

PERANCANGAN SISTEM INFORMASI DRAINASE KOTA SURABAYA

Oleh
Bambang Sriyanto Eko Prakoso*

INTISARI

Tujuan penelitian ini adalah melakukan identifikasi basis data dan 'software' yang digunakan untuk mengelola basis data tersebut di daerah penelitian, dan mengembangkan atau merancang Sistem Informasi Drainase di daerah penelitian.

Hasil identifikasi basis data dan 'software' pengelolanya menunjukkan adanya dua jenis basis data yang telah dikembangkan di Kota Surabaya. Basis data yang pertama bersifat umum dan kurang lengkap serta dikelola dengan program Autocad. Sedangkan basis data yang kedua sudah memadai, bahkan struktur basis data dan tata letak data sudah baik yang dikelola dengan program ArcView versi 3.1. Oleh karena itu, pilihan basis data dijatuhkan pada basis data yang kedua dengan program pengelolanya adalah ArcView.

Mengingat adanya beberapa kekurangan pada basis data tersebut maka diperlukan penambahan dan pengurangan data serta dilakukan beberapa perubahan pada struktur data yakni untuk kepentingan hubungan dengan kenampakan lain.

Aplikasi Sistem Informasi Drainase Kota Surabaya dikembangkan dengan program Visual Basic 6.0 dan ArcView versi 3.2. Dengan aplikasi ini memungkinkan pengguna akhir yang kurang ahli dapat mengoperasikan dengan cepat dan mudah dalam menghasilkan informasi yang dapat digunakan oleh para pengambil kebijakan untuk perencanaan dan pengelolalaan sistem drainase Kota Surabaya.

PENDAHULUAN

Latar Belakang Penelitian

Kota Surabaya terletak di antara 07° 12' Lintang Selatan (LS) 07° 21' LS dan 112° 36' Bujur Timur (BT) 112° 54' BT. Luas wilayah Kota Surabaya secara keseluruhan adalah sekitar 291,78 km² (Silas, 1996), dengan batas-batas wilayahnya sebagai berikut: sebelah utara dibatasi oleh Selat Kamal, sebelah timur dibatasi oleh Selat Madura, sebelah selatan dibatasi oleh Kabupaten Sidoarjo, dan sebelah barat oleh Kabupaten Gresik (Mardiatno, 1996). Wilayah Kota Surabaya merupakan kota pantai dengan ketinggian 3-6 meter di atas permukaan laut, kecuali di sebelah Selatan membujur dari Barat ke Timur dengan ketinggian 25-50 meter di atas permukaan laut (Yulfiah, 1996).

* Staf Pengajar Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia.

Menurut Yulfiah (1996) keadaan topografi secara umum merupakan wilayah relatif datar dengan rincian, di wilayah Utara, Timur dan sebagian wilayah Barat memiliki kemiringan 0 - 2 % yang meliputi 81,16% dari luas wilayah. Sisanya 18,84 % dengan kemiringan 2 - 15 % merupakan daerah perbukitan landai.

Pertumbuhan luas permukiman di Kota Surabaya, berdasarkan data dari kantor Statistik Surabaya tahun 1994, relatif pesat dari tahun 1980 hingga tahun 1993 karena luas permukiman pada tahun 1980 mencapai 26,7% dan pada tahun 1993 mencapai 36,4% dari seluruh luas wilayah Kota Surabaya. Sedangkan pada tahun 1997/8 pertumbuhan luas daerah terbangun berdasarkan data dari BPN Jawa Timur menunjukkan bahwa kurang lebih 55 % dari Kota Surabaya (Bappeda KMS, 1999)

Kota Surabaya dan sekitarnya, berdasarkan perhitungan data dari beberapa stasiun hujan (Perak, Keputih dan Wonorejo) memiliki curah hujan mencapai 1451 mm/tahun dengan jumlah hari hujan 136 hari/tahun. Musim hujan terjadi pada bulan November sampai Juni.

Menurut Yulfiah (1996), berdasarkan klasifikasi tekstur tanah, tanah di Kota Surabaya pada umumnya dapat dikategorikan sebagai tanah bertekstur halus, berupa tanah aluvial dengan kedalaman efektif lebih dari 90 cm. Sementara lapisan padat ditemui secara bervariasi pada kedalaman antara 4 sampai 20 meter. Tanah dengan klasifikasi tekstur seperti ini memiliki drainase kurang baik.

Kota Surabaya yang memiliki kondisi seperti yang telah diuraikan di atas, ditambah lagi dengan kondisi sebagian besar saluran drainase sekunder yang tidak dapat menampung dan menyalurkan air hujan maka sering mengalami masalah banjir yang semakin lama semakin buruk. Hal ini ditandai dengan adanya perluasan kawasan yang tergenang. Pada tahun 1988 banjir hanya terkonsentrasi di sekitar pusat kota. Kemudian banjir yang pada tahun 1992 melebar ke arah barat. Sedangkan banjir pada tahun 1999 mengenai sebagian besar Kota Surabaya dengan penambahan luas genangan di bagian barat dan timur (Bappeda KMS, 2000).

Sesungguhnya telah banyak usaha yang sudah dilaksanakan untuk mencegah terjadinya banjir agar mengurangi kerugian yang berupa harta benda bahkan manusia, misalnya dengan melakukan:

- penambahan, pelebaran, perbaikan dan pengerukan saluran drainase,
- penyudetan, pelurusan, pelebaran dan pengerukan sungai,
- perbaikan dan penambahan pompa air,
- perbaikan dan penambahan pintu air, dan
- pembuatan bozem.

Namun masalah banjir masih belum tertangani secara maksimal karena upaya penanggulangannya cenderung bersifat setempat, serta kurang memperhatikan konteks keruangan dari fenomena banjir yang ada.

Upaya penanggulangan masalah banjir yang bersifat menyeluruh, diperlukan keterpaduan beberapa bidang, antara lain diperlukan informasi secara keruangan tentang

fenomena banjir yang ditangani. Melalui informasi keruangan dapat diketahui daerah-daerah yang rentan banjir, sehingga di daerah tersebut dapat dilakukan perbaikan situasi dan menghindari pembangunan prasarana fisik, gedung dan penggunaan lahan mintakat bahaya (Verstappen, 1983).

Informasi keruangan tersebut meliputi serangkaian data tentang kawasan yang rentan banjir, sarana pendukung drainase (misalnya pompa, pintu air, dsb.) dan kondisi saluran drainase tersier, sekunder dan primer. Serangkaian data hendaknya mudah disimpan, diperbaharui dan mudah diakses untuk dianalisis menjadi informasi sehingga dapat digunakan sebagai masukan bagi para pengambil kebijakan untuk perencanaan drainase.

Oleh karena itu, diperlukan adanya pengembangan atau perencanaan sistem informasi drainase yang memungkinkan pada pengguna akhir ('end user') yang kurang ahli dapat menggunakannya dan dapat menghasilkan informasi yang diperlukan oleh para pengambil kebijakan dalam penanganan banjir dengan mudah dan cepat.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. identifikasi basis data dan '*software*' yang digunakan di daerah penelitian
2. mengembangkan atau merancang Sistem Informasi Drainase di daerah penelitian.

Tinjauan Pustaka

Sistem Informasi Drainase termasuk dalam pengertian Sistem Informasi Geografi, karena menurut Prayitno (2001) *Geographic Information System (GIS)* atau Sistem Informasi Geografis (SIG) diartikan sebagai sistem informasi yang digunakan untuk memasukkan, menyimpan, memanggil kembali, mengolah, menganalisis dan menghasilkan data bereferensi geografis atau data geospasial, untuk mendukung pengambilan keputusan dalam perencanaan dan pengelolaan penggunaan lahan, sumber daya alam, lingkungan, transportasi, fasilitas kota, dan pelayanan umum lainnya.

Pengembangan atau perencanaan Sistem Informasi Drainase ini memerlukan dukungan pengelolaan data yang kuat dan terstruktur. Data harus direncanakan sedemikian rupa sehingga struktur dan letaknya di dalam basis data ditentukan sejak awal. Proyek Surabaya Drainage Master Plan (SDMP) telah merencanakan pembagian wilayah utama sistem drainase yang meliputi: 1) Sistem Kalimas, 2) Sistem Wilayah Timur, 3) Sistem Wilayah Selatan, 4) Sistem Wilayah Barat, dan 5) Sistem Kedurus. Selanjutnya setiap sistem dibagi lagi menjadi '*sub-catchment*' saluran primer, sekunder dan tersier. Data yang dibuat dalam SDMP berisikan data tentang kenampakan yang bertipe '*polygon*', garis dan titik. Data yang bertipe '*polygon*' misalnya mewakili '*sub-catchment*', penggunaan lahan, daerah administrasi, dan kawasan banjir serta bozem. Data yang bertipe garis misalnya mewakili jalan, rel kereta api, sungai, batas '*sub-catchment*', saluran primer, sekunder dan tersier. Sedangkan data yang bertipe titik misalnya mewakili:

- Letak titik pengamatan pada sebagian besar saluran penting untuk pengukuran penampang melintang, pengamatan keadaan saluran, dan pengambilan foto saluran yang terkait.
- Letak pompa dan pintu air serta foto-foto kenampakan tersebut pada masing-masing lokasi.

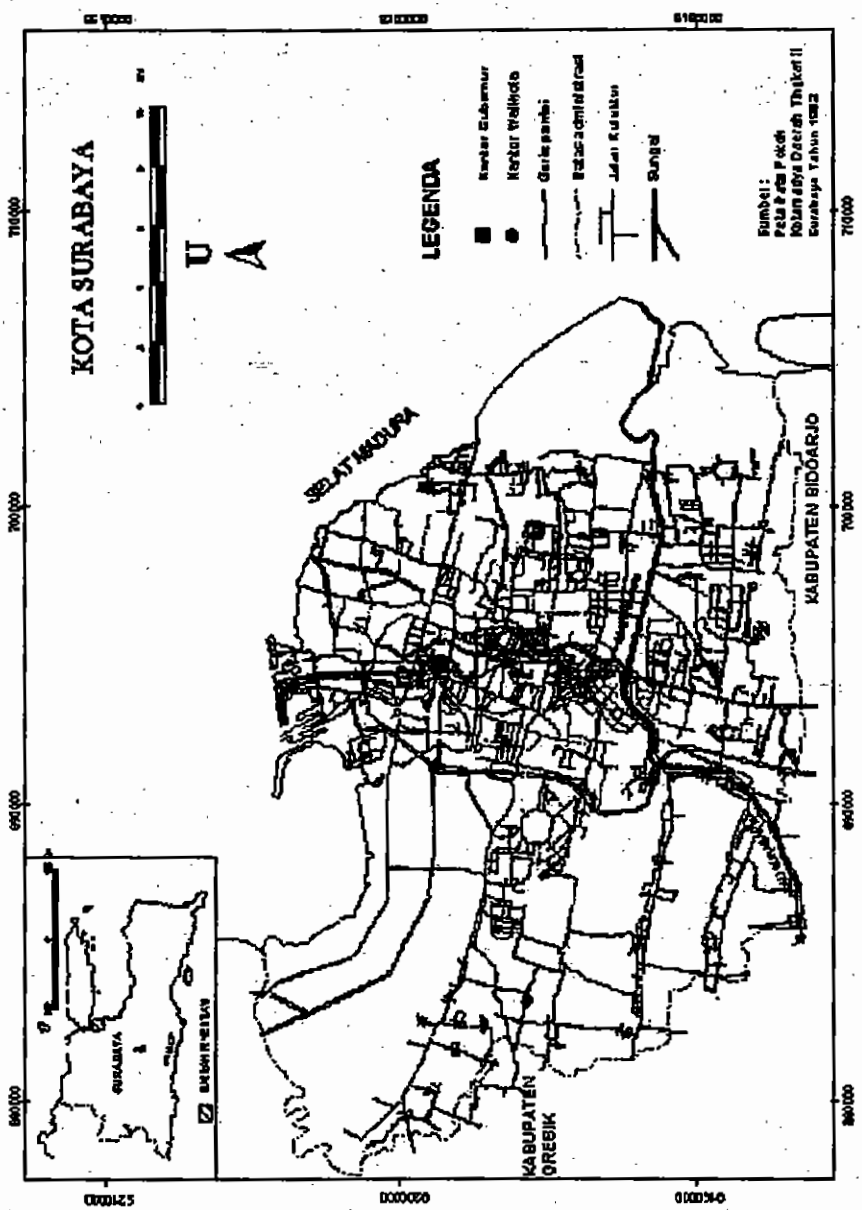
Selain itu Surabaya Drainage Master Plan (Bappeda KMS, 2000) telah merancang struktur basis data dari tingkat keseluruhan (Kota Surabaya), Wilayah Utama dan 'sub-catchment'. Masing-masing data yang bertipe poligon, garis dan titik pada masing-masing tingkat ditempatkan pada sub-direktori yang terpisah dan sub-direktori tersebut dinamai atau diberi kode sesuai dengan tingkatnya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kota Surabaya (lihat gambar 1) dengan cara mengumpulkan data yang terkait dengan basis data drainase yang telah dikembangkan di daerah penelitian dan 'software' yang digunakan untuk *pengelolanya* pada berbagai lembaga yang terkait seperti Pemerintah Daerah dan Pekerjaan Umum. Kemudian berdasarkan basis data dan 'software' pengelolanya yang ada dilakukan pemilihan basis data dan 'software' mana yang paling lengkap, mudah, terstruktur, dan banyak digunakan. Selanjutnya dilakukan perancangan Sistem Informasi Drainase berdasarkan basis data dan 'software' terpilih digabungkan dengan 'software' pembuat program Visual Basic untuk pembuatan aplikasinya.

Pada tahap perancangan Sistem Informasi Drainase dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- inventarisasi isi basis data yang terpilih
- mengatur kembali tata-letak data, misalnya mengelompokkan data yang sejenis dan data yang memiliki tingkat yang sama
- menambah data berdasarkan data sekunder yang tersedia
- menghilangkan atau menghapus data yang tidak diperlukan
- mengubah/modifikasi struktur basis data dari data kenampakan tertentu
- membuat basis data tambahan yang gayut dengan data tertentu untuk menciptakan kemudahan pada saat ingin menampilkan hubungan ('hotlink') dengan grafik, teks/dokumen, gambar, foto atau proyek aplikasi lain
- melakukan perubahan ('customize') pada menu software terpilih disesuaikan dengan kebutuhan
- membuat 'script' yang gayut dengan menu, tombol atau 'tool' hasil perubahan pada software terpilih, dan
- menyiapkan aplikasi dengan program Visual Basic untuk mengontrol pemanfaatan software pengelola basis data.



Gambar 1. Peta Lokasi Perencanaan di Kota Surabaya

HASIL PENELITIAN

Inventarisasi basis data dan 'software'

Inventarisasi basis data dan 'software' dilakukan pada Pemerintah Daerah Tingkat II Kota Surabaya dan Dinas Pekerjaan Umum Surabaya. Berdasarkan hasil inventarisasi hanya diperoleh dua jenis basis data dan 'software' pengelolanya.

Basis data yang pertama masih bersifat umum dan kurang lengkap, karena basis data ini meskipun berisikan kenampakan saluran drainase secara keseluruhan, namun belum dibagi-bagi pada tingkat di bawahnya. Kenampakan jaringan jalan, 'sub-catchment', bozem, pintu air, pompa, sungai, saluran drainase baik primer, sekunder dan tersier telah ditempatkan pada 'layer' yang berbeda namun masih disimpan menjadi satu file gambar.

Basis data ini dikelola dengan 'software' Autocad, sehingga hanya dapat menampilkan kenampakan yang dikehendaki akan tetapi tidak dapat melakukan pemanggilan, pengolahan dan analisis terhadap data yang bersangkutan.

Basis data yang kedua sudah cukup lengkap, karena semua kenampakan yang bertipe poligon, garis dan titik sudah dibagi-bagi sesuai dengan tingkatnya dan telah ditempatkan secara terpisah pada masing-masing sub-direktori yang gayut. Misalnya pada tingkat keseluruhan data disimpan pada sub-direktori C:\Gis\Surabaya. Sedangkan pada tingkat wilayah utama :

- Sistem Wilayah Barat	disimpan pada	C:\Gis\Barat
- Sistem Kalimas	disimpan pada	C:\Gis\Kalimas
- Sistem Kedurus	disimpan pada	C:\Gis\Kedurus
- Sistem Wilayah Selatan	disimpan pada	C:\Gis\Selatan
- Sistem Wilayah Timur	disimpan pada	C:\Gis\Timur

Selanjutnya untuk tingkat 'sub-catchment' di dalam masing-masing sistem wilayah utama diletakkan 'sub-catchment' yang terkait. Misalnya dalam Sistem Wilayah Timur membawahi Jeblokan, Kali Bokor, Kali Dami, Kedinding, Kenjeran, Kepiting, Lebak Indah, Pegirian dan Tambak Wedi.

Data yang tersimpan pada tingkat keseluruhan meliputi data batas administrasi, jaringan jalan, rel 'kereta api, banjir tahun 1999, saluran drainase, bozem, sungai, pompa dan pintu air.

Data yang tersimpan pada tingkat sistem wilayah utama meliputi data batas 'sub-catchment', penggunaan lahan, saluran drainase (primer, sekunder dan tersier), lokasi pengukuran penampang melintang saluran dan foto kondisi salurannya, serta lokasi inventarisasi data saluran.

Basis data tersebut dihasilkan dari proses yang panjang. Tahap penggambaran masing-masing kenampakan digunakan dengan AutoCad Release 14. Kemudian ditransfer ke dalam format Arc dan dibentuk topologinya dengan ArcInfo versi 3.5. Berikutnya basis data dikelola dengan program ArcView versi 3.1.

Akan tetapi basis data tersebut dalam *pengelolanya* masih bersifat umum sehingga menyulitkan bagi pengguna yang kurang berpengalaman dalam pengoperasiannya. Selain itu terdapat pengulangan pada penggambaran kenampakan-kenampakan tertentu, misalnya lokasi pengukuran penampang melintang saluran, lokasi inventarisasi kondisi saluran, dan lokasi pengambilan foto saluran sehingga tidak efisien.

Pemilihan basis data dan '*software*' pengelolanya

Mengingat hasil inventarisasi basis data dan '*software*' yang telah diuraikan di atas maka pilihan dijatuhkan pada basis data, yang kedua, yang dikembangkan oleh Proyek SDMP. Tentu saja '*software*' yang digunakan untuk pengelolanya menggunakan ArcView, karena basis data yang dipilih telah terstruktur dan jika diolah dengan '*software*' lain diperlukan banyak perubahan pada strukturnya maupun tata-letak datanya. Selain itu software ini telah banyak digunakan di berbagai lembaga pemerintah khususnya pada BAPPEDA Tingkat II di seluruh Indonesia dan lembaga pemerintah lainnya seperti BPN dan Dinas Pekerjaan Umum, sehingga memudahkan pertukaran data antar lembaga tersebut.

Perancangan Sistem Informasi Drainase

Setelah melakukan pemilihan basis data dan '*software*', selanjutnya melakukan langkah-langkah seperti yang telah diuraikan pada Metode Penelitian sehingga dihasilkan aplikasi Sistem Informasi Drainase Kota Surabaya yang diberi nama Drainase.exe yang ditempatkan pada sub-direktori C:\Gis\Aplikasi\


Aplikasi tersebut dapat dibuat '*shortcut*' dan dipindah ke '*desktop*' sehingga dapat diakses langsung dari layar dengan mengklik '*icon*' yang mewakili aplikasi Sistem Informasi Drainase ini.

Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk memilih tiga menu yang disediakan yang meliputi pilihan:

- Drainase Kota Surabaya
- Kondisi Banjir Kota Surabaya, dan
- Sarana Pendukung Drainase. Selain itu juga memungkinkan pada pengguna untuk keluar dari aplikasi ini dengan mengklik tombol Keluar (lihat gambar 2).




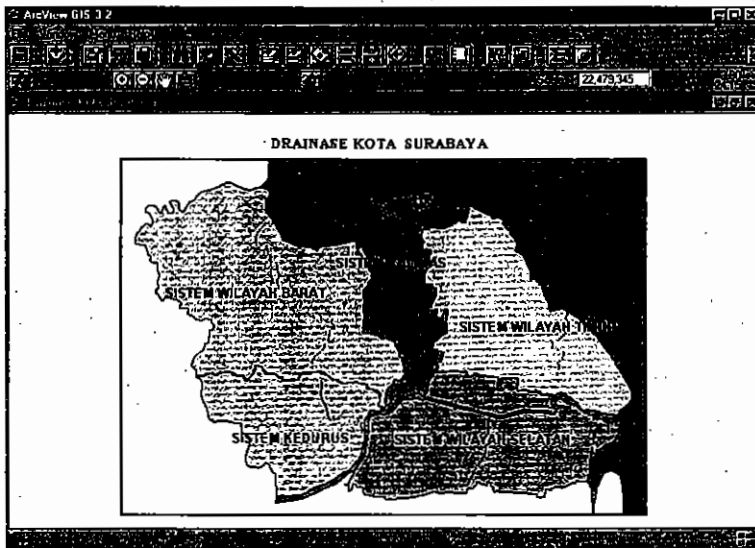
Gambar 2 Menu utama pada aplikasi Sistem Informasi Drainase Kota Surabaya

Menu Drainase Kota Surabaya mengarahkan pada pengguna untuk memasuki proyek aplikasi Drainase Kota Surabaya yang dibuat dan dikelola dengan program ArcView versi 3.2 yang memungkinkan pengguna untuk memilih sistem wilayah utama drainase, yaitu: Barat, Kedurus, Kali Mas, Timur dan Selatan dengan mengarahkan kursor  dan mengklik poligon dengan warna yang berbeda (lihat gambar 3).

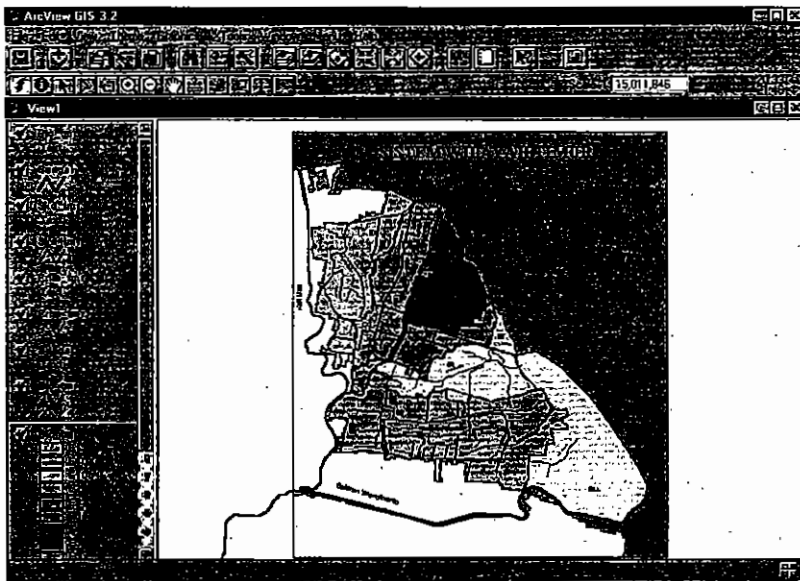
Pada masing-masing sistem wilayah utama memberikan akses pada pengguna untuk memilih 'sub-catchment' yang berada di bawahnya. Sebagai contoh jika dipilih Sistem Wilayah Timur maka akan terlihat kenampakan seperti yang disajikan pada gambar 4.

Pada Sistem Wilayah Timur ini, pengguna diberi keleluasaan untuk menampilkan 'sub-catchment' di dalamnya yang dibedakan berdasarkan perbedaan warna. Sebagai contoh klik poligon dengan kode E9 ('sub-catchment' Sistem Kalidami), tidak lama kemudian akan ditampilkan kenampakan seperti yang terlihat pada gambar 5.

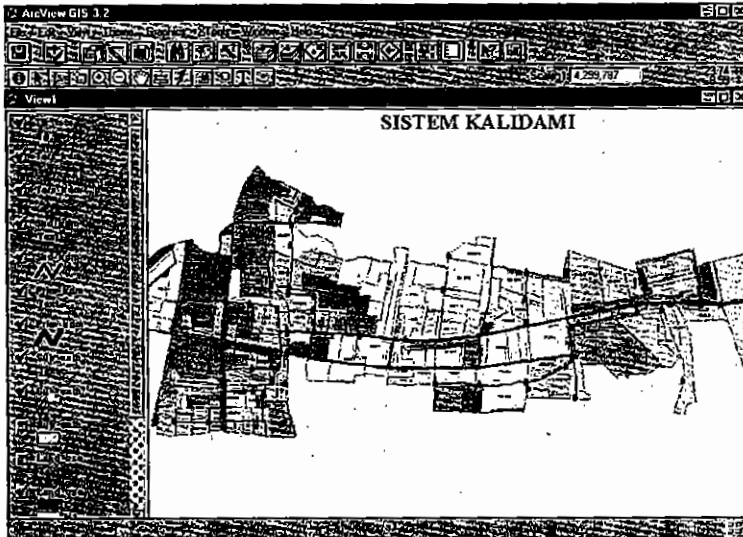
Di dalam Sistem Informasi Drainase Surabaya ini pada setiap sistem 'sub-catchment', sebagai 'default' dapat memperlihatkan keterangan (teks) yang terkait dengan titik pengamatan atau pengukuran tertentu hanya dengan mengarahkan kursor yang berbentuk  pada titik tertentu dan mengklik titik tersebut. Dengan demikian akan segera terlihat jendela ('window') yang menampilkan keterangan tentang saluran yang dipilih seperti yang terlihat pada gambar 6.



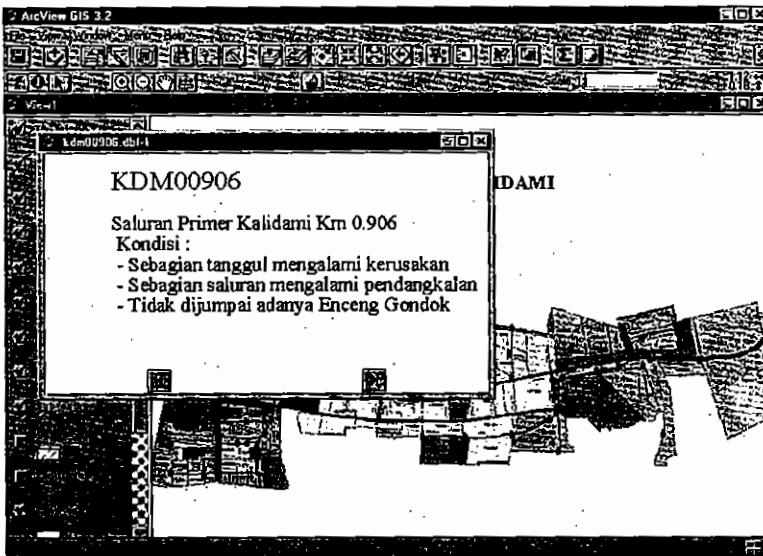
Gambar 3. Menu Drainase Kota Surabaya




Gambar 4. Sistem Wilayah Timur





Gambar 5. Sistem Kalidami




Gambar 6. Teks pada lokasi KDM00906 Di system Kalidami

Berikutnya jika ingin menampilkan foto saluran klik tombol  di dalam jendela, sehingga jendela tersebut akan diganti dengan foto saluran (lihat gambar 7).

Kesempatan selanjutnya, pada titik pengamatan yang sama dapat ditampilkan pula hasil inventasasi saluran yang terkait dengan mengklik tombol  yang berada di dalam jendela (lihat gambar 8).

Kemudian dapat ditampilkan pula gambar penampang saluran pada lokasi pengamatan tersebut dengan mengklik tombol  di dalam jendela yang sama. Tidak lama kemudian kenampakan di dalam jendela akan segera diganti dengan penampang saluran seperti yang disajikan pada gambar 9.

Gambar tersebut dapat ditutup dengan mengklik tanda  pada sudut kanan atas jendela yang bersangkutan. Selanjutnya jika ingin kembali pada menu utama, pilih dengan cara klik **Menu** kemudian pilih sub-menu **Kembali ke Menu Utama**. Dengan demikian proyek aplikasi Drainase Kota Surabaya akan ditutup.

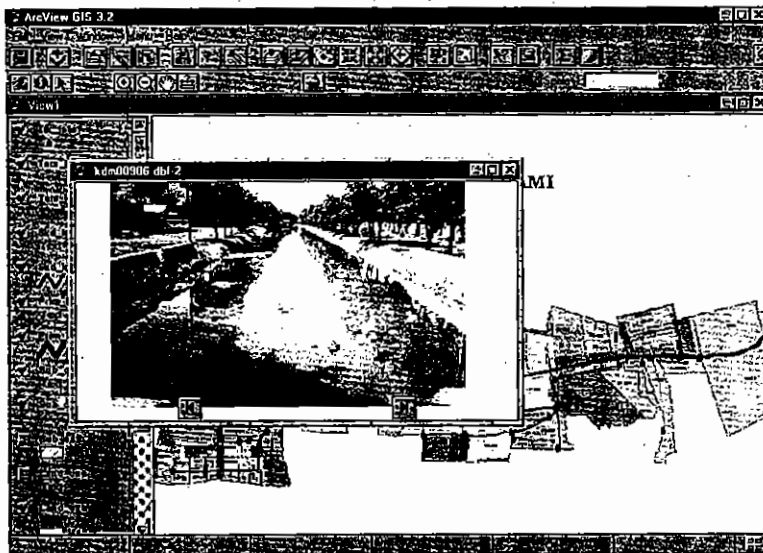
Menu aplikasi berikutnya Sistem Informasi Drainase Kota Surabaya yang dapat dipilih adalah **Kondisi Banjir Kota Surabaya**. Menu ini akan menampilkan kondisi banjir Surabaya pada tahun 1988, 1992 dan 1999. Misalnya pada kondisi banjir tahun 1999 akan menampilkan informasi kedalaman dan lama genangan. Gambar 10 menampilkan informasi kedalaman banjir, sedangkan gambar 11 menampilkan informasi lama genangan.

Seperti yang telah diuraikan sebelumnya jika ingin kembali pada menu utama, dengan cara klik **Menu** kemudian pilih sub-menu **Kembali ke Menu Utama**. Dengan demikian proyek aplikasi Kondisi Banjir Kota Surabaya akan ditutup.

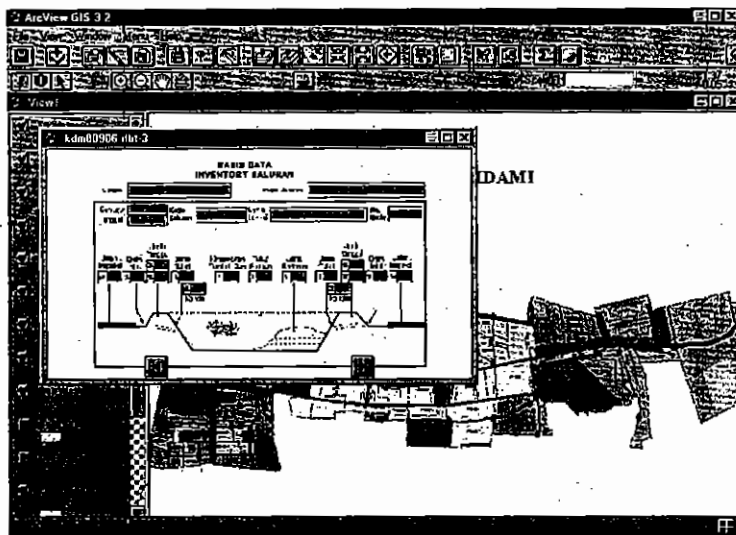
Menu yang ketiga pada aplikasi Sistem Informasi Drainase Kota Surabaya yang dapat dipilih adalah **Sarana Pendukung Drainase**. Jika ingin mengaktifkannya hanya mengklik tombol tersebut sehingga akan segera ditampilkan informasi yang meliputi bozem, batas administrasi, sungai, saluran drainase primer dan sekunder, lokasi pompa dan pintu air (lihat gambar 12).

Cara untuk kembali ke Menu Utama aplikasi Sistem Informasi Drainase Kota Surabaya, sama dengan yang telah dijelaskan sebelumnya. Sedangkan jika ingin keluar dari proyek aplikasi dapat memilih **Keluar dari ArcView** yang terdapat di bawah pilihan **Menu**. Namun jika ingin keluar dari aplikasi saat berada pada Menu Utama maka dapat mengklik tombol **Keluar**.

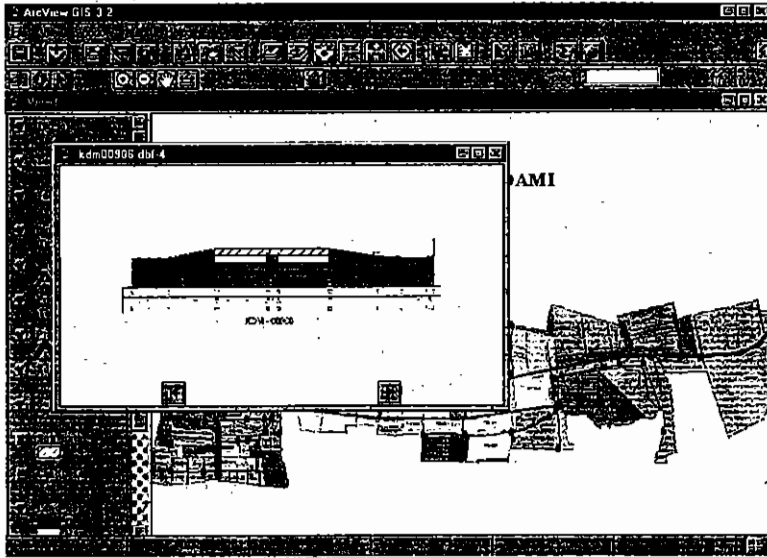
Aplikasi Sistem Informasi Drainase Kota Surabaya ini juga dilengkapi dengan menu untuk mencetak berbagai informasi yang dikehendaki, sehingga memungkinkan para pengambil kebijakan mencermati informasi tersebut untuk menentukan langkah-langkah yang akan diambil dalam menangani perencanaan dan pengelolaan drainase Kota Surabaya.



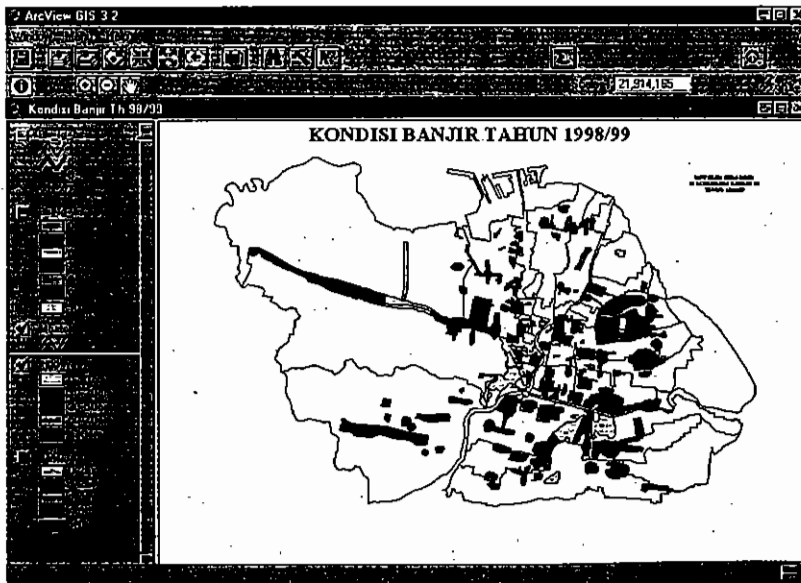
Gambar 7. Foto saluran pada lokasi KDM00906 di Sistem Kalidami



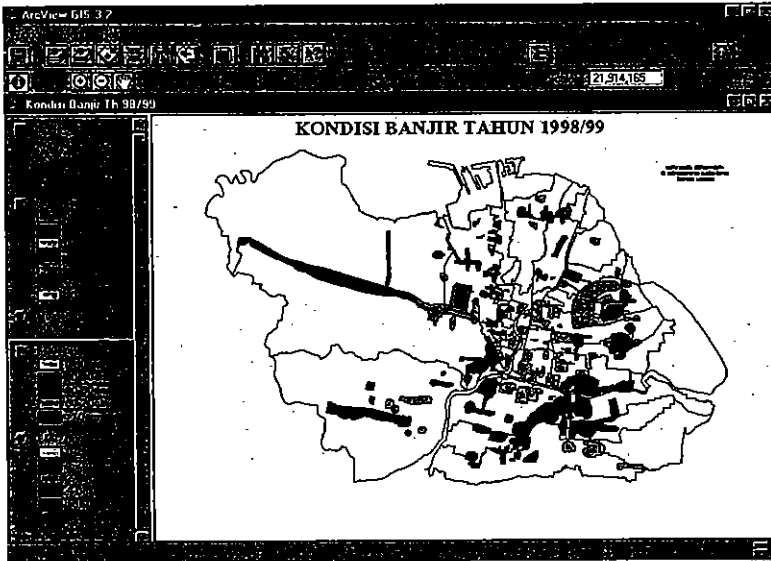
Gambar 8. Hasil inventarisasi saluran pada lokasi KDM00906 di Sistem Kalidami



Gambar 9. Penampang saluran pada lokasi KDM00906 di Sistem Kalidami



Gambar 10. Kondisi kedalaman banjir pada tahun 1999 di Kota Surabaya



Gambar 11. Kondisi lama genangan banjir pada tahun 1999 di Kota Surabaya



Gambar 12. Kondisi sarana pendukung sistem drainase di Kota Surabaya

KESIMPULAN

Berdasarkan inventarisasi basis data dan 'software' pengelolanya, basis data drainase Kota Surabaya yang terpilih adalah basis data yang dikembangkan oleh Proyek Surabaya Drainage Master Plan karena sudah cukup memadai strukturnya. Meskipun demikian masih terdapat beberapa kekurangan yang menjadikan basis data tersebut tidak dapat diakses dengan cepat dan mudah. Selain itu sebagian data dalam basis data ini menggunakan koordinat lokal.

Adapun 'software' pengelola yang terpilih adalah ArcView versi 3.2. Dengan pertimbangan 'software' tersebut banyak digunakan oleh berbagai lembaga pemerintah dan mempertahankan struktur basis data dan tata letak data yang telah dikembangkan serta menjamin kemudahan pertukaran data antar lembaga pemerintah.

Aplikasi Sistem Informasi Drainase Kota Surabaya, dikembangkan dengan penggabungan pemanfaatan 'software' Visual Basic dan ArcView. 'Software' Visual Basic digunakan untuk pembuatan menu aplikasi agar lebih cepat aksesnya. Sedangkan 'software' ArcView untuk mengelola basis data dengan berbagai macam perubahan menu dan pengembangan 'script' yang baru, penataan kembali tata letak data, beberapa penambahan data yang diperlukan, dan pengurangan data yang tidak gayut atau tiruan. Aplikasi ini diharapkan dapat mempermudah pengguna dalam memberikan informasi pada para pengambil kebijakan perencanaan dan pengelolaan sistem drainase di Kota Surabaya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan banyak terima kasih kepada berbagai pihak yang membantu terlaksananya penelitiannya ini, yakni khususnya kepada : 1) Pimpinan dan staf Badan Perencanaan Pembangunan Daerah, Pemerintah Daerah Tingkat II Surabaya, dan 2) Pimpinan dan staf ahli Proyek Surabaya Drainage Master Plan yang telah meminjamkan data untuk keperluan pengembangan aplikasi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bappeda K Kotamadya Daerah Tingkat II Surabaya MS. 1999. *Surabaya Urban Development Policy 2018 Project: Final Report*. Kerjasama antara Pemda Kotamadya Surabaya dengan DHV Consultants BV dan PT. Tri Tunggal Konsultan, Surabaya.
- Bappeda Kotamadya Daerah Tingkat II Surabaya. 2000. *Surabaya Drainage Master Plan: User Manual For Computerised Database for Planning of Urban Drainage for Surabaya*. Kerjasama antara Pemda Kotamadya Surabaya dengan Mott MacDonald Consultants dan PT. Tri Tunggal Konsultan, Surabaya.

- Bappeda Kotamadya Daerah Tingkat II Surabaya. 1992. *Peta Data Pokok*. Surabaya: Bappeda Kotamadya Daerah Tingkat II Surabaya Bappeda Kotamadya Daerah Tingkat II Surabaya
- Mardiatno, Djati. 1996. *Kesesuaian Lahan Eksistem Pesisir Timur Surabaya untuk perkembangan Mangrove*. Skripsi. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Prayitno, Tri Agus. 2001. *Pengantar GIS* (Terjemahan dari *GIS Workbook Vol 1* karya Prof. Shunji Murai, University of Tokyo). Buana Katulistiwa <http://www.bk.or.id>.
- Silas, Johan. 1996. *Kampung Surabaya Menuju Metropolitan*. Surabaya: Yayasan Keluarga Bhakti Surabaya dan Surabaya Post.
- Yulfiah. 1996. *Hubungan Timbal Balik Antara Lingkungan dengan Pola Permukiman pada Bantaran Sungai : Studi Kasus Kampung Pulo Wonokromo, Surabaya*. Tesis. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Verstapen, H. Th. 1976. *Landforms and inundations of the lowlands of South-Central Java (Serayu Valley Project Java, Indonesia). (Final Report) vol 2, 65-73*. Enschede, Netherlands : Nuffic Project ITC.