J. MANUSIA DAN LINGKUNGAN, Vol. 15, No.3, November 2008: 111-124

PERENCANAAN TATA GUNA LAHAN DAS WAY SEPUTIH HULU LAMPUNG TENGAH MENGGUNAKAN MODEL TATA AIR

(Landuse Planning for Way Seputih Watershed at Central Lampung by Water Management Model)

Mohammad Amin
Fakultas Pertanian Universitas Lampung
Amdw81@yahoo.com

Diterima: 12 September 2008 Disetujui: 31 Oktober 2008

Abstrak

Das Way Seputih Hulu merupakan sungai yang terletak di Kabupaten Lampung Tengah, memiliki luas 175,28 km^2. Kejadian banjir di Desa Segalaminder hilir Way Seputih Hulu terjadi setiap datang musim penghujan. Hasil penelitian berupa software program tata-air.exe, konsep dasar model menggunakan neraca air (*waterbalance*) yang dibuat dengan program delphi versi 7. Hasil uji t-tes antara tebal aliran model simulasi dengan pengukuran lapangan menunjukkan nilai t-hitung (0,14) lebih besar dari t-tabel (2,51), sehingga dikatakan model dapat digunakan untuk melakukan simulasi berbagai alternatif penggunaan lahan. Hasil simulasi program tata-air.exe menunjukkan bahwa keseluruhan alternatif untuk eksperimentasi model menghasilkan nilai rasio tebal aliran di bawah angka 30. Kondisi rasio tebal aliran air Way Seputih Hulu memiliki nilai berkisar antara 2,84 sampai 3,40, sehingga dapat dikatakan dalam kondisi masih wajar bahkan dapat dikatakan mempunyai nilai yang cukup bagus. Alternatif penggunaan lahan yang mengarah kepada bentuk lahan kebun campuran akan memberikan nilai rasio paling kecil dan menghasilkan produksi air yang kecil pula.

Kata kunci: tata air, rasio tebal aliran, penggunaan lahan

Abstract

Watersheed of Way Seputih Upstream represent river which located in Kabupaten Lampung Tengah, oing wide of 175,28 km^2. Occurence of floods in Countryside of Segalaminder go downstream Way Seputih Upstream happened in every coming rain season. Result of the research namely tata-air.exe, *base concept of modeling uses water balance was made by using Delphi 7th version. Result of t-test value between modeled discharge flow and field measurement result shows t-counting value (0.14) higher than t-table (2.51), hence the model is can be used for simulating various landuse alternative. The simulation result using* tata-air.exe *shows that entire alternatives for model experimentation resulted discharge ratio value was under 30. Condition of Way Seputih Hulu River discharge was in the range between 2.84 until 3.40, therefore it is assumed normally, even it can be assumed very good value. The landuse alternative to mix garden land can given smal value for runoff ratio and water production.*

Keywords: water management, discharge ratio, landuse

PENDAHULUAN

Banjir yang terjadi pada sungai disebabkan karena terlampauinya kapasitas tampung maksimum sungai, kondisi tersebut terjadi karena faktor hujan, karakteristik daerah aliran sungai (DAS), morfologi sungai, dan sedimentasi di sepanjang sungai terus meningkat sehingga mengurangi daya tampung sungai. DAS. Prinsip transformasi aliran mengikuti konsep dasar hidrologi yaitu siklus hidrologi dan keseimbangan air. Menurut Asdak (2002), pengaruh terbesar parameter DAS terhadap karakteristik aliran adalah perubahan fungsi lahan, yang terjadi secara alamiah maupun karena eksploitasi dan pemanfaatan lahan yang dilakukan manusia (*antropogenic*) untuk meningkatkan kesejahteraan. Turunnya kemampuan retensi DAS akibat perubahan dan alih fungsi lahan tersebut mempengaruhi limpasan (*runoff*) dan erodibilitas permukaan yang menyebabkan terjadinya aliran besar dengan konsentrasi sedimen (suspensi) yang tinggi.

Sejak tahun 1970-an, telah terjadi degradasi DAS berupa lahan gundul, tanah kritis, erosi pada lereng curam, lahan pertanian maupun pertambangan. Sebenarnya masalah degradasi DAS telah memperoleh perhatian pemerintah Indonesia. Namun proses degradasi tersebut terus berlanjut tidak sebanding dengan upaya penanganan dan tidak terdapat keterpaduan tindakan antara berbagai sektor yang berkepentingan terhadap DAS (Arsyad, 1989).

Laju pertambahan penduduk pada suatu kawasan DAS akan membawa dampak positif bagi kawasan pemukiman, seperti tingkat pertumbuhan ekonomi yang pesat diikuti pengadaan sarana dan prasarana penunjang. Namun di lain pihak, pertumbuhan ini dapat membawa efek negatif bagi lingkungan, seperti terjadi perubahan tataguna lahan yang tidak tepat. Pertambahan penduduk akan menuntut dibukanya lahan-lahan pemukiman baru, sehingga berakibat pada perubahan fungsi lahan yang dapat secara langsung maupun bertahap akan mempengaruhi sistem penyimpanan (*storage system*) dari suatu daerah pengaliran. Salah satu pengaruh perubahan tataguna lahan pada lingkungan DAS berupa aliran sungai yang cenderung meningkat, karena faktor *land use* bertindak sebagai salah satu variabel proses dalam sistem hidrologi DAS.

Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Way Seputih Sekampung mengatakan hingga kini kondisi air di Propinsi Lampung masih dominan berorientasi pada ciri yang kurang memperhatikan aspek keterpaduan. Di antaranya, air diperlakukan sebagai sumber daya yang kuantitas ketersediaannya tidak terbatas, sehingga upaya pendayagunaan lebih menonjol dari pada upaya konservasinya. Sepuluh tahun mendatang, diprediksi Lampung akan mengalami krisis air. Perkiraan itu berdasarkan data fluktuasi rasio aliran sungai pada musim hujan dan musim kemarau di Way Sekampung-Seputih terus meningkat sejak 1986 hingga 2001, pada musim hujan terjadi aliran yang tinggi sedangkan pada musim kemarau aliran sungai sangat rendah (*Amin, 2007*).

DAS Way Seputih Lampung Tengah merupakan sungai yang selalu mengalami banjir, kawasan banjir semakin meluas. Fenomena lahan hutan semakin berkurang, padahal hutan berfungsi sebagai pengatur aliran air, artinya mampu menyimpan air pada musim hujan dan melepasakan air pada musim kemarau. Pada DAS Way Seputih perlu dilakukan penanganan DAS dengan melakukan perencanaan tataguna lahan, melibatkan beberapa aspek dengan pendekatan sistematik. Noordwijk (2004) mengatakan hubungan antara penutup lahan dalam bentuk hutan alami atau agroforestri dengan fungsi hidrologi sehingga dapat direncanakan dan diwujudkan dalam bentuk model simulasi hidrologi.

Simulasi model hidrologi dapat dijadikan sebagai salah satu upaya alternatif dalam menanggulangi masalah tersebut, karena proses ini dapat menggambarkan keadaan alam dan menjabarkan karakteristik yang kompleks secara lebih sederhana. Model simulasi dapat

digunakan untuk meramalkan aliran banjir yang mungkin terjadi pada masa mendatang. Pembuatan model hidrologi dapat untuk menduga besaran aliran dan memprediksi efek dari perubahan fungsi tataguna lahan terhadap aliran sungai serta menyusun rekomendasi jenis penggunaan lahan yang sesuai berdasarkan kondisi fisik daerah pengaliran sungai.

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah: 1) membangun suatu model hidrologi yang diturunkan dari proses *input-output* sistem tata air suatu DAS; 2) menentukan suatu alternatif perencanaan penggunaan lahan optimal di DAS Way Seputih

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus sampai dengan Desember 2007 pada DAS Way Seputih Hulu dan Laboratorium Teknik Sumber Daya Air dan Lahan di Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung.

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer dan sekunder, meliputi:

(1). Peta tataguna lahan dan ceking data penggunaan lahan tahun 2006, (2). Data sifat fisik tanah dan pengambilan sampel tanah, (3). Data tebal aliran bulanan Way Seputih tersaji dalam bentuk data series 12 tahun, (4). Data curah hujan harian selama 12 tahun dari 4 stasiun hujan di DAS Way Seputih, (5). Peta topografi Propinsi Lampung skala 1: 100.000, (6). Satu unit komputer untuk pemrograman model debit dan pengujian model dengan menggunakan *software Delphi 7, AutoCAD, Microsoft Excel, Word, dan SPSS.*

Model yang dihasilkan berupa software model tata air.exe, dibuat berdasarkan konsep dasar neraca air (*waterbalance*), dibuat dengan program *delphi versi 7.* Rumus dasar yang digunakan $AP = P - IN - ET - PE - \Delta SA$; (P= curah hujan, IN= intersepsi, ET= evapotranspirasi, PE = perkolasi, AP = aliran permukaan, ΔSA = perubahan simpanan air (Arsyad, 1989; Viessman, et al, 1977).

Perumusan model disusun menggunakan beberapa parameter neraca air dan peubah yang diperoleh dari studi pustaka maupun dengan percobaan (*trial error*) menggunakan pemrograman komputer (Amin, 2007; Setyowati, 1996). Diagram alir pembentukan model disajikan pada Gambar 1. Model tebal aliran yang dihasilkan dinamakan tata air.exe, penyusunan dalam bahasa komputer digunakan rumus-rumus seperti disajikan pada Tabel 1.

Model yang telah dibangun kemudian diuji dengan membandingkan data tebal aliran dari model (hasil simulasi) dengan tebal aliran terukur (observasi). Pengujian dilakukan dengan dua cara, yaitu cara grafik dan statistik. Pengujian secara statistik dilakukan dengan uji korelasi.

Setelah data hasil model *tata-air.exe* diuji dengan data lapangan DAS Way Seputih, maka model tersebut dapat diterapkan pada DAS tersebut. Penyusunan skenario alternatif penggunaan lahan yang akan diujikan pada model digunakan untuk mencari alternatif penggunaan lahan yang menghasilkan rasio tebal aliran terkecil. Menurut (Hardjowigeno, 2007), nilai rasio tebal aliran maksimum dan minimum (R) kurang dari 50 dikatakan DAS dalam keadaan normal, bila nilai nilai R lebih dari 50 sampai 200 termasuk klasifikasi di atas normal sampai kritis, nilai R lebih dari 200 kondisi DAS sangat kritis.

Rancangan skenario penggunaan lahan yang akan diterapkan untuk memperbaiki dan merancang kondisi DAS Way Seputih menuju DAS yang normal mencapai keseimbangan, disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Rumus Pembentukan Program Model Tata Air.exe

Parameter	Rumus yang Digunakan
1. Variabel masukan sistem (komponen Curah hujan)	$CH_i = LK/LDAS * CH_{DASi}$ (dibuat untuk Kp=kebun kopi, Bt= belukar tegalan, K=kebun campuran,, P=pemukiman)
2. Peubah komponen sistem (SA=simpanan air)	$SA_{TOTi} = SA_{Kpi} + SA_{Bti} + SA_{Ki} + SA_{Pi}$ $SA_{Kpi} = SAKpaw + IF_{Kpi}$ $SA_{Bti} = SABtaw + IF_{Bti}$ $SA_{Ki} = SAKaw + IF_{Ki}$ $SA_{Pi} = SAPaw + IF_{Pi}$
3. Peubah keluaran sistem	$IN_{TOTi} = IN_{Kpi} + IN_{Hti} + IN_{Ki} + IN_{Pi}$
a. Intersepsi (IN)	$IN_{Kpi} = 0{,}6445 + 0{,}1836CH_{Kpi}$ $IN_{Bti} = 0{,}9960 + 0{,}1226CH_{Bti}$ $IN_{Ki} = 0{,}8990 + 0{,}1132CH_{Ki}$ $IN_{Pi} = 0{,}9500 + 0{,}1600CH_{Pi}$
b. Evapotranspirasi (ET)	$ET_{TOTi} = ET_{Kpi} + ET_{Hti} + ET_{Ki} + ET_{Pi}$ $ET_{Kpi} = Eta_{Kpi} \times FK_{Kp}$ $ET_{Bti} = Eta_{Bti} \times FK_{Bt}$ $ET_{Ki} = Eta_{Ki} \times FK_{K}$ $ET_{Pi} = Eta_{Pi} \times FK_{P}$
c. Infiltrasi (IF)	$IF_{TOTi} = IF_{Kpi} + IF_{Hti} + IF_{Ki} + IF_{Pi}$ $IF_{Kpi} = (CH_{Kpi} - IN_{Kpi} - ET_{Kpi}) * FI$ $IF_{Bti} = (CH_{Bti} - IN_{Bti} - ET_{Bti}) * FI$ $IF_{Ki} = (CH_{Ki} - IN_{Ki} - ET_{Ki}) * FI$ $IF_{Pi} = (CH_{Pi} - IN_{Pi} - ET_{Pi}) * FI$
d. Perkolasi (PE)	$PE_{TOTi} = PE_{Kpi} + PE_{Hti} + PE_{Ki} + PE_{Pi}$ $PE_{Kpi} = IF_{Kpi} - SA_{Kpi}$ $PE_{Bti} = IF_{Bti} - SA_{Bti}$ $PE_{Ki} = IF_{Ki} - SA_{Ki}$ $PE_{Pi} = IF_{Pi} - SA_{Pi}$
e. Aliran Bawah Tanah (AB)	$AB_1 = SB_1 * GWFP$, (SB=simpanan air bawah tanah, GWFP=konstanta abt.)
f. Aliran Air Permukaan (AP)	$AP_{TOTi} = AP_{Kpi} + AP_{Hti} + AP_{Ki} + AP_{Pi}$ $AP_{Kpi} = CH_{DASi} - IN_{Kpi} - ET_{Kpi} - IF_{Kpi}$ $AP_{Bti} = CH_{DASi} - IN_{Bti} - ET_{Bti} - IF_{Bti}$ $AP_{Ki} = CH_{DASi} - IN_{Ki} - ET_{Ki} - IF_{Ki}$ $AP_{Pi} = CH_{DASi} - IN_{Pi} - ET_{Pi} - IF_{Pi}$
g. Aliran Sungai (AS)	$AS_i = AP_i + AB_i$

Keterangan Tabel 1:

CH_{Kpi}, CH_{Bti}, CH_{Ki}, CH_{Pi} = hujan pada kebun kopi, belukar tegalan, kebun campuran, pemukiman

LA, L_{Kp}, L_{Bt}, L_T, L_P = luas setiap penggunaan lahan, L_{DAS} = Luas DAS seluruhnya

SA_{Kpi}, SA_{Bti}, SA_{Ki}, SA_{Pi} = Simpanan air bln i pada kebun kopi, belukar tegalan, kebun campuran, pemukiman.

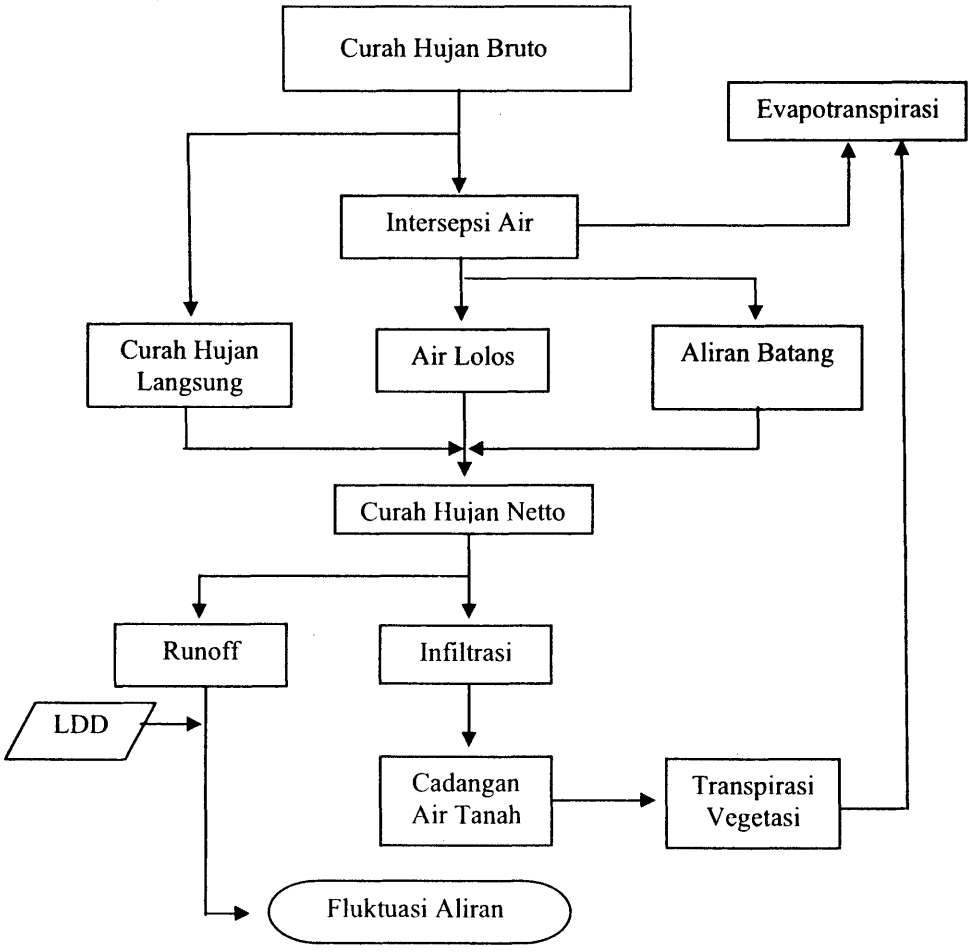
SAKpaw, SABtaw, SAKaw, SAPaw = simpanan air tanah awal

KApF2,7: Kadar Air pada kapasitas lapang

KApF4,2: Kadar Air pada titik layu permanen .

INTOT, IN_{Kpi}, IN_{Bti}, IN_{Ki}, IN_{Pi} = intersepsi pada kebun kopi, belukar tegalan, kebun campuran, pemukiman

ET_{Kpi}, ET_{Bti}, ET_{Ki}, ET_{Pi} = Evapotranspirasi kebun kopi, belukar tegalan, kebun campuran, pemukiman bulan i
ETa_{Kpi}, Eta_{Bti}, ETa_{Ki}, ETa_{Pi} = ET aktual pada kebun kopi, belukar tegalan, kebun campuran, pemukiman
FK_{Kp}, FK_{Bt}, FK_{T}, FK_{P}= Faktor koreksi kebun kopi, belukar tegalan, kbn.campuran, pemukiman (trial-error)
ETpi : Evapotranspirasi potensial bulan i, dihitung dengan *Thornthwaite Mather*
Kt_{Kp}, Kt_{Bt}, Kt_{T}, Kt_{p}: Koeffisien Tanaman pada kebun kopi, belukar tegalan, kebun campuran, pemukiman
IF_{Kpi}, IF_{Bti}, IF_{Ki}, IF_{Pi} = infiltrasi pada kebun kopi, belukar tegalan, kebun campuran, pemukiman, bulan i
FI = Faktor Infiltrasi.
PE_{Kpi}, PE_{Bti}, PE_{Ki}, PE_{Pi} = perkolasi pada kebun kopi, belukar tegalan, kebun campuran, pemukiman
ABi = aliran air bawah tanah bulan i (misal Desember)
GWFP = Parameter Aliran air bawah tanah = 1 - GWRC
GWRC = *Groundwater Recession Constants*,
SBi = simpanan air bawah tanah bulan i (Desember)
SB(i-1) = simpanan air bawah tanah bulan sebelumnya,
AP_{Kpi}, AP_{Bti}, AP_{Ki}, AP_{Pi} = aliran permukaan pada kebun kopi, belukar tegalan, kebun campuran, pemukiman.



Gambar 1. Diagram Alir Model Tata Air

Tabel 2. Skenario Alternatif Penggunaan Lahan

Alternatif	Kettering
1	Kondisi penggunaan lahan pada saat penelitian
2	Luas kebun kopi (tegalan) meningkat menjadi 25%
3	Luas kebun kopi (tegalan) meningkat menjadi 10%
4	20% luas kebun kopi (tegalan) menjadi permukiman
5	50% luas kebun kopi (tegalan) menjadi permukiman
6	20% luas kebun kopi (tegalan) menurun menjadi hutan belantara
7	25% luas kebun kopi (tegalan) menjadi kebun campuran
8	25% luas hutan belukar menjadi kebun campuran
9	50% luas hutan belukar menjadi kebun campuran
10	25% luas kebun campuran menjadi permukiman

Sumber: Amin, 2007

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara administratif DAS Way Seputih terletak di Kabupaten Lampung Tengah Propinsi Lampung, meliputi dua kecamatan yaitu Kecamatan Padangjaya dan Kecamatan Padangratu. Secara administratif sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Lampung Utara, sebelah selatan berbatasan dengan Kecamatan Pulaupanggung dan Kecamatan Pagelaran Kabupaten Tanggamus, dan sebelah barat berbatasan dengan Kecamatan Sumberjaya Lampung Barat. Secara geografis DAS Way Seputih diapit dua sungai besar yaitu Way Pangubuhan dan Way Sekampung. Alat pengukur tinggi muka air (AWLR) terletak di Desa Segalamindar, sehingga DAS tersebut dikenal sebagai DAS Way Seputih Segalamindar. Ketinggian pada wilayah hulu mencapai 1.080 m dpal dan bagian hilir sungai di Desa Segalamindar terletak pada ketinggian 83 m dpal.

Secara astronomis daerah penelitian terletak diantara 110°10'52" BT - 110°20'0" BT dan 7°00'00" LS - 7°10'2" LS (peta tata guna tanah Way Seputih Hulu). Letak astrononis merupakan hasil pengukuran peta topografi dari Bakosurtanal skala 1 : 100.000 tahun 1999 sebanyak 2 sheet, meliputi lembar Airnaningan (*sheet* 1010-63) dan lembar Padangratu (*sheet* 1010-64).

Berdasarkan perhitungan karakteristik DAS dari peta Topografi skala 1 : 100.000 kondisi morfologi fisik DAS meliputi ukuran luas, bentuk konfigurasi muka suatu DAS, orde dan tingkat percabangan sungai, kepadatan aliran, titik berat DAS, dan kemiringan rata-rata DAS. Data karakteristik DAS disajikan pada Tabel 3.

Pada umumnya daerah penelitian didominasi oleh jenis tanah Latosol dan Podsolik. Pada ketinggian 50-500 meter terdapat bahan *tuffa* Lampung yang makin ke barat makin tinggi letaknya, terdiri dari endapan gunung api (*Pleistosin*) dimana pada daerah ini juga terdapat formasi Palembang. Hasil pengujian data kadar air dalam tanah dan air tersedia disajikan pada Tabel 4.

Jenis penggunaan lahan didominasi oleh hutan belukar, kebun campuran, kebun kopi, dan permukiman. Data Luas dan jenis penggunaan lahan didapat dari pengukuran peta topografi skala 1 : 100.000 pada tahun 1999 serta melakukan cek atau pengujian di lapangan pada tahun 2007, disajikan pada Tabel 5.

Tabel 3. Karakteristik Fisik DAS Way Seputih Hulu

No.	Karakteristik DAS	Hasil Pengukuran
1	Luas	175,28 km^2
2	Bentuk DAS	Membulat
3	Panjang Sungai Utama (PSU)	60.607,35 m
4	Kerapatan Aliran (Dd)	2,27 km/km^2
5	Kemiringan rerata DAS (Sm)	0,16
6	Faktor Sumber (SR) atau Nisbah Percabangan Sungai	0,47
7	Orde sungai tertinggi	3

Sumber: Amin, 2007

Tabel 4. Hasil Uji Kadar Air Tanah pada Laboratorium Jurusan Ilmu Tanah

Penggunaan Lahan	pF 2,7	pF 4,2	Air Tersedia	Bulk density
		% berat		$g.cm^{-3}$
Pemukiman	27,3	19,8	7,5	0,872
Kebun campuran	28,6	18,7	9,9	0,856
Belukar (tegalan)	32,5	21,5	11	0,833
Kebun kopi	30,8	22,1	8,7	0,866

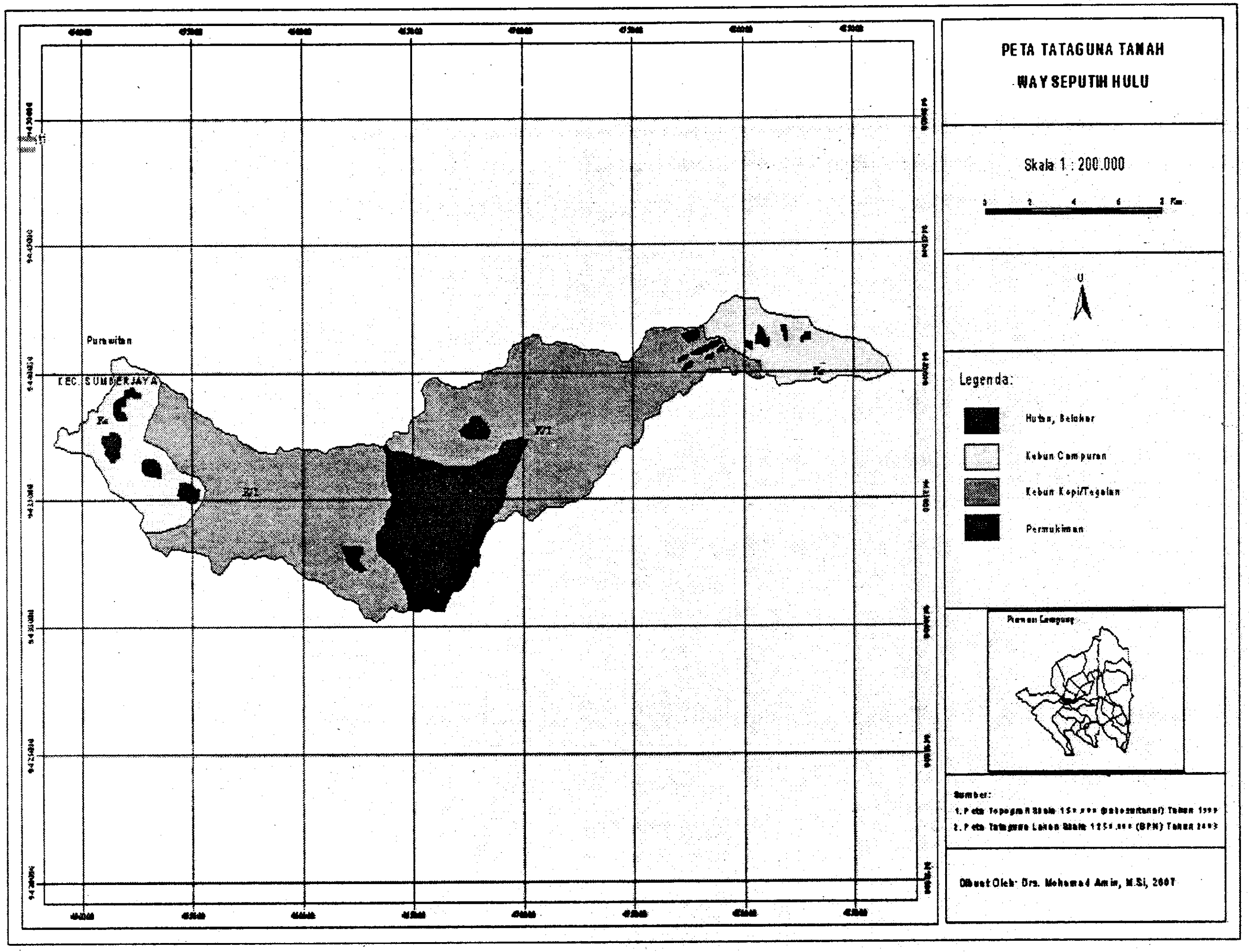
Sumber: Amin, 2007

Keterangan pF 2,7 : kapasitas lapang (*field capacity*)
pF 4,2 : titik layu permanen (*permanent wilting point*)

Tabel 5. Penggunaan Lahan pada Sub-DAS Seputih Segalamider Hulu.

Jenis Penggunaan Lahan	Luas	
	Km^2	%
Pemukiman	13,17	7,52
Kebun Campuran	58,48	33,36
Hutan Belukar	83,62	47,71
Kebun Kopi. Tegalan	20,01	11,41
Total	175,28	100,00

Sumber: Amin, 2007


PETA TATAGUNA TANAH
WAY SEPUTIH HULU
Skala 1 : 200.000
U
Legenda:
Hutan, Belukar
Kebun Campuran
Kebun Kopi/Tegalan
Permukiman
Sumber:
Dibuat Oleh: Drs. Mohamad Amin, M.Si, 2007
KEC. SUMBERJAYA

Tabel 6. Curah Hujan Rata-Rata Bulanan DAS Way Seputih Hulu (1997-2004), dalam mm

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	Jumlah
1997	308,5	179,5	199,2	329,2	100,9	104,9	82,6	28,9	100,6	233,5	253,9	211,0	2.132,5
1998	334,7	483,1	274,1	157,6	204,1	87,9	124,2	151,4	84,5	171,7	163,1	245,1	2.481,6
1999	254,1	157,1	255,7	302,8	198,6	68,7	66,9	68,8	152,3	77,5	121,3	190,3	1.913,8
2000	299,4	316,0	353,6	145,8	160,9	135,1	169,5	115,9	167,6	229,1	232,1	254,4	2.579,3
2001	300,0	267,8	235,7	142,5	115,9	66,9	190,0	84,2	93,8	268,1	275,8	221,0	2.261,6
2002	168,8	213,5	194,5	145,6	112,3	103,5	147,0	80,3	165,8	197,2	365,6	238,4	2.132,4
2003	470,6	319,1	206,6	193,0	148,1	102,0	74,1	130,5	128,6	270,1	291,0	368,1	2.702,0
2004	342,6	157,5	322,6	363,0	110,0	122,9	140,6	51,1	79,8	118,8	178,0	110,1	2.097,1
AVE	309,8	261,7	255,2	222,4	143,8	99,0	124,4	88,9	121,6	195,8	235,1	229,8	2.287,5

Sumber: Amin, 2007

Hasil perhitungan data curah hujan rata-rata bulanan selama 8 tahun disajikan pada Tabel 6. Hasil perhitungan data hujan selama 8 tahun (periode tahu 1997 sampai 2004) menunjukkan bahwa rata-rata curah hujan tahunan DAS Way Seputih Hulu sebesar 2.287,5 mm. Curah hujan dengan segala sifat-sifatnya merupakan komponen hidrologi penting, karena merupakan satu-satunya sumber air yang masuk DAS dan salah satu sumber langsung selain air irigasi pada daerah pertanian. Hujan yang jatuh ke DAS dialihragamkan menjadi air larian (*surface runoff*), aliran antara (*interflow*), maupun aliran airtanah. Sebelum menjadi air larian curah hujan terlebih dahulu memenuhi keperluan air untuk evaporasi, intersepsi, infiltrasi, dan berbagai bentuk cekungan tanah (*surface detentions*) dan bentuk penampang air lainnya.

Air hujan yang turun pada sistem DAS Way Seputih merupakan bentuk masukan, akan mengalami berbagai proses pergerakan air dalam DAS, yang akhirnya menjadi aliran limpasan sebagai bentuk keluaran (*output*). Proses yang terjadi pada sistem DAS dipelajari melalui algoritma tata air dalam sistem DAS. Sistem DAS terdiri dari komponen vegetasi, tanah, dan sungai. Semua komponen saling berinteraksi dan menentukan proses-proses pada sistem. Hasil dari proses tersebut berupa tebal aliran sungai.

Kondisi tata air dalam sistem DAS Way Seputih akan dirancang menggunakan *software* model tata air dan diberi nama model tata-air. exe. Software dapat dijalankan pada semua komputer dengan spesifikasi *under windows Pentium IV*. Model tata air yang dihasilkan dalam penelitian ini mengacu pada konsep dasar neraca keseimbangan air (*water balance*). Model yang dihasilkan berupa proses hidrologi yang dikemas dengan *software Delphi versi 7*.

Pengujian model dilakukan dengan cara grafis dan uji statistik, hasil pengujian dengan derajat kebebasan (*degree of freedom*)= 22 dan tingkat kepercayaan (*confidence level* = 0,01 maka diperoleh hasil uji t-tes adalah:

$$-t_{tabel} = -2.51 < t_{hitung} = 0.14 < t_{tabel} = 2.51$$

Berdasarkan hasil perbandingan tebal aliran (Tabel 7), maka disimpulkan bahwa hasil simulasi dan observasi tidak berbeda nyata secara statistik, sehingga model simulasi yang

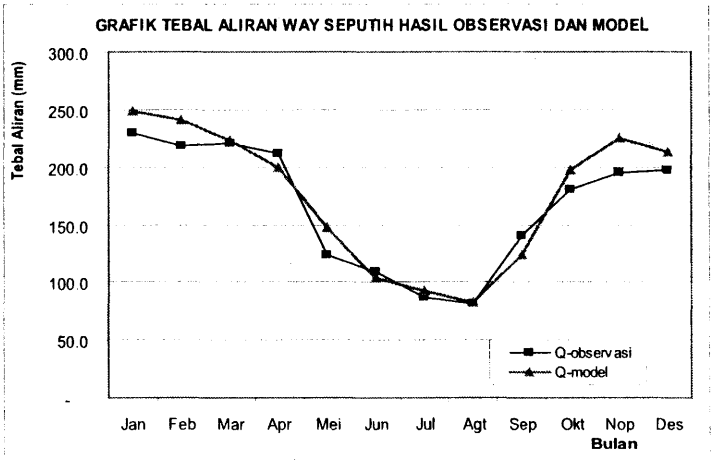
dibuat dapat digunakan untuk analisis tata air dengan melakukan simulasi berbagai alternatif penggunaan lahan, untuk memperoleh nilai lahan optimal. Manetch (1973) dan Gottfried (1984) menyatakan bahwa simulasi merupakan aktivitas penarikan kesimpulan tentang kinerja sistem melalui penelaahan kinerja model yang benar, dimana hubungan sebab akibatnya dapat mewakili sistem yang sebenarnya.

Grafik perbandingan aliran hasil simulasi dengan observasi disajikan pada Gambar 2. Perbandingan nilai tebal aliran relatif kecil. Kedua garis pada Gambar 2 tampak berhimpitan, namun terdapat data yang sedikit bergeser tidak berhimpit yaitu bulan Januari, Mei, Nopember, dan Desember. Data grafik akan didukung oleh hasil perhitungan nilai uji statistik Korelasi Pearson menunjukkan ada hubungan erat antara data tebal aliran hasil pengukuran dengan data tebal aliran hasil perhitungan model tat-air.exe.

Tabel 7. Perbandingan Tebal Aliran Way Seputih Hasil Pengukuran dan Simulasi Model

Bulan	Tebal Aliran Pengukuran (mm)	Tebal Aliran Perhitungan Model (mm)
Januari	230.0	249.0
Februari	218.98	241.0
Maret	220.72	222.6
April	212.45	199.3
Mei	123.94	146.7
Juni	108.94	103.5
Juli	87.22	92.1
Agustus	81.71	82.4
September	140.98	123.6
Oktober	180.43	197.3
Nopember	195.19	255.5
Desember	197.10	212.7

Sumber: Amin, 2007



Gambar 2. Grafik Hubungan Tebal Aliran Pengukuran dan Perhitungan Model

Berdasarkan model ketersediaan air yang telah diuji validitasnya, diterapkan untuk melakukan simulasi pada beberapa alternatif perubahan penggunaan lahan yang mungkin terjadi. Pedoman pengubahan pola penggunaan lahan berdasarkan pada kaidah konservasi tanah dan lingkungan hidup agar tidak akan menjadi bumerang bagi masyarakat sekitarnya. Dasar perumusan Alternatif pengubahan penggunaan lahan antara lain, perubahan lahan pada lereng lebih besar dari 25% dijadikan sebagai daerah konservasi sebagai lahan perkebunan, penambahan dan pengurangan luas lahan kebun kopi (tegalan), penambahan luas hutan belukar, dan penambahan kawasan permukiman, disajikan pada Tabel 2.

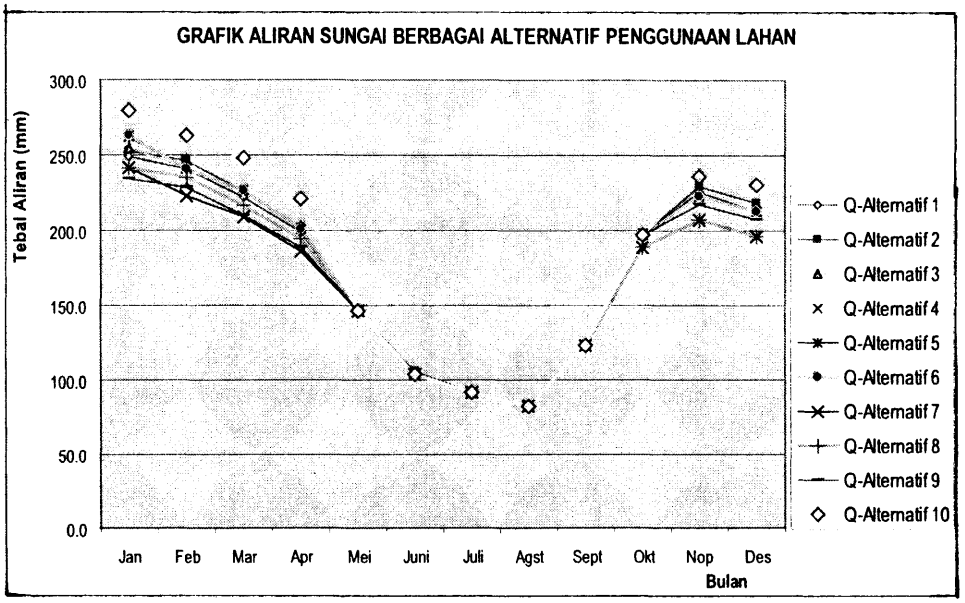
Grafik hubungan tebal aliran sungai pada beberapa alternatif penggunaan lahan selama 12 bulan disajikan pada Gambar 3. Perbedaan nilai tebal aliran sungai tertinggi terdapat pada musim hujan bulan dengan curah hujan tinggi yaitu bulan Januari, Februari, Maret, April, Nopember, dan Desember. Pada bulan Mei sampai bulan September merupakan bulan kering pada musim kemarau. Selama musim kemarau aliran air pada berbagai alternatif penggunaan lahan relatif sama atau konstan. Pada musim hujan terutama bulan Nopember sampai Maret, terjadi curah hujan yang cukup tinggi, sehingga terjadi perbedaan nilai tebal aliran sungai pada berbagai alternatif penggunaan lahan.

Perubahan penggunaan lahan tidak akan membawa masalah yang serius sepanjang mengikuti kaidah konservasi tanah dan air serta kelas kemampuan lahan. Ditinjau dari aspek hidrologi, perubahan penggunaan lahan akan berpengaruh langsung terhadap karakteristik penutup lahan dan sistem tata air DAS. Pada dasarnya bentuk penggunaan lahan suatu daerah sangat mempengaruhi besaran tebal aliran sungai atau tebal aliran yang keluar dari suatu sistem DAS (Seyhan,1990; Stephenne, 2004; Endale, 2006).

Namun tebal aliran bukan merupakan satu-satunya ukuran dalam menentukan pola penggunaan lahan yang optimum pada suatu DAS. Ada banyak parameter lain yang menjadi bahan pertimbangan seperti nilai erosi, kualitas air, beban sedimen, pertimbangan ekonomi, sosial budaya, politik, dan lain-lain. Salah satu parameter dalam menilai konservasi tanah dan air suatu daerah berdasarkan angka rasio tebal aliran yaitu perbandingan antara tebal aliran maksimum dengan tebal aliran minimum.

Jika cara ini digunakan dalam menilai eksperimentasi, maka alternatif penggunaan lahan yang memiliki nilai rasio kecil merupakan kondisi yang lebih baik. Nilai rasio sama dengan satu artinya nilai tebal aliran maksimum dengan tebal aliran minimum sama, artinya pada musim hujan dan musim kemarau tidak ada perubahan tebal aliran sungai, sebaliknya apabila nilai rasio tebal aliran besar maka pada musim hujan terjadi tebal aliran yang jauh lebih besar dari musim kemarau sehingga terjadi banjir. Analisis angka rasio tebal aliran pada berbagai alternatif penggunaan lahan disajikan pada Tabel 7.

Nilai terkecil rasio tebal aliran terdapat pada alternatif ke 9 sebesar 2, dan 4 (Tabel 8), sedangkan nilai rasio terbesar pada alternatif 10 sebesar 3,40. Alternatif 9, 7,8; berupa perubahan luas lahan hutan dan tegal menjadi kebun campuran memiliki nilai rasio kecil masuk pada peringkat 1 dan 2. Pada alternatif perubahan penggunaan lahan ke arah permukiman (alternatif 10, 4, dan 5) memiliki nilai rasio lebih besar termasuk peringkat 8 dan 7. Nilai rasio tebal aliran masih masuk dalam angka ambang batas toleransi. Acuan menurut BRLKT Bogor perbandingan tebal aliran maksimum-minimum yang masih wajar adalah lebih kecil atau sama dengan 30.



Gambar 3. Grafik Tebal Aliran pada Berbagai Alternatif Penggunaan Lahan

Nilai rasio tebal aliran di Way Seputih Hulu berkisar antara 2,84 sampai 3,40 dapat dikatakan bahwa angka rasio tebal aliran Way Seputih Hulu mendekati cukup baik, belum tergolong kritis. Fluktuasi tebal aliran antara musim hujan dengan musim kemarau tidak terlalu besar atau termasuk kecil. Namun pada kenyataannya setiap datang musim hujan Way Seputih Hulu selalu meluap dan menggenangi kawasan hilir DAS Way Seputih Hulu.

Seandainya pemilihan alternatif penggunaan lahan yang paling baik didasarkan pada kriteria jumlah air yang diproduksi sungai, maka alternatif ke 7, 8, dan 9 perubahan lahanmenjadi kebun campuran memiliki produksi air paling sedikit berkisar antara 2.000,50 mm sampai 2.032,80 mm. Alternatif ke 5, 4, 2, dan 10 yang merupakan perubahan lahan ke bentuk permukiman dapat memproduksi air lebih banyak dibandingkan alternatif yang lain, berkisar antara 2.114,00 mm sampai 2.223,80 mm.

Pengelolaan DAS secara terpadu dapat dilakukan dengan memperhatikan berbagai aspek baik produksi air, erosi, komposisi lahan, nilai lahan, dampak sosial dan ekonomi, serta kebijakan sehingga menghasilkan perencanaan yang maksimal dan menguntungkan bagi kebutuhan masyarakat setempat. Komposisi penggunaan lahan yang baik dengan pengendalian perubahan penggunaan lahan pada kawasan hulu, merupakan alternatif pengelolaan lahan dan pengendalian banjir paling baik untuk kawasan hilir sungai. Penelitian lanjut akan melengkapi data, analisis, dan pembuatan model agroekologi, sehingga pengelolaan DAS secara terpadu dapat tercapai dan berhasil dengan baik.

Tabel 8. Rasio Tebal Aliran DAS Way Seputih Hulu

Alternatif	Nilai Tebal Aliran Tertinggi (mm) (T)	Nilai Tebal Aliran Terendah (mm) (R)	Rasio Tebal Aliran (T/R)	Produksi Air (mm)
1	249,00	82,4	3,02	2.096,00
2	252,60	82,4	3,07	2.121,60
3	254,40	82,4	3,09	2.108,30
4	263,20	82,4	3,19	2.114,40
5	262,30	82,4	3,18	2.114,00
6	263,20	82,4	3,19	2.114,20
7	241,70	82,4	2,93	2.000,50
8	241,60	82,4	2,93	2.027,80
9	234,30	82,4	2,84	2.032,80
10	279,80	82,4	3,40	2.223,80

Sumber: Amin, 2007

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil utama penelitian berupa model tata air *software program* tata-air.exe, dapat digunakan untuk merencanakan luas dan jenis penggunaan lahan optimal melalui simulasi model. Setelah melalui proses pengujian model, maka model tata air ini dapat digunakan untuk merencanakan penggunaan lahan secara optimal.

Pengujian model secara grafis menunjukkan grafik tebal aliran hasil perhitungan model dengan grafik hasil pengukuran lapangan saling berhimpitan. Hasil pengujian statistik menunjukkan bahwa hubungan tebal aliran hasil model dengan hasil pengukuran lapangan cukup signifikan. Nilai uji *t*-tes menunjukkan nilai t-hitung sebesar 0,14 lebih besar dari t-tabel sebesar 2,51. Selanjutnya dikatakan bahwa model dapat digunakan untuk analisis tata air DAS Way Seputih Hulu dengan melakukan perencanaan alternatif penggunaan lahan. Model tata air yang dihasilkan dapat digunakan untuk merencanakan luas dan jenis penggunaan lahan optimal.

Alternatif ke bentuk penggunaan lahan permukiman (alternatif 10, 4, dan 5) akan memberikan nilai rasio tebal aliran lebih besar dan menghasilkan produksi air lebih banyak, sehingga memperbesar potensi banjir pada kawasan hilir sungai. Pada alternatif penggunaan lahan yang mengarah kepada bentuk lahan kebun campuran akan memberikan nilai rasio tebal aliran paling kecil dan menghasilkan produksi air yang kecil pula, sehingga pada musim hujan fluktuasi tebal aliran kemungkinan tidak akan memberikan dampak banjir pada kawasan hilir Way Seputih Hulu.

Saran yang diajukan, model yang dihasilkan perlu disempurnakan agar diperoleh informasi lebih mendetail, dengan menganalisis penggunaan lahan menurut jenis vegetasi lebih terinci, seperti hutan pinus, hutan jati, kebun karet, ladang singkong, dan sebagainya. Kegiatan eksperimentasi untuk memperoleh alternatif penggunaan lahan optimal, perlu dirancang jenis alternatif yang lebih banyak lagi, agar segala kemungkinan komposisi penggunaan lahan dapat diselidiki pengaruhnya.

DAFTAR PUSTAKA

Amin, Mohamad. 2007. Model Pengelolaan Banjir Berbasis Agroekologi, Tata Air Dan Nilai Ekonomi Lahan Daerah Aliran Way Seputih Hulu, Lampung Tengah. *Laporan Penelitian.* Bandar Lampung: Lembaga Penelitian UNILA.

Arsyad, Sitanala. 1989. Konservasi Tanah dan Air. Bogor: IPB Press.

Asdak, C. 2002. *Hidrologi dan Daerah Aliran Sungai.* Yogyakarta: UGM Press.

Endale, D.M., Fisher, D.S., Steiner, J.L. 2006. Hydrology of a zero-order Southern Piedmont Watershed Through Changing Agricultural Land Use. Part I. *Journal of Hydrology; 316(2006):1-12. www. elsevier.com.* USA: Elsevier.

Gottfried, B.S. 1984. Elements of The Principles of Hydrology. Ames,Iowa: The Iowa State University Press.

Hardjowigeno, Sarwono. 2007. *Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Perencanaan tata Guna Lahan.* Yogyakarta: UGM Press.

Manetch T., and G.L.Park. 1973. *System Analysis and Simulation with Aplication to Economic and Social System.* Part of Manuscrip and Classnote. Part I. Departement of Elektrical Engineering and Science.

Noordwijk, Meine van, Agus Fahmudin, Suprayogo,D., Hairiah, Kurniatun, Farida. 2004. Peranan Agroforestry dalam Mempertahankan Fungsi Hidrologi DAS. *Jurnal Agrivita; 26(1).* Bogor IPB.

Setyowati, Dewi Liesnoor. 1996. Analisis Ketersediaan Air untuk Perencanaan Pengelolaan DAS (Studi Kasus DAS Ngunut Bengawan Solo Hulu). *Tesis.* Yogyakarta: Pascasarjana UGM.

Seyhan, E. 1990. *The Watershed as an Hydrologic Unit.* Utrecht: Geografisch Institut der Rijksuniversiteit Utrecht.

Stephenne, N. 2004. A *Dynamic Simulation Model of Land Use Changes In Sudano Sahelian Countries of Africa (SALU).* UCL: Remote Sensing & Land-Use Changes.

Viesmann. Jr. W. 1977. *Introduction to Hydrology.* New York: Harper and Row Publishers.