

REKAYASA SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) UNTUK IDENTIFIKASI DAERAH RAWAN BANJIR, STUDI KASUS DI WILAYAH SURABAYA

Anik Vega Vitianingsih¹, Didik Kiswoyo²
Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik
Universitas Dr. Soetomo Surabaya
Jl. Semolowaru 84, Surabaya 60118
Telp.: +6231-5944744, e-mail: ¹avv.vega81@gmail.com, ²k1drock_7@yahoo.com

Abstract

The City of Surabaya is Indonesia's second largest city with an area of about 30 000 ha with a population of nearly 3 million people, most of the city of Surabaya consists of lowlands with a height of 3-6 m, while the region west of the city is hilly area with a height of 25-50 m above sea level. Some places in the City of Surabaya in the rainy season flood inundation occurs that inhibits the activity of society, with this background it is necessary that GIS can find areas prone to flooding, so the handling of the channel will be fast. The purpose of this study was to determine the location of water pumps, drainage network, the height of land of an area and to determine the height of flood water, as well as to analyze which areas classified as flood-prone areas. Data to be processed is obtained from the Office of Management and Flood Control Surabaya. The research method used in this study using the System Development Life Cycle (SDLC) [1]. The results obtained with this system is expected the Government of Surabaya and the community as early as possible to anticipate the possibility of flooding that often occurs in specific areas in Surabaya Region.

Keywords: GIS, Flood, inundation.

1. PENDAHULUAN

Wilayah Surabaya terdiri dari dataran rendah dengan ketinggian 3-6 m, sedang daerah Kota sebelah barat merupakan daerah perbukitan dengan ketinggian 25-50 m di atas permukaan laut, di beberapa tempat di Kota Surabaya pada musim penghujan terjadi genangan-genangan air banjir, genangan yang terjadi umumnya disebabkan oleh hujan lokal [2].

Dari hasil survey sementara, masih banyak hal yang menyebabkan banjir sering terjadi pada daerah-daerah tertentu di Surabaya, diantaranya saluran air yang mengalami pendangkalan dan

adanya kerusakan pada tanggul pembatas sungai, sehingga menyebabkan fungsi sungai yang bersangkutan tidak maksimal, kedalaman sungai yang hanya berkisar antara satu meter hingga 1,5 meter [3]. Pendangkalan yang mengurangi debit air ke laut adalah makin padatnya bangunan di sepanjang bantaran sungai, sebelum bangunan liar di sepanjang sungai tersebut kemampuan saluran untuk mengalirkan air ke laut mencapai 350 meter kubik per detik, sedangkan saat ini hanya 275 meter kubik per detik [2]. Dengan adanya realitas tersebut, semakin memperparah kondisi banjir di Surabaya setiap musim hujan.

SIG merupakan konsep pendekatan dalam pengelolaan informasi yang mampu memadukan antara visualisasi data dalam bentuk grafis/peta dan data statistik, sehingga mampu menghasilkan suatu analisa yang terintegrasi yang mencakup seluruh aspek [4,5,6].

Perumusan masalah dalam penelitian ini, adalah Seberapa besar pengaruh yang dihasilkan dari pembuatan SIG ini mampu menjawab dalam mengetahui daerah mana saja yang rawan terhadap banjir, sehingga Pemerintah Kota Surabaya dapat langsung mengantisipasinya, dibandingkan dengan tanpa adanya SIG. Karena begitu banyaknya masalah yang berkaitan dengan masalah banjir, maka penulis hanya membatasi pada: a) Penyajian informasi berdasarkan daerah pematusan di Wilayah Surabaya; b) Parameter yang digunakan dalam pendeteksian berdasarkan pada elevasi tanah, intensitas hujan, seta kemampuan saluran pada suatu daerah pematusan; c) Lingkup data yang disajikan dalam sistem yang dibuat meliputi Saluran jaringan drainase yang ada di Surabaya, informasi intensitas hujan, informasi elevasi tanah, informasi pompa air, informasi genangan, informasi debit banjir dan daerah pematusan di Wilayah Surabaya; d) Penanggulangan yang disajikan hanya sebatas pada informasi daerah mana saja yang perlu penanganan saluran.

Tujuan dari penelitian ini dapat menghasilkan sebuah SIG yang dapat memberikan informasi,

diantaranya a)Dapat mengetahui lokasi pompa air, jaringan drainase, elevasi tanah dari suatu daerah dan untuk mengetahui ketinggian genangan banjir Wilayah Surabaya; b)Dapat melakukan analisa daerah mana yang tergolong daerah rawan banjir, sehingga dapat dilakukan penanganan segera terhadap daerah mana yang perlu penanganan saluran.

Manfaat dibuatnya sistem ini adalah a)membantu Pemerintah Kota Surabaya dalam melakukan pendeteksian daerah rawan banjir yang sering terjadi di Surabaya; b)membantu Dinas Bina Marga dan Pematuan Kota Surabaya sebagai salah satu departemen dalam pemerintah Kota Surabaya diharapkan bisa dengan mudah melakukan penyimpanan data khususnya data sistem drainase yang ada di Surabaya.

2. METODE

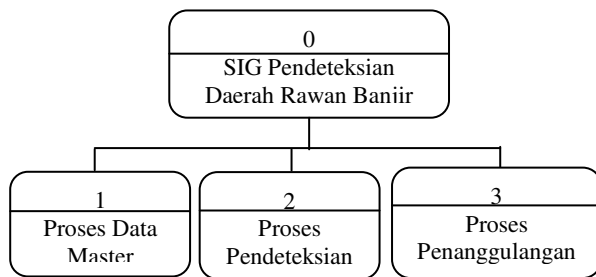
Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode siklus hidup pengembangan sistem atau *System Development Llife Cycle* (SDLC), yang merupakan pendekatan melalui beberapa tahap untuk menganalisa dan merancang sistem dimana sistem tersebut telah dikembangkan dengan sangat baik melalui penggunaan siklus kegiatan penganalisa dan pemakai secara spesifik, dengan langkah-langkah sebagai berikut [1]:

- 1) Mengidentifikasi masalah, peluang dan tujuan. Aktivitas dalam tahap ini meliputi wawancara terhadap manajemen pemakai, menyimpulkan pengetahuan yang diperoleh, mengestimasi cakupan proyek, dan mendokumentasikan hasil-hasilnya. Output tahap ini ialah laporan yang feasibel berisikan definisi problem dan ringkasan tujuan, seperti daerah mana saja yang termasuk dalam daerah rawan banjir yang selama ini belum ada perangkat lunak yang mendeteksi daerah rawan dan diharapkan dengan system yang akan dibuat ini bisa membantu dinas penanggulangan dan pengendalian banjir.
- 2) Menentukan syarat-syarat informasi, dengan mengukur ketersediaan data yang diperlukan untuk mengembangkan sistem, dengan memakai metode sampling dan parameter yang digunakan sebagai tolok ukur secara garis besar untuk penggunaan data dalam penelitian, dengan cakupan data jaringan drainase Kota Surabaya.
- 3) Analisa kebutuhan sistem, dengan tahapan:
 - a) Deskripsi sistem, jika seorang *user* ingin mengetahui berbagai informasi yang ada pada sistem yang telah dibuat, adalah

informasi jaringan drainase yang ada di Surabaya yaitu dengan membuka menu jaringan drainase yang terdiri dari beberapa sub menu antara lain, drainase rayon I sampai dengan drainase rayon V. Dalam peta jaringan drainase ada beberapa toolbar sesuai dengan fungsinya seperti zoom in, zoom out, pan, cursor, info peta, serta seleksi peta; informasi peta master yaitu dengan membuka menu peta master, maka akan muncul sub menu antara lain peta pompa air, peta genangan, peta elevasi tanah, informasi tentang daerah rawan banjir maka akan ditampilkan dalam menu pendeteksian dan Informasi penanggulangan banjir berdasarkan saluran, maka akan ditampilkan pada menu penanggulangan.

- b) Kebutuhan data, data yang dibutuhkan untuk melakukan analisa kebutuhan informasi dari sistem yang akan dibangun adalah data-data yang berhubungan dengan banjir diantaranya data master mendefenisikan data yang akan dijadikan acuan dalam melakukan analisa, diantaranya data drainase rayon I sampai drainase rayon V, lokasi pompa air, elevasi tanah, debit banjir dan data genangan; data parameter pendeteksian , data parameter pendeteksian adalah data yang dijadikan parameter pada saat pendeteksian daerah rawan banjir, yaitu data elevasi tanah, intensitas hujan dan data kemampuan saluran dan data spasial, merupakan data yang berisi layer-layer yang digunakan pada pembuatan peta, diantaranya layer peta utama rayon I sampai rayon V, drainase utama, drainase rayon I sampai drainase rayon V, genangan, elevasi tanah, pompa air, debit banjir, daerah pematuan dan layer batas daerah pematuan.
- c) Kebutuhan proses, digambarkan dengan Diagram berjenjang yang merupakan hierarki proses yang ada dalam system yang akan digunakan untuk mempersiapkan penggambaran aliran data atau *Data Flow Diagram* (DFD), dengan alur proses seperti yang terlihat pada gambar 1.

DFD merupakan gambaran grafis dari suatu sistem yang menggambarkan proses arus data dari suatu sistem yang saling berkaitan [1], seperti yang terlihat pada gambar 2, 3 dan 4.



Gambar 1. Diagram Proses Sistem

Gambar 2 merupakan DFD level 0, menjelaskan tentang alur data secara umum antara dinas pengendalian dan penanggulangan banjir sebagai wakil dari pemerintah Kotamadya Surabaya, BMG (badan meteorologi dan geofisika) dengan program aplikasi yang dibuat, yaitu bagaimana pemerintah Kotamadya Surabaya dalam mendapatkan data informasi tentang banjir serta penanggulangan yang disarankan oleh sistem yang dibuat. Gambar 3 merupakan DFD level rinci proses 1, yaitu proses penginputan data master yang meliputi data drainase rayon I, drainase rayon II, drainase rayon III, drainase rayon IV, drainase rayon V, data genangan, pompa air, daerah pematusan dan data debit banjir, dimana tersebut disimpan kedalam penyimpanan data yang akan diolah untuk proses selanjutnya. Gambar 4 merupakan DFD level rinci proses 2, yaitu proses pendeteksian daerah mana saja yang termasuk dalam daerah rawan banjir, untuk proses pendeteksian dibutuhkan data dari data store, yaitu membuka data daerah pematusan. Pada data daerah pematusan terdapat data atribut elevasi tanah dan curah hujan yang merupakan parameter untuk mendeteksi daerah rawan banjir. Gambar 5 merupakan DFD level rinci proses 3, proses penanggulangan yang diajukan oleh sistem untuk masalah banjir yang membutuhkan data debit banjir,

- 4) Merancang sistem yang direkomendasikan (*design sistem*), yaitu dengan menggunakan informasi-informasi yang terkumpul sebelumnya untuk mencapai desain sistem informasi yang logik, merancang prosedur data entri sedekimian rupa sehingga data yang dimasukkan kedalam sistem informasi benar-

benar akurat dan menggunakan teknik-teknik bentuk dan perancangan layar tertentu untuk menjamin keefektifan input sistem informasi atau merancang data-data yang telah ada sebelum diimplementasikan ke dalam program, dengan tahapan: [1]

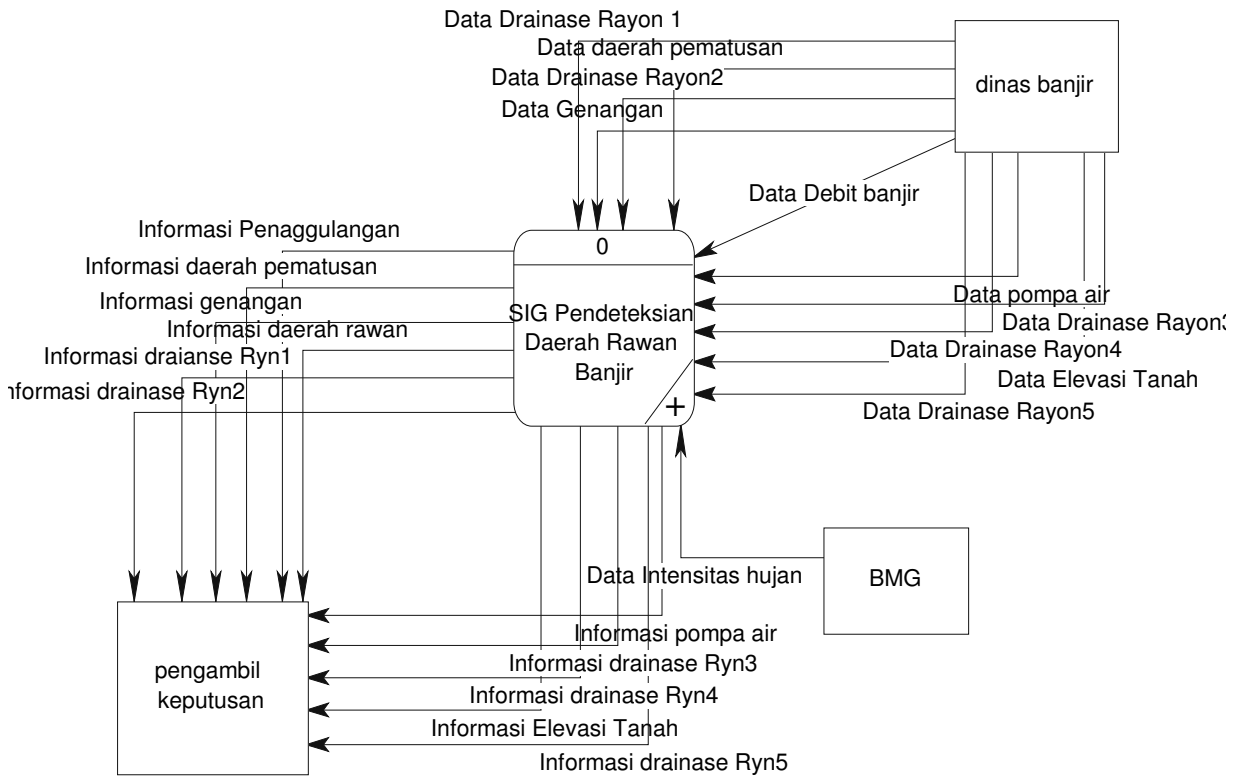
- a) Merancang database, dengan menggunakan *Entity Relationship Diagram* atau ER-Diagram ini menggunakan desain CDM (conceptual Data Model), seperti yang terlihat pada gambar 6 yang berfungsi untuk mengetahui hubungan antar tabel atau entity dengan menentukan *cardinality ratio* (CR) dan *Participation Constraint* (PC). Setelah semua transformasi terbentuk, maka selanjutnya hasil seluruh transformasi dari ER-diagram (CDM) ke ERD Skema (PDM), seperti pada gambar 7.
- b) Merancang Kamus Data, data atribut dan data spasial yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar entitas

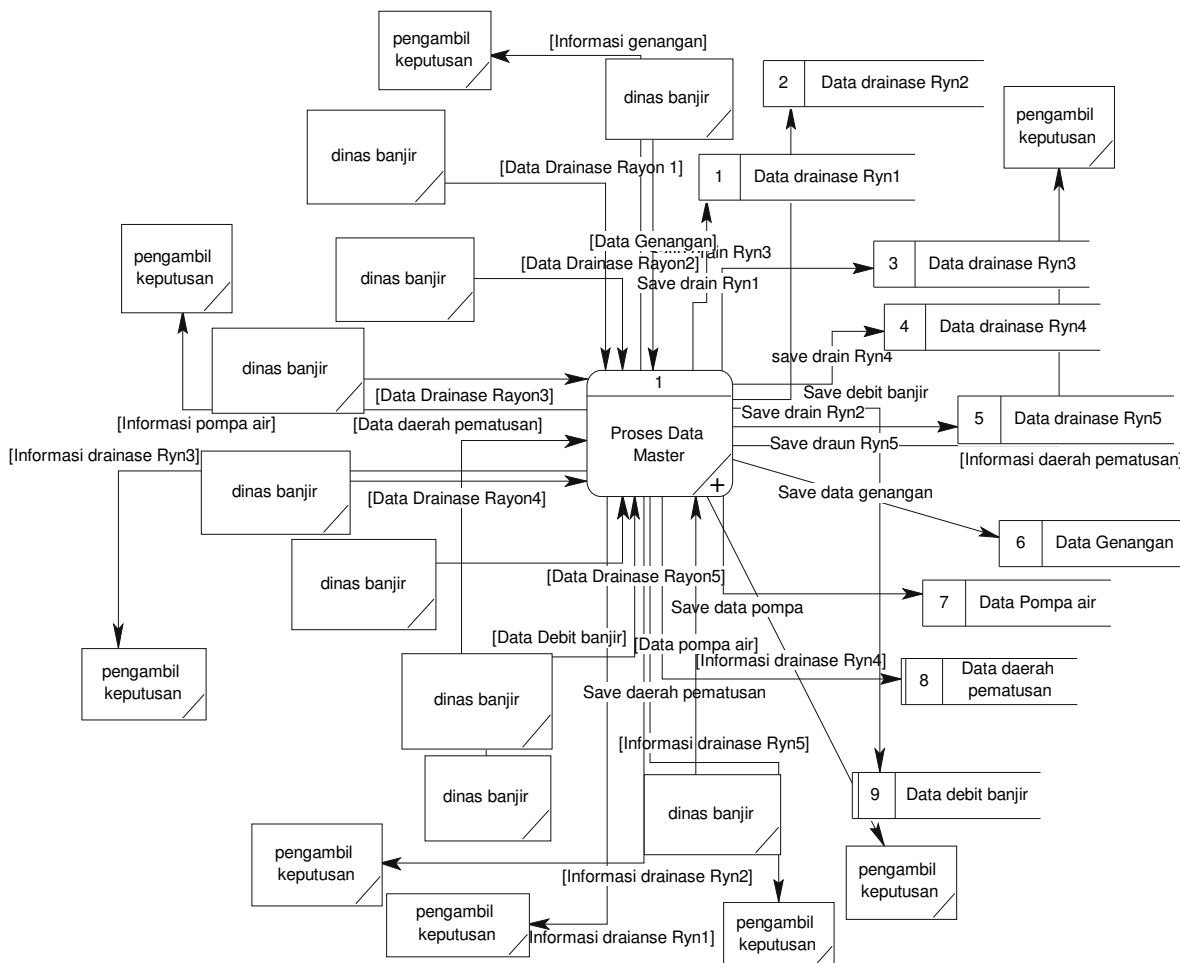
<i>Nama Entitas</i>	<i>Atribut-atribut</i>
DaerahPematusan	NamaDaerah,Luas,CurahHujan,ElevasiTanah>NamaRayon
SaluranDrainase	NamaSaluran,Panjang,Lebar>NamaDaerah
PompaPair	NamaPompa,LokasiPompa,Kapasitas>NamaDaerah
GenanganBanjir	LamaMax,LamaMin,TinggiMax,TinggiMin>NamaDaerah
DebitBanjir	Qlap,Qmax>NamaDaerah

5) Merancang Proses Sistem

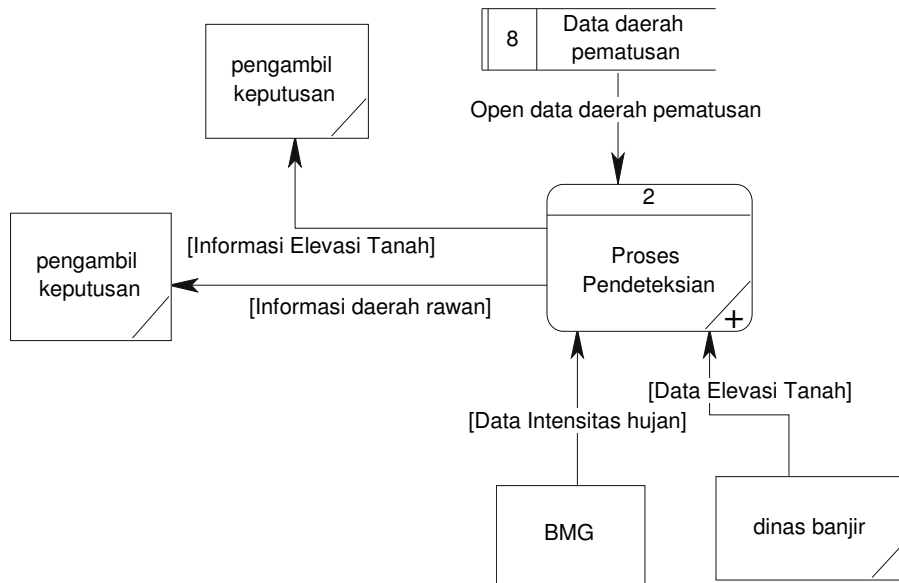
Rancangan tentang proses yang akan berjalan pada sistem ini, yaitu proses pendeteksian daerah rawan banjir, dengan kategori daerah yang memiliki elevasi tanah ≤ 6 meter dan memiliki intensitas hujan $\geq 32,84$ mm/jam merupakan daerah dengan kategori daerah rawan banjir, dengan alur seperti yang terlihat digambar 8; dan Proses untuk mengetahui daerah yang membutuhkan penanganan saluran, dengan membandingkan debit lapangan (Qlap) dengan debit maksimal (Qmax), apabila debit maksimal $<$ dari debit lapangan, maka daerah tersebut membutuhkan penanganan saluran, dengan alur flowchart seperti yang terlihat pada gambar 9.



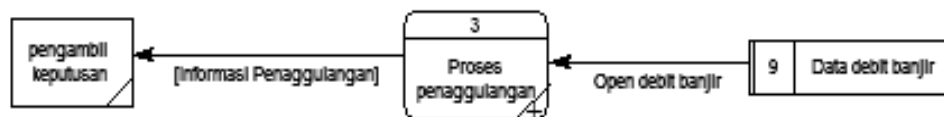
Gambar 2. DFD level 0



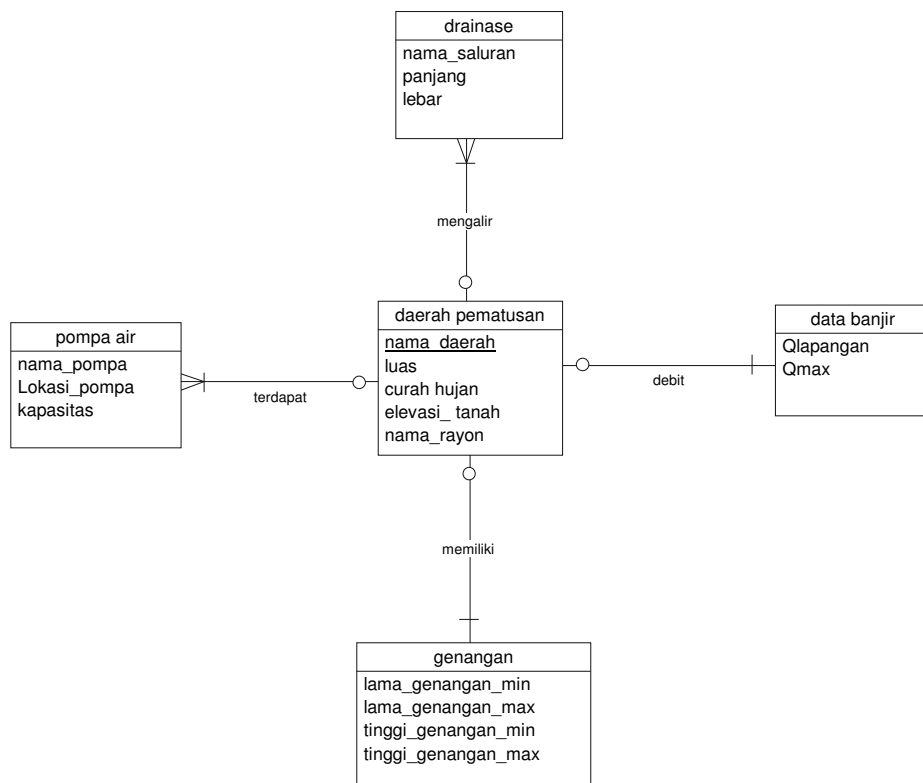
Gambar 3 DFD level 0 proses 1



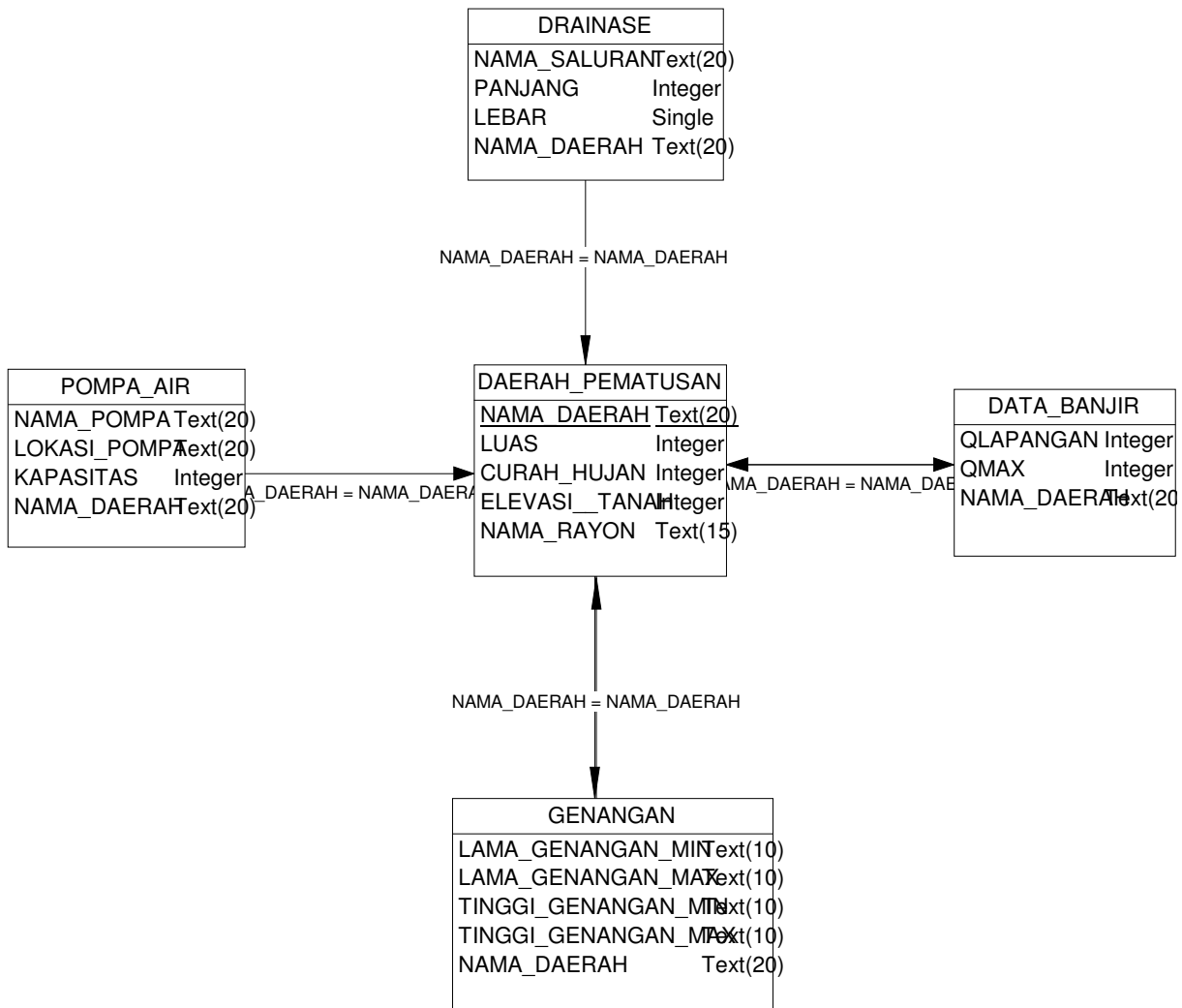
Gambar 4 DFD level 0 proses 2



Gambar 5. DFD level 0 proses 3



Gambar 6. Entity Relationship Diagram



Gambar 7. Hasil transformasi dari CDM ke PDM

6) Implementasi Sistem

Yaitu dengan mengimplementasikan sistem yang telah dibuat pada perancangan sistem untuk memudahkan pemakaian dalam berinteraksi dengan sistem yang dihasilkan, mengembangkan dan mendokumentasikan perangkat lunak (*coding*). Pada tahap ini dikembangkan suatu perangkat lunak awal yang diperlukan. [7]

- a) Pengadaan CD Installer untuk penerapan ke program aplikasi, yang meliputi *MapInfo Profesional 10.0* (digunakan untuk digitasi peta); *MapInfo MapX 4.3* (digunakan untuk *Mapping Active X Control (*.ocx)* dan *MS Office-XP 2007* (terutama *MS Access*; digunakan untuk menangani data base yang sudah dibuat pada setiap layer di *MapInfo Profesional 10.0*)
- b) Dari program aplikasi yang terdapat pada CD Installer di atas, selanjutnya akan

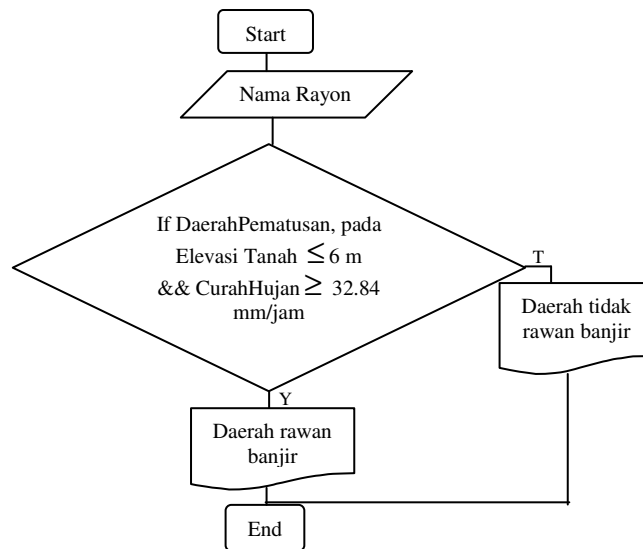
dilakukan Instalasi ke *Personal Computer (PC)*.

- c) Membuat dan mendigitasi layer dari data-data yang telah diperoleh pada tahap survey (*Data Spasial*)

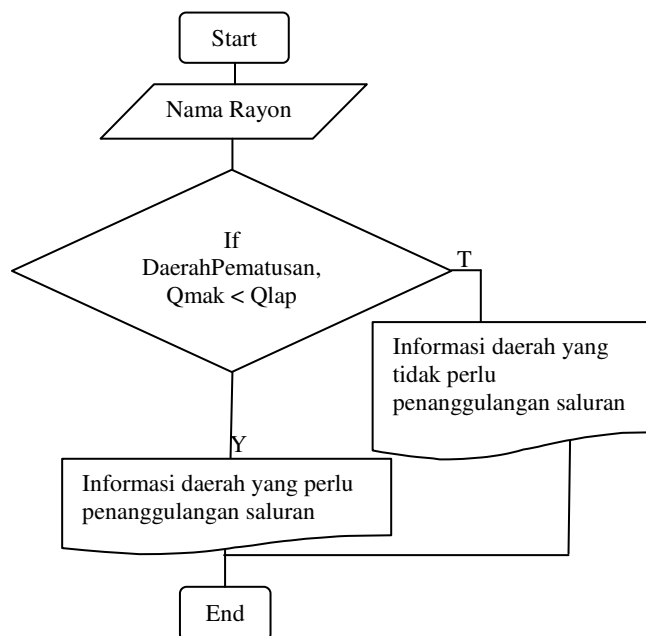
- d) Relasi *Data Base (*.mdb)*

Pada tahap ini akan dilakukan relasi data base yang merupakan hubungan dari satu entitas dengan entitas yang lainnya. Seperti yang terdapat pada gambar 10.

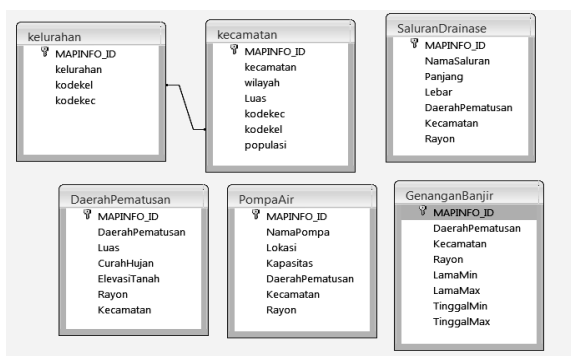
- 7) Menguji dan mempertahankan sistem (*testing*). Sebelum sistem informasi dapat digunakan, maka harus dilakukan pengujian terlebih dahulu untuk mengetahui apakah masih ada masalah sebelum sistem tersebut ditetapkan. Mempertahankan sistem dan dokumentasinya dimulai ditahap ini dan dilakukan secara rutin selama sistem informasi dijalankan. Dilakukan uji coba pada program yang baru dibuat.



Gambar 8. flowchart pendeteksian daerah rawan banjir



Gambar 9. flowchart penanggulangan saluran



Gambar 10. Relasi DataBase

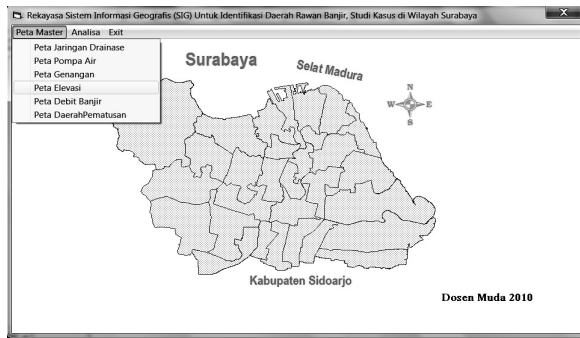
8) Dokumentasi sistem, membuat dokumentasi seluruh hasil analisa, desain, dan implementasi sistem.

3. DISKUSI

Di dalam program aplikasi sistem yang telah dibuat mempunyai 3 menu utama seperti yang terlihat pada gambar 11 berikut, yaitu menu peta master, yang meliputi form peta jaringan drainase, peta pompa air, peta genangan, peta elevasi, peta debit banjir dan peta daerah pematusan; menu analisa, yang meliputi form untuk analisa daerah rawah banjir dan form

daerah yang perlu penanganan saluran dan menu exit, untuk keluar dari form pada saat dijalankan.

Wilayah di Kota Surabaya dengan klik tab proses pencarian.



Gambar 11. Form Menu Utama

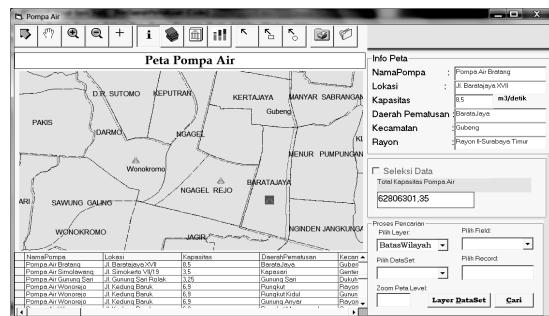
Keterangan fungsi toolbar dalam uji coba:

- *Zoom In*, untuk memperbesar peta
- *Zoom out*, untuk memperkecil peta
- *Pan*, untuk menggeser peta ke arah yang diinginkan
- *Info*, untuk mengetahui informasi data peta
- *Layer peta*, digunakan untuk mengetahui layer yang digunakan
- *Seleksi point*, digunakan untuk menyeleksi peta secara point atau satu per Satu.
- *Seleksi kotak*, digunakan untuk menyeleksi peta secara kotak.
- *Seleksi lingkaran*, digunakan untuk menyeleksi peta secara lingkaran.
- *Report*, digunakan untuk mengetahui Report secara keseluruhan
- *Print*, digunakan untuk mencetak peta
- *Close*, digunakan untuk keluar dari aplikasi.

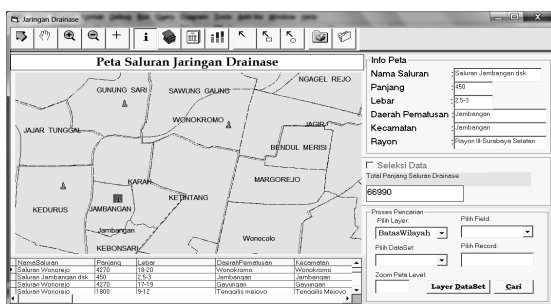
Hasil: Pada form hasil uji coba program akan ditampilkan data-data saluran jaringan drainase, yang meliputi seluruh data yang bisa dilihat pada data data grid atau hanya pada daerah tertentu yang bisa dilihat pada tab info peta atau juga bisa dilakukan proses pencarian yang berada pada tab proses pencarian, seperti yang terlihat pada gambar 12.

Kasus 2 Tujuan: untuk mengetahui data pompa air yang ada di Wilayah Surabaya.

Langkah-langkah: a) memilih menu peta pompa air, seperti pada gambar 11; b) setelah memilih, klik toolbar zoom in untuk membesarkan peta; c) klik daerah mana yang ingin diketahui data pompa airnya, seperti yang terlihat pada uji coba gambar 13; d) bisa juga dilakukan pencarian terhadap masing-masing Wilayah di Kota Surabaya dengan klik tab proses pencarian.



Gambar 13. Uji coba form pompa air



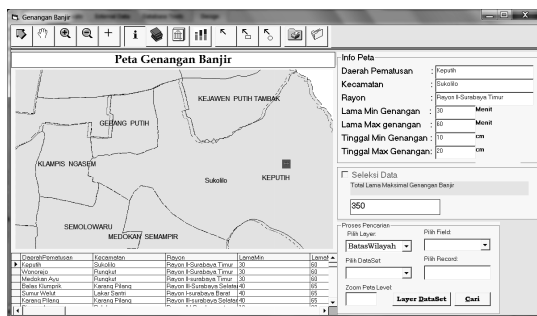
Gambar 12. Uji coba form saluran drainase

Kasus 1 Tujuan: untuk mengetahui saluran jaringan drainase yang ada di Wilayah Surabaya. Langkah-langkah: a) memilih menu peta jaringan drainase, seperti pada gambar 11; b) setelah memilih, klik toolbar zoom in untuk membesarkan; c) klik daerah mana yang ingin diketahui saluran drainasenya, seperti yang terlihat pada uji coba gambar 12; d) bisa juga dilakukan pencarian terhadap masing-masing

Hasil: Pada form hasil uji coba program akan ditampilkan data-pompa air yang ada di daerah Surabaya, yang meliputi seluruh data yang bisa dilihat pada data data grid atau hanya pada daerah tertentu yang bisa dilihat pada tab info peta atau juga bisa dilakukan proses pencarian yang berada pada tab proses pencarian, seperti yang terlihat pada gambar 5.3.

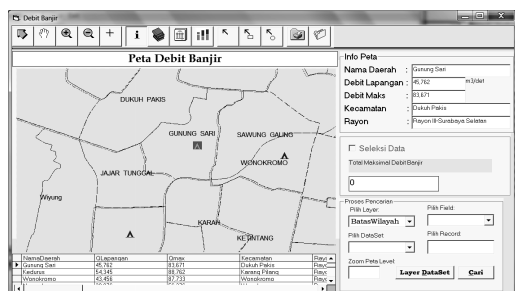
Kasus 3 Tujuan: untuk mengetahui data genangan banjir yang ada di Wilayah Surabaya. Langkah-langkah: a) memilih menu peta genangan banjir, seperti pada gambar 11; b) setelah memilih, klik toolbar zoom in untuk membesarkan peta; c) klik daerah mana yang ingin diketahui data genangan banjir, seperti yang terlihat pada uji coba gambar 14; d) bisa juga dilakukan pencarian terhadap masing-masing Wilayah di Kota Surabaya dengan klik tab proses pencarian.

Hasil: Pada form hasil uji coba program akan ditampilkan data-data genangan banjir yang ada di daerah Surabaya, yang meliputi seluruh data yang bisa dilihat pada data data grid atau hanya pada daerah tertentu yang bisa dilihat pada tab info peta atau juga bisa dilakukan proses pencarian yang berada pada tab proses pencarian, seperti yang terlihat pada gambar 14.



Gambar 14. Uji coba form genangan banjir

Kasus 4 Tujuan: untuk mengetahui data debit banjir yang ada di Wilayah Surabaya.
Langkah-langkah: a) memilih menu peta debit banjir, seperti pada gambar 11; b) setelah memilih, klik toolbar zoom in untuk membesarkan peta; c) klik daerah mana yang ingin diketahui data debit banjir, seperti yang terlihat pada uji coba gambar 15; d) bisa juga dilakukan pencarian terhadap masing-masing Wilayah di Kota Surabaya dengan klik tab proses pencarian.

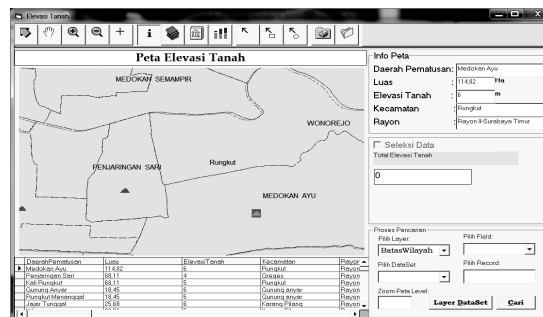


Gambar 15. Uji coba form debit banjir

Hasil: Pada form hasil uji coba program akan ditampilkan data-data debit banjir yang ada di Wilayah Surabaya, yang meliputi seluruh data yang bisa dilihat pada data data grid atau hanya pada daerah tertentu yang bisa dilihat pada tab info peta atau juga bisa dilakukan proses pencarian yang berada pada tab proses pencarian, seperti yang terlihat pada gambar 15.

Kasus 5 Tujuan: untuk mengetahui data elevasi tanah yang ada di Wilayah Surabaya.

Langkah-langkah: a) memilih menu peta elevasi tanah, seperti pada gambar 11; b) setelah memilih, klik toolbar zoom in untuk membesarkan peta; c) klik daerah mana yang ingin diketahui data elevasi tanah, seperti yang terlihat pada uji coba gambar 16; d) bisa juga dilakukan pencarian terhadap masing-masing Wilayah di Kota Surabaya dengan klik tab proses pencarian.

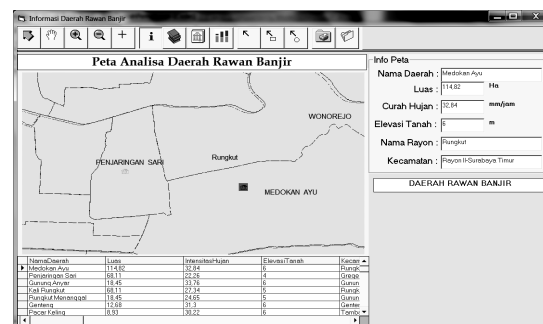


Gambar 16 Uji coba form elevasi tanah

Hasil: Pada form hasil uji coba program akan ditampilkan data-data elevasi tanah di Wilayah Surabaya, yang meliputi seluruh data yang bisa dilihat pada data data grid atau hanya pada daerah tertentu yang bisa dilihat pada tab info peta atau juga bisa dilakukan proses pencarian yang berada pada tab proses pencarian, seperti yang terlihat pada gambar 16.

Kasus 6 (analisa daerah rawan banjir) Tujuan: untuk mengetahui daerah rawan banjir yang ada di Wilayah Surabaya.

Langkah-langkah: a) memilih menu Analisa, seperti pada gambar 11; b) setelah memilih, klik toolbar zoom in untuk membesarkan peta; c) klik daerah mana yang diinginkan untuk mengetahui apakah daerah tersebut tipe daerah rawan banjir atau tidak.



Gambar 17 Analisa daerah rawan banjir

Hasil: Pada form hasil uji coba program akan ditampilkan informasi daerah rawan banjir atau tidak sesuai dengan kriteria dalam flowchart

gambar 8, dengan memasukkan kriteria-kriteria pada frame info peta, selanjutnya akan diolah dengan menunjukkan daerah rawan banjir yang langsung terfokus, seperti gambar 17.

Pembahasan:

- Pada uji coba yang dipilih daerah Medokan Ayu dengan kriteria intensitas hujan 32,84 mm/jam dan elevasi tanah 6 m.
- Syarat daerah rawan banjir Jika elevasi tanah ≤ 6 m && intensitas curah hujan $\geq 32,84$ mm/jam maka daerah tersebut tergolong daerah rawan banjir, jika tidak memenuhi syarat maka daerah tersebut tidak tergolong daerah rawan banjir, sehingga syarat tersebut memenuhi untuk daerah Medokan Ayu.

Kasus 7 (Analisa daerah yang perlu penanganan saluran) Tujuan: untuk mengetahui daerah mana yang memerlukan penanganan saluran.

Langkah-langkah: a) memilih menu Analisa, seperti pada gambar 11, maka akan muncul form seperti yang terlihat pada gambar 18; b) data yang ditampilkan didapat dari tabel debit banjir dengan kriteria seperti yang terlihat pada gambar flowchart 9; c) syarat suatu daerah perlu penanganan saluran atau tidak yaitu jika $Q_{maksimal} < Q_{lapangan}$ maka perlu penanganan saluran, jika tidak memenuhi syarat maka tidak perlu penanganan saluran

Nama Daerah	Rayon	Debit Lap	Debit Max
Gunung Sari	Rayon III-Surabaya Selatan	83.671	45.762
Kedurus	Rayon III-Surabaya Selatan	88.762	54.945
Wonokromo	Rayon III-Surabaya Selatan	87.733	43.456
Ngagel	Rayon III-Surabaya Selatan	66.376	32.676
Ngagel Rejo	Rayon III-Surabaya Selatan	66.376	32.676
SukoManunggal	Rayon IV-Surabaya Utara	75.684	31.498
Tandes Kidul	Rayon I-Surabaya Barat	98.765	64.721

Gambar 18 Analisa penanganan saluran

4. HASIL

Hasil evaluasi dari sistem yang telah dibuat, dapat dituangkan dari kesimpulan dan saran.

Kesimpulan yang dapat diambil dari program yang telah dibuat adalah sebagai berikut :

- Sistem ini dapat memberikan kemudahan kepada *user* dalam mencari daerah rawan banjir yang memerlukan penanganan saluran.
- Dengan adanya penyajian data peta yang lebih interaktif diharapkan dapat memberikan bentuk penyajian informasi

yang *interaktif* dan lebih mudah untuk dipahami

Saran untuk pengembangan lebih lanjut terhadap sistem yaitu:

- Sistem yang dibuat ini akan lebih informatif jika ditunjang dengan adanya simulasi untuk meramalkan keadaan kondisi banjir dalam penanganannya di masa mendatang.
- Informasi pencatatan data seharusnya dilakukan secara otomatis melalui alat pendeteksian dengan fungsi *realtime*, sehingga dapat terpantau parameter-parameter yang dibutuhkan sehingga dapat mencegah permasalahan terulang kembali dan meminimalisasi dampak terburuk yang dapat terjadi.
- Desain *interface* akan lebih menunjang jika di *online* kan di dari peta penulis sarankan agar lebih bagus lagi dan dapat menyajikan informasi yang lebih akurat dan lengkap serta menambahkan kelebihan yang lain, seperti misalnya *online* di *Internet*.
- Format tampilan pada peta akan lebih bermanfaat lagi jika dibuat dengan menggunakan peta tematik (peta yang dapat memberi tanda ataupun perubahan warna sesuai dengan nilai data yang terdapat di dalamnya).

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kendall dan Kendall, *Analisis dan Perancangan Sistem Jilid 1*, PT.Prehallindo, Jakarta, 2003.
- [2] Suripin, *Sistem Drainase Perkotaan yang berkelanjutan*, ANDI. Yogyakarta, 2002.
- [3] A. V. Vitianingsih, "Rekayasa Sistem Informasi Geografis (SIG) Identifikasi Potensi Lahan Pertanian di Kabupaten Ponorogo", *Jurnal Saintek*, pp. 19-31, 2008.
- [4] D. Charter dan I. Agtrisari, *Desain dan Aplikasi Geographics Information System*. PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 2003.
- [5] E. Prahasta, *Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*, Informatika Bandung, 2001.
- [6] S. Aronoff. *Geographic Information Systems: A Management Perspective*, WDL Publications, Ottawa, 1991.
- [7] I. W. Nuarsa, *Mengolah Data Spasial dengan MapInfo Professional*, Andi Offset, Yogyakarta, 2003.