meningkatkan lapisan permukaan elemen tempat pengendapan
3. Pada segmen saluran tidak terjadi erosi akibat hempasan butir hujan.
4. Pемindahan partikel tanah akibat curah hujan diasumsikan tidak ada.



- a. Fraksi tanah yang terlepas akibat hempasan butir hujan (*rainfall detachment rate*, DETR). Nilai ini dihitung dengan persamaan Mayer dan Wischmeier (1969 dalam Beasley dan Huggins, 1981) sebagai berikut :

$$\text{DETR} = 0.108 * \text{CDR} * \text{SKDR} * A_i * R^2$$

DETR = Fraksi tanah yang terlepas (kg/menit)

CDR = Faktor tanaman = Nilai C metode USLE

SKDR = Faktor erodibilitas tanah = nilai K metode USLE

A_i = Luas daerah pengamatan ke- i (m^2)

R = Intensitas curah hujan (mm/jam)

- b. Fraksi tanah yang terlepas akibat aliran permukaan (*overland flow detachment rate*, DETF).

Nilai ini dihitung melalui persamaan Mayer dan Wischmeier (1966 dan memodifikasi persamaan Foster, 1976 dalam Beasley dan Huggins, 1981) sebagai berikut :

$$\text{DETF} = 0.9 * \text{CDR} * \text{SKDR} * A_i * \text{SL} * Q$$

SL = Derajat kemiringan lereng (*slope steepness*)

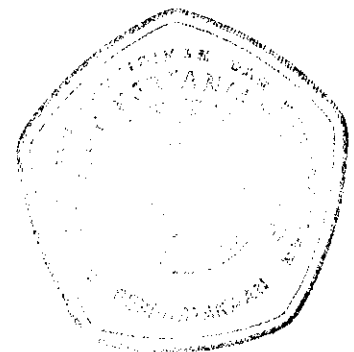
Q = Laju aliran perunit luas (m^2/jam)

- c. Laju potensial pengangkutan sedimen (potential transport sediment rate, TF)

berdasarkan laju aliran (Q) sebagai berikut

$$\text{TF} = 161 * \text{SL} * Q^{0.5} \quad Q < 0.046 \text{ m}^2/\text{menit}$$

$$\text{TF} = 16.32 * \text{SL} * Q^2 \quad Q > 0.046 \text{ m}^2/\text{menit}$$



Lanjutan Lampiran 11



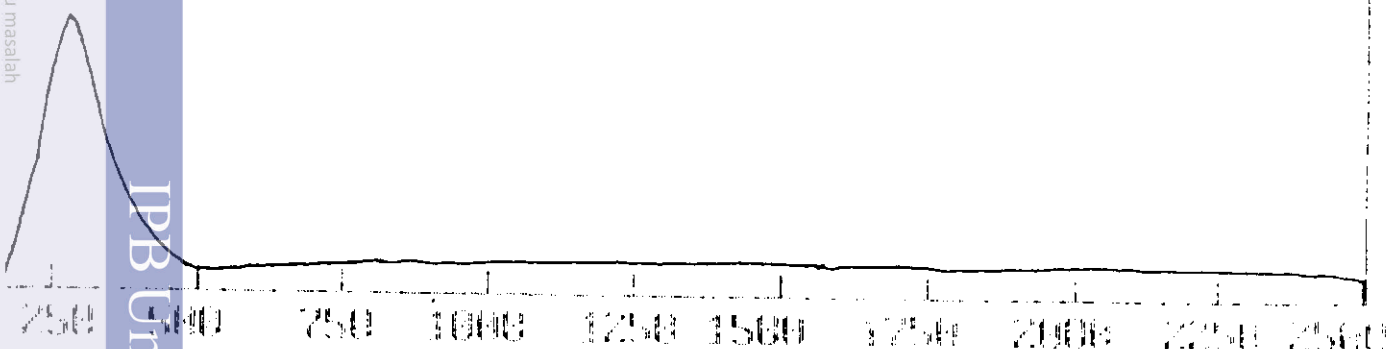
CIGULUNG
HED CHARACTERISTICS

25.00 HA OVERLAND FLOW ELEMENTS = 146
 CHANNEL SEGMENTS = 35
 CHANNEL WIDTH = 3650.0 HA
 SLOPE: MIN = 7.00 AVE = 36.07 MAX = 55.00 PERCENT
 SLOPE: MIN = 1.50 AVE = 3.49 MAX = 4.70 PERCENT
 AREA TILED = 0.0 WITH A D.C. OF 5.00 MM/24H
 INITIAL SOIL MOISTURE = 50.00 FIELD CAPACITY = 39.00 PERCENT SATURATION
 RELEASE FRACTION = 0.0100
 CHANNEL ELEMENT 46 AT ROW 15 COL 9

OUTLET HYDROGRAPH - VER 4.880215
 TIME PREDICTED FROM 17.35 MM OF RAINFALL 8.972 MM
 AVERAGE SOIL LOSS = 1266.00 KG/HA
 DEPOSITION RATE = 3712.00 KG/HA MAX DEPOSITION RATE = 3825.00 KG/HA

10000
 20000
 30000
 40000
 50000
 60000
 70000
 80000
 90000
 100000

Gambar 11.1 Grafik Runoff dengan Kelas Intensitas hujan sedang 17.35 mm



Lanjutan Lampiran 11



CIGULUNG
FIELD CHARACTERISTICS

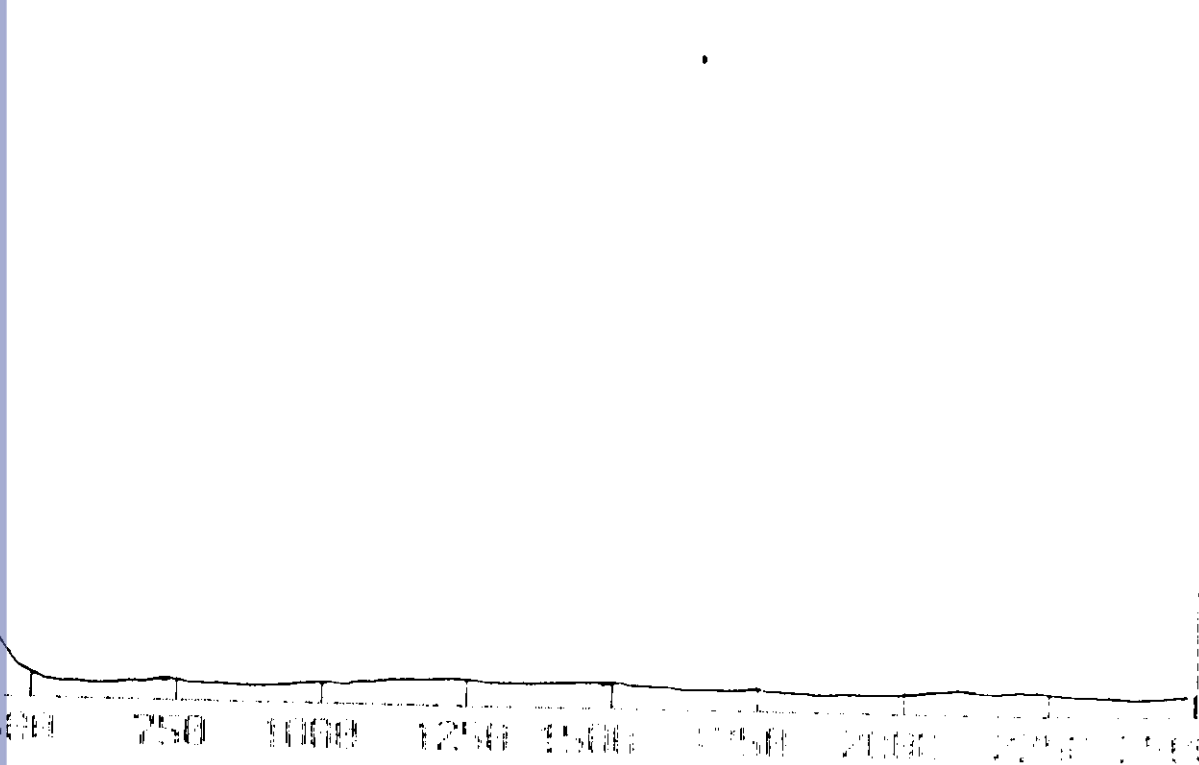
=====

5.00 HA OVERLAND FLOW ELEMENTS = 146
 CHANNEL SEGMENTS = 35
 CHANNEL LENGTH = 3650.0 HA
 SLOPE: MIN = 7.00 AVE = 38.07 MAX = 55.00 PERCENT
 PE: MIN = 1.50 AVE = 3.49 MAX = 4.70 PERCENT
 AREA TILED = 0.0 WITH A D.C. OF 5.00 MM/24H
 INITIAL SOIL MOISTURE = 50.00 FIELD CAPACITY = 39.00 PERCENT SATURATION
 RELEASE FRACTION = 0.0100
 ELEMENT 146 AT ROW 15 COL 9

=====

OUTLET HYDROGRAPHS--VER 4.880215
 TIME PREDICTED FROM 35.60 MM OF RAINFALL = 25.487 MM
 AVERAGE SOIL LOSS = 10833.00 KG/HA
 RATE = 117881.00 KG/HA MAX DEPOSITION RATE = 13648.00 KG/HA

Profile Outlet dengan Inlet pada barisan ke-10
 25.64 mm



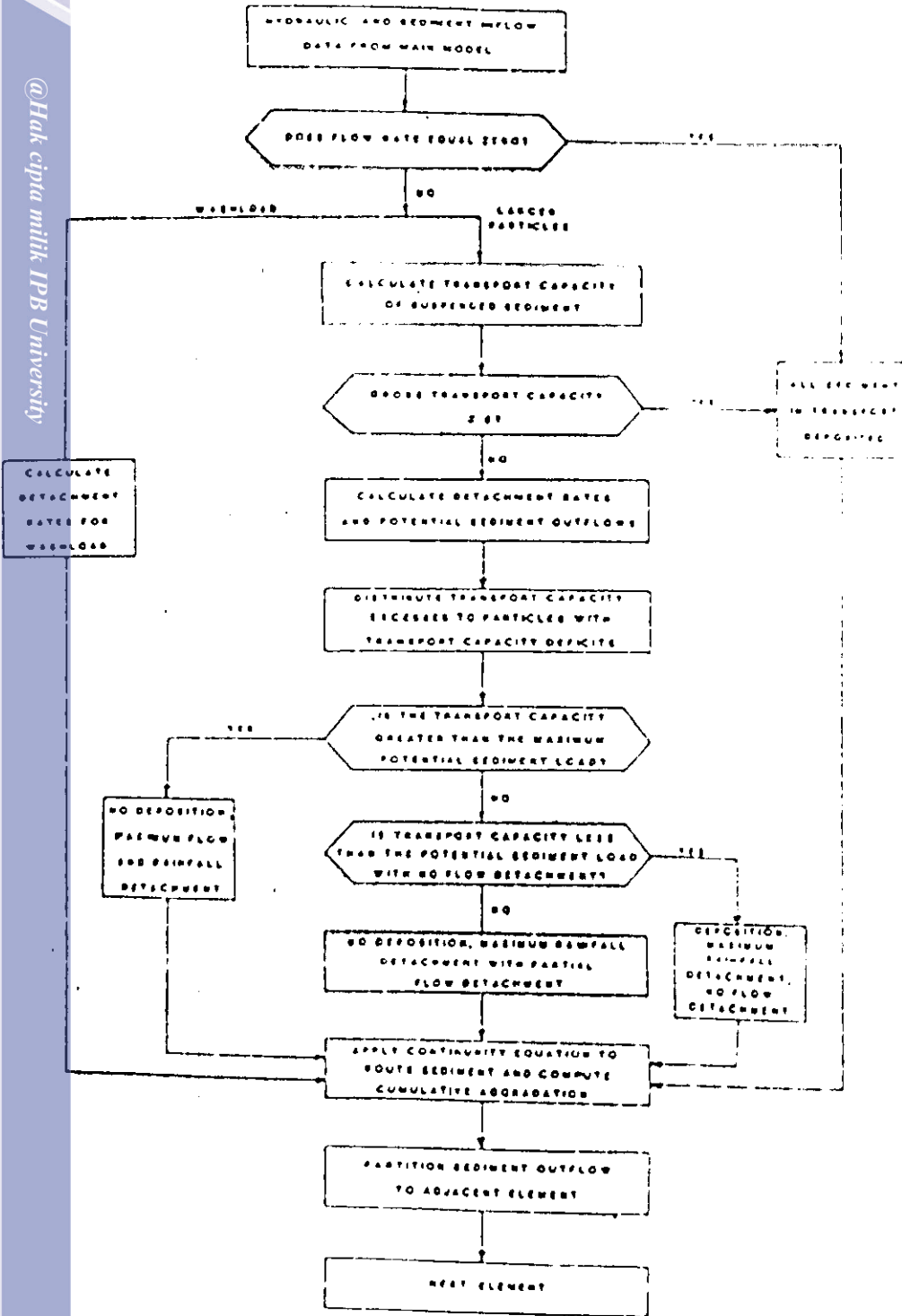
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

3. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

4. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

5. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

Lampiran 12. Diagram proses Model ANSWERS



@Hak cipta milik IPB University

CALCULATE DETACHMENT RATES FOR WASHLOAD

IPB University



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 13. Jenis Peta Yang Dipergunakan

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Penerbit IPB. Bogor.
- Beasley, D. B. and L. F. Huggins. 1982. *ANSWERS : User's Manual*. US EPA. Region V, Chicago.
- Baver, L. D. 1956. *Soil Physics*. John Wiley and Son, Inc. New York, Charles E. Tuttle Company, Modern Asia Edition. Third Edition.
- Conni. 1996. *Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Pada Sub DAS Cikapundung, Bandung Utara*. Skripsi. Jurusan Geofisika dan Meteorologi. IPB. Bogor
- Frevert, R. K., G. O. Schwab, T. W. Edminster and K. K. Beames. 1963. *Soil and Water Conservation Engineering*. (Third Edition). John Wiley and Son, Inc. New York.
- Khonke, H. N. A. R. Bertrand. 1959. *Soil Conservation*. McGraw-Hill Book. New York.
- Linsley Jr., R. K. ; M. A. Kohler and J. L. H. Paulhus. 1983. *Hidrology for Engineers (Third Edition)* McGraw-Hill Book Co., Inc. New York.
- Mulyadi, D. 1971. *Produktivitas Tanah dan Konservasi Tanah dan Air*. Direktorat Penyuluhan Pertanian.
- Otto Sumarwoto. 1978. *Aspek Ekologi dalam Pengelolaan DAS*. Majalah Dwi-Wulan PU, No. 3 Thn. XV April 1970. Yayasan Penerbit PU, Departemen PUTL.
- Robinson, A. R. 1979. *Sediment Yield as A. Function of Upstream Erosion*. Dalam : Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Penerbit IPB.
- Saifuddin Sarief. 1985. *Konservasi Tanah dan Air*. Penerbit Pustaka Buana. Bandung.
- Thompson, L. M. 1957. *Soils and Soil Fertility*. McGraw-Hill Book Co., Ltd. London.
- Wischmeier, W. H. and D. D. Smith. 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planing*. Agriculture Handbook. Science and Education, U. S. Departement of Agriculture.

@Hakipia mlt IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.