

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran logam berat di Teluk Jakarta

Perkembangan industri di daerah DKI dan sekitarnya dewasa ini cukup pesat. Peningkatan jumlah industri ini akan selalu diikuti oleh pertambahan jumlah limbah, baik berupa limbah padat, cair maupun gas. Limbah tersebut mengandung bahan kimia yang beracun dan berbahaya (B3) dan masuk ke Teluk Jakarta melalui 13 DAS yang bermuara ke perairan ini. Sifat beracun dan berbahaya dari logam berat ditunjukkan oleh sifat fisik dan bahan kimia baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Masuknya limbah ini ke perairan laut telah menimbulkan pencemaran terhadap perairan (Rochyatun, Endang. 2007).

Diperkirakan dalam sehari lebih dari 7.000 m³ limbah cair termasuk diantaranya yang mengandung logam berat yang dibuang melalui empat sungai yang melintasi wilayah Tangerang, Jakarta. Sungai-sungai tersebut bermuara ke Teluk Jakarta, sehingga dapat meningkatkan kadar logam berat dalam air laut. Menurut Anon,(2004) Teluk Jakarta merupakan teluk yang paling tercemar di Asia akibat limbah industri dan rumah tangga.

Logam berat adalah bahan-bahan alami yang berasal dan termasuk dari bahan penyusun lapisan tanah bumi. Logam berat bersifat tidak bias dihancurkan atau sulit didegradasi sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan. Adanya logam berat di perairan sangat berbahaya baik

secara langsung terhadap kelangsunga organisme, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia.

Logam berat memiliki densitas yang lebih dari 5 gram/cm³ dan logam berat bersifat tahan urai. Sifat tahan urai inilah yang menyebabkan logam berat semakin terakumulasi di dalam perairan. Logam berat dapat masuk kedalam tubuh makhluk hidup melalui makanan, air minum maupun udara. Pada dasarnya, makhluk hidup juga memerlukan logamberat dalam tekanan yang berbeda. Manusia contohnya membutuhkan *cobalt*, *iron*, *manganese*, dan *zinc* pada jumlah tertentu. Akan tetapi, jika dalam jumlah yang berlebihan, keberadaan logam berat tersebut akan mengakibatkan dampak yang merusak pada organ tubuh.

2.1.1 Jenis-jenis Logam Berat

Jenis logam berat sangatlah beragam, akan tetapi dalam kasus ini akan membahas 7 jenis logam berat yang mencemari kawasan Teluk Jakarta khusus bagoan permukaan air laut. Ketujuh jenis logam berat tersebut ialah merkuri (Hg), timbal (Pb), tembaga (Cu), cadmium (Cd), seng (Zn), nikel (Ni) dan besi (Fe). Berikut adalah penjelasan singkat mengenai ke-enam jenis logam tersebut :

- Merkuri (Hg) adalah unsur renik pada kerak bumi. Pada perairan alami, Hg juga ditemukan dalam jumlah yang sangat kecil. Hg merupakan satu-satunya logam yang berada dalam bentuk cairan pada suhu normal. Hg

terserap dalam bahan-bahan partikulat dan mengalami presipitasi. Pada dasar perairan anaerobik, Hg berkaitan dengan sulfur.

- Timbal (Pb)

Timbal adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Pb dan nomor atom 82. Timbal dalam susunan unsur merupakan logam berat yang terdapat secara alami di dalam kerak bumi dan tersebar ke alam dalam jumlah kecil melalui proses alami termasuk letusan gunung berapi dan proses geokimia. (Widowati W, Sastiono A, Jusuf R [2008]. Timbal (Pb) adalah logam yang mendapat perhatian khusus karena sifatnya yang toksik (beracun) terhadap manusia. Timbal dapat masuk ke dalam tubuh melalui konsumsi makanan, minuman, udara, air, serta debu yang tercemar Pb.

- Tembaga (Cu)

Tembaga adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Cu dan nomor atom 29. Lambangnya berasal dari bahasa Latin Cuprum. Tembaga merupakan konduktor panas dan listrik yang baik. Selain itu unsur ini memiliki korosi yang lambat sekali. Wikipedia [2011].

- Cadmium (Cd)

Cadmium (latin cadmia) adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Cd dan nomor atom 48. Cadmium adalah logam yang berwarna putih keperakan, lunak dan tahan korosi. Cadmium (Cd) adalah salah satu logam berat yang keberadaanya patut mendapat perhatian khusus karena secara luas terdapat dilingkungan baik sebagai pencemar atau sebagai komponen dalam rokok yang dikonsumsi oleh masyarakat luas.

- Seng (Zn)

Seng adalah unsur kimia dengan lambang kimia Zn, nomor atom 30. Beberapa aspek kimiawi seng mirip dengan magnesium. Hal ini dikarenakan ion kedua unsur ini berukuran hampir sama.

- Nikel (Ni)

Nikel adalah unsur kimia metalik dalam tabel periodik yang memiliki simbol Ni dan nomor atom 28. Nikel mempunyai sifat tahan karat. Dalam keadaan murni, nikel bersifat lembek, tetapi jika dipadukan dengan besi, krom, dan logam lainnya, dapat membentuk baja tahan karat yang keras.

- Besi (Fe)

Besi adalah logam yang berasal dari bijih besi (tambang) yang banyak digunakan untuk kehidupan manusia sehari-hari. Dalam tabel periodik, besi mempunyai simbol Fe dan nomor atom 26. Besi adalah logam yang

paling banyak dan paling beragam penggunaannya. Hal itu karena beberapa hal, diantaranya:

- ❖ Kelimpahan besi di kulit bumi cukup besar
- ❖ Pengolahannya relatif mudah dan murah
- ❖ Besi mempunyai sifat-sifat yang menguntungkan dan mudah dimodifikasi.

2.1.2 Kriteria pencemaran logam berat

Tabel 2.1 Nilai baku mutu air laut

No.	Logam terlarut	Satuan	Baku Mutu
1	Timbal (pb)	Mg/l	0,005
2	Tembaga (Cu)	Mg/l	0,05
3	Cadmium (Cd)	Mg/l	0,002
4	Seng (Zn)	Mg/l	0,095
5	Nikel (Ni)	Mg/l	0,075
6	Besi (Fe)	Mg/l	0,005
7	Merkuri (Hg)	Mg/l	0,005

(Sumber : Kementrian Lingkungan Hidup RI tahun 2004)

2.2 Pengelolaan data logam berat di Teluk Jakarta

Setelah mengunjungi perpustakaan LIPI-Oceanografi dengan melihat beberapa jurnal ataupun laporan tahunan yang berkaitan dengan pencemaran logam berat di kawasan Teluk Jakarta, penulis memiliki kesimpulan sementara bahwa sistem yang berjalan sampai saat ini masih kurang sistematis dan kurang mampu dalam memberikan kemudahan dalam mendapatkan informasi pencemaran logam berat khususnya untuk wilayah perairan tersebut.

Salah satu contohnya ialah laporan-laporan tersebut hanya mampu ditampilkan dalam satu waktu dengan banyak lembar sehingga menyulitkan bagi yang ingin mendapatkan informasi tersebut. Hal tersebut menandakan bahwa sistem dapat lebih dikembangkan lagi sehingga dapat memenuhi kriteria yang diinginkan.

2.3 Manajemen data logam berat berbasis SIG

2.3.1 Pengertian Sistem Informasi Geografi

Pengertian dari SIG sangatlah beragam, bertambah dan bervariasi karena banyaknya cara untuk mendefinisikan dan mengklasifikasikannya. Hal ini disebabkan oleh karena SIG merupakan suatu bidang ilmu dan digunakan oleh berbagai bidang disiplin ilmu, dan berkembang dengan cepat sejalan dengan pengembangan SIG itu sendiri sejak pertama kali dikembangkan oleh Tomlinsen pada tahun 1967. Penekanan-penekanan dalam SIG juga beraneka ragam. Beberapa berpendapat bahwa perangkat lunak dan keras adalah fokus utama adapula yang berpendapat bahwa intinya adalah proses informasi dan aplikasi.

SIG adalah suatu system berbasis computer yang memiliki kemampuan dalam menangani data bereferensi geografi. Gistut (1994) SIG merupakan system yang dapat mendukung pengambilan keputusan spasial dan mampu mengintegrasikan deskripsi-deskripsi lokasi dengan karakteristik-karakteristik fenomena yang ditemukan dilokasi tertentu. Sedangkan menurut Prahasta (2001) menjelaskan bahwa SIG adalah kumpulan terorganisir mulai dari perangkat keras, perangkat lunak, data geografi dan personil yang dirancang secara efisien untuk memperoleh, menyimpan, memperbaharui, memanipulasi, menganalisis serta menampilkan suatu bentuk informasi yang bereferensi geografi.

Walaupun memiliki beragam definisi, pada prinsipnya SIG adalah sebuah sistem yang tidak terlepas dari perangkat keras, lunak dengan manajemen data dan informasi yang berhubungan dengan geografis.

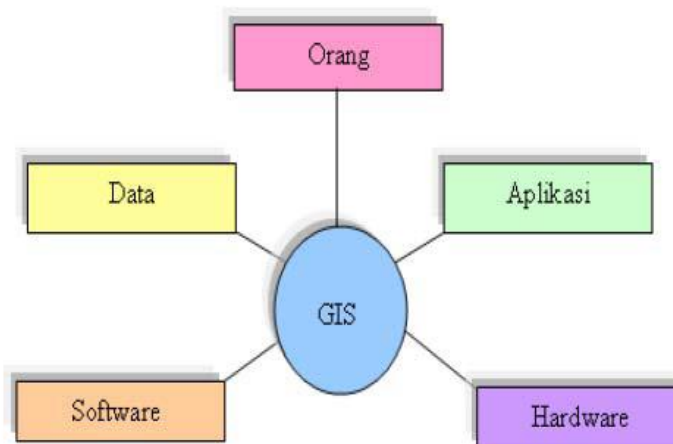
2.3.2 Komponen SIG

Murai (1999), membagi komponen SIG kedalam 3 bagian utama, yaitu sistem komputer, data geospasial dan pengguna. Ketiga komponen tersebut saling terkait antara satu dengan yang lain dalam mengolah dan menganalisis data yang bereferensi geografi. Sebuah system SIG membutuhkan system computer guna penyimpanan dan pemrosesan data. Ukuran dari system komputerisasi bergantung pada tipe SIG itu sendiri. SIG dengan skala kecil hanya membutuhkan PC yang kecil begitun sebaliknya. Sistem computer untuk

SIG terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak dan prosedur untuk penyusunan pemasukan data, pengolahan, analisis pemodelan dan penanganan geospasial.

Sumber-sumber data spasial meliputi peta digital, foto udara, citra satelit, table statistic dan dokumen lain yang berhubungan. Data geospasial dibedakan menjadi data grafis dan data atribut. Data grafis memiliki tiga elemen, yakni titik (node), garis (line), dan luasan (polygon) dalam bentuk vector ataupun raster yang mewakili geometri topologi, ukuran, bentuk, posisi dan arah.

Melalui sistem komputerisasi maka diperlukan seorang pengguna. Fungsi pengguna ialah untuk memilih informasi yang diperlukan, membuat standar, membuat jadwal pemuktharian (*updating*) yang efisien, menganalisis hasil yang dikeluarkan untuk kegunaan yang diinginkan dan merencanakan aplikasi.



Gambar 2.1 Komponen SIG

2.3.3 Kemampuan SIG dalam mengolah data Logam Berat

Setelah melakukan wawancara dengan pihak-pihak terkait, maka penulis menyimpulkan bahwa sistem yang ada saat ini masih tidak sistematis karena beberapa *point* :

1. Kurang efisien, dikarenakan masih memerlukan banyak lembar (*layer*) untuk mendapatkan suatu informasi.
2. Tidak dapat diperbaharui, sehingga untuk melakukan perubahan terhadap informasi harus melakukan pengulangan system.

Berdasarkan masalah-masalah tersebut, penulis beranggapan bahwa SIG dapat menjadi solusi untuk untuk memecahkan masalah yang ada. Alasan mengapa SIG digunakan dalam mengolah data pencemaran logam berat adalah karena untuk data spasial serta data atribut penanganannya cukup sulit terutama karena peta dan data statistik memiliki sifat cepat kadaluarsa sehingga tidak ada pelayanan penyediaan data dan informasi yang diberikan menjadi kurang akurat. Walaupun produk SIG sering disajikan dalam bentuk peta, akan tetapi kekuatan SIG sebenarnya terletak pada kemampuannya dalam menganalisa data peta (Prahasta, 2002).

Satu hal yang membedakan dan merupakan 'kekuatan' utama SIG dibandingkan dengan sistem informasi lainnya adalah kemampuannya dalam melakukan analisis keruangan. SIG mampu mengolah data-data yang berhubungan dengan pencemaran logam berat baik itu data spasial maupun data atribut. Dalam kasus ini sistem membutuhkan beberapa data diantaranya

yaitu data atribut yaitu data-data yang berhubungan pencemaran logam berat yang mengacu pada ambang batas batas pencemaran yang didapat pada jurnal tahunan pencemaran di Teluk Jakarta di Oceanografi LIPI,Ancol. Selain data atribut,sistem juga membutuhkan data spasial seperti lokasi mana saja yang akan dijadikan fokus utama dalam menampilkan informasi yang akan disajikan.

Walaupun produk SIG sering disajikan dalam bentuk peta, akan tetapi kekuatan SIG sebenarnya terletak pada kemampuan dalam menganalisa data peta (Prahasta,2002).

2.3.4 PENGELOLAAN PETA

Peta adalah unsur (Features) fisik (Alamia dan buatan manusia) dari sebagian atau keseluruhan permukaan bumi diatas media bidang datar dengan skala tertentu. Adapun persyaratan-persyaratan geometric yang harus dipenuhi oleh suatu peta sehingga menjadi peta yang ideal adalah :

1. Jarak antara titik-titik yang terletak diatas peta harus sesuai dengan jarak aslinya di permukaan bumi (Dengan memperhatikan faktor skala tertentu).
2. Luas suatu unsur yang dipresentasikan diatas peta harus sesuai dengan luas sebenarnya (juga dengan memepertimbangkan skalanya).
3. Sudut atau arah suatu baris yang direpresentasikan diatas peta harus sesuai dengan yang sebenarnya (seperti dipermukaan bumi).
4. Bentuk suatu unsur yang direpresentasikan diats peta harus sesuai dengan bentuk yang sebenarnya (juga dengan mempertimbangkan faktor skalanya).

Pada kenyataannya di lapangan merupakan hal yang tidak mungkin menggambarkan sebuah peta yang dapat memenuhi semua kriteria diatas, karena permukaan bumi itu sebenarnya melengkung. Sehingga pada saat melakukan proyeksi dari bentuk permukaan bumi yang melengkung tersebut ke dalam bidang datar (kertas) akan terjadi distorsi. Oleh karena itu maka akan ada kriteria yang tidak terpenuhi, prioritas kriteria dalam melakukan proyeksi peta tergantung dari penggunaan peta tersebut di lapangan.

Dalam mengelola peta Teluk Jakarta pada sistem yang akan dibangun ini, penulis memanfaatkan beberapa *software* pendukung, diantaranya adalah *ERMapper 7.0* untuk menggabungkan ketiga peta yang mencakup wilayah Teluk Jakarta. ER Mapper mengembangkan metode pengolahan citra terbaru dengan pendekatan yang interaktif, dimana kita dapat langsung melihat hasil dari setiap perlakuan terhadap citra pada monitor komputer. ER Mapper memberikan kemudahan dalam pengolahan data sehingga kita dapat mengkombinasikan berbagai operasi pengolahan citra dan hasilnya dapat langsung terlihat.

Software pendukung lainnya yaitu ArcGIS 9.2. ArcGIS merupakan salah satu *software* yang digunakan untuk membantu dalam merancang suatu aplikasi SIG. Salah satu karakteristik *software* SIG yang umum adalah adanya database (berupa (*browser*) dan peta (*mapper*). ArcGIS memiliki kemampuan dan digunakan untuk pendigitan peta serta memproses data atribut dan data spasial yang telah diterangkan diatas sehingga mampu menghasilkan sebuah informasi mengenai pencemaran logam berat di wilayah Teluk Jakarta secara dinamis.

Serta memanfaatkan aplikasi *Visual basic* yang digunakan untuk membangun *interface* dari system tersebut sehingga dapat memudahkan para penggunanya.

2.4 Model Data Dalam SIG

Di dalam sebuah system informasi geografis, terdapat dua jenis model data yang dapat di gunakan, yaitu model data spasial dan model data atribut.

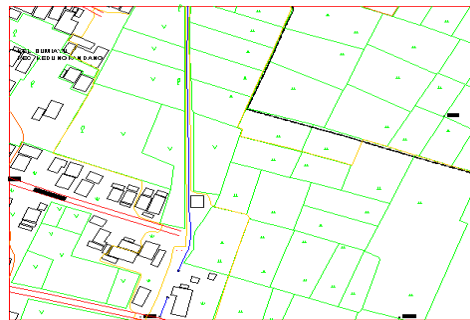
2.4.1 Model Data Spasial

Data spasial merupakan data yang berkaitan dengan lokasi keruangan yang umumnya berbentuk peta. Struktur data spasial dibagi dua yaitu model data raster dan model data vektor.

2.4.1.1 Model Data Vektor

Pada model data vektor (*vektor based system*), semua unsur – unsur geografi disajikan dalam 3 konsep topology yaitu : titik (*point*), garis (*arc*), dan area (*polygon*). Titik merupakan kenampakan tunggal dari sepasang koordinat x,y yang menunjukkan lokasi suatu obyek berupa ketinggian, lokasi kota, lokasi pengambilan sample dan lain-lain. Garis merupakan sekumpulan titik-titik yang membentuk suatu kenampakan memanjang seperti sungai, jalan, kontur dan lain-lain. Sedangkan area adalah kenampakan yang dibatasi oleh suatu garis yang membentuk suatu ruang homogen, misalnya: batas daerah, batas penggunaan lahan, pulau dan lain sebagainya.

Unsur – unsur geografi tersebut disimpan dalam bentuk pasangan koordinat, sehingga letak titik, garis, dan area dapat digambar sedemikian akurat. Bentuk kenampakan (feature) titik, garis, dan area dihubungkan dengan data atribut dengan menggunakan suatu pengenal (identity / user-ID).



Gambar 2.2 : Contoh Data vektor

2.4.1.2 Model data Raster

Pada sistem raster, fenomena geografi disimpan dalam bentuk pixel (grid/ raster/cell) yang sesuai dengan kenampakan. Setiap pixel mempunyai referensi pada kolom baris yang berisi satu nilai yang mewakili satu fenomena geografi. Pada sistem ini titik dinyatakan dalam bentuk grid atau sel tunggal, garis dinyatakan dengan beberapa sel yang mempunyai arah dan poligon dinyatakan dalam beberapa sel.

Lebih jelasnya mengenai perbedaan antara model raster dengan model vektor dapat dilihat pada gambar 1.3. Contoh data raster yang ada di Kantor Pertanahan adalah Foto Udara Digital, Citra Satelit Ikonos, hasil scanner GU atau peta yang belum divektorkan.



Gambar 2.3 : Contoh Data Raster (Foto Udara)

2.4.2 Model Data Atribut

Model data atribut adalah data tabel yang berfungsi menjelaskan keberadaan berbagai objek sebagai data spasial. Data atribut juga merupakan data keterangan yang menjelaskan ‘ isi ‘ data spasial yang terkait, berupa teks, angka, dan data pendukung yang lain.

Salah satu contohnya adalah data-data yang berhubungan dengan pencemaran logam berat yang akan di-*input* kedalam system. Selain itu salah satu contoh data atribut lainnya adalah batas-batas perairan yang mencakup wilayah Teluk Jakarta.

2.5 Mengelola *Database* Dalam SIG

Basis data (*database*) adalah kumpulan dari berbagai data yang saling berhubungan satu dengan yang lainnya. Basis data tersimpan di perangkat keras, serta dimanipulasi dengan menggunakan perangkat lunak. Pendefinisian basis data meliputi spesifikasi dari tipe data, struktur dan batasan dari data atau informasi yang akan disimpan. *Database* merupakan salah satu komponen yang

penting dalam sistem informasi, karena merupakan basis dalam menyediakan informasi pada para pengguna atau *user*.

Di dalam suatu organisasi yang besar, sistem database merupakan bagian penting pada sistem informasi, karena di perlukan untuk mengelola sumber informasi pada organisasi tersebut. Untuk mengelola sumber informasi tersebut yang pertama kali di lakukan adalah merancang suatu sistem database agar informasi yang ada pada organisasi tersebut dapat digunakan secara maksimal.

Tujuan Perancangan Database .

1. Untuk memenuhi kebutuhan akan informasi dari pengguna dan aplikasi.
2. Menyediakan struktur informasi yang natural dan mudah di mengerti oleh pengguna.
3. Mendukung kebutuhan pemrosesan dan beberapa obyek kinerja dari suatu sistem database.

Muhamad (2009) memaparkan beberapa cara di mana konsep DBMS yang diterapkan dalam konteks SIG, antara lain :

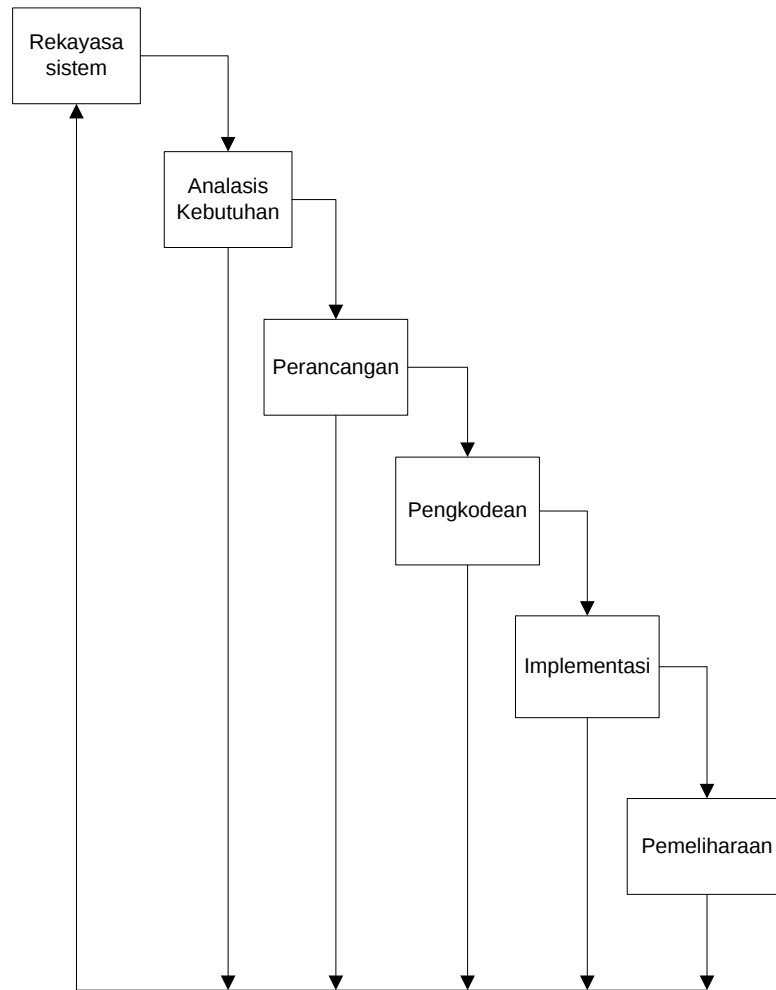
- Data bersifat independen tampak dari cara data disimpan. Misalnya penyimpanan peta, data yang menggambarkan elemen-elemen geografi (seperti informasi spasial taribut) disimpan dengan meminimalkan *redundancy* kemudian peta-peta atau tipe-tipe kelauran yang lain dibangkitkan manakala diperlukan dalam bentuk yang terbaik sesuai dengan hasil analisis yang spesifik.

- *Updating* terotomasi dari file-file data yang saling terhubung disediakan.
- Hubungan antara semua informasi spasial dan atribut secara eksplisit didefinisikan. Kunci-kunci digunakan untuk mengaitkan informasi atribut dengan feature-feature spasial dan topology digunakan untuk mengaitkan semua elemen-elemen spasial ke elemen-elemen spasial lainnya.
- Kontrol pusat DBMS menyediakan control integritas basis data yang lebih baik berdasarkan keamanan dan pemeriksaan yang konsisten untuk mencegah penyalahgunaan atau degradasi informasi saat dikelola.

2.6 Model Air Terjun Dalam Pengembangan Sistem

Daur hidup pengembangan system merupakan suatu bentuk yang digunakan untuk menggambarkan langkah-langkah di dalam suatu tahapan dalam proses pengembangan system.

Untuk pengembangan rancangan system ini maka digunakan metode pendekatan dengan model *waterfall (the classic life cycle)*. Selain Karena mempunyai struktur yang jelas, model *waterfall* lebih terarah dalam setiap tahapan perancangan system.



Gambar 2.4 Model *Waterfall*

Sistem ini menggunakan model *waterfall* dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Rekayasa system

Menetapkan kebutuhan yang digunakan pada semua elemen sistem.

2. Analisa

Pada tahap ini penulis menganalisa kebutuhan peta dan bentuk data pencemaran. Serta menganalisa dari sudut pandang IMK.

3. Perancangan

Proses perancangan merupakan proses menterjemahkan kebutuhan dalam representasi piranti lunak yang dapat dinilai kualitasnya sebelum dilakukan pengkodean.

4. Pengkodean

Coding (pengkodean) merupakan tahapan yang dilakukan setelah tahapan perancangan dibuat. Aktivitas dari tahapan ini adalah menterjemahkan logika program yang telah disusun ke dalam *software* yang digunakan.

5. Pengujian

Pengujian merupakan langkah setelah program aplikasi ini diproduksi. Fungsi dari pengujian adalah untuk memastikan apakah hasil dari rancangan yang telah dibuat sesuai dengan yang direncanakan.

6. Pemeliharaan

Yang dimaksud dengan pemeliharaan adalah perubahan-perubahan yang terjadi pada program aplikasi yang telah dibuat dimana perubahan ini

dapat terjadi karena kesalahan-kesalahan yang terjadi dalam pembuatan sistem atau dengan permintaan pemakai