

# APLIKASI SISTEM INFORMASI MANAJEMEN DAERAH ALIRAN SUNGAI

**Sutarman Arsyad**

Balai Penelitian Kehutanan Solo

Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Badan Litbang Kehutanan  
Jl. A Yani Pabelan PO Box 295 Kartasura, Telp/Fax: 0271-716709, Email [bpksolo@indo.net.id](mailto:bpksolo@indo.net.id)

## **Abstract**

Until 1998, up to 282 watersheds were degraded. The effects of the degradation are flood, landslide, and drought in many places in Indonesia. Watershed degradation is partially caused by the increasing of land pressure by human population growth, forest destructions, etc. To maximize the functions of watershed on reducing the effects above, it is necessary that the watershed should be well managed and supported by actual and valid data. As the data related to watershed managements are complex and various, it is necessary to create some integrated systems that support data management and watershed information. These systems will be beneficial for planning, organizing, monitoring, and evaluating. Recently, the development of computer and information technologies has grown up rapidly. It makes things easily done, regardless place and time. This technology can be applied to watershed management system. Integrally, by using this technology, all information referring to watershed priority, critical land characteristic and quick detect of watershed degradation can be obtained. Watershed management information system is expected to be a tool to identify change of watershed conditions.

**Key words:** data, database, information system, Watershed management

## **Abstrak**

Degradasi DAS sampai dengan tahun 1998 diperkirakan mencapai 282 DAS. Dampak degradasi tersebut ditunjukkan oleh sering terjadinya banjir, longsor dan kekeringan di berbagai wilayah di Indonesia. Penyebab terjadinya hal tersebut antara lain karena meningkatnya tekanan lahan akibat pertumbuhan penduduk, pemanfaatan lahan yang tidak memperhatikan kaidah konservasi tanah dan air, penebangan hutan dan lain-lain. Untuk meningkatkan fungsi DAS agar dapat mengurangi dampak tersebut maka diperlukan pengelolaan DAS yang baik dan didukung tersedianya data yang valid dan aktual. Disadari bahwa data yang terkait dengan pengelolaan DAS beragam dan kompleks, meliputi data air, dan sosial, ekonomi dan budaya. Oleh sebab itu diperlukan sistem pengelolaan data dan sistem informasi DAS sebagai bahan perencanaan, pengelolaan, monitoring dan evaluasi serta dapat diandalkan sebagai salah satu bahan pertimbangan dalam menentukan kebijakan. Perkembangan IPTEK di bidang informasi dan komputerisasi dewasa ini berkembang sangat pesat. Perkembangan tersebut memudahkan seseorang dapat menyelesaikan pekerjaan relatif mudah dan cepat, bahkan dimensi ruang dan waktu sudah bukan suatu kendala. Oleh karena itu salah satu alternatif untuk pengelolaan DAS secara terintegrasi ialah dengan memanfaatkan IPTEK tersebut. Berdasarkan masukan dan prosesing data melalui aplikasi model, yaitu Sistem Informasi Manajemen DAS (SIMDAS) maka diperoleh informasi-informasi tentang Prioritas DAS, Lahan kritis, karakteristik dan selidik cepat degradasi DAS yang meliputi potensi banjir, daerah rawan banjir, potensi kekeringan, kekritisitas dan potensi lahan, kerentanan tanah longsor, kerentanan dan potensi sosial ekonomi dan budaya, serta kesesuaian dan rehabilitasi lahan dalam format teks, tabel, grafik, peta, foto, dan audio visual. Aplikasi SIMDAS ini diharapkan dapat membantu mengidentifikasi adanya perubahan-perubahan karakteristik DAS secara cepat.

**Katakunci:** data, basis data, sistem informasi, pengelolaan DAS

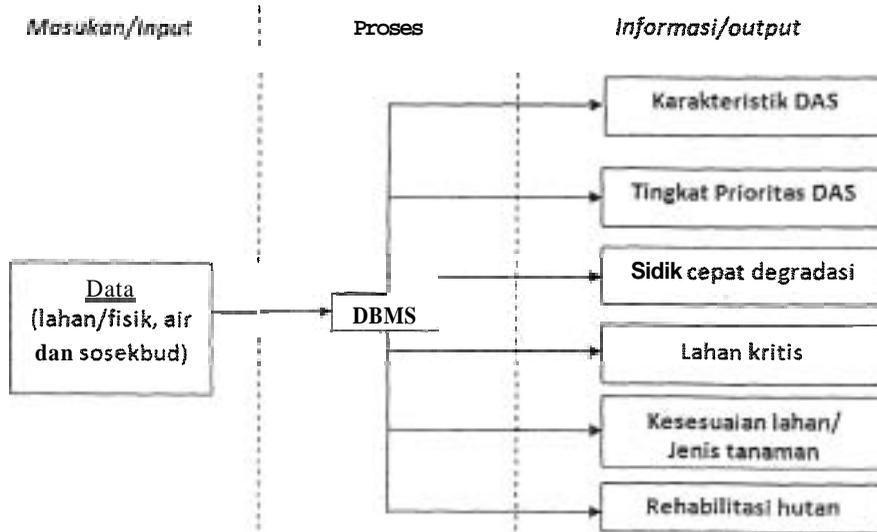
## 1. Pendahuluan

Kondisi DAS di Indonesia terus mengalami degradasi atau kernunduran fungsi seperti ditunjukkan semakin besarnya jumlah DAS yang memerlukan prioritas penanganan, yaitu 22 DAS pada tahun 1984 menjadi berturut-turut 39 dan 62 DAS pada tahun 1992 dan 1998. Sekarang diperkirakan sekitar 282 DAS dalam kondisi kritis, kondisi demikian tercermin dari luasnya lahan kritis dalam DAS di Indonesia diperkirakan meliputi luas 23,243 juta Ha yang tersebar di kawasan hutan 8,135 juta Ha (35%) dan di luar kawasan 15,11 juta Ha (65%). Padahal pada tahun 1989/1990 luas lahan kritis di Indonesia masih 13,18 juta Ha yang tersebar di dalam kawasan hutan 5,91 juta Ha dan diluar kawasan hutan 7,27 juta Ha. Semakin luasnya lahan kritis dalam DAS menunjukkan belum efektifnya sistem pengelolaan DAS yang diterapkan sampai dengan saat ini (Paimin 2006). Pengelolaan DAS merupakan upaya terpadu yang melibatkan beberapa disiplin ilmu yang bekerja secara multidisipliner dalam pengendalian dan pengembangan sumberdaya dengan masukan manajemen dan teknologi untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Pengelolaan tersebut meliputi pengelolaan SDA, pengelolaan sumberdaya lahan, dan sumberdaya manusia/masyarakat. Implementasinya berupa upaya penataan, pengendalian, pemulian, pemeliharaan, pengawasan, pemanfaatan dan pengembangan untuk menuju pembangunan berwawasan lingkungan dan berkelanjutan sesuai dengan potensi daerah setempat. Pengelolaan DAS pada era otonomi daerah membuka peluang bagi pemerintah daerah khususnya provinsi untuk meningkatkan fungsinya sebagai perumus kebijakan pembangunan daerah dengan tetap memperhatikan kelebihan dan kekurangan yang melekat pada kabupaten yang menjadi wilayahnya. Dalam hal ini perlu adanya kesamaan visi tentang keterpaduan pengelolaan sumberdaya berbasis wilayah administrasi dan wilayah DAS. Pengelolaan DAS yang luas wilayahnya dapat mencapai lebih dari satu wilayah administrasi pemerintahan, membutuhkan dukungan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) yang tepat guna. Dalam hal ini pengelola DAS harus mampu menyusun perencanaan, melaksanakan dan monitoring serta evaluasi secara terpadu dalam upaya mewujudkan kondisi lingkungan DAS kearah yang lebih baik. Untuk mewujudkan hal itu perlu adanya dukungan data dan informasi kondisi DAS yang akurat dan mutakhir. Perkembangan IPTEK di bidang informasi dan komputerisasi dewasa ini berkembang sangat pesat. Perkembangan tersebut memungkinkan seseorang dapat memperoleh informasi sesuai yang diinginkan dan dapat menyelesaikan pekerjaan relatif mudah dan cepat, bahkan dimensi ruang dan waktu sudah bukan merupakan kendala.

Data dan informasi yang terkait dengan pengelolaan DAS merupakan data-data yang beragam dan kompleks, yaitu meliputi data air, lahan, sosial, ekonomi dan budaya. Kendala yang dihadapi ialah belum adanya suatu sistem pengelolaan data dan informasi yang lengkap, terintegrasi dan tersusun dalam format basisdata yang baku, mudah diakses, tidak rawan terhadap redundansi dan inkonsistensi, terjamin keamanannya dan integrasinya serta dapat diandalkan sebagai salah satu bahan pertimbangan dalam pengambilan kebijakan. Berkaitan dengan hal tersebut, dalam upaya meningkatkan pengelolaan DAS yang lebih terarah dan terencana maka diperlukan suatu langkah padu dari seluruh instansi yang terkait agar bersinergi dapat menentukan suatu model berupa perangkat lunak Sistem Informasi Manajemen DAS (SIMDAS) yang sistematis.

2. Metode

SIMDAS adalah seperti halnya prinsip suatu sistem, yaitu terdiri dari tiga bagian utama (Gambar 1). Bagian-bagian tersebut adalah masukan (input), proses dan luaran (output). Masukan dalam SIMDAS terdiri dari data-data dasardan peta sebagai dasar untuk memperoleh suatu informasi yang dikehendaki dengan serangkaian proses yang harus dilalui. Masukan data pada SIMDAS secara umum terdiri dari karakteristik DAS yang meliputi data lahan (fisik), air dan sosial, ekonomi dan budaya (sosekbud). Masukan-masukan ini secara teknis di-entry ke dalam sistem melalui entry langsung atau dengan file atau link dengan aplikasi tertentu. Proses yang digunakan secara umum adalah melalui query, penggunaan rumus, penggunaan kriteria dan indikator, sedangkan luarannya pada dasarnya merupakan informasi-informasi yang diperlukan untuk keperluan perencanaan, pelaksanaan dan monitoring dan evaluasi pengelolaan DAS dan kegiatan pendukung lainnya termasuk sebagai bahan dalam penentuan kebijakan.



Gambar 1. Hubungan data dan informasi

2.1 Alur kegiatan

Secara terperinci alur kegiatan dalam aplikasi data pada SIMDAS adalah sebagai berikut:

1. Input/Masukan

Data yang diperlukan sebagai masukan pada SIMDAS adalah :

- a. Lahan/fisik: DAS, sub-DAS, administrasi, penggunaan lahan, tanah (jenis, solum, tanah, kedalaman tanah), letak astronomis, lereng, batuan singkapan, morfoerosi, geologi, bentuk lahan, TGHK/kawasan/paduserai, morfometri (bentuk DAS, gradien sungai, kerapatan drainase, lereng rata-rata DAS, bentuk lahan, meandering, pembendungan oleh percabangan sungai).
- b. Air: stasiun hujan, Persentase luas stasiun, SPAS, curah hujan (hujan tahunan, evapotranspirasi, maks, min, BB, KK), TMA, debit (debit puncak, debit minimum), erosi/sedimentasi.

- c. Sosekbud: jumlah penduduk, kepadatan penduduk (geografis dan agraris), tingkat pendidikan, kepadatan, rata-rata pendapatan, tingkat kesejahteraan, ketergantungan terhadap lahan, kegiatan dasar wilayah (LQ) dan kelembagaan.
- d. Peta-peta: administrasi, penggunaan lahan, tanah, lereng, geologi, TGHK, bentuk lahan.
- e. Pengelolaan: drainase, bangunan air, kebutuhan air, Indeks Penggunaan Air (IPA), KTA, infrastruktur.
- f. Rehabilitasi: lokasi, tahun, kegiatan, jumlah tanaman, tingkat keberhasilan dan peta.

## 2. Proses

Beberapa proses yang digunakan dalam mengolah masukan sampai menjadi luaran dikelola ke dalam basis data manajemen sistem (DBMS) dengan menggunakan fasilitas yang terdapat di dalam perangkat-perangkat lunak yang digunakan, yaitu:

- a. Aritmatika untuk pengolahan data hujan dan debit
- b. Pemrograman (visual basic)
- c. Beberapa persamaan untuk morfometri DAS (bentuk DAS, Dd, lereng rata-rata, gradien sungai, luas dan lain-lain)
- d. Kriteria dan indikator untuk penentuan DAS prioritas dan sidik cepat degradasi sub-DAS
- e. Manipulasi data dari data spasial menjadi non spasial (tabel dan peta)
- f. Link data dari beberapa perangkat lunak
- g. Tumpang susun peta-peta, dll.

## 3. Luaran/Informasi

Beberapa luaran yang dihasilkan adalah:

- a. Karakteristik DAS (lahan, hidrologi dan sosekbud), yaitu gambaran spesifik mengenai DAS yang dicirikan oleh parameter yang berkaitan dengan keadaan morfometri, topografi, tanah, geologi, vegetasi, penggunaan lahan, hidrologi dan manusia. Penyajian informasi karakteristik DAS ini meliputi satuan wilayah DAS dan wilayah administrasi.
- b. Tingkat prioritas DAS, yaitu penetapan kriteria urutan prioritas DAS berdasarkan parameter karakteristik DAS: lahan, hidrologi, sosial ekonomi, investasi, dan kebijakan pembangunan wilayah yang dibagi menjadi tiga kelompok prioritas, yakni Kelompok DAS Prioritas I, Prioritas II dan Prioritas III.
- c. Sidik cepat degradasi sub-DAS, yaitu metoda penyidikan degradasi sub-DAS yang berbasiskan pada sistem karakterisasi, untuk selanjutnya digunakan sebagai salah satu unsur utama dalam penyusunan perencanaan pengelolaan sub-DAS yang rasional dan aplikatif, yaitu:
  - Potensi banjir dan daerah rawan banjir, yakni sistem penilaian dalam formulasi sistem karakterisasi tingkat sub-DAS yang disusun untuk menyatakan tingkat kerentanan dapat digunakan dalam menilai tingkat degradasi suatu sub-DAS, yang kemudian digunakan sebagai basis perencanaan pengelolaan.
  - Kerentanan kekeringan dan potensi air, yaitu metoda untuk mengetahui tingkat kerentanan kekeringan dan potensi air yang didasarkan pada parameter-parameter yang bersifat alami, antara lain hujan tahunan, evapotranspirasi

- aktual tahunan, bulan kering, geologi, dan parameter terkait dengan aspek manajemen, yakni kebutuhan air/IPA dan debit minimum spesifik tahunan.
- Kekritisitas dan potensi lahan, yaitu metode untuk merumuskan karakteristik lahan atau tingkat kekritisitas lahan maupun potensinya, yang terdiri dari 5 faktor alami dan 2 faktor manajemen yang ditetapkan terhadap lahan.
- Kerentanan tanah longsor, yaitu metode untuk menentukan formulasi kerentanan tanah longsor. Parameter penyusunnya dibedakan antara parameter alami, yakni hujan harian kumulatif 3 hari berurutan, lereng lahan, geologi/batuan, keberadaan sesar/patahan/gawir, kedalaman tanah (regolit) sampai lapisan kedap. Sedangkan aspek manajemen meliputi penggunaan lahan, infrastruktur dan kepadatan pemukiman.
- Kerentanan dan potensi sekebud, yaitu dinamika karakteristik DAS yang mencerminkan dinamika keseimbangan alami dan dinamika karakteristik kependudukan, sosial, ekonomi dan kelembagaan masyarakat.

Perhitungan nilai setiap aspek/komponen karakteristik sub-DAS dilakukan dengan cara menjumlahkan seluruh hasil kali dari skor dan bobot pada setiap parameter dibagi 100. Berdasarkan parameter penyusun formula karakteristik sub-DAS maka pada bobot dengan skor (nilai kategori) tinggi menunjukkan sub-DAS dalam kondisi rentan terhadap degradasi. Kategori tingkat karakter setiap komponen dinyatakan berdasarkan hasil perhitungan nilai bobot tersebut, dengan menggunakan klasifikasi peringkat tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi tingkat kerentanan/degradasi sub-DAS

KATEGORI	NILAI	TINGKAT KERENTANAN/DEGRADASI
Tinggi	> 4,3	Sangat rentan/sangat terdegradasi
Agak tinggi	3,5 - 4,3	Rentan/agak terdegradasi
Sedang	2,6 - 3,4	Agak rentan/agak terdegradasi
Agak rendah	1,7 - 2,5	Sedikit rentan/sedikit terdegradasi
Rendah	< 1,7	Tidak rentan/tidak terdegradasi

- d. Lahan kritis, menyajikan informasi tingkat kekritisitas lahan di dalam dan luar kawasan hutan, yakni dari tingkat sangat kritis, kritis, potensial kritis, agak kritis dan tidak kritis. Selain hal itu juga menyajikan informasi tentang rencana dan realisasi keberhasilan rehabilitasi yang disajikan dalam satuan wilayah DAS dan administrasi.
- e. Kesesuaian lahan, menyajikan penilaian tentang kesesuaian lahan berdasarkan hasil perpaduan/matching antara kondisi fisik tanah, iklim dan lahan dan persyaratan tumbuh tanaman.
- f. Rehabilitasi hutan dan lahan, menyajikan penilaian tentang luas lahan yang direhabilitasi, jenis kegiatan rehabilitasi (persemaian, penanaman dan pemeliharaan), jenis dan jumlah tanaman dan prosentase keberhasilan.

## 2.2 Tahapan Pengelolaan Data dan Informasi DAS

### 1. Perancangan basis data teknik entity relationship

Perancangan teknik entity relationship bertujuan untuk menyusun suatu model yang berasal dari hubungan antar file yang direlasi dengan kunci relasi (relation key),

berdasarkan kunci utama dari masing-masing file melalui query dan Form design. Pada tahap ini dilakukan pemahaman-pemahaman mengenai data-data atau masukan untuk mengidentifikasi semua kemungkinan entity yang terdapat di dalam file yang bersangkutan. Pada setiap entity diberi atribut-atribut yang bersifat deskriptif dan mampu membedakan dengan entity lainnya. Setelah itu kumpulan entity tersebut diberi atribut lain yang menyatakan relasi-relasi antara suatu entity dengan entity lainnya. Hasil tahap ini pada umumnya direpresentasikan dengan menggunakan model data semantik atau model data ER (entity relationship), Tipe ER ini antara lain terdiri dari "one to one relationship 2 file", "one to many relationship 2 file", "many to many 2 file" dan lain-lain.

## 2. Menyusun Struktur Data

Pada tingkat ini adalah menyusun tabel-tabel basisdata dengan mengidentifikasi subyek-subyek yang akan di-tracked oleh basisdatanya. Kemudian diberikan atribut-atribut (fields) berikut spesifikasinya untuk setiap spesifikasi yang ada. Atribut-atribut yang direlasikan juga harus mencakup primary key dan foreign key yang menandai relasi suatu tabel dengan tabel-tabel lainnya.

## 3. Menentukan hubungan antarentity

Pada tingkat ini digunakan primary key dan foreign key untuk membuat hubungan-hubungan antarentity (membuat relationship antartabel). Selain itu, juga dilakukan proses normalisasi dan menambahkan tabel-tabel intersection sebagai akibat adanya entities dengan relasi-relasi many to many.

## 4. Manipulasi data

Data Manipulation Language (DML) adalah bahasa yang digunakan untuk mendiskripsikan struktur basisdata /nama-nama atribut (fields), tipe data, lokasi di dalam basisdata.

## 5. Menentukan dan membuat tampilan/View

Pada tingkat ini adalah mengidentifikasi bagaimana cara memandang data-data yang terdapat di dalam basisdata. Jika perspektif ini telah teridentifikasi maka ditentukan sebagai tampilan. Setiap tampilan ini didefinisikan dengan menggunakan tabel-tabel yang sesuai, dengan tampilan ini pula records yang ditampilkan dapat dibatasi dengan menggunakan kriteria-kriteria tertentu.

## 6. Me-review integritas data

Tahap ini adalah fase terakhir yang terdiri dari empat langkah. Pertama adalah me-review setiap tabel untuk memastikan bahwa tabel tersebut memenuhi kriteria-kriteria perancangannya. Kedua, me-review dan memeriksa semua spesifikasi field yang telah dibuat. Ketiga, menguji validitas setiap relasi yang telah dibuat. Keempat, membandingkan diskripsi yang telah dibuat dengan apa yang telah dihasilkan oleh basisdatanya.

## 3. Hasil aplikasi model SIMDAS

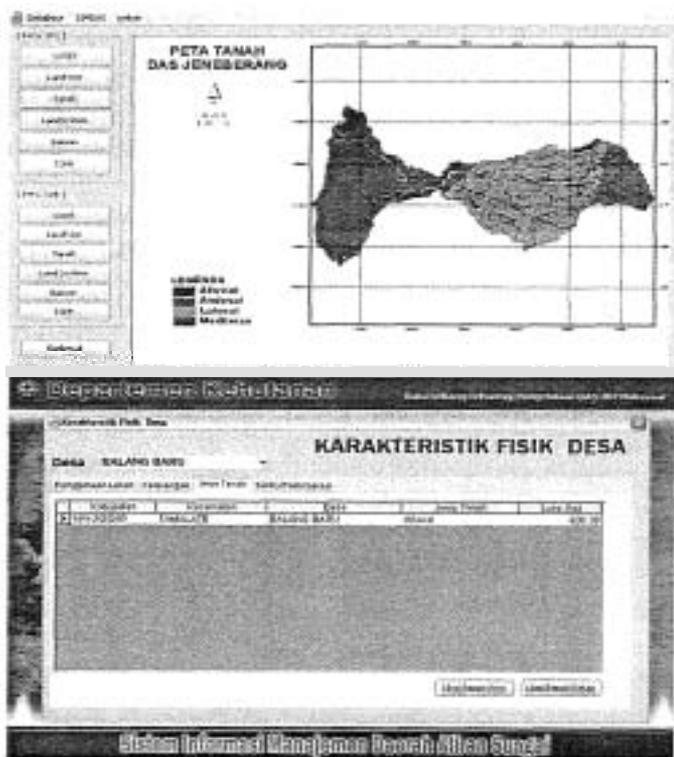
### 3.1. Karakteristik DAS

Pengelolaan data dan informasi DAS merupakan proses input, yaitu menyusun struktur, pengelompokkan dan penyimpanan data spasial menggunakan perangkat lunak ArcViewGIS dan data non spasial kedalam format tabel menggunakan perangkat lunak MS.

Access. Dalam hal ini data spasial, berbentuk peta-peta tematik DAS (peta administrasi pemerintahan, penggunaan lahan, kelas lereng, jenis tanah, kemampuan lahan, kesesuaian lahan, keias erosi, tingkat bahaya erosi, kedalaman air tanah, geologi, geomorfologi, sosekbud dll.). Data non spasial berupa tabel, terdiri dari data administrasi wilayah dari tingkat kabupaten, kecamatan dan desa, penggunaan lahan, kelas lereng, jenis tanah, kemampuan lahan, kesesuaian lahan, keias erosi, tingkat bahaya erosi, ordo sungai, indek bentuk, tebal debit tahunan, koefisien limpasan, kedalaman air tanah, curah hujan, tebal debit tahunan, koefisien limpasan, geologi, morfologi, sosekbud, kelembagaan dan lain-lain.

Data non-spasial yang terdapat pada perangkat lunak MS Access adalah data tabular yang berasal dari data non spasial yang terdapat pada perangkat lunak ArcView. Data ini diperoleh melalui proses Link tabel dari ArcViewGIS ke MS. Access. Dalam hal ini untuk proses entry dan update data dapat dilakukan pada kedua perangkat lunak tersebut dalam arti bahwa apabila melakukan entry data pada perangkat lunak ArcViewGIS maka secara otomatis data tersebut tersimpan pada MS. Access, demikian pula sebaliknya.

Ujicoba model SIMDAS ini menggunakan menggunakan sampel data dari DAS Jeneberang-Propinsi Sulawesi Selatan. Seluruh karakteristik DAS (Lereng, tanah, penggunaan lahan dan lainnya) informasinya dapat disajikan mulai dari tingkat DAS dan sub-DAS, kabupaten, kecamatan dan desa. Gambar 2 menyajikan contoh data spasial dan non spasial karakteristik DAS pada tingkat Desa untuk parameter tanah.



Gambar 2. Data tanah tingkat Desa dalam bentuk spasial dan non spasial DAS Jeneberang

Informasi model SIMDAS ini disajikan dalam dua bentuk, yaitu satuan wilayah DAS, sub-DAS dan satuan wilayah administrasi (Kabupaten, Kecamatan dan Desa). Informasi seperti ini dirasa sangat diperlukan karena dapat membantu dalam mengatasi adanya perbedaan satuan pengelolaan DAS dan administrasi. Dalam hal tersebut aplikasi SIMDAS ini dapat memberikan solusi tentang hal itu. Selain hal tersebut adanya dua bentuk informasi ini juga sangat membantu di dalam hal penyelenggaraan kegiatan perencanaan dan lapangan. Sebagai contoh untuk mencari informasi lokasi dalam satuan DAS atau sub-DAS yang kemungkinan sulit ditemukan di lapangan maka dengan bantuan satuan wilayah administrasi relatif mudah dapat ditemukan.

### **3.2. Link Data**

Salah satu ciri khas aplikasi SIMDAS ini adalah dapat menggabungkan antar beberapa perangkat lunak. Sebagai contoh melalui MS. Access dengan fasilitas link-nya dengan perangkat lunak yang terkait dapat menampilkan informasi dalam bentuk gambar, foto, peta, citra satelit dan informasi dalam bentuk audio visual. Salah satu informasi yang dapat disajikan dari aplikasi model ini adalah longsor yang terjadi di bagian hulu DAS Jeneberang (lereng puncak Gunung Bawa Karaeng) pada tahun 2004 yang berdampak pada tercemarnya airdan pendangkalan di Dam/Waduk Bili-Bili.

### **3.3. Sistem Jaringan**

Berawal dari kemajuan teknologi informasi maka aplikasi model SIMDAS ini disusun menjadi 2 model. Model pertama dan kedua didesain khusus untuk dioperasikan di tingkat pusat, sedangkan model kedua untuk dioperasikan di tingkat wilayah (daerah). Apabila aplikasi 2 model tersebut dihubungkan melalui jaringan elektronik (internet), maka akan dapat dilakukan sharing data, pelaporan, monitoring aktivitas pengelolaan DAS ada di daerah. Berdasarkan sistem yang berbasis teknologi informasi ini maka diharapkan dapat meningkatkan sistem perencanaan, pelaksanaan dan monitoring pengelolaan DAS.

### **3.4. Alat Bantu Menentukan Kebijakan (DSS)**

Aplikasi model SIMDAS ini disusun sedemikian rupa agar dengan secara relatif mudah dapat dioperasionalkan oleh setiap pengelola DAS mulai dari tingkat operator sampai dengan penentu kebijakan. Melalui ikon yang terdapat dalam desktop maka pengguna aplikasi model ini dapat menelusuri informasi-informasi yang terdapat di dalamnya tanpa harus belajar tentang bagaimana cara mengoperasikan perangkat-perangkat lunak yang ada, seperti perangkat lunak untuk operasional peta/GIS, interpretasi citra dan lain-lain sehingga para penentu kebijakan tidak tergantung pada operator. Demikian pula halnya bagi operator juga tersedia fasilitas-fasilitas untuk mengaplikasikan perangkat-perangkat lunak yang ada untuk melakukan kegiatan pengelolaan DAS.

## **4. Penutup**

Secara teknis aplikasi SIMDAS dengan dukungan teknologi informasi diharapkan dapat menjadi suatu model yang layak untuk dapat diaplikasikan dalam kegiatan pengelolaan DAS. Selain hal itu aplikasi model tersebut juga diharapkan dapat membantu di dalam mengidentifikasi adanya perubahan-perubahan karakteristik DAS secara cepat.

Disadari bahwa model SIMDAS ini masih perlu untuk terus dikembangkan mengingat masih terdapat beberapa aplikasi yang masih perlu diformulasikan, antara lain formula untuk memprediksi secara dini tentang terjadinya bencana banjir, longsor,

kekeringan serta daerah-daerah yang terkena dampaknya. Oleh karena itu model ini diberi bet-status sebagai **Generasi Pertama(1)**.

**Daftar Pustaka**

- Anonim 2000. Microsoft Access Relational Database Management System for Window 2000. User Guide IBM Corp.
- Anonim 2005. Pedoman Penetapan Tingkat Prioritas DAS. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial-Fdepartemen Kehutanan 2005.
- Arsyad S. dan Kyoji H. 2000. Pengelolaan Database di Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan Jogjakarta. Forest Tree Improvement Project Phase II-JICA, FTIP-P2-No.19. Jogjakarta 2000.
- Arsyad S, Hadi dan Setiawan O. 2004. Pengembangan Database Daerah Aliran Sungai. Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan DAS Indonesia Bagian Timur Makassar 2004.
- Handayani W. 2003. Kajian Karakteristik Lahan Untuk Penentuan Kriteria dan Indikator Kinerja DAS Jeneberang. Laporan Hasil Penelitian Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan DAS Indonesia Bagian Timur Makassar Makassar 2003
- Kristanto H. 1998. Konsep dan Perancangan Database. Penerbit Andi Offset Jogjakarta, 1998.
- Mairi K. 2003. Kajian Karakteristik Sosial Ekonomi dan Budaya Untuk Penentuan Kriteria dan Indikator Kinerja DAS Jeneberang. Laporan Hasil Penelitian Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan DAS Indonesia Bagian Timur Makassar Makassar 2003
- Prahasta E. 2002. Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Ceografis. Penerbit Informatika Bandung 2002.
- Pairnin, Sukresno dan Purwanto. 2006. Sidik Cepat Degradasi Sub Daerah Aliran Sungai (Sub DAS). Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutandan Konservasi Alam Bogor 2006
- Tjakrawarsa G. 2003. Kajian Karakteristik Hidrologi Untuk Penentuan Kriteria dan Indikator Kinerja DAS Jeneberang. Laporan Hasil Penelitian Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan DAS Indonesia Bagian Timur Makassar Makassar 2003
- Yung K. 2003. Trik Menguasai Perintah SQL. Penerbit PT. Elex Media Komputindo. Kelompok Gramedia Jakarta, 2003