

Pengembangan Sistem Informasi Geografis untuk Pengelolaan Daerah Aliran Sungai

Studi Kasus: DAS Kapuas Hulu Kalimantan Barat

Penulis:

Antonius B Wijanarto

Suryono

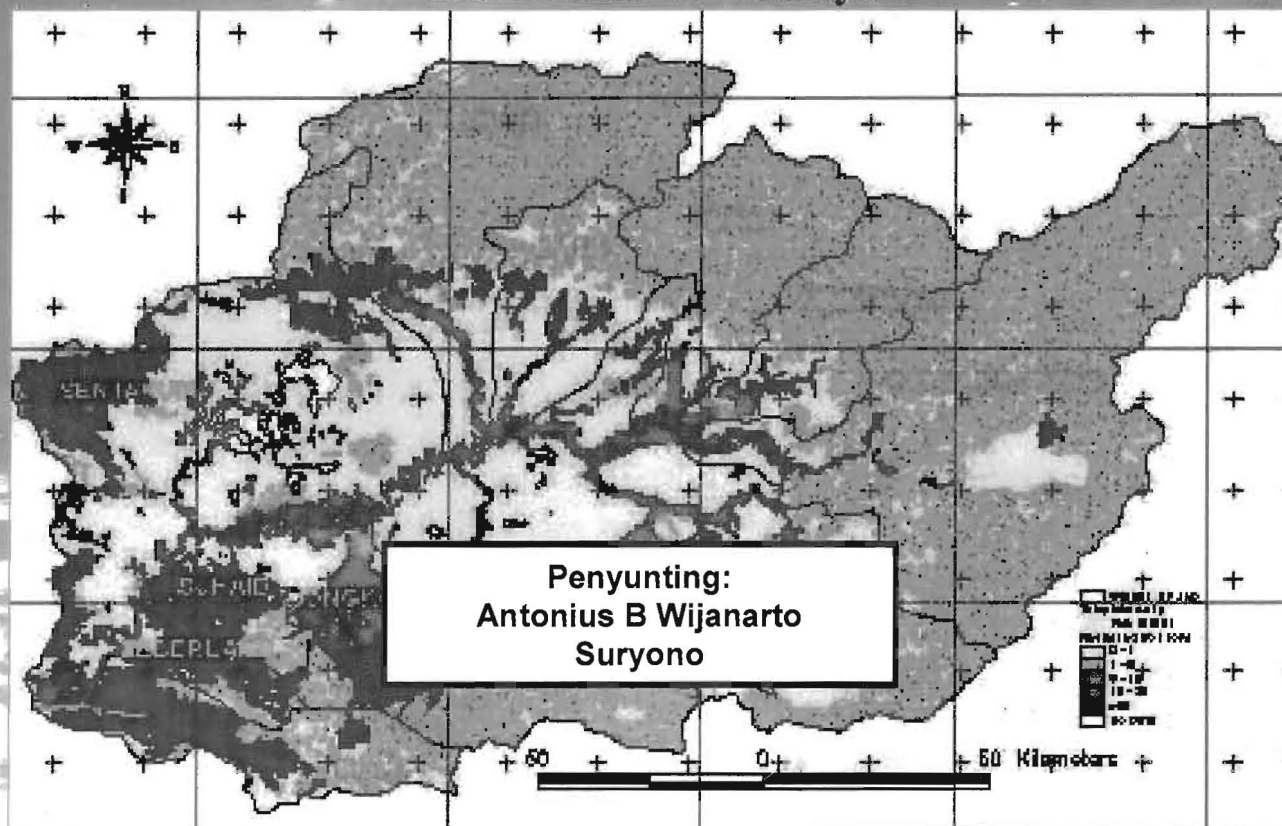
Sunkardiyono

Dadan Ramdani

Lailiya Narieswari

Widiatmoko

Amin Widada Lestariya



Perpustakaan Nasional Katalog dalam Terbitan

Judul: Pengembangan sistem informasi geografis untuk pengelolaan Daerah Aliran Sungai -
Studi Kasus: DAS Kapuas Hulu, Kalimantan Barat

Penulis: Antonius Wijanarto, Suryono, Sumardiyono, Habib Subagio, Dadan Ramdani,
Lalitya Narieswari, Widiatmoko, Amin Widada Lestariya.

Desain dan Tata Letak Peta: Rony Petrus, Gunadi Yunianto

Desain Sampul: Gunadi Yunianto, Subiono

Penyunting: Antonius Wijanarto, Suryono

Cibinong, BAKOSURTANAL, 2005

ISBN: 979-8647-95-5

© Copyright 2005. Hak Cipta dilindungi undang undang

Diterbitkan oleh:

Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL)

Jl. Raya Jakarta Bogor KM 46, Cibinong 16911

Ph/Fax: +62-21-875 2062/+62-21-875 2064

Email: balitka@bakosurtanal.go.id

KATA PENGANTAR

Air merupakan sumberdaya yang esensial bagi semua makhluk hidup di bumi ini, tetapi di sisi lain juga merupakan sumber bencana yang berupa banjir, kekeringan, tanah longsor dan masalah kesehatan sebagai akibat dari pengelolaan lingkungan yang tidak sesuai. Aliran air membawa material misalnya dalam bentuk erosi permukaan yang menyebabkan terjadinya sedimentasi di daerah hilir sebagai penyebab pendangkalan sungai. Oleh karena itu, pengendalian hasil air oleh manusia dan alam perlu mendapat perhatian khusus, sehingga air sering menjadi pusat perhatian dari berbagai disiplin ilmu, analisis dan perencanaan baik itu dari kalangan insinyur hidrologi, ekologi, kehutanan, dan masih banyak lagi.

Telah dipercayai bahwa hutan merupakan sarana untuk mengendalikan hasil air tetapi di sisi lain juga manusia pun memerlukan hasil-hasil hutan, tetapi *sebatas mana hutan bisa dieksploitasi?* Salah satu program pembangunan nasional yang berhubungan erat dengan pengendalian bencana alam yang disebabkan oleh air adalah reboisasi. Apakah program tersebut sudah efektif merupakan pertanyaan yang harus dipahami lebih jauh. Di satu sisi vegetasi merupakan paru-paru bumi ini, untuk keseimbangan siklus oksigen dan karbondioksida, memperbesar jumlah infiltrasi air ke dalam tanah, tetapi di sisi lain vegetasi juga menyebabkan besarnya evapotranspirasi dan jumlah air yang tertahan padanya, sehingga menyebabkan pasokan air ke dalam tanah berkurang. Kontroversi masalah jumlah vegetasi yang harus dipertahankan ini dirasa merupakan hal yang sangat penting dan perlu dikaji secara mendalam.

Buku ini diharapkan dapat membuka wacana baru tentang seberapa jauh vegetasi penutup bisa dimanfaatkan oleh manusia. Walaupun reboisasi dan program-program penghijauan lainnya sedang dan telah banyak digalakkan oleh pemerintah Indonesia, tetapi analisa dan kajian tentang seberapa jauh hal ini akan memperbaiki alam dalam hubungannya dengan pengendalian hasil air dan laju sedimentasi masih belum dilakukan. Dalam buku ini aspek-aspek pengumpulan data dari data sekunder yang telah tersedia, data lapangan, dan data penginderaan jauh; pengelolaan data dalam bentuk basis data, pengolahan dan penyajiaannya berbasiskan sistem informasi geografis diharapkan mampu memberikan pedoman secara teknis tentang bagaimana pengelolaan sebuah daerah aliran sungai bisa dikembangkan melalui sistem informasi geografis.

Terimakasih saya ucapkan kepada Kepala Balai Penelitian Geomatika, para peneliti dan tim survei Balitka yang telah memberikan kontribusi dalam penyusunan buku ini, pemda Provinsi Kalimantan Barat, dan pihak-pihak lain yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu. Semoga buku ini bermanfaat.

Cibinong, Desember 2005
Pusat Pelayanan Jasa dan Informasi
Kepala,

Dra. Diah Kirana Kresnawati, M.Sc.

KATA PENGANTAR

Daerah aliran sungai (DAS) Kapuas merupakan salah satu DAS kritis di Indonesia yang perlu mendapat perhatian dalam pengelolaannya. Lingkungan di daerah ini telah mendapat tekanan yang besar sehingga kondisinya berubah dan cenderung rusak. Pengelolaan DAS pada umumnya belum mencapai target yang diinginkan karena kurangnya data pendukung dan terbatasnya metode maupun model yang bisa diterapkan.

Penelitian Pengembangan SIG untuk Pengelolaan DAS dengan mengambil lokasi DAS Kapuas Hulu ini diharapkan mampu menyumbangkan ide-ide positif yang dapat diaplikasikan oleh pengelola di manapun juga. Kerangka kerja yang disuguhkan terbatas pada aspek fisik dan sosial ekonomi, sedangkan aspek biotik yang menyangkut keanekaragaman hayati, habitat satwa liar dan lain-lain belum dicermati secara khusus karena terbatasnya SDM peneliti di bidang ini. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengundang para ahli biologi dan lingkungan lainnya untuk ikut serta mengembangkan metode pengelolaan yang berbasis Sistem Informasi Geografis.

Rasa terimakasih kami ucapkan kepada para kontributor dalam penyusunan buku ini khususnya para peneliti, semoga hasil penelitian ini dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Cibinong, Desember 2005

Balai Penelitian Geomatika
Kepala,

Dr. Priyadi Kardono, M.Sc.

DAFTAR ISI

Kata Pengantar.....	iii
Kata Pengantar.....	v
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar.....	viii
Daftar Tabel.....	ix
Abstrak	x
Abstract	xi
1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penelitian Sebelumnya	2
1.3 DAS Kritis di Indonesia	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
2 Membangun Kerangka Kerja Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Berbasis Sistem Informasi Geografis.....	5
2.1 Interaksi antara Manusia dan Lingkungan	5
2.2 Pembangunan Berkelanjutan.....	6
2.3 Konsep Pengelolaan DAS	8
2.4 Teknologi sistem informasi geografis dan penginderaan jauh.....	11
2.4.1 Sistem Informasi Geografis	11
2.4.2 Penginderaan Jauh	13
3 Metodologi Penelitian	15
3.1 Lokasi Penelitian	15
3.2 Pengumpulan Data.....	15
3.2.1 Data Lapangan.....	15
3.2.2 Data Penginderaan Jauh	17
3.2.3 Data Sekunder	21
3.3 Evaluasi Lahan Dalam Pengelolaan DAS.....	21
3.3.1 Evaluasi Lahan untuk Penentuan Kualitas Air	21
3.3.2 Evaluasi Lahan untuk Penentuan Kesuburan Tanah	25
3.3.3 Evaluasi Lahan untuk Penentuan Tingkat Infiltrasi	26
3.3.4 Evaluasi Lahan untuk Penentuan Hasil Air: Neraca Air	26
3.3.5 Evaluasi Lahan untuk Penentuan Erosi (Kehilangan Tanah)	28
3.3.6 Evaluasi Lahan untuk Penentuan Laju Sedimentasi	30
3.4 Model Pengembangan Sistem Informasi Geografis untuk Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.....	30
3.4.1 Penyusunan Basis Data	31
3.4.2 Alur Analisa SIG	32
3.4.3 Penyajian Hasil Analisa dan Pembuatan Laporan	34
4 Hasil Dan Pembahasan	35
4.1 Hasil Survei Lapangan dan Analisa Laboratorium	35
4.1.1 Sampel Air DAS Kapuas Hulu	37
4.1.2 Sampel Tanah DAS Kapuas Hulu.....	38
4.2 Kualitas Air DAS Kapuas Hulu.....	40
4.2.1 Kondisi Fisik Perairan DAS Kapuas Hulu	40

4.2.2 Kondisi Kemik Perairan DAS Kapuas Hulu	41
4.3 Kesuburan Tanah DAS Kapuas Hulu	41
4.4 Curah Hujan DAS Kapuas Hulu	42
4.4.1 Rata-rata curah hujan tahunan	42
4.4.2 Intensitas curah hujan	42
4.5 Aliran Permukaan/Limpasan (<i>Surface Runoff</i>) DAS Kapuas Hulu	43
4.6 Erosi (Kehilangan Tanah) DAS Kapuas Hulu	46
4.6.1 Erosivitas hujan (R) DAS Kapuas Hulu	46
4.6.2 Erodibilitas tanah (K) DAS Kapuas Hulu	46
4.6.3 Faktor Topografi (LS) DAS Kapuas Hulu	48
4.6.4 Faktor vegetasi, pengelolaan, dan konservasi tanah (C dan P)	49
4.6.5 Kehilangan Tanah DAS Kapuas Hulu	49
4.6.6 Pola Kerusakan Lingkungan DAS Kapuas Hulu	52
4.7 Laju Sedimentasi DAS Kapuas Hulu	52
5 Kajian Geografis Tentang Kondisi Sosial Ekonomi Kabupaten Kapuas Hulu, Kalimantan Barat	55
5.1 Pendahuluan	55
5.2 Kondisi Geografis	56
5.3 Kondisi Ekonomi	56
5.3.1 Pertanian tanaman pangan	58
5.3.2 Perkebunan	59
5.3.3 Kehutanan	59
5.3.4 Perikanan	60
5.3.5 Peternakan	60
5.3.6 Industri	60
5.3.7 Perdagangan	60
5.4 Bidang Sosial	60
5.4.1 Penduduk	60
5.4.2 Pendidikan	61
5.4.3 Kesehatan	61
5.5 Sektor Basis dan Unggulan	61
6 Model Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Berbasis Sistem Informasi Geografis	63
6.1 Pendahuluan	63
6.1.1 Dampak Kerusakan Lingkungan	63
6.1.2 Pengelolaan Tanah dan Air	63
6.2 Sistem Informasi Geografis Berbasis Raster atau Grid	64
6.2.1 Latar Belakang	64
6.2.2 Definisi SIG	64
6.2.3 Struktur Data Raster (Discrete)	65
6.2.4 SIG Dalam Pengambilan Keputusan	67
6.3 Model Pengelolaan	67
6.3.1 Masukan (Input)	68
6.3.2 Proses	68
6.3.3 Keluaran (Output)	68
6.4 Hasil dan Pembahasan	70
6.5 Kesimpulan	74
7 Kesimpulan dan Rekomendasi	75
8 Daftar Pustaka	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Interaksi Manusia dan Lingkungan [Messerli & Messerli 1978].....	5
Gambar 2.2: Fungsi komponen DAS [Asdak 1995].....	8
Gambar 2.3: Diagram alir konsep pengelolaan daerah aliran sungai.	10
Gambar 3.1 Lokasi penelitian: DAS Kapuas Hulu di Kabupaten Kapuas Hulu, Kalimantan Barat.....	15
Gambar 3.2: Kurva pantulan spektral dalam beberapa kandungan kelembaban tanah (Bowers & Hank, 1965).	18
Gambar 3.3: Sub DAS Kapuas Hulu.....	19
Gambar 3.4: Jenis tanah wilayah DAS Kapuas Hulu.	19
Gambar 3.5: Peta tutupan lahan DAS Kapuas Hulu.....	20
Gambar 3.6: Peta ketinggian DAS Kapuas Hulu.....	20
Gambar 4.1: Lokasi pengambilan sample tanah dan air.	35
Gambar 4.2: Kegiatan pengukuran sample air in-situ.....	36
Gambar 4.3: Kegiatan pengukuran sample tanah in situ.....	36
Gambar 4.4: Curah Hujan Rata-rata Tahunan (mm/tahun) DAS Kapuas Hulu.....	43
Gambar 4.5: Intensitas Curah Hujan (mm/jam) DAS Kapuas Hulu.	43
Gambar 4.6: Koefisien Limpasan (C) DAS Kapuas Hulu.....	44
Gambar 4.7: Aliran Permukaan untuk ke 12 anak DAS Kapuas Hulu.	44
Gambar 4.8: Eosivitas hujan (R dalam Joule.mm.m ⁻² .h ⁻¹) DAS Kapuas Hulu.....	47
Gambar 4.9: Erodibilitas tanah (K dalam ton.Joule ⁻¹ .mm ⁻¹) DAS Kapuas Hulu.....	47
Gambar 4.10: Topografi (LS) DAS Kapuas Hulu.....	48
Gambar 4.11: Vegetasi dan pengelolaan (C).	48
Gambar 4.12: Faktor teknologi konservasi tanah (P)	49
Gambar 4.13: Nilai Kehilangan Tanah (dalam Ton.Ha ⁻¹ .Tahun ⁻¹) DAS Kapuas Hulu.	50
Gambar 4.14: Nilai Kehilangan Tanah DAS Kapuas Hulu dan distribusi pemukiman.	53
Gambar 5.1: Distriusi penduduk Kabupaten Kapuas Hulu.	57
Gambar 6.1: Elemen-elemen Sistem Informasi Geografis (1).	65
Gambar 6.2: Titik, garis dan area pada struktur data raster.	66
Gambar 6.3: Lahan kritis berdasarkan perhitungan kehilangan tanah dengan USLE (> 4 ton Ha ⁻¹ Tahun ⁻¹).	71
Gambar 6.4: Nilai faktor CP setelah penerapan maximum kehilangan tanah yang ditoleransi (> 4 ton Ha ⁻¹ Tahun ⁻¹).	71
Gambar 6.5: Nilai faktor C (P = 0.18) setelah penerapan maximum kehilangan tanah yang akan ditoleransi (> 4 ton Ha ⁻¹ Tahun ⁻¹).	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Luas lahan kritis Kalimantan Barat tahun 1999/2000	7
Tabel 3.1: Karakteristik saluran spektral Landsat ETM.....	18
Tabel 3.2: Parameter batas ambang menurut WHO dan ECE.....	23
Tabel 3.3: Kriteria Sifat Kimia Tanah (untuk Kesuburan).....	26
Tabel 3.4: Kapasitas Infiltrasi dihubungkan Tekstur Tanah dan Penutup Lahan.....	26
Tabel 3.5: Klasifikasi Infiltrasi Tanah	26
Tabel 3.6: Harga koefisien limpasan Mulvaney [Seyhan 1990].....	27
Tabel 3.7: Nilai K untuk beberapa jenis tanah di Indonesia	29
Tabel 3.8: Faktor Vegetasi dan Pengelolaan (C).....	30
Tabel 4.1: Data sample air hasil pengukuran lapangan.....	37
Tabel 4.2: Data sample air hasil pengukuran laboratorium.....	38
Tabel 4.3: Data sample tanah hasil pengukuran lapangan	39
Tabel 4.4: Data sample tanah hasil pengukuran laboratorium.....	40
Tabel 4.5: Kesuburan Tanah DAS Kapuas Hulu	41
Tabel 4.6: Nilai limpasan sub DAS - DAS Kapuas Hulu.....	45
Tabel 4.7: Perbandingan nilai rata-rata koefisien dan nilai limpasan per km ²	46
Tabel 4.8: Kehilangan tanah DAS Kapuas Hulu	51
Tabel 4.9: Nilai rata-rata faktor dalam penghitungan kehilangan tanah untuk masing-masing sub DAS.....	52
Tabel 4.10: Hasil perhitungan laju sedimen.....	54
Tabel 5.1: Prosentase PDRB atas dasar harga berlaku, tanaman pertanian di Kab. Kapuas Hulu tahun 1999-2002	56
Tabel 5.2: Struktur ekonomi Kab, Kapuas Hulu tahun 1999 2002 atas dasar harga berlaku	57
Tabel 5.3: Luas panen dan produksi padi di Kab, Kapuas Hulu (2000 - 2003)	58
Tabel 5.4: Luas panen dan produksi jagung, ubi kayu, ubi jalar Kab. Kapuas Hulu tahun 2000 - 2003	58
Tabel 5.5: Luas panen dan produksi kacang tanah, kedelai, kacang hijau Kab. Kapuas Hulu tahun 2000 - 2003	58
Tabel 5.6: Luas panen, produksi dari berbagai komoditas perkebunan di Kab. Kapuas Hulu 2003	59
Tabel 5.7: Jumlah murid, guru serta rasio murid-guru di Kab. Kapuas Hulu 2003 ..	61
Tabel 5.8: Location Quotient Kab. Kapuas Hulu terhadap Prov. Kalimantan Barat	62
Tabel 6.1: Perbandingan antara Raster dan Vector.....	66
Tabel 6.2: Faktor pengelolaan-penanaman (C) dalam USLE untuk lahan kayu.....	69
Tabel 6.3: Faktor pengelolaan-penanaman (C) dalam USLE untuk peternakan, padang rumput ilalang dan tanah yang tak dikelola	69
Tabel 6.4: Faktor praktek pengendalian erosi (P) dalam USLE	70
Tabel 6.5: Jenis perlakuan pengelolaan berdasarkan nilai C setelah pembuatan teras (P=0.18).....	73

ABSTRAK

Dalam beberapa dekade terakhir, pembangunan telah membawa masyarakat Indonesia umumnya pada kesejahteraan yang lebih tinggi. Tetapi pada kenyataannya yang terjadi di lapangan lingkungan digunakan sebagai modal dasar pembangunan, dan telah mengalami kerusakan. Setiap kegiatan penggunaan lahan yang bersifat merubah tipe atau jenis penutup lahan dalam suatu DAS seringkali dapat memperbesar atau memperkecil hasil air (water yield) dan tingkat sedimen. Pengaruh yang sama dapat juga terjadi oleh aktivitas pembabatan hutan yang pada waktu-waktu yang lalu gencar dilakukan oleh negara-negara tropis termasuk Indonesia. Kebanyakan permasalahan sumberdaya air berkaitan dengan waktu dan penyebaran aliran air. Kekeringan dan banjir adalah fenomena yang kontras tentang perilaku aliran air akibat perubahan penggunaan lahan dari daerah yang dapat meluluskan, mempertahankan dan menyimpan air menjadi daerah yang kedap air sehingga hampir semua air hujan yang jatuh menjadi aliran permukaan. Jika hujan sebagian besar menjadi aliran permukaan, maka akan menurunkan besarnya tingkat infiltrasi yang diyakini sebagai pasokan air tanah, sehingga cadangan air tanah menjadi berkurang, yang berguna atau yang dapat dilepas pada musim kemarau untuk masukan air dalam sungai. Proses hidrologi mempengaruhi tingkat erosi dan akan berdampak pada bagian hilir dari DAS tersebut yang berupa sedimentasi. Akibat lanjutannya adalah pendangkalan dasar sungai. Oleh karena itu, untuk menjaga kondisi hidrologis suatu DAS perlu dilakukan pengelolaan yang dapat menjamin fungsi keseimbangan air antara musim penghujan dan kemarau, juga menjamin terkendalinya laju sedimen.

Pengelolaan secara vegetati lama dipercaya dapat mempengaruhi waktu dan penyebaran aliran air. Beberapa pengelola bahkan beranggapan bahwa hutan dapat dipandang sebagai pengatur aliran air, artinya bahwa hutan dapat menyimpan air selama musim hujan dan melepaskannya pada musim kemarau. Tetapi berdasarkan penelitian yang dilakukan secara intensif di banyak negara tentang pengaruh pengaturan jumlah dan komposisi vegetasi terhadap perilaku aliran air menunjukkan bahwa aliran air tahunan meningkat apabila vegetasi dikurangi dalam jumlah yang cukup besar. Secara umum kenaikan aliran air disebabkan oleh evapotranspirasi dengan demikian aliran permukaan menjadi besar, laju erosi dipercepat dan masukan air tanah menjadi kecil. Dari jumlah curah hujan yang diterima tumbuhan (dalam skala DAS) bagian air yang diuapkan melalui tumbuhan adalah besar. Oleh karenanya, kemungkinan untuk meningkatkan jumlah hasil air dalam suatu DAS dengan cara menurunkan evapotranspirasi menjadi menarik, manakala gerakan penghijauan sedang digiatkan oleh pemerintah.

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sistem informasi geografis untuk pengelolaan suatu daerah aliran sungai, sehingga terjaminnya keseimbangan hasil air sepanjang tahun. Secara khusus tujuan dari penelitian ini adalah untuk membangun sebuah kerangka kerja untuk pengelolaan DAS, mengembangkan metode pengumpulan data dan analisisnya serta merancang sebuah model SIG untuk pengelolaan DAS.

ABSTRACT

In the last decades, development that has been conducted by the Indonesian government has generally increased the prosperity of its people. But in reality, the environment has been exploited and used as the development capital and it has degraded significantly. Every land use activity that changes the type of land cover in a watershed system is often related to how water yield and sediment rate have been increased or decreased. The same influence can also happen because of forest loggings, which were intensively done by tropical countries including Indonesia. Most of the problems about water resources can be related to the time and distribution of water flow. Droughts and floods are contradictory phenomena about the behavior of water flow caused by land use changes in areas that can succeed, maintain, and save water (rain water) to be areas that are water-saturated so that most of water has been converted into surface runoff. This will decrease the water infiltration that is believed to be the ground water supply, so that this decreases the ground water reserves, which is usually released in the dry season.

Hydrological processes directly or indirectly will influence the level of erosion. The consequences will influence the lower stream of a watershed area in the form of sedimentation in the riverbed. This causes natural disaster called flood and usually also drought in dry season. Therefore, to keep the hydrological conditions of a watershed system an environmentally sound management is needed that can balance the water yield during both the wet and the dry seasons, and consequently, guarantee the controlled sediment rate. Management of vegetation, especially forest vegetation, has long been believed to be able to influence the time and the distribution of water flows. Some watershed managers even believe that forest can control the water flow. It means that forest can save water during the rain season and release it during the dry season. In contrast, based on some researches in many countries about the influence of managing the amount and composition of vegetation to the behavior of water indicated that annual water flow will increase if the vegetation is cleared or reduced in great amount. Generally, the increase of water flow is caused by the reduction of evapotranspiration. Therefore, the surface runoff will increase but the ground water input will be reduced. From the total amount of rainfall received by vegetation, part of water that is evaporated through vegetation is big. Hence, there is a possibility to increase water yield by reducing the evapotranspiration. This is interesting and will be the focus of this research, whereas replanting program is intensively campaigned by the Indonesian government.

In general, the aim of this research is to develop the geographic information system (GIS) technology for management of a watershed system so that it guarantees the water balance all the time. In more details, this research firstly develops a framework for the management of watershed system, methodology for collecting and analyzing data, and a GIS model for watershed management.

ISBN: 979-8647-95-5



**BADAN KOORDINASI SURVEI DAN PEMETAAN NASIONAL
BAKOSURTANAL
TAHUN 2005**