

SISTEM INFORMASI KEBUMIAN SEBAGAI SARANA PENYEDIAAN INFORMASI GEOLOGI DAERAH KARANGSAMBUNG

Yunarto * dan Munasri **

Yunarto dan Munasri, Sistem Informasi Kebumian sebagai Sarana Penyediaan Informasi Geologi daerah Karangsambung, *RISSET – Geologi dan Pertambangan Jilid 15 No.1 Tahun 2005*, hal. 41 - 52, 9 gambar.

Sari: Daerah Karangsambung merupakan daerah kompleks geologi yang unik, dimana tersingkap beraneka ragam jenis batuan yang berasal dari berbagai proses kejadian. Ada 30 titik lokasi batuan yang tersebar di daerah tersebut ditetapkan sebagai batuan yang dilindungi. Secara umum daerah Karangsambung ditujukan untuk studi ilmu kebumian bagi para peneliti, mahasiswa, pelajar dan umum. Untuk keperluan tersebut UPT Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangsambung - LIPI mendokumentasikan keanekaragaman jenis batuan dan keunikan aspek geologi melalui salah satu bentuk sistem informasi yang diberi nama “Sistem Informasi Kebumian” disingkat SIK. Sistem ini dibuat dalam bahasa MapBasic yang dijalankan melalui MapInfo (Software SIG). Melalui SIK ini, data dan informasi geologi daerah Karangsambung dapat langsung diperoleh dalam bentuk peta maupun tabulasinya, hanya dengan memilih objek peta atau melalui pencarian dengan kriteria yang diminta, sehingga sangat berguna sebagai salah satu alat bantu yang dapat menyebar-luasan informasi geologi daerah Karangsambung secara visual untuk tujuan pendidikan atau penelitian ilmu kebumian.

LATAR BELAKANG

Karangsambung terletak di daerah Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah, berjarak \pm 19 km dari Kota Kebumen ke arah utara. Daerah ini dikenal sebagai tempat pendidikan dan latihan bagi para calon ahli geologi, karena di daerah ini tersingkap berbagai jenis batuan yang terbentuk oleh berbagai proses geologi. Daerah Karangsambung pertama kali dipetakan oleh Harloff (1933). Hingga saat ini geologi daerah Karangsambung telah banyak diselidiki, terutama untuk kepentingan ilmu pengetahuan. Hal ini disebabkan karena daerah ini penting untuk mempelajari perkembangan sejarah geologi Pulau Jawa khususnya, Indonesia Barat pada umumnya (Asikin dkk., 1992). Batuan yang dapat dikenali diantaranya adalah gabro, diabas, batugamping, rijang, sekis mika, marmer, serpentinit, dan lain-lain. Dari keanekaragaman jenis batuan tersebut, diantaranya merupakan

batuan langka yang dikhawatirkan akan rusak atau menjadi punah. Oleh karena itu UPT Balai Informasi dan Konservasi Kebumian-LIPI menetapkan kawasan Karangsambung sebagai daerah konservasi batuan. Ada 30 titik lokasi batuan yang tersebar di daerah tersebut ditetapkan sebagai batuan yang dilindungi.

Secara umum daerah Karangsambung ditujukan untuk studi ilmu kebumian. Hingga tahun 2002 diperkirakan telah dikunjungi lebih dari 5000 orang berkaitan dengan penelitian geologi oleh peneliti, pelajar, umum, dan staf dari berbagai instansi dalam dan luar negeri (Munasri, 2002). Hal ini sejalan dengan tugas pokok dan fungsi UPT Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangsambung-LIPI, yaitu melaksanakan pelayanan jasa dan informasi, melaksanakan konservasi, pengembangan dan pemanfaatan wilayah yang mengandung fenomena geologi bernilai ilmiah serta pengembangan hasil riset bidang geoteknologi.

* Pusat Penelitian Geoteknologi - LIPI

** UPT BKIK Karangsambung - LIPI

Dalam menjalankan tugas dan fungsi tersebut, UPT merencanakan kegiatan penyebarluasan informasi geologi Karangsembung melalui suatu bentuk sistem informasi. Sistem ini diberi nama “Sistem informasi Kebumian” disingkat SIK dibuat dalam bahasa MapBasic yang dapat dijalankan melalui MapInfo (Software SIG). Melalui SIK ini, data dan informasi geologi daerah Karangsembung dapat langsung diperoleh (dalam bentuk peta dan tabulasinya), hanya dengan memilih objek dari salah satu peta atau melalui memasukan data atribut pada dialog masukan untuk layer/tabel yang dipilih sebagai kriteria diminta. Untuk maksud tersebut perlu dibangun sebuah sistem informasi yang dapat memberikan informasi geologi daerah Karangsembung bagi pengguna secara visual, cepat dan tepat.

TUJUAN

Penggunaan Sistem Informasi Kebumian bertujuan mengemas data dan informasi geologi daerah Karangsembung termasuk batuan yang dilindungi ke dalam sistem informasi geografis agar dapat membantu UPT dalam memberikan informasi lebih banyak tentang daerah yang dikelolanya bagi para peneliti, umum, pelajar dan mahasiswa.

PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI KEBUMIAN

Pengembangan aplikasi sistem informasi yang berbasis SIG dilakukan secara bertahap, yaitu:

- Perancangan Sistem Informasi Kebumian,
- Pembentukan basis data, dan
- Implementasi sistem.

A. Rancangan Sistem Informasi Kebumian

Untuk tujuan pengelolaan batuan yang dilindungi di Karangsembung, SIK dirancang dalam lima bagian, yaitu pemasukan data (data entry), transformasi, penelusuran, penyimpanan dan manajemen basisdata dan presentasi data

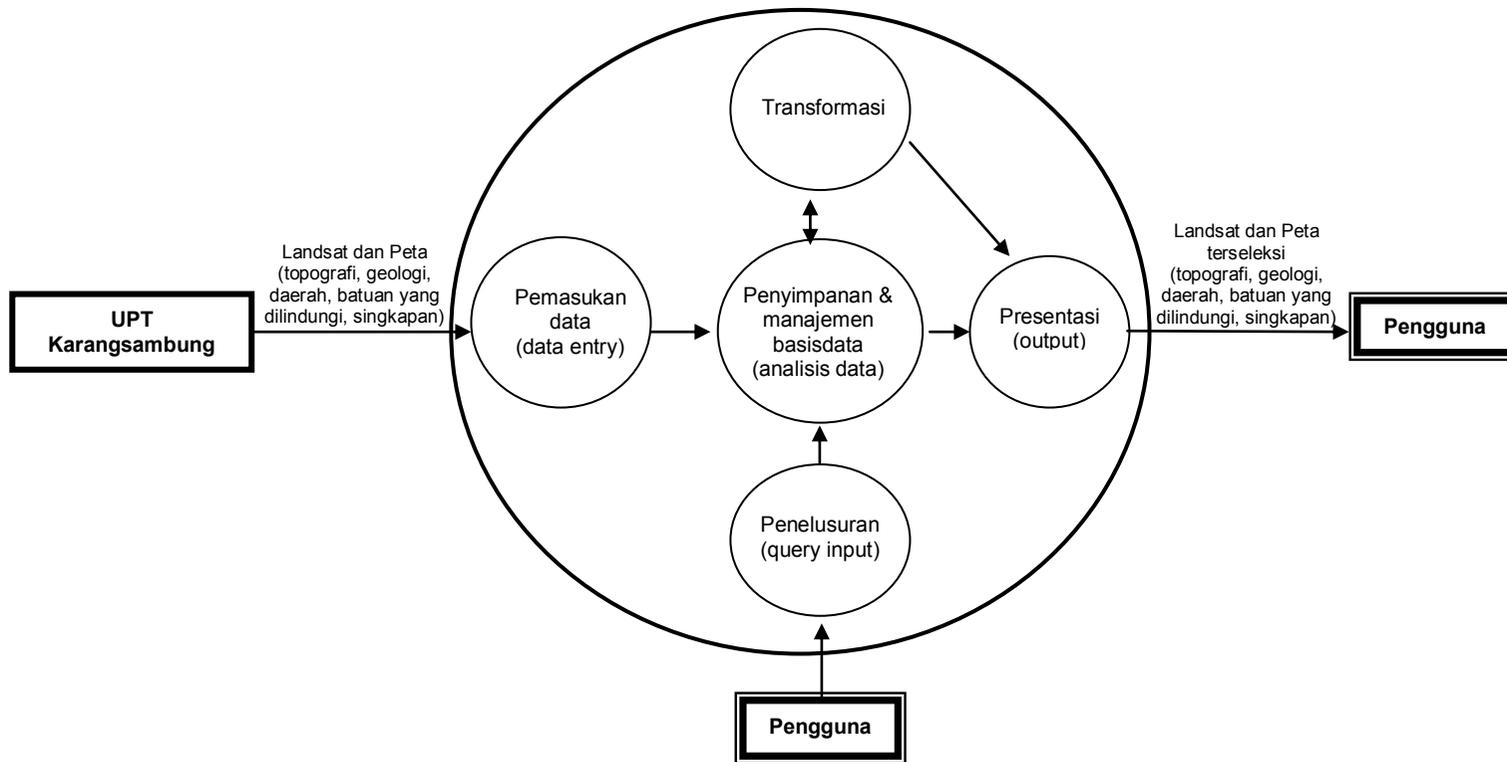
(modifikasi perangkat lunak SIG, Burrough, 1986), lihat Gambar 1.

Pemasukan Data

Pemasukan data, proses ini menghimpun dan menyiapkan data dari berbagai sumber (misalnya: LIPI, BAKOSURTANAL) untuk dimasukan ke dalam sistem. Data spasial dan tabulasi yang dikumpulkan berupa peta topografi, geologi, adminisitrasi, tata guna lahan, batuan yang dilindungi, yang telah digitasi dan disimpan dalam format SIG MapInfo (vektor), citra landsat dan data penunjang lain (foto batuan yang dilindungi beserta foto sayatan tipisnya). Selanjutnya data tersebut dapat dimanipulasi, yaitu ditambah, diubah, dan dihapus, dengan tujuan untuk peremajaan data, sehingga akan selalu diperoleh data yang *uptodate*. Fungsi tambah data digunakan apabila ada data/objek peta baru yang ingin disisipkan pada data/peta. Fungsi ubah data adalah untuk mengubah data/peta yang mengalami perubahan/perbaikan, baik merubah bentuk geometris (*stretch*), memotong (*cutting*), memangkas (*trimming*), ataupun memindahkan posisi data grafis (titik, garis, poligon). Pengubahan data dapat dilakukan satu demi satu ataupun sekumpulan kelompok objek. Fungsi hapus data adalah untuk menghapus data yang benar-benar tidak diperlukan/dibutuhkan kembali, baik satu per satu ataupun sekumpulan data (objek). Sedangkan fungsi lihat data adalah untuk melihat kembali data/peta yang telah disimpan dalam format database SIG. Hal yang paling utama setelah proses manipulasi data spasial adalah aspek *topological data structure* yang harus tetap dipertahankan/dijaga secara konsisten/terpadu (Sukmayadi, D. 1995).

Penyimpanan dan manajemen basis data

Data yang terkumpul dan tersimpan dalam sistem komputer, akan langsung diproses dan dianalisis untuk memberikan hasil dan pola yang diharapkan, baik melalui pilihan penelusuran ataupun perintah yang disediakan sistem (statistik, *create legend*, buat tematik, dan lain-lain). Proses utama dalam sistem ini adalah analisis data, yaitu data ditumpangtindihkan



43

Gambar 1. Rancangan SIK (modifikasi perangkat lunak SIG, Burrough, 1986).

(*overlay*) yang disimulasikan dengan operasi-operasi manajemen basisdata/*structure query language-SQL*, yang merupakan bahasa standar milik MapInfo untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan pengguna dengan cepat dan tepat. Dalam tulisan ini operasi-operasi tumpang tindih yang digunakan ada empat (Sukmayadi, D. 1995), yaitu: *graphic overlay*, *point on polygon*, *polygon on polygon*, *line on polygon*, untuk mengolah data batuan yang dilindungi, geologi, daerah dan singkapan batuan.

Graphic overlay adalah satu atau lebih layer yang memiliki atribut, dioverlay untuk menampilkan posisi geografik saja, baik ditampilkan di layar maupun dicetak, tanpa adanya relasi topologik diantara layer tersebut. Layer yang dapat ditampilkan di layar komputer, seperti citra Landsat, jalan, sungai, kontur, geologi, batuan yang dilindungi, singkapan dan daerah.

Point on polygon adalah satu atau lebih layer titik yang dioverlay pada layer poligon, untuk memperoleh hubungan topologik diantara layer tersebut. Misalnya hubungan data batuan yang dilindungi terhadap data geologi dan daerah.

Contoh:

- Tampilkan semua informasi, dimana batuan yang dilindungi berada di satuan batuan/formasi (geologi).
- Tampilkan semua informasi, dimana batuan yang dilindungi yang berada di daerah Karangsambung.

Polygon on polygon adalah satu atau lebih layer poligon yang dioverlay pada layer poligon, untuk memperoleh hubungan topologic diantara layer tersebut. Misalnya hubungan data singkapan batuan terhadap data geologi dan daerah; data geologi terhadap data singkapan batuan dan daerah; data daerah terhadap data singkapan batuan dan geologi.

Contoh:

- Tampilkan informasi, dimana satuan batuan/formasi geologi yang melintasi daerah Karangsambung.
- Tampilkan informasi, dimana singkapan batuan berada di satuan batuan/formasi (geologi).
- Tampilkan singkapan batuan yang berada

di daerah Karangsambung.

Line on polygon adalah satu atau lebih layer garis yang dioverlay pada layer poligon, untuk memperoleh hubungan diantara layer tersebut. Misalkan hubungan data sungai terhadap data daerah dan geologi. Operasi ini tidak dideklarasikan secara eksplisit dalam program, tetapi dapat dilakukan melalui SQL *select* milik MapInfo untuk melakukan penelusuran data. Misalkan, untuk menampilkan semua informasi dimana sungai-sungai yang melintasi daerah Karangsambung, operasi SQL-nya adalah: *Select * from sungai, daerah where sungai.obj intersect daerah.obj*.

Transformasi

Sesuai dengan kemampuan SIG MapInfo, SIK dirancang agar dapat melakukan transformasi data dari dan ke software lain (*import/export*). Untuk data spasial, umumnya dalam format DXF dan MapInfo Interchange (MIF), disamping dalam format SIG MapInfo (TAB) itu sendiri. Sedangkan untuk data atribut (tabulasi), dapat disimpan dalam format Foxpro (*.dbf), Excel (*.xls) dan MS Access (*.mdb).

Penelusuran

Sistem dilengkapi pula dengan fungsi penelusuran, dikenal dengan “query input”. Dengan fungsi ini semua pengguna dapat langsung mencari data atau informasi yang diperlukan, baik melalui data spasial yang dipilih untuk mendapatkan data atribut ataupun berdasarkan atribut dengan kriteria yang diminta untuk memperoleh data spasial. Fungsi ini akan sering digunakan pengguna sewaktu akan memperoleh informasi yang diperlukan.

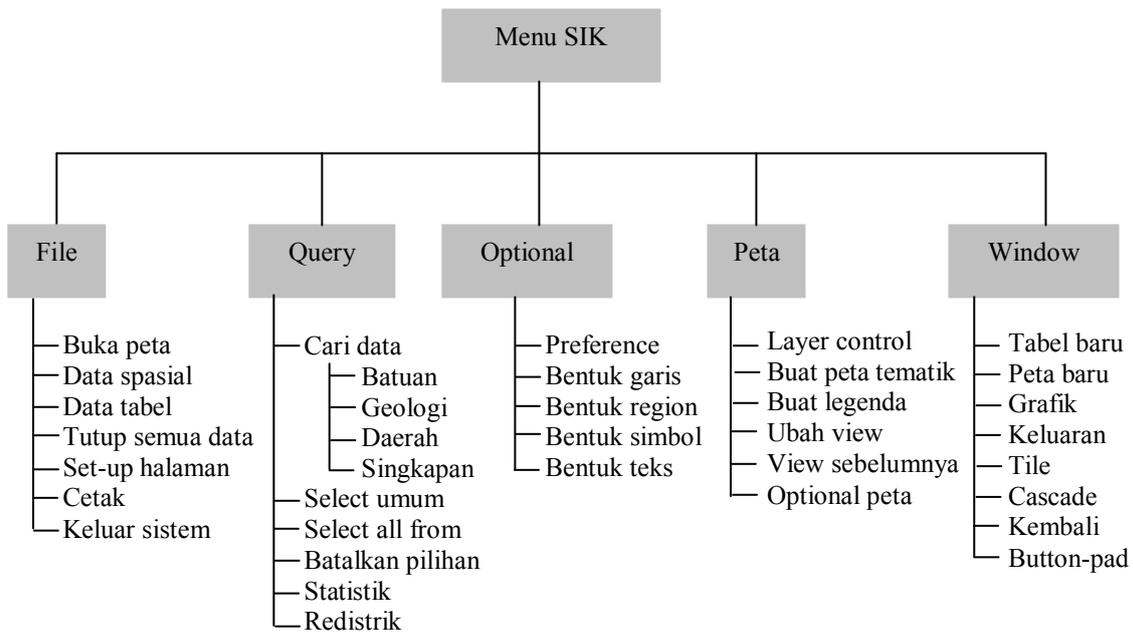
Presentasi Data (Output)

Presentasi data merupakan proses akhir untuk menampilkan informasi, baik hasil dari proses analisis data ataupun hanya untuk ditampilkan saja, misalnya tentang geologi daerah Karangsambung, termasuk batuan yang dilindungi, wilayah administrasi atau singkapan batuan, dalam bentuk peta berserta data tabulasi, dan foto-foto batuannya.

Rancangan Menu

Sistem dirancang dengan menggunakan sistem menu yang berjenjang (Gambar 2), agar nantinya memudahkan pengguna dalam mengoperasikan SIK. Menu utama SIK sebagai awal pembuka sistem, memiliki menu-menu, antara lain: file, query, optional, peta dan window, yang masing-masing memiliki fungsi dan kegunaan tertentu. Menu file, query, peta, dan window adalah yang paling penting dan sering digunakan oleh pengguna untuk memperoleh informasi yang diinginkan. Menu file diperlukan untuk mengelola file, seperti membuka dan menutup peta, menampilkan peta (dengan sistem layer), menampilkan data tabulasi, dan mencetak peta atau data tabulasi.

Sedangkan menyimpan data dilakukan melalui program MapInfo. Menu query digunakan untuk melakukan penelusuran data dari spasial ke tabulasi atau sebaliknya, untuk batuan yang dilindungi, geologi, daerah dan singkapan, baik satu, sebagian ataupun keseluruhan. Menu peta digunakan untuk mengaktifkan/non-aktifkan peta, menampilkan atribut peta, mengedit peta dan mengaktifkan/non-aktifkan pilihan objek peta, membuat peta tematik, membesar-kecilkan peta (*zoom*), membuat legenda dan menampilkan peta. Sedangkan menu window diperlukan untuk membuat peta baru yang telah dibuka, menampilkan grafik, keluaran (*layout*) dan menutup jendela informasi yang aktif dari hasil proses query serta menampilkan *buttonpad* milik Mapinfo.



Gambar 2. Struktur Menu Sistem Informasi Kebumihan.

B. Pembentukan Basis Data

Dalam pengembangan sistem informasi diperlukan data spasial (geografis) dan tabulasi (atribut). Data yang dapat dihimpun berupa citra landsat, peta (topografi, geologi, adminisitrasi, tata guna lahan, batuan yang dilindungi) dan data penunjang lain (foto batuan yang dilindungi beserta foto sayatan tipisnya).

Peta dasar (topografi) yang digunakan adalah peta skala 1:250.000 yang diterbitkan oleh BAKOSURTANAL dalam format digital yang siap digunakan, dan dijadikan sebagai dasar untuk pemetaan berikutnya.

Peta tematik seperti batuan yang dilindungi, geologi, tata guna lahan milik UPT Karang-sambung didigitasi dengan menggunakan SIG MapInfo yang disimpan dalam file yang dengan ekstensi .TAB dan .DAT dengan sistem koordinat geografis-lintang/bujur serta sistem proyeksi yang mengacu pada standar peta yang diterbitkan BAKOSURTANAL.

Data lainnya berupa foto batuan yang dilindungi (BMP) serta foto sayatan tipis dan deskripsi batuan dalam format MS Word di-

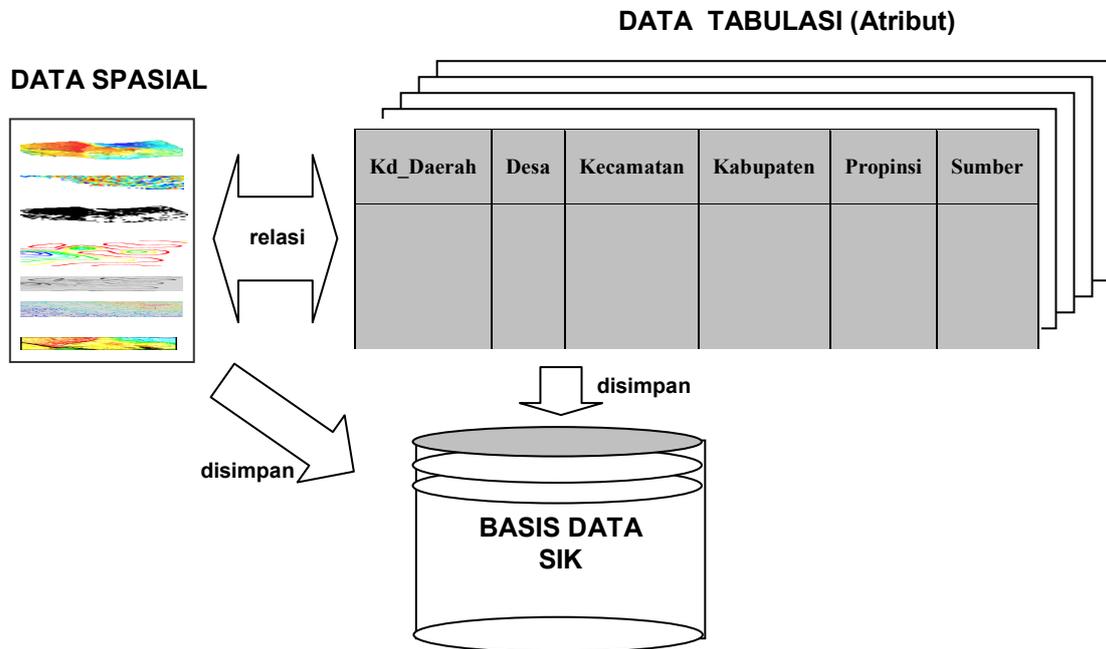
masuk sebagai data yang akan menambah informasi mengenai struktur batuan pembentuknya.

Dalam SIG MapInfo, data spasial diatur dalam beberapa layer. Setiap layer berisi data

sejenis, baik menurut tipe objek atau kelompok tema, yang diregristrasi dengan sistem koordinat yang sama (Balía, L., 1996). Ada tiga layer dapat digambarkan, yaitu:

- Titik (*point*), seperti batuan yang dilindungi, dll.
- Garis (*arc*), seperti jalan, sungai, kontur, struktur, dll.
- Area (*poligon*), seperti geologi, tata guna lahan, wilayah administrasi, singkapan batuan, dll.

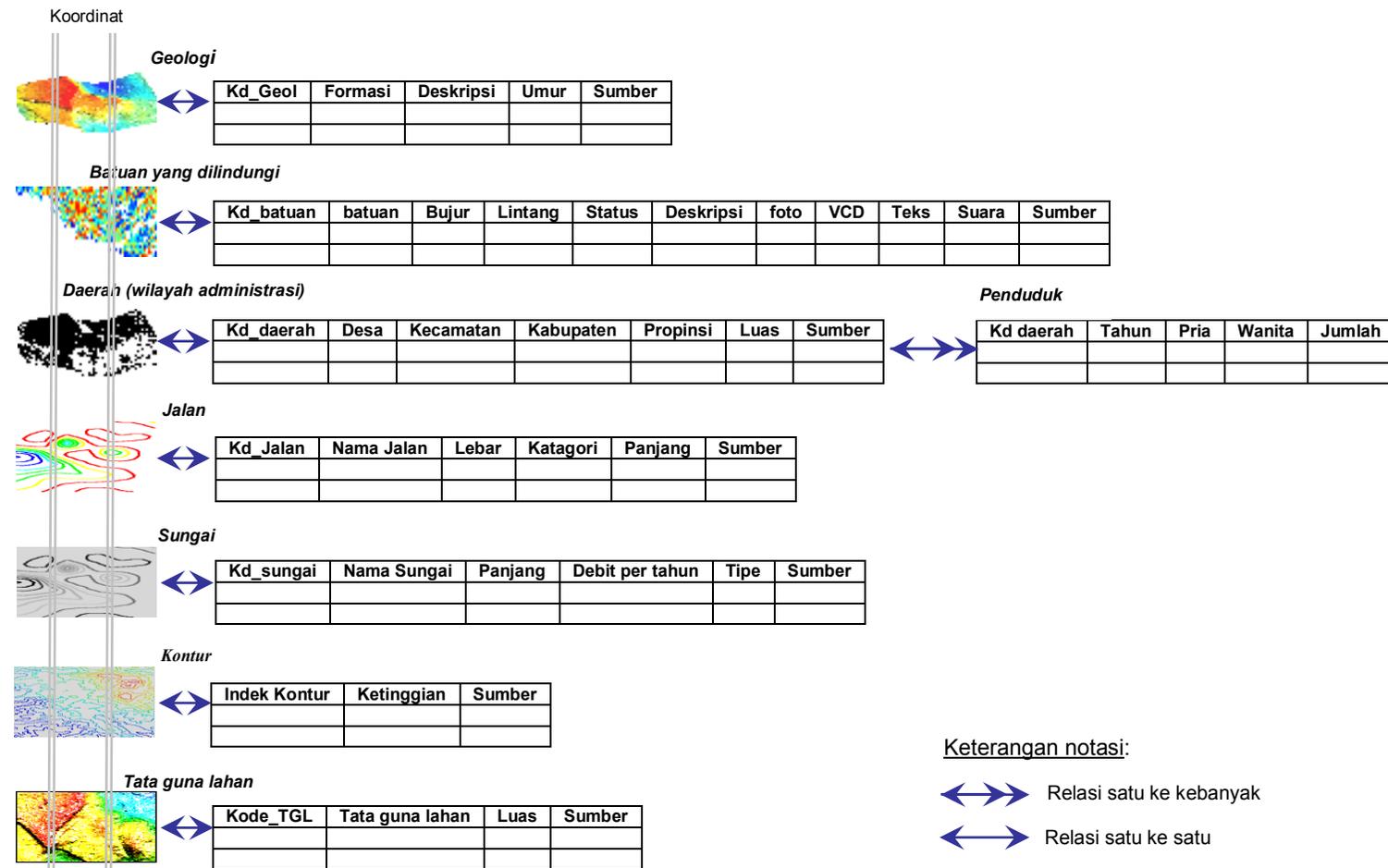
Setiap layer dihubungkan dengan atribut yang berisi informasi atau deskripsi dalam bentuk tabulasi melalui suatu kunci (*key* atau *index*) yang unik, dengan hubungan satu ke satu, dengan tujuan untuk memudahkan dalam proses penelusuran data (Gambar 3 dan Gambar 4).



Gambar 3. Pembentukan basis data SIG.

DATA SPASIAL

DATA TABULASI



47

Gambar 4. Hubungan Basis data untuk SIK.

Melalui kemampuan SIG MapInfo dengan fasilitas RDBMS (*relational database management system*) yang cukup baik, dapat dilakukan pula hubungan antar tabel (satu ke satu atau satu ke banyak), baik yang memiliki data geografis ataupun tidak, melalui suatu atribut kunci. Sebagai contoh, hubungan data daerah dan data kependudukan melalui atribut kode daerah adalah relasi satu ke banyak. Atribut ini merupakan kunci utama (*primary key*) pada data (*entity*) daerah, sementara pada data pendudukan kode ini sebagai kunci tamu (*foreign key*) untuk menghubungkan/referensi ke data daerah tersebut.

Disamping itu penyusunan data peta ke dalam layer-layer dimaksudkan untuk menyederhanakan pengorganisasian data spasial, meminimalkan jumlah atribut untuk setiap layer dan memudahkan dalam peremajaan dan pemeliharaan data spasial.

Semua data spasial dan tabulasi (atribut) secara bersamaan disimpan dan dikelola dalam satu sistem sehingga dapat memungkinkan untuk melakukan pengelolaan secara terpadu yang lebih efektif (Balía, L.M., 1996).

Pada prinsipnya, ada empat kelompok informasi yang mendiskripsikan geografis suatu objek dari data spasial (Garner, 1991), yaitu posisi geografis, atribut, hubungan spasial dan waktu.

Posisi geografis: menampilkan informasi posisi suatu objek di muka bumi yang dinyatakan dalam sistem koordinat lintang/bujur atau UTM;

Atribut: menampilkan deskripsi atau informasi apa yang terdapat pada objek tersebut secara lengkap, misalnya atribut batuan yang dilindungi adalah kode batuan, nama batuan, lintang, bujur, status, deskripsi, foto, VCD, teks, suara dan sumber. Sedangkan atribut geologi adalah kode geologi, formasi, deskripsi, umur, dll. Atribut daerah (wilayah administrasi), adalah kode desa, nama desa, nama kecamatan, nama propinsi, luas dan sumber. Atribut sumber dimaksudkan untuk menjelaskan asal data/objek diperoleh, misalnya data dari BAKOSUR-TANAL ataupun LIPI dan UPT Karangsambung;

Hubungan spasial: merelasikan objek yang satu dengan objek lainnya dengan menggunakan

fungsi analisis spasial seperti operasi *intersect* (perpotongan), *location in/on* (terletak di), *overlay*, dll.

Waktu: kelompok informasi yang selalu berubah-ubah atau berkaitan dengan waktu (time series). Data ini diperlukan untuk mencatat kejadian-kejadian setiap periodiknya, dan dijadikan file transaksi, misalnya data penduduk dari suatu daerah yang setiap tahun selalu berubah.

Pembentukan basisdata merupakan bagian yang penting dalam pengembangan SIG, yang akan menentukan efektifitas dan efisiensi proses-proses masukan, pengelolaan dan keluaran SIG (Prahasta, 2001).

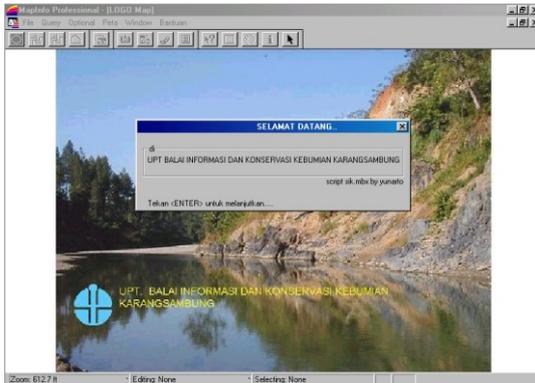
C. Implementasi

a. Pembuatan Program Aplikasi

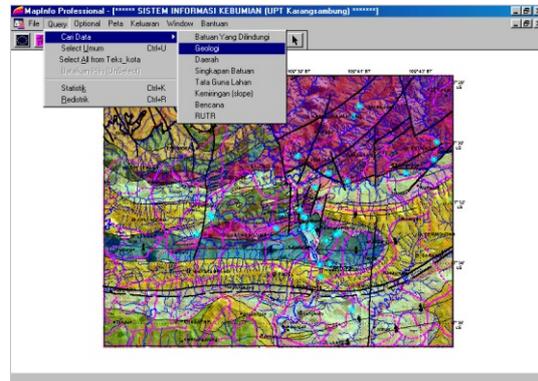
Berdasarkan rancangan SIK di atas, mekanisme pembuatan program SIK, dimulai dengan penyusunan/penulisan beberapa program dan sub program dalam bahasa MapBasic 6. Masing-masing program/sub program diuji oleh MapBasic untuk menghasilkan program/sub program yang bebas kesalahan dan siap untuk diintegrasikan menjadi satu kesatuan program yang siap dijalankan dengan perangkat lunak MapInfo. File program yang terbentuk tersebut ber-ekstensi MBX.

Program SIK, salah satunya dibuat untuk komunikasi antara pemakai dan sistem (*user interface*) secara efektif, efisien dan bersifat *user-friendly* (lebih menyenangkan, luwes, menarik/interaktif, konsisten dan mudah dikontrol oleh pemakai), sehingga mudah dioperasikan oleh pengguna. Tampilan SIK menggunakan sistem menu yang strukturnya (Gambar 2) diimplementasikan dalam program aplikasi SIK berupa menu tarik (lihat Gambar 5 dan 6).

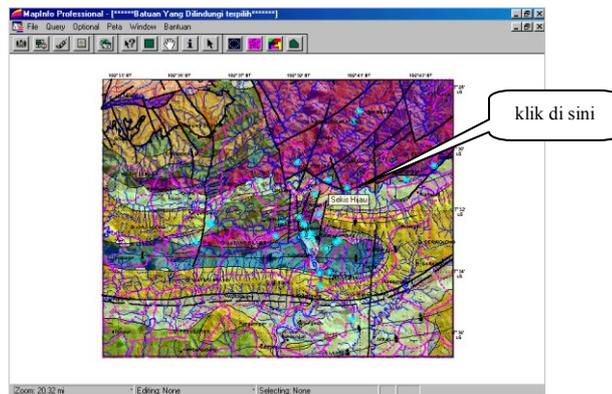
Untuk proses penelusuran data, akan disajikan dalam tiga program. Dua program diantaranya dibuat sendiri, yaitu program penelusuran data spasial untuk mendapatkan data atribut, yang dilakukan dengan cara mengklik minimal satu objek dari salah satu layer: batuan yang dilindungi, geologi, daerah, singkapan batuan (Gambar 7).



Gambar 5. Tampilan SIK yang dijalankan.



Gambar 6. Tampilan menu tarik SIK.



Gambar 7. Tampilan objek batuan yang dilindungi (titik berwarna biru) yang dipilih.

Sedangkan program penelusuran data atribut untuk mendapatkan data spasial, dilakukan melalui data atribut dari salah satu atau dua layer/tabel tersebut dengan kriteria yang diminta. Kedua program tersebut akan menghasilkan informasi yang sama, yaitu informasi berupa peta dan tabulasi (Gambar 8), baik salah satu, sebagian ataupun seluruhnya untuk peta batuan yang dilindungi, peta geologi, peta wilayah administrasi, dan peta singkapan, dimana masing-masing peta dilengkapi dengan atributnya (deskripsi). Khusus peta batuan yang dilindungi, dapat ditampilkan informasi berupa foto dan data sayatan tipisnya. Sedangkan program terakhir adalah penelusuran milik MapInfo yang disajikan dalam bentuk *SQL select*. Melalui *SQL* ini, pengguna dapat leluasa melakukan penelusuran data dari satu atau lebih

tabel dengan kriteria atau tanpa kriteria, dan hasilnya dapat dilihat langsung.

Disediakan pula pilihan dalam bentuk toolbar yang dibuat, untuk:

- melakukan penelusuran itu sendiri; menampilkan informasi (layout) yang siap dicetak (Gambar 9);
- analisis tematik dari suatu tabel; menampilkan langsung informasi data atau link (*hotlink*) ke aplikasi lain seperti gambar (foto), suara dan VCD.

b. Uji Coba Program Aplikasi

Hasil uji coba memperlihatkan bahwa program SIK mampu menyajikan informasi yang dibutuhkan pengguna secara cepat dan tepat, baik melalui fungsi penelusuran ataupun perintah

yang disediakan sistem (statistik, *create legend*, buat tematik, dll). SIK dapat memudahkan pengguna untuk melakukan proses manipulasi data, memilih objek, menampilkan gambar (foto, vcd), menampilkan informasi dalam bentuk suara dan teks, melakukan pencarian data dan menampilkan peta dan data (layout).

Dari hasil penelusuran, informasi yang dapat diberikan oleh SIK, diantaranya:

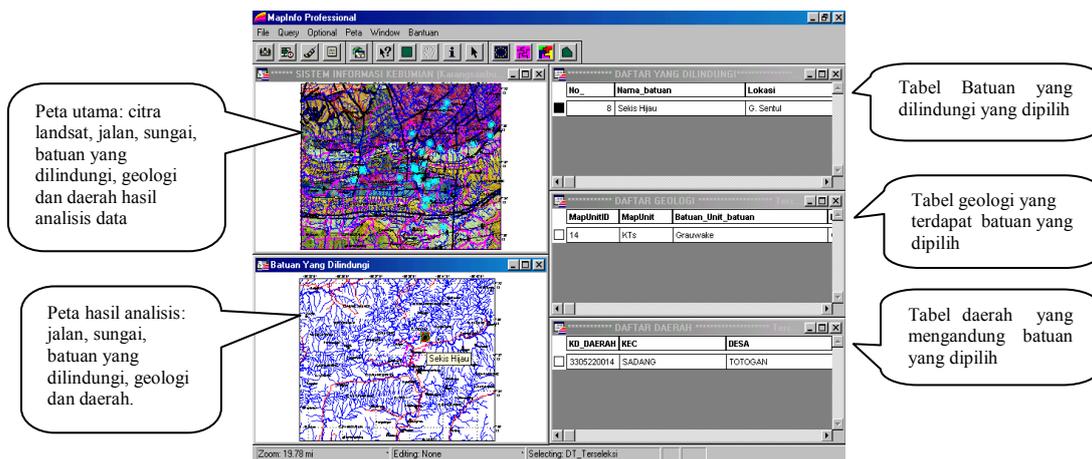
- dapat menunjukkan lokasi dan nama batuan yang dilindungi yang berada di suatu daerah atau di satuan batuan/formasi geologi tertentu;
- dapat menunjukkan penyebaran satuan batuan/formasi geologi pada suatu daerah (desa, kecamatan) atau sebaliknya;

dapat menunjukkan daerah yang mengandung batuan yang dilindungi atau sebaliknya;

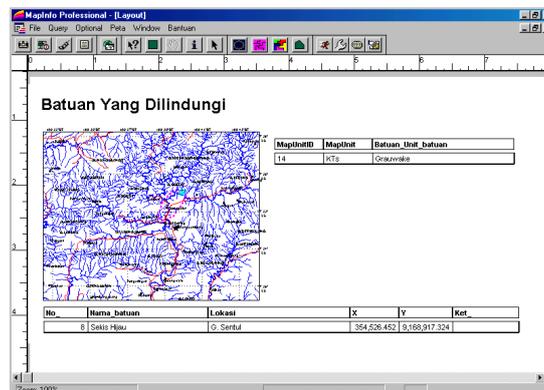
- dapat menunjukkan daerah geologi yang mengandung batuan yang dilindungi/singkapan, atau sebaliknya.

Informasi lainnya adalah:

- model grafik (pie, garis, bar, dll) dari suatu tabel hasil perhitungan sederhana lewat SQL;
- analisis spasial untuk mengetahui panjang, posisi geografik dari salah satu objek peta tematik yang ditunjuk;
- menampilkan peta tematik dan legenda dari hasil analisis tematik pada suatu tabel/peta.



Gambar 8. Tampilan Informasi Batuan (sekis hijau) dipilih.



Gambar 9. Tampilan Informasi (layout) yang siap di cetak.

KESIMPULAN

SIK menjadi salah satu sarana yang dapat memberikan data dan informasi dalam bentuk visual (map) tentang geologi daerah Karang-sambung termasuk batuan yang dilindungi bagi para peneliti, umum, pelajar dan mahasiswa yang sedang melakukan penelitian atau studi geologi. SIK ini mudah digunakan dan dioperasikan oleh para pengguna meskipun si pengguna kurang memahami ilmu komputer. Kelebihan SIK ini adalah tampilan yang menarik, interaktif, dan informatif untuk masukan dan keluaran. Disamping itu SIK menjadi salah satu sarana penyebarluasan informasi dan promosi daerah Karang-sambung untuk menarik para ilmuwan dan masyarakat umum di Bidang kebumian.

SARAN

Sementara ini SIK hanya dapat dijalankan dengan komputer tunggal, bukan multi user. Sehingga program SIK dan datanya harus disimpan dalam tiap komputer. Hal ini akan menyulitkan dalam proses peremajaan data, karena setiap ada perubahan data, akan selalu disalin ke tiap komputer. Untuk melayani informasi lebih banyak kepada pengguna, diperlukan komputer dengan kapasitas yang lebih besar dengan sistem jaringan (multi user), dimana data disimpan di komputer *server* dan diakses oleh banyak komputer sebagai *workstation*. Sehingga data tersentralisasi pada satu komputer untuk dibagi (shared) ke berbagai komputer.

SIK masih tergantung pada program MapInfo, sehingga menjalankannya harus lewat MapInfo. Kedepan diusahakan untuk beralih ke program lain, seperti Visual Basic yang dipadukan dengan MapX 5 milik MapInfo Corporation, yang dapat dikompilasi dan siap dijalankan melalui OS Window.

Untuk memperoleh data yang lebih informatif, sebaiknya data dilengkapi dengan data atribut lainnya, seperti data monografi atau data statistik daerah Karang-sambung, agar dapat melihat perkembangan luas tanaman/hutan, sosial dan ekonomi pada daerah tersebut secara

visual, sehingga dapat memberikan masukan kepada PEMDA setempat mengenai daerah yang dikelolanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Asikin, S. dkk, 1992, *Peta geologi Lembar Kebumen, skala 1:100.000*.
- Balia, L.M., 1996, *Otomatisasi Administrasi Wilayah Pertambangan: Contoh Pemanfaatan Teknologi Sistem Informasi Geografis Dalam Menuju Era Globalisasi*, Prosiding Seminar Nasional III, Puslitbang Geoteknologi – LIPI.
- Borrough, P.A., 1986, *Principles of Geographical Information System for Land Resource Assesment*, Clarendon Press, Oxford.
- Date, C.J., 1995. *An Introduction to Database Systems 6th ed., The Systems Programming Series*. Addison Wesley Publishing Co. Inc.
- Garner, B.J., 1991, *Geographical Information System - Basic Concepts and categories, in Geographical Information Systems in Applied Geology*, Course Notes, Short Course 14-18 October 1991, Key Centre for Mines, UNSW.
- Harloff, Ch. E. A., 1933. *Toelichting bij blad 67 (Bandjarnegara) - Geologische kaart va Java, 1:100.000*, Diens van den Mijnbouw, Nederland Indische.
- Jogiyanto, H.M., 1989. *Analisis dan Desain Sistem Informasi: Pendekatan Terstruktur dan Teori dan Praktek Aplikasi Bisnis*. Andi Offset Yogyakarta.
- Kristianto, H., 1993. *Konsep dan Perancangan Database. Buku Pegangan Kuliah*, Andi Offset Yogyakarta.
- Munasri, Haryadi, P., Siregar, S., Ansori, Mubandi A.S.S., Tatang, A., 2002. *Analisis dan Integrasi Data Geologi Daerah Karang-sambung Untuk Pendidikan*, Proyek Pengembangan Potensi Sumberdaya Mineral, Puslit Geoteknologi – LIPI.
- MapInfo Profesional, 1998, *Reference Manual, MapInfo Corporation, Troy New York*.

- MapInfo Profesional, 1998, *User's Guide*, MapInfo Corporation, Troy New York.
- Prahasta, E., 2001. *Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. Informatika Bandung.
- Sukmayadi, D., 1995, *Tinjauan Persyaratan Teknis Perangkat Lunak Sistem Informasi Geografik (SIG)*, makalah *short course geographic information system* PIKSI ITB, 21-23 November 1995.
- Supratman, D., 2001, *Pengantar Sistem Informasi Geografi*, Pusat Pendidikan dan Pelatihan Geologi, Badan Pendidikan dan Pelatihan Energi dan Sumber Daya Mineral, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Whitener, A., Ryker, B., 1997. *MapBasic Developer's Guide*. OnWord Press, Camino Entrada, USA.
- Yunarto, Santoso, H., 2003. *Pengembangan Sistem Informasi Pengelolaan DAS berdasarkan INDOCLIM*. Proseding hasil penelitian dan pengembangan sumberdaya air. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air. Dep. KIMPRASWIL.