

VIII

PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI SUMBERDAYA PERAIRAN DARAT

Penanggung Jawab: Apip

Anggota : M. Fakhrudin

Hidayat

Hendro W.

Kodarsyah

A. Hamid

Iwan Ridwansyah

Lnki Subehi

Siti Aisyah

A. ABSTRAK

Pemanfaatan sumberdaya perairan darat yang semakin intensif perlu diiringi dengan perencanaan yang matang dalam pemanfaatannya guna mendukung proses pembangunan. Untuk mencapai sasaran tersebut diantaranya diperlukan dukungan data dan informasi sumberdaya perairan darat yang lengkap dan akurat. Pusat Penelitian Limnologi LIPI sebagai salah satu lembaga penelitian yang menangani masalah perairan darat dipandang perlu untuk melakukan kegiatan Pengembangan Sistem Informasi Sumberdaya Perairan Darat untuk beberapa jenis badan air yang ada di Indonesia yang diharapkan dapat mengolah, menyimpan, dan menyebarkan data dan informasi tersebut kepada pihak yang membutuhkannya. Kegiatan penyusunan sistem informasi sumberdaya perairan darat mencakup tiga kegiatan utama yaitu; pengumpulan dan pengolahan data dan informasi, penyusunan format basis data dan penyusunan program aplikasi basis data. Model basis data untuk sistem informasi sumberdaya perairan darat menggunakan basis data Daerah Aliran Sungai (DAS), danau, waduk, situ, telaga, ranu dan rawa. Sistem informasi sumberdaya perairan darat yang dikembangkan dinamakan Sistem Informasi Limnologi (*Limnological Information Sistem*). Sistem informasi tersebut mencakup kelompok data lingkungan daratan, udara, dan badan air seperti data yang terkait dengan geografi, hidrologi, iklim, tanah, penggunaan lahan, hidrogeologi, kualitas air, keanekaragaman biota air, status perairan dan social ekonomi. Pulau Jawa sebagai pulau yang kaya akan sumberdaya perairan darat dalam bentuk sungai, waduk, situ, maupun rawa mengalami masalah ketersediaan air andalan baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Melihat fungsi penting dan permasalahan sumberdaya perairan di Pulau Jawa maka untuk tahun anggaran 2003 kegiatan penyusunan sistem informasi sumberdaya perairan darat mengambil wilayah kajian DAS Ciliwung-DAS Cisadane.

B. PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi dunia, dimana arus data dan informasi bergerak sangat cepat, sehingga batas-batas fisik seperti daerah, wilayah, nasional, dan bahkan tingkat internasional dapat ditembus dengan mudah. Persaingan antar bangsa, dan bahkan persaingan antar lembaga penelitian juga semakin ketat. Perkembangan informasi ini dipercepat lagi setelah berkembangnya teknologi penggunaan komputer untuk internet.

Dalam hubungannya dengan lembaga penelitian kemudahan untuk mengakses informasi memberikan beberapa keuntungan antara lain : dapat tukar menukar hasil-hasil penelitian, dapat digunakan untuk media komunikasi atau diskusi. Seiring dengan perkembangan arus globalisasi tersebut menuntut pemanfaatan, pengembangan, dan penguasaan informasi secara lebih cepat, tepat, dan cermat agar memacu terwujudnya lembaga penelitian yang maju, mandiri, dan sejahtera. Untuk itu tidak dapat dipungkiri lagi bahwa keberadaan sistem informasi yang handal menjadi kebutuhan suatu lembaga penelitian dalam menjalankan fungsinya.

Sumberdaya Perairan darat sebagai sumberdaya mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan, sehingga harus dikelola dengan baik agar fungsi dan pemanfaatannya dapat berkesinambungan. Seiring dengan meningkatnya laju pembangunan, pemanfaatan sumberdaya perairan darat juga semakin intensif, sehingga perlu perencanaan yang matang dalam pemanfaatannya untuk mendukung proses pembangunan. Untuk itu diperlukan dukungan data dan informasi dasar sumberdaya perairan darat yang lengkap dan akurat.

Pusat Penelitian Limnologi LIPI sebagai salah satu lembaga penelitian yang menangani masalah perairan darat perlu melakukan kegiatan Pengembangan Pusat Informasi Perairan Darat untuk beberapa jenis badan air yang ada di Indonesia seperti sungai, danau, waduk, situ, telaga, ranu dan rawa. Pengembangan sistem informasi sumberdaya perairan darat melakukan kegiatan yang meliputi penghimpunan, pengolahan dan evaluasi data dan informasi sumberdaya perairan darat yang ada di Indonesia secara bertahap berdasarkan dimensi wilayah, yang hasilnya diharapkan dapat menjadi masukan bagi para

peneliti, kalangan swasta/industri, dan pemerintah serta penentu kebijakan untuk mengelola dan memanfaatkan sumberdaya perairan darat secara bersinambungan.

Menyadari belum tersedianya model sistem informasi sumberdaya perairan darat yang lengkap serta perlu adanya penambahan jumlah entri data yang terkait dengan pengembangan sistem informasi sumberdaya darat perairan di Indonesia, maka wilayah kajian untuk pengembangan sistem informasi sumberdaya perairan darat untuk tiga tahun ke depan adalah Pulau Jawa. Pulau Jawa kaya akan sumberdaya perairan darat dalam bentuk sungai, waduk, situ, telaga, ranu maupun rawa mengalami masalah ketersediaan air andalan baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Berbagai kegiatan penelitian dan monitoring yang terkait dengan potensi dan permasalahan perairan di Pulau Jawa telah banyak dilakukan oleh berbagai pihak yang terkait termasuk Puslit Limnologi LIPI, sehingga masalah ketersediaan data dan informasi dari hasil penelitian, survei, pemetaan, studi, dan monitoring relatif lebih lengkap. Melihat fungsi penting, permasalahan dan ketersediaan data dan informasi sumberdaya perairan di Pulau Jawa maka Untuk tahun anggaran 2003 kegiatan penyusunan sistem informasi sumberdaya perairan darat mengambil wilayah kajian DAS Ciliwung-DAS Cisadane.

1. PERUMUSAN MASALAH

1. Informasi mengenai perairan darat di Indonesia yang merupakan hasil penelitian, pemetaan, studi, survei, monitoring dan kegiatan lainnya banyak terdapat di berbagai lembaga penelitian, universitas, departemen teknis serta instansi terkait lainnya sehingga perlu pengintegrasian data dan informasi tersebut melalui pengembangan pusat informasi perairan darat, dalam hal ini Puslit Limnologi-LIPI sebagai lembaga penelitian di bidang perairan darat menyadari perlu adanya pusat data limnologi.
2. Model sistem informasi perairan darat harus lengkap dan akurat, sehingga diperlukan format basis data baku sebagai model dalam pengembangan dan penyusunan sistem informasi data base sumberdaya perairan darat di Indonesia.

2. TUJUAN

Menghimpun, mengolah, menyusun, dan mengevaluasi data dan informasi mengenai sumberdaya perairan darat untuk penyusunan sistem informasi sumberdaya perairan darat dengan menggunakan basis data sungai, danau, waduk, situ, dan rawa yang dinamakan *Sistem Informasi Limnologi (SIL)*. Sistem informasi ini diharapkan dapat membantu upaya pemecahan masalah-masalah pembangunan dan pengelolaan perairan darat yang meliputi masalah pemanfaatan, konservasi, pencemaran, restorasi, optimasi, dan lain sebagainya.

3. SASARAN

Tersedianya sistem informasi perairan darat yang berguna sebagai masukan bagi para peneliti, kalangan swasta/industri serta penentu kebijakan untuk mengelola dan memanfaatkan sumberdaya perairan darat secara berkesinambungan

4. KERANGKA ANALITIK

Model sistem informasi sumberdaya perairan darat yang lengkap, detail, dan baik tidak hanya didukung oleh data yang lengkap tetapi ditentukan juga oleh struktur basis data, analisis dan teknik pengolahan data, serta proses visualisasi hasil. Untuk itu sistem data base yang akan dibuat adalah hasil pengintegrasian tiga jenis perangkat lunak komputer yang berbasis pada Sistem Informasi Geografi (SIG), *access*, dan *visual basic*.

Sistem informasi yang dihasilkan dari suatu wilayah kajian dapat menggambarkan keanekaragaman sumberdaya perairan darat, baik dilihat dari struktur bentuk badan air (fisika, kimia, biologi) maupun biotanya.

C. METODOLOGI

Kegiatan penyusunan sistem informasi sumberdaya perairan darat mencakup tiga kegiatan utama yaitu :

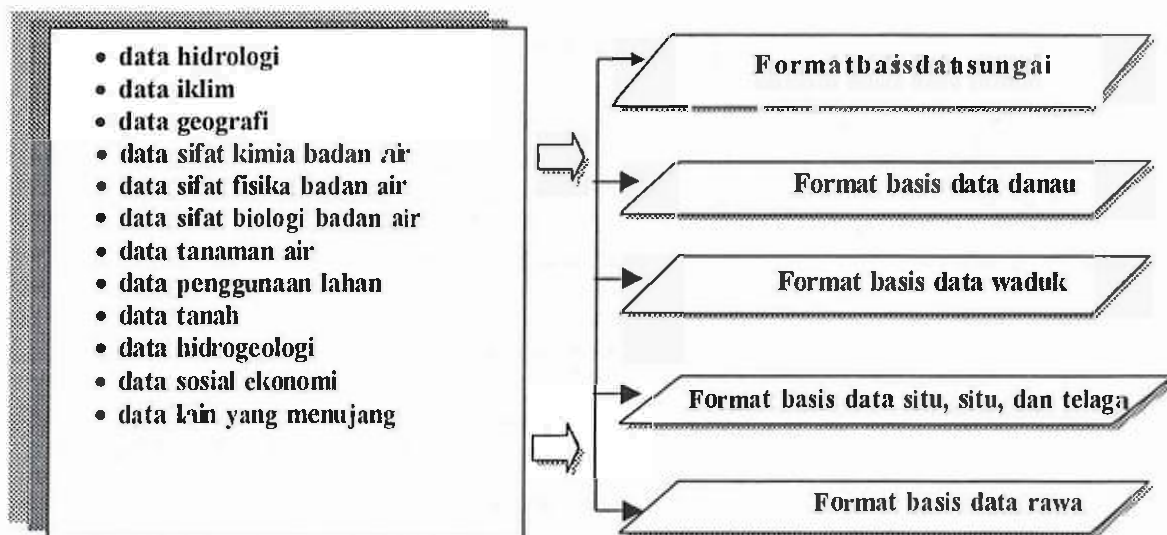
- a. Penghimpunan data dan informasi dari hasil penelitian, pemetaan, studi, survei, monitoring dan kegiatan lainnya yang berkaitan dengan perairan darat
- b. Penyusunan format basis data
- c. Pembangunan sistem informasi

1. Evaluasi informasi dan data sumberdaya perairan darat

Penghimpunan informasi dan data dari hasil penelitian, peta/citra satelit, studi, monitoring, survey, dan kegiatan lainnya yang berkaitan dengan lingkungan perairan darat.

2. Penyusunan format basis data

Untuk menyusun format suatu basis data diperlukan berbagai masukan dan studi banding agar sesuai dengan apa yang akan diinformasikan dan siapa pengguna basis data tersebut. Untuk memperoleh format yang sesuai diperlukan waktu yang tidak sedikit. Format basis data baku yang akan dibuat terdiri dari basis data sungai, waduk, situ, danau, serta rawa. Format basis data didukung oleh data limnologi yang merupakan hasil integrasi data dari beberapa bidang ilmu pengetahuan yang terkait dengan permasalahan limnologi baik yang mencakup komponen biotik, komponen abiotik, serta proses transfer. Secara umum bagan penyusunan format basis data terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan penyusunan format basis data.

3. Penyusunan program aplikasi basis data

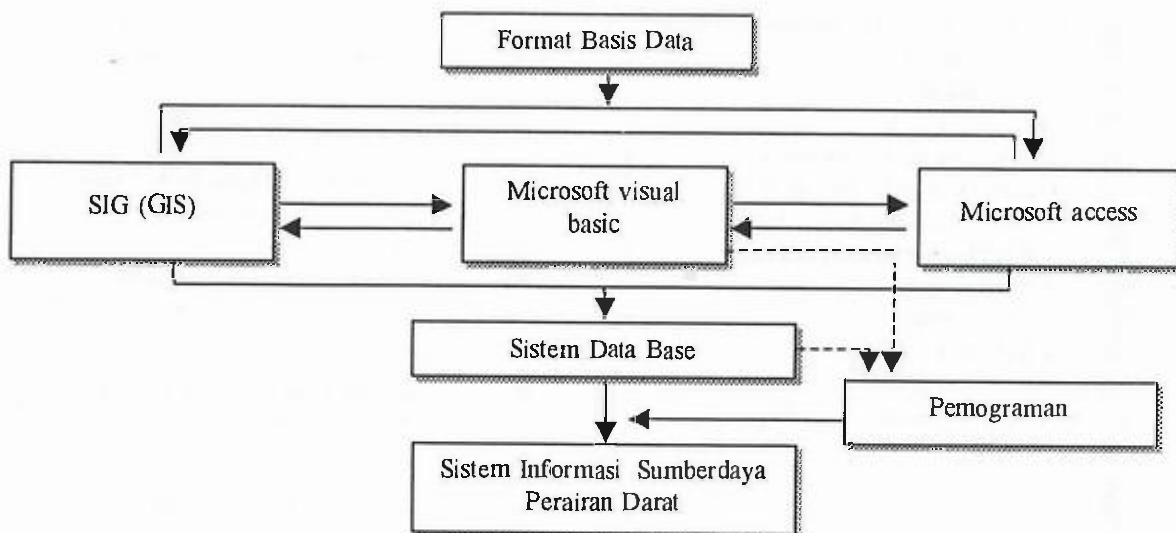
Penyusunan program aplikasi basis data merupakan gabungan dari hasil dua kegiatan di atas. Beberapa kegiatan utama dalam pembangunan sistem informasi

Evaluasi dan entry data

- Evaluasi data dan informasi yang terhimpun dengan melakukan verifikasi kelayakannya, serta beberapa analisis dan pengolahan data agar informasi yang dihasilkan menjadi lebih detail dan lengkap.
- Data yang telah dievaluasi dan dianalisis lebih lanjut akan dimasukkan pada program basis data. Penambahan maupun perubahan data terus dilakukan agar selalu menampilkan informasi terbaru.

Penyusunan program basis data

Sistem data base yang akan dibangun menggunakan tiga perangkat lunak komputer yang berbasis pada sistem informasi geografi (SIG), *microsoft access*, dan *microsoft visual basic*. Basis data yang telah dibuat pada tahap pertama akan terintegrasi pada tiga komponen perangkat lunak komputer tersebut. Bagan penyusunan model contoh sistem database perairan darat dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. Bagan sistem informasi sumber daya perairan darat.

D. HASIL KEGIATAN

Sistem informasi sumberdaya perairan darat untuk tahun anggaran 2003 meliputi DAS Ciliwung-DAS Cisadane.

Beberapa kegiatan yang telah dilakukan adalah :

(1) Studi literatur

Studi literatur bertujuan untuk mendapatkan referensi mengenai cara membangun sebuah sistem database, struktur serta isi (*contents*) dari suatu database. Berkaitan dengan masalah isi, maka bahan referensi mengambil beberapa buku yang terkait dengan masalah limnologi yang meliputi aspek fisik, kimia, dan biologi dari suatu sistem perairan termasuk aspek sosial, ekonomi, dan budaya. Beberapa buku utama yang menjadi bahan referensi dalam penyusunan struktur data adalah :

- Buku-buku yang berhubungan dengan struktur data
- ILEC
- Catalogue of river
- Geographical database
- Hydrology

2. Studi banding

Studi banding bertujuan untuk mendapatkan gambaran mengenai model sistem database yang sudah jadi, masukan dalam penyusunan isi dan struktur database, serta metode dalam pembangunan sistem database yang menggunakan komponen software access, visual basic, serta sistem informasi geografi (GIS). Instansi yang menjadi tempat studi banding tersebut adalah :

- Seameo Biotrop
- Konsultan lingkungan

3. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan terhadap beberapa instansi di wilayah Jabotabek yang meliputi Bakosurtanal, BMG, Puslitanah, BPS, PPSDA Ciliwung-Cisadane, IPB, dan UI, dan beberapa lembaga atau instansi yang terkait dengan pengelolaan

dan monitoring waduk-waduk yang menjadi lokasi kajian seperti Perum Jasa Tirta dan instansi pengelola waduk. Klasifikasi data yang berhasil dikumpulkan diantaranya :

- Informasi awal waduk yang menjadi objek kajian
- Data ciliwung (fisik, kimia, biologi, sosial, tata ruang, kebijakan)
- Data fisik situ-situ yang menjadi lokasi kajian

4. Entry dan digitasi data

Proses digitasi menggunakan software ILWIS, Arcview, serta autocad. Hasil digitasi kemudian diolah kembali dengan melakukan beberapa analisis seperti analisis kerapatan sungai, luas penggunaan lahan tiap Sub DAS, curah hujan wilayah, dan parameter-parameter yang lainnya.

- Digitasi DAS Ciliwung-cisadane, data spasial dari beberapa waduk yang menjadi daerah kajian yang meliputi topografi, landuse, tanah, stasiun hidro-meteorologi, batas DAS dan Sub-DAS, batas administratif
- Entri data tabular

Data-data dalam bentuk numerik dimasukan dalam file Microsoft Excel diantaranya data iklim, sifat fisika-kimia-biologi perairan, penggunaan lahan, penduduk, pertanian, dan data-data hidrometeorologi.

5. Penyusunan struktur basis data

Struktur data yang dibuat merupakan hasil pengembangan dari struktur data yang dipakai ILEC dan diarahkan untuk menjadi struktur yang lengkap dan terintegrasi bila dilihat dari aspek :

- **Objekkajian**

Struktur data yang sedang disusun meliputi jenis-jenis sumberdaya perairan darat yang meliputi struktur data sungai, danau, waduk, pond (situ, telaga, ranu), dan rawa. Masing-masing struktur tersebut mempunyai isi serta analisis yang berbeda.

- **Data**

Sistem informasi sumberdaya perairan darat yang dikembangkan mengarah kepada Sistem Informasi Limnologi (*Limnological Information Sistem*). Sistem informasi tersebut mencakup kelompok data lingkungan daratan, udara, dan badan air seperti data yang terkait dengan :

- ✓ data hidrologi
 - ✓ data iklim
 - ✓ data geografi
 - ✓ data sifat kimia badan air
 - ✓ data sifat fisika badan air
 - ✓ data sifat biologi badan air
 - ✓ data tanaman air
 - ✓ data penggunaan lahan
 - ✓ data tanah
 - ✓ data hidrogeologi
 - ✓ data sosial ekonomi dan budaya
- **Analisis data dan informasi**
Selain menginformasikan data-data dasar, sistem informasi ini juga melakukan beberapa analisis yang bertujuan sebagai tools untuk pengenalan sistem suatu perairan seperti :
 - ✓ Potensi sumberdaya perairan
 - ✓ Permasalahan-permasalahan yang ada
 - ✓ Prediksi dan analisis trend

Beberapa tahap penyusunan sistem aplikasi basis data

1. Penentuan isi

Tahap awal penyusunan basis data adalah penentuan isi (*contents*) dari sistem informasi yang ingin ditampilkan. Penentuan isi merupakan proses identifikasi yang dilakukan dengan metode studi literatur, survey, dan sistem informasi geografi (SIG). Dengan tiga alat tersebut maka dengan memperhatikan aspek pemakai sistem informasi (*stokes holder*) yang akan dituju dapat dihasilkan beberapa jenis data yang diperlukan dalam penyusunan sistem informasi. Dilihat

dari bentuk data maka sistem basis data yang dibuat terdiri dari data spasial (keruangan) dan data tabular (litelar).

Untuk kegiatan 2002, struktur data yang dibuat terdiri dari struktur data sungai dan danau atau waduk. Secara umum basis data yang dibuat mencakup aspek (isi) data fisik, biologi, kimia, konservasi, potensi, social, ekonomi, peraturan, kebijakan, permasalahan suatu sistem perairan.

2. Penentuan tampilan data dan informasi

Sebelum membuat sistem tampilan dengan menggunakan bahasa pemrograman visual basic maka perlu dibuat rencana tampilan serta hubungan (link antar form) sebagai acuan dalam pembuatan program. Secara proses, hasil penentuan isi basis data dievaluasi baik dari segi pengolahan data atau tampilannya. Dari segi tampilan, basis data dapat dibuat dalam bentuk informasi teks, spasial (peta), table, dan grafik. Rencana tampilan data dan informasi dapat dilihat di bawah ini.

3. Pembangunan basis data dan penyederhanaan sistem

Kegiatan pembangunan basis data spasial dan tabular difokuskan pada tiga jenis data, yaitu spasial data, *attribute* data, dan tabular data. Spasial data dan *attribute* data diperoleh dari data hasil digitasi dan pengolahan dengan menggunakan Sistem Informasi Geografi (SIG). Spasial dan attribute data berbentuk file *.dbf, *.shp, dan *.shx. Data tabular disimpan dalam software acces dalam bentuk file *.dbm. Penyusunan aplikasi dalam kegiatan ini diorientasikan pada obyek yang kemudian disebut sebagai Graphical User Interface (GUI). Media penyaji ini disusun dengan menggunakan program Visual Basic serta dilengkapi dengan program database reference yang diadopsi dari SQL sistem dan beberapa komponen *activeX* seperti MapObject sehingga dapat dikompilasi menjadi suatu program aplikasi yang dilengkapi dengan GUI.

Basis data yang telah dibuat meliputi basis data sungai dan waduk atau danau. Secara umum bentuk tampilan yang ada meliputi tabel, grafik, teks, dan peta yang disajikan dalam berbagai tampilan form. Pada tahun 2003 selain membangun program aplikasi yang baru, dilakukan penyederhaan system dan

struktur untuk program aplikasi yang telah dibuat pada tahun anggaran 2002. penyederhanaan ini dimaksudkan untuk memperoleh efisiensi hubungan antar form atau informasi sehingga diharapkan dapat memudahkan pengguna dalam mengakses informasi yang ada.

Berikut contoh hasil keluaran penyusunan sistem aplikasi basis data sungai yang berfungsi sebagai sistem informasi limnologi untuk DAS Ciliwung-DAS Cisadane:

Tampilan awal





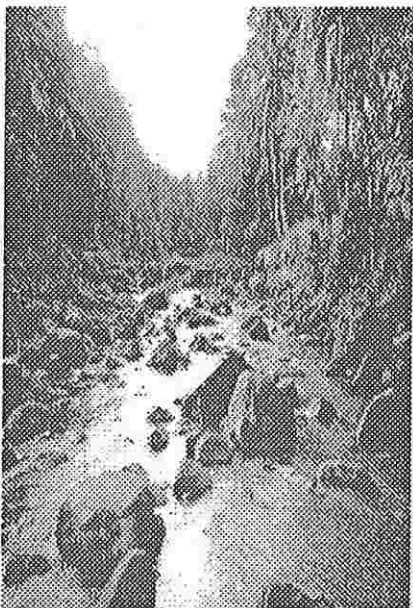

Menu utama

INFORMASI UTAMA

DAS Cengur

- Informasi DAS
- Deskripsi Umum
- Kondisi Fisik DAS
- Historiologi DAS
- Keanekaragaman Hayati
- Sumber-Sumber Perairan
- Potensi Sumberdaya Perairan
- Karakteristik Sifat Fisik dan Kimia
- rencana Pembangunan dan Pengembangan
- Kebijakan dan Pihak Terkait
- Pemantauan
- Sumber Pendanaan
- Kembali ke Menu Sebaran Lokasi
- Keluar

1. Sungai merupakan badan air terus mengalir di dalam saluran atau dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah seperti laut, seluas, waduk, atau mangrove di delta or gura.
2. Sungai adalah tempat dan wadah untuk jalannya pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dibatasi kanan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis tepaknya

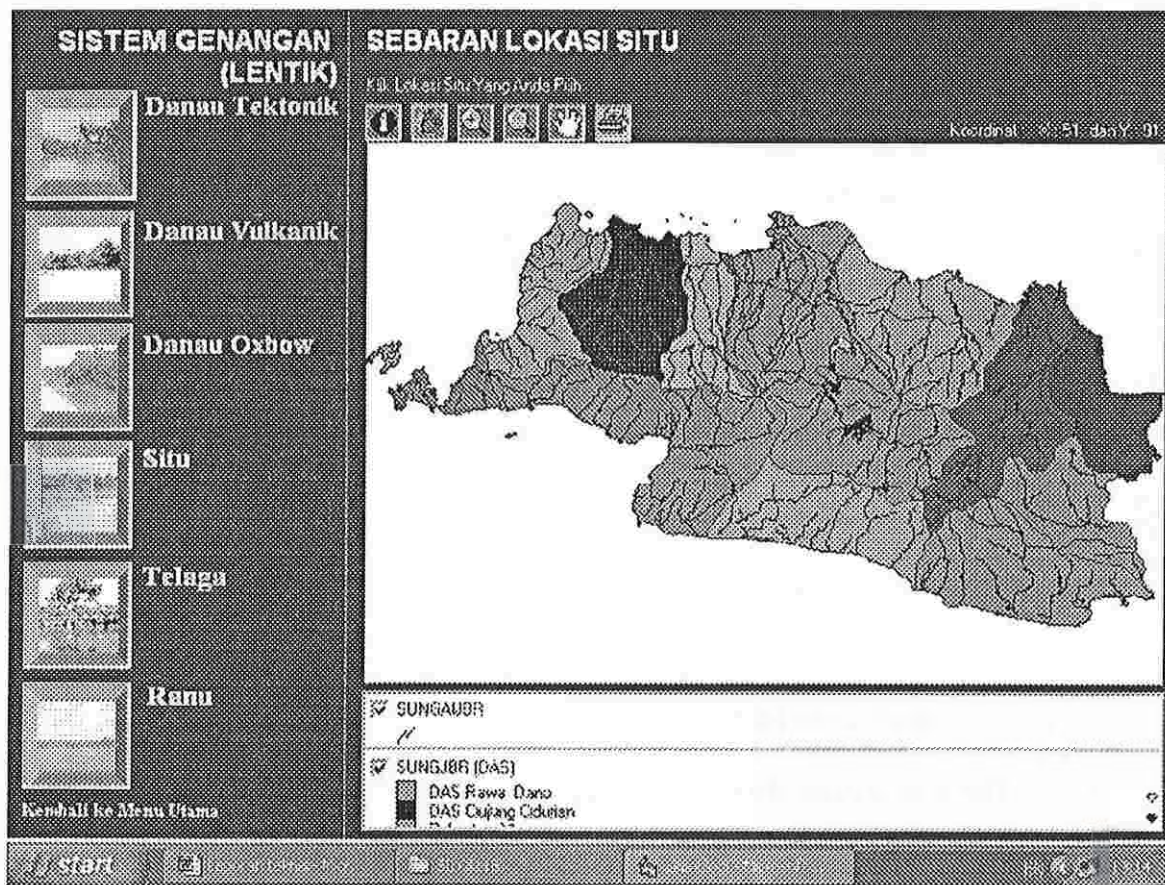



PUSAT PENELITIAN LIMNOLOGI - LIPI

TA. 2003

09/02/2004

Sistem informasi limnologi untuk objek kajian lainnya seperti danau, waduk, situ, telaga, ranu, dan rawa direncanakan dapat diakses lewat jaringan internal Puslit Limnologi-LIPI. Kegiatan entri data, pengolahan, dan analisis data serta pemasukan hasil kegiatan tersebut ke dalam program aplikasi masih dilakukan terutama untuk sumberdaya air dalam bentuk situ. Menu utama untuk system informasi sumberdaya perairan darat yang bersifat tergenang adalah sebagai berikut:



Untuk memenuhi kebutuhan data dan informasi limnologi bagi pemakai maka program aplikasi yang dibuat dilengkapi dengan perintah cetak (print) serta *update* data dan informasi. Data dan informasi yang dicetak meliputi data tabular dan data spasial. Gambar 3, menunjukan contoh hasil keluaran perintah cetak untuk form informasi dasar tentang kondisi DAS Ciliwung. Selain dengan perintah cetak, pemakai juga bisa memperoleh data dan informasi yang ada di dalam sistem informasi limnologi tersebut melalui proses copy data.

1 of 1 89% Total 100% 0:40

Informasi Sistem Perairan dan R. Ciliwung

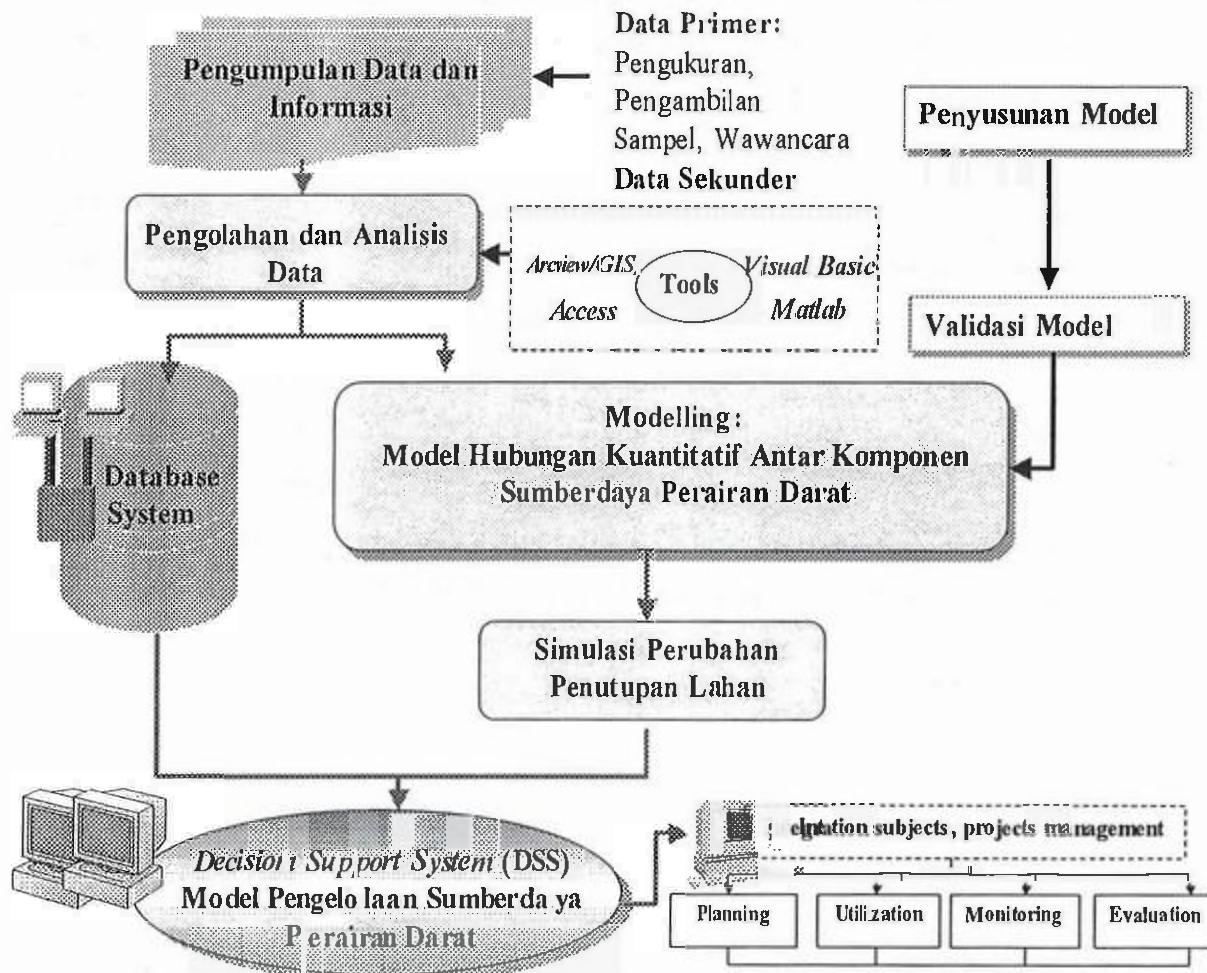
In formasi Dasar DAS

Nama Sungai	S. Ciliwung
Lokasi	600° 1' 60.00" LS dan 100° 43' 10.00" BT
Luas Das	435 Km ²
Nama Daerah Hulu Sungai	Puncak-Cinana-Cisari
Nama Daerah Hilir Sungai	DKI Jakarta (Teluk Jakarta)
Panjang Sungai Utama	130 Km
Ketinggian Maksimum	300 m dpl
Nama Sub DAS	Sub Das besar (Ciliwung Rubij, Cisurupan, Cisarukina, Cibege, Cinana, Giliwang dan Ciasak)
Sumber Perairan	Dang, Banteng
Pola Penggunaan Lahan	Data 1986: Hutan (228.10 ha), R. sawah (726.87 ha), Pemukiman (2836.32 ha), Sawah (1347.27 ha), dan Tegalan (7424.00 ha)
Jumlah Penduduk	± 1.517.904 jiwa yang ada (Abdur dan Anifin, 1999)
Nama Kota di dalam DAS	Bogor, Jakarta
Sumber-sumber Perairan	Sila (sela) ter 9 sili yang masih ada), Mata Air (banyak di daerah hulu sungai)
Curah Hujan Tahunan	2000-4000 mm/tahun

Gambar 3. contoh layout untuk informasi dasar DAS Ciliwung sebelum melakukan perintah cetak.

Hasil sementara dari penyusunan system informasi sumberdaya perairan darat adalah berupa paket system basis data. Paket informasi yang berupa system basis data ini dapat diakses melalui fasilitas Local Area Network (LAN). Untuk pengembangan kegiatan selanjutnya adalah pengembangan system informasi sumberdaya perairan darat untuk sarana pengambilan keputusan dalam pembangunan dan pengelolaan sumberdaya perairan darat. Untuk mendukung kegiatan tersebut maka rencana ke depan paket basis data yang telah dibuat akan diintegrasikan dengan kegiatan modeling berupa kuantifikasi proses interaksi antara komponen sumberdaya perairan. Kegiatan penyusunan system basis data dan modeling dapat memberikan simulasi mengenai scenario berbagai usaha

pembangunan dan pengelolaan sumberdaya perairan yang dikemas dalam system informasi limnologi (SIL). Skema penyusunan SIL yang berorientasi pada fungsinya sebagai alat untuk Decision Support System (DSS) dan hasil integrasi komponen basis data dan modeling dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Skema penyusunan system informasi limnologi yang berorientasi fungsi sebagai Decision Support System (DSS).

E. KESIMPULAN

Kegiatan pengembangan sistem informasi sumberdaya perairan darat diawali dengan pembuatan struktur basis data untuk Daerah Aliran Sungai (DAS), danau, waduk, situ, telaga, ranu dan rawa yang mengintegrasikan kelompok data spasial dan data atribut (literal) dengan menggunakan format GIS, *microsoft access*, *map object* dan *microsoft visual basic*. Sistem informasi limnologi yang diberikan terdiri dari 12 menu utama yaitu informasi dasar, deskripsi umum, kondisi daerah tangkapan, kondisi hidrologi (kuantitas dan kualitas) daerah tangkapan dan badan air, keanekaragaman hayati badan air, sumber-sumber perairan yang ada di dalam sistem daerah tangkapan suatu badan air, potensi sumberdaya perairan, karakteristik social budaya masyarakat, rencana pembangunan dan pengembangan, kebijakan dan pihak yang terkait dengan manajemen suatu sistem perairan, permasalahan-permasalahan yang ada, serta sumber pustaka dari data atau informasi yang digunakan dalam sistem informasi limnologi ini. Sistem informasi limnologi dihimpun dari berbagai laporan, data monitoring, pemetaan, survey yang dilakukan di DAS Ciliwung-DAS Cisadane.

F. DAFTAR PUSTAKA

McLeod R., 1996, Sistem Informasi Manajemen, Edisi Bahasa Indonesia, Jilid I, Prentice Hall Inc.

Puslitbang Limnologi-LIPI, 2000, Rencana Strategik 2000-2005, Perairan darat untuk kehidupan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Limnologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

PT Multi Area Conindo, 2002. Updating Data Irigasi dan Sumberdaya Air di Seluruh Indonesia. Dokumen Usulan Teknis. Jakarta

