

Perancangan Sistem Pendukung Keputusan untuk Memantau Kualitas Lingkungan

Ekasari Nugraheni
P2 Informatika – LIPI

Jl. Cisit, Sangkuriang, Bandung 40135
iin@informatika.lipi.go.id

P. Husnul Khotimah
P2 Informatika - LIPI

Jl. Cisit, Sangkuriang, Bandung 40135
hkhotimah@informatika.lipi.go.id

Abstrak

Kegiatan pemantauan kualitas lingkungan dapat dipermudah dengan suatu sistem pendukung keputusan yang akan memberikan informasi mengenai volume limbah yang dihasilkan, volume limbah yang diterima oleh badan sungai, hasil ukur kualitas udara ambien dan informasi lainnya. Sistem pendukung keputusan untuk lingkungan diharapkan dapat memberikan suatu keputusan awal terhadap kegiatan-kegiatan sumber pencemar yang menghasilkan limbah cair dan limbah B3 yang melebihi batas baku mutu lingkungan. Pengembangan sistem pendukung keputusan untuk memantau kualitas lingkungan dengan berbasis intranet meliputi kegiatan-kegiatan analisa permasalahan, perancangan sistem, implementasi, dan pemeliharaan sistem. Kegiatan perancangan sistem merupakan salah satu fase penting dalam proses pengembangan sistem. Perancangan sistem pendukung keputusan untuk memantau kualitas lingkungan menggunakan beberapa desain model diantaranya model fungsional (diagram alur data), model objek (diagram E-R dan kamus data), model logika (pembagian modul-modul sistem), model dinamis (diagram status), dan model dialog (desain input/output). Arsitektur Sistem yang akan digunakan adalah Apache web server, PHP scripting, database server Postgre SQL, dan Chart Director.

Kata Kunci: Sistem Pendukung Keputusan, lingkungan, limbah, model, perancangan

1. Pendahuluan

Sungai dan anak sungai merupakan badan penerima limbah kegiatan-kegiatan industri yang berada disekitarnya. Agar badan penerima limbah ini tidak mendapatkan beban pencemaran yang melampaui standar batas baku mutu air permukaan, maka kegiatan industri yang menghasilkan limbah cair, limbah udara dan limbah bahan beracun berbahaya harus diawasi.

Sistem pendukung keputusan akan mengolah informasi hingga menghasilkan suatu keputusan awal apakah limbah tersebut sudah sesuai dengan baku mutu lingkungan atau tidak, sehingga dapat diambil tindakan penanganan lebih dini untuk menghindari pencemaran lingkungan yang lebih parah.

Sistem pendukung keputusan (SPK) merupakan salah satu bagian dari sistem informasi. SPK biasanya menggunakan satu atau lebih penyimpanan data (basis data) yang menyediakan informasi-informasi untuk mendukung pengambilan keputusan. Karena merupakan salah satu bagian dari sistem informasi, maka pembangunan SPK secara garis besar hampir menggunakan cara yang sama seperti sistem informasi lainnya.

Kegiatan pekerjaan awal dari pengembangan sistem ini adalah analisa sistem yang mencakup analisa sumber dokumen yang digunakan, metode dan prosedur, bentuk laporan untuk memenuhi kebutuhan pengambilan keputusan dan membuat diagram alir dari sistem. Dari analisa akan didapatkan informasi mengenai aliran-aliran data dan proses yang terjadi dari

sistem, spesifikasi sistem, kebutuhan tabel-tabel untuk membangun basis data, model keputusan dan jenis informasi yang diperlukan untuk mendukung keputusan. Tahap berikut dari pengembangan sistem ini adalah perancangan sistem yang meliputi perancangan basis data, perancangan model keputusan dan perancangan sistem input/output (model dialog). Beberapa model desain digunakan pada tahap perancangan untuk membantu pada tahap pengembangan sistem selanjutnya.

2. Tinjauan Pustaka

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) adalah sebuah sistem berbasis interaktif-komputer untuk membantu pengambilan keputusan dengan memanfaatkan data dan model untuk memecahkan masalah terstruktur, semi struktur dan tidak terstruktur.

Suatu sistem pendukung keputusan (SPK) memiliki tiga subsistem utama, yaitu:

a. Subsistem Manajemen Basis Data

Sumber data untuk SPK berasal dari luar dan dari dalam (basis data), terutama untuk proses pengambilan keputusan pada level manajemen puncak.

Kemampuan yang dibutuhkan dari manajemen basis data SPK adalah:

- Mengkombinasikan berbagai variasi data melalui pengambilan dan ekstraksi data
- Menambahkan sumber data secara cepat dan mudah
- Menggambarkan struktur data logikal sesuai dengan pengertian pemakai sehingga pemakai mengetahui apa yang tersedia dan dapat menentukan kebutuhan penambahan dan pengurangan
- Mengelola berbagai variasi data.

b. Subsistem Manajemen Basis Model

Model-model yang banyak digunakan dalam proses pengambilan keputusan dibagi dalam dua jenis, yaitu:

- Model matematika, yang mempresentasikan sistem secara simbolik dengan menggunakan rumus-rumus atau abstrak,

selanjutnya akan dijabarkan dalam operasi matriks, algoritma iteratif dan model-model keputusan matematika lainnya.

- Model informasi, yang mempresentasikan sistem dalam format grafik atau tabel. Model informasi akan mendeskripsikan apa dan bagaimana objek secara rinci (bentuk tabel atau daftar), merepresentasikan hubungan antar objek (bentuk grafis), menunjukkan urutan tugas atau proses yang dilakukan objek (peta proses operasi atau diagram alur)
- c. Subsistem Perangkat Lunak Penyelenggara Dialog
Komponen dialog suatu SPK adalah perangkat keras dan perangkat lunak yang memberi sarana antarmuka antara pemakai dengan SPK. Komponen dialog menyajikan output SPK pada pemakai dan mengumpulkan input ke dalam SPK. Beberapa jenis gaya dialog, diantaranya:
 - Dialog tanya jawab: sistem bertanya pemakai menjawab, seterusnya hingga sistem menghasilkan jawaban yang diperlukan untuk mendukung keputusan.
 - Dialog perintah: adalah perintah untuk menjalankan fungsi-fungsi SPK.
 - Dialog menu: pemakai memilih salah satu dari beberapa menu yang disediakan.
 - Dialog form masukan/keluaran: sistem menyediakan form input untuk pemakai memasukkan data atau perintah dan form output sebagai bentuk tanggapan dari sistem.

3. Metodologi

Kegiatan perancangan sistem pendukung keputusan untuk memantau kualitas lingkungan menggunakan beberapa desain model, yaitu:

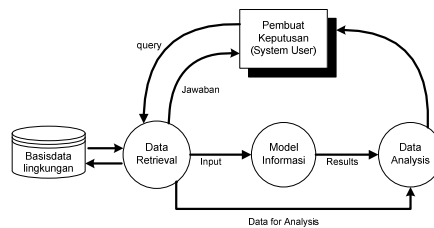
- Diagram alur data, sebagai model fungsional yang menjelaskan alur proses yang ada dari sistem.
- Kamus data, merupakan model objek/statis yang menggambarkan suatu dokumen yang berisi keterangan mengenai tabel-tabel beserta deskripsinya.
- Penerapan basis data relasional pada pangkalan data untuk menjaga integritas, konsistensi serta meningkatkan efisiensi dan maintainability.
- Diagram Entity-Relationship (E-R Diagram), merupakan model objek/statis yang menggambarkan struktur hubungan antar entity untuk memudahkan menganalisis relasionalitas tabel-tabel dalam database.
- Pembagian modul sistem, untuk menggambarkan pengelompokan tabel-tabel dalam suatu modul berdasarkan proses kegiatan.
- Diagram status, merupakan model dinamis yang digunakan untuk menggambarkan urutan eksekusi dan menu sistem.
- Desain tampilan, merupakan model dialog untuk merancang tampilan dialog antar pengguna dan sistem.

4. Hasil dan Pembahasan

Sistem pendukung keputusan untuk lingkungan dirancang dengan menggunakan beberapa desain model, yaitu:

4.1 Diagram Alur data (model fungsional)

Diagram alur data merupakan model fungsional sistem. Diagram ini hanya menggambarkan proses-proses yang berlangsung di perangkat lunak sistem. Gambar berikut adalah diagram alur data untuk SPK lingkungan secara umum.



Gambar 1. Diagram alur data

Data yang dimasukkan pada level entry akan disimpan ke dalam tabel-tabel yang telah dibuat dalam basis data lingkungan. Sistem akan meminta atau mengambil data-data (data retrieval) dari tabel (bisa berasal dari satu atau lebih tabel) sebagai bahan input untuk model informasi yang akan membentuk informasi (data analisa) yang dibutuhkan oleh pembuat keputusan. Pengambilan data dari basis data dilakukan dengan menggunakan fungsi-fungsi query PostgreSQL dan fungsi konektifitas database yang disediakan oleh PHP.

Misalkan, pembuat keputusan (pengguna) meminta sistem untuk mendapatkan data tertentu (misalnya data kegiatan pencemar disuatu wilayah). Sistem akan mencari data yang diminta pada basis data lingkungan. Data yang didapat bisa langsung menjadi jawaban, tetapi bisa juga menjadi bahan masukan untuk dianalisa. Misalkan data yang diminta adalah kegiatan pencemar mana saja yang menjadi sumber pencemar dari badan sungai tertentu, atau industri mana saja yang menghasilkan limbah melebihi batas baku mutu, atau ingin melihat limbah yang dihasilkan oleh kegiatan pencemar dalam satu tahun dalam bentuk graphik. Maka data yang didapat dari basis data menjadi bahan masukan untuk dianalisa. Hasil dari analisa tersebut berupa informasi bagi pengguna (pembuat keputusan) sebagai bahan dalam mengambil keputusan.

4.2 Kamus data (model objek)

Kamus data berisikan tabel-tabel beserta deskripsinya, akan dipakai sebagai salah satu dokumen yang membantu dalam tahap pengkodean.

Tabel industri dibawah ini adalah salah satu contoh dari tabel pada kamus data. Selain menyimpan deskripsi dari tabel (nama field, tipe dan lebar) kamus data SPK lingkungan juga dilengkapi dengan informasi jenis kunci (primary atau foreign), nama kunci dan jenis constraints. Kamus data lingkungan terdiri dari 31 tabel yang memiliki relasi untuk setiap tabel.

Tabel 1. Contoh Tabel Industri

Nama Field	Tipe	Lebar	Kunci	Nama kunci	Jenis Constraints	Keterangan
ind_id	AutoNumber	2	Primary	PK_industri	-	industri ID
ind_dtl	Text	255	Foreign	FK01_industri	No Action Delete Cascade Update	Tbl_DAT12
ind_ind	Text	50	-	-	-	Nama Industri/Perusahaan
ind_ind	Text	50	-	-	-	Alamat Perusahaan Industri
ind_ind_id	Integer	9	Foreign	FK02_industri	No Action Delete Cascade Update	Tbl_JNSINDUSTRI
bah_ind	Text	255	-	-	-	Bahan baku industri
prod_bm	Double	-	-	-	-	Jumlah produksi bulan
kerja_bm	Integer	-	-	-	-	Jumlah hari kerja bulan
jam_hari	Integer	-	-	-	-	Jumlah jam kerja hari
bat_feska	Yes/No	-	-	-	-	
bat_kimia	Yes/No	-	-	-	-	
bat_sungai	Yes/No	-	-	-	-	
row_meter	Yes/No	-	-	-	-	

4.3 Diagram E-R (model objek)

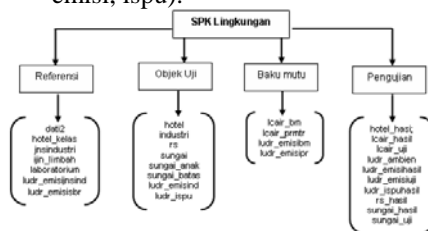
Sistem basis data lingkungan dirancang dengan menggunakan perangkat perancangan Diagram E-R yang meliputi perancangan entitas-entitas beserta atribut-atributnya, dan relasi antar entitas berdasarkan atribut kunci. Diagram E-R digunakan untuk memudahkan menganalisa relasionalitas tabel-tabel tersebut. Data disusun secara relasional dengan proses normalisasi.

4.4 Modul sistem

Modul-modul utama dari sistem terdiri dari empat modul utama seperti yang diperlihatkan pada gambar, yaitu:

- Referensi : untuk menyimpan dan mengelola tabel-tabel referensi yang digunakan untuk menunjang kegiatan pengujian.
- Objek Uji: berisikan objek-objek pengujian kualitas lingkungan (industri, hotel, rumah sakit, udara emisi, ispu)
- Baku mutu: berisi data-data penunjang untuk baku mutu air permukaan, baku mutu limbah cair dan baku mutu udara emisi

- Pengujian: berisikan kegiatan pengujian dan hasil pengujian untuk limbah industri, rumah sakit, perhotelan, sungai dan udara (ambien, emisi, ispu).

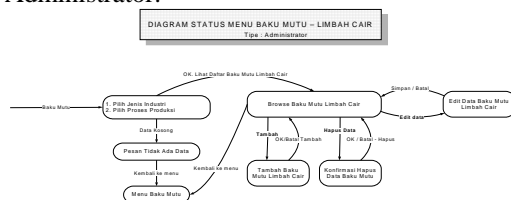


Gambar 2. Modul Utama SPK Lingkungan

4.5 Diagram Status (Model Dinamis)

Diagram status digunakan sebagai model dinamis yang menggambarkan urutan eksekusi dan menu sistem. Karena sistem dirancang untuk beberapa kelompok pengguna, maka untuk setiap kelompok pengguna memiliki eksekusi menu yang tidak sama. Diagram status yang dibuat akan menjelaskan urutan eksekusi dan menu sistem untuk setiap kelompok pengguna sistem.

Gambar berikut adalah contoh diagram status untuk menu baku mutu - sub menu limbah cair untuk tipe pengguna Administrator.



Gambar 3. Diagram Status

4.6 Desain Tampilan (model dialog)

Perancangan tampilan sebagai bentuk dialog antar pengguna dengan sistem perlu dirancang agar sistem memiliki bentuk dialog yang standar. Tim pengembang dapat menggunakan rancangan tampilan ini pada saat implementasi dan pengkodean, sehingga tampilan akan memiliki style yang sama. Hal-hal penting dalam perancangan dialog ini adalah:

- Rancangan bentuk tampilan

- Keterangan sumber data (source, order by)
- Keterangan eksekusi pada link atau tombol (aksi saat link/tombol dieksekusi, nama form yang dipanggil dan parameter yang dibawa)

Selain merancang tampilan juga dibuat rancangan stylesheet untuk keseragaman tampilan. Programmer tidak perlu lagi membuat style untuk setiap objek, hanya perlu menambahkan nama style pada setiap objek yang telah ditentukan.

Gambar berikut adalah salah satu contoh tampilan untuk mengelola data baku mutu limbah cair untuk jenis industri tekstil terpadu.

Baku Mutu Limbah Cair Untuk Industri

Jenis Produk :

Proses Produksi :

Parameter	Kadar Maksimum			Beban Pencemaran Maksimum			Aksi Data
	SK, Gula Jabur No. 6 TIR 1999	SK, MENJH No. 51/MENJH/10/1995	Kadar Satuan	SK, Gula Jabur No. 6 TIR 1999	SK, MENJH No. 51/MENJH/10/1995	Kadar Satuan	
BOOS	60	60	mg/L	6	6	kg/Ton	Edit Hapus
COO	150	150	mg/L	15	15	kg/Ton	Edit Hapus
Fenol Total	0.5	0.5	mg/L	0.05	0.05	kg/Ton	Edit Hapus
Krom Total (Cr)	8	8	mg/L	0.8	0.8	kg/Ton	Edit Hapus
Minyak dan Lemak	3	3	mg/L	0.03	0.03	kg/Ton	Edit Hapus
Sulfida (sebagai S)	0.3	0.3	mg/L	0.03	0.03	kg/Ton	Edit Hapus
TSS	50	50	mg/L	15	15	kg/Ton	Edit Hapus

No. SK	Gula SABAR No. 6 TIR 1999	MENJH No 51/MENJH/10/1995
(K)	6.0-9.0	6.0-9.0
Daftar Limbah Maksimum	100	100

Gambar 4. Contoh tampilan aplikasi

4.7 Arsitektur sistem

SPK untuk memantau kualitas lingkungan menerapkan arsitektur client-server three-tiers, dimana Application web Server akan bertindak sebagai middle-tier yang menyediakan seluruh aplikasi yang diperlukan client sebagai front-end untuk berinteraksi dengan database server sebagai back-end.

Sistem dibangun dengan menggunakan perangkat lunak yang bersifat open source. Pada sisi application server akan menggunakan PHP Scripting Language dan Apache Web Server. Sedangkan sisi database server menggunakan Database Server PostgreSQL yang berjalan dibawah sistem operasi Linux. Untuk pemetaan dan grafik pada web server menggunakan Chart Director.

4.8 Model Pengambilan Keputusan

Pemantauan kualitas lingkungan adalah suatu kegiatan yang terstruktur, karena memiliki problem yang rutin, berulang dan memiliki pemecahan yang standar berdasarkan analisa kuantitatif.

Tipe sistem pendukung keputusan yang digunakan adalah File Drawer System, yaitu berupa pengambilan data-data yang dapat membentuk informasi yang diinginkan sehingga dapat membantu dalam pencapaian sebuah keputusan.

Pengambilan keputusan untuk memantau kualitas lingkungan berdasarkan perbandingan volume limbah yang dihasilkan oleh kegiatan sumber pencemar atau volume limbah yang diterima oleh badan sungai terhadap standar baku mutu lingkungan (melebihi atau tidak melebihi batas baku mutu).

Model yang digunakan untuk mempresentasikan informasi-informasi tersebut dibuat dalam format tabel/daftar dan grafik.

Model tabel/daftar akan mendeskripsikan data-data kegiatan sumber pencemar beserta volume limbah yang dihasilkan (angka). Model grafik akan menyediakan informasi yang menunjukkan jumlah volume limbah yang dihasilkan (oleh kegiatan sumber pencemar) atau limbah yang diterima (badan sungai) selama satu periode yang dibandingkan dengan standar baku mutu lingkungan. Data yang disajikan dalam bentuk grafik akan lebih membantu pembuat keputusan dalam membaca arti data tersebut. Data akan memiliki nilai tambah yaitu berupa informasi pergerakan kandungan zat pencemar dalam lingkungan terhadap standar baku mutu yang telah ada.

Daftar dan grafik yang diperlukan untuk menunjang dalam proses pengambilan keputusan diantaranya adalah:

- Daftar industri yang disertai dengan hasil analisa limbah cair industri per Jenis dan Proses Produksi pada satu wilayah kota/kabupaten dari laboratorium penguji yang dibandingkan dengan nilai baku mutu limbah cair.

- b. Daftar rumah sakit/hotel yang disertai dengan hasil analisa limbah cair dari laboratorium pengujian pada satu wilayah kota/kabupaten
- c. Daftar sungai-sungai yang disertai dengan hasil analisa beserta baku mutu air permukaan (sebagai pembandingan) pada satu wilayah kota/kabupaten dan periode tahun yang dipilih.
- d. Daftar industri yang menghasilkan limbah cair yang mengandung racun yang dibuang pada badan sungai tertentu dan periode waktu (tahun dan bulan) yang dipilih.
- e. Daftar lokasi-lokasi dan hasil ukur kualitas udara ambien dan baku mutu udara ambien pada satu wilayah kota/kabupaten
- f. Daftar lokasi-lokasi dan hasil pemantauan ISPU pada satu wilayah kota/kabupaten
- g. Daftar industri yang disertai dengan hasil pemantauan emisi tak bergerak pada satu wilayah kota/kabupaten dari lab pengujian yang dibandingkan dengan nilai baku mutu emisi
- h. Grafik hasil limbah yang mempresentasikan volume limbah yang dihasilkan oleh satu kegiatan sumber pencemar selama satu periode tertentu.

5. Kesimpulan

Sistem pendukung keputusan untuk memantau kualitas lingkungan (SPK lingkungan) adalah sebuah aplikasi yang menampung, mengelola dan mengontrol data-data pencemaran lingkungan pada suatu wilayah dan memberikan suatu rujukan atau rekomendasi awal mengenai sanksi yang harus dikenakan terhadap kegiatan pencemar atau langkah penanganan lingkungan untuk badan penerima limbah.

Perkembangan teknologi komputer membawa kemudahan dalam pengawasan terhadap lingkungan. Teknologi komunikasi, teknologi komputasi klien-server, teknologi internet/intranet dan teknologi sistem informasi dapat digunakan untuk mengembangkan sebuah sistem pendukung

keputusan untuk memantau kualitas lingkungan

SPK lingkungan yang akan dikembangkan di LIPI berbasis web/intranet dirancang dengan menggunakan beberapa desain model untuk menghasilkan desain yang sesuai dengan kebutuhan sistem serta menjadi sumber dokumen penting pada tahap implementasi.

Diharapkan dari hasil rancangan ini akan dihasilkan sebuah sistem pendukung keputusan yang akan memberikan kemudahan bagi pembuat keputusan dalam menindaklanjuti hasil-hasil temuan pada industri, rumah sakit atau hotel yang menghasilkan limbah cair dan limbah bahan beracun berbahaya yang melebihi batas baku mutu yang ditetapkan.

6. Daftar Pustaka

- [1] Dr. Richardus Eko Indrajit, Andhie Lala Adam. (2002), "*Buku Pintar Linux, Database Server PostgreSQL*", Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [2] Ralph H. Sprague, Jr. Hugh J. Watson. (1993), "*Decision Support Systems, Putting Theory Into Practice*", Prentice-Hall, Inc, New Jersey
- [3] Efrem G. Mallach. (2002), "*Decision Support and Data Warehouse Systems*", Tata Mcraw-hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- [4] Dr. Ir. Kadarsah Suryadi, Ir. M. Ali Ramdhani, MT. (2000), "*Sistem Pendukung Keputusan, Suatu Wacana Struktural Idealisasi dan Implementasi Konsep Pengambilan Keputusan*", Remaja Rosdakarya, Bandung.