

## PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK DATABASE MONITORING KINERJA TPA

**Heru Dwi Wahyono**

Peneliti di Pusat Teknologi Lingkungan  
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

### **Abstract**

*The increasing number of resident in an area impact to the increasing number of domestic waste produced by that area. The amount of existing landfill waste is not enough to accommodate all waste. This is the reason why the researchers need to develop a landfill waste with good performance. Good performance landfill can treat waste quickly and does not contaminate the environment. Methan gas produced by the landfill waste can be used as alternatif energy resources. To improve the performance of landfill waste, the waste management in landfill waste need to be monitored. The landfill waste monitoring carried out on quality of leacate, volume and concentration of gas, and some other parameters. To facilitate the monitoring process should be developed database software for landfill waste performance monitoring. With this software the data is managed in such a way so that it can be called back quickly and easily and can be displayed in various forms of landfill performance analysis reports.*

**Key words** : Tempat Pemrosesan Akhir Sampah, Pengelolaan Sampah, Database Monitoring Kinerja TPA

### **I. PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Penelitian tentang Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah yang memiliki kinerja yang baik sangat dibutuhkan untuk mengentaskan permasalahan sampah di kota-kota besar di Indonesia. Selain lindi TPA juga menghasilkan gas buangan lain berupa metan dalam jumlah yang banyak. Gas ini dengan penanganan tertentu dapat digunakan untuk sumber energi alternatif. Untuk mengoptimalkan penggunaan TPA yang rata-rata hanya ada satu di kota-kota besar dan metropolitan, maka perlu dipantau kinerjanya.

Kegiatan pemantauan dilaku-kan untuk mengetahui data parameter gas, temperatur, kelembaban dan debit gas di setiap lapisan sampah yang ada di TPA.

Pengelolaan data hasil pemantauan baik yang dilakukan secara manual ataupun secara otomatis menggunakan suatu sistem online monitoring sangat memerlukan sistem pengelolaan data terstruktur yang mampu mengelola data sedemikian rupa sehingga data dapat disajikan kembali dalam berbagai bentuk laporan. Hasil pengumpulan data dapat dianalisa untuk proses pengambilan kebijakan tertentu oleh manajemen.

#### **1.2. Tinjauan Pustaka**

##### **1.2.1. Kebijakan Pemerintah Mengenai Pengelolaan Sampah**

Keseriusan pemerintah baik pusat maupun daerah dalam menangani masalah persampahan telah dituangkan ke dalam

beberapa peraturan tentang persampahan. Kebijakan pemerintah pusat terhadap masalah pengelolaan sampah telah direvisi dengan keluarnya Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah. Di dalamnya telah diatur tugas dan wewenang pemerintah dalam pengelolaan sampah <sup>1)</sup>.

Tugas dan kewenangan pemerintah baik pusat maupun daerah yang berkaitan dengan peningkatan kinerja TPA telah diuraikan dalam UU No. 18 Tahun 2008 yakni <sup>1)</sup>:

- Melakukan penelitian, pengembangan teknologi pengurangan, dan penanganan sampah.
- Melaksanakan pengelolaan sampah dan memfasilitasi penyediaan prasarana dan sarana pengelolaan sampah.
- Melakukan pemantauan dan evaluasi secara berkala setiap 6 bulan selama 20 tahun terhadap tempat pemrosesan akhir sampah dengan sistem pembuangan terbuka yang telah ditutup.

### **I.2.2. Pengelolaan Gas TPA**

Gas yang dihasilkan oleh sebuah TPA merupakan gas-gas yang bersifat berbahaya, yakni beracun dan mudah terbakar. Sejak dideklarasikan Protokol Tokyo pada tahun 1997 dan kesadaran dunia untuk turut mengendalikan pemanasan global, maka gas-gas yang dihasilkan oleh sebuah TPA merupakan gas-gas yang termasuk dalam *Green House Gases* (CHG) atau Gas Rumah Kaca (GRK). Gas-gas ini memiliki kontribusi yang besar dalam proses perubahan iklim pemanasan global. <sup>2)</sup>

Sulitnya menurunkan emisi GRK melalui pengelolaan gas di TPA menyebabkan diciptakannya *Clean Development Mechanism* (CDM) yang bertujuan untuk memanfaatkan gas-gas yang dihasilkan oleh TPA menjadi sumber energi alternatif.

Kegiatan ini disebut sebagai *Landfill Gas to Energy* (LFGE). Adapun gas yang dihasilkan oleh sebuah TPA umumnya terdiri dari gas CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, dan O<sub>2</sub> dengan komposisi yang berbeda-beda <sup>2)</sup>.

### **I.2.3. Konsep Pengembangan Sistem**

Di dalam ilmu informatika dan komputer, pengembangan sebuah perangkat lunak, secara konseptual memiliki suatu evolusi (*Software Evolutaion*), yang terdiri dari rangkaian aktivitas yang akan terjadi selama proses pengembangan dan pemeliharaan sistem software tersebut. <sup>3)</sup> Aktifitas tersebut antara lain :

- *System Initiation/Adoption*
- *Requirement Analysis and Specification*
- *Functional Specification or Prototyping*
- *Partition and Selection (Build/Buy/Reuse)*
- *Architectural Configuration Specification*
- *Detailed Component Design Specification*
- *Component Implementation and Debugging*
- *Software Integration and Testing*
- *Documentation and System Delivery*
- *Training and Use*
- *Software Maintenance*

Di dalam *software evolution* yang terdiri serangkain aktivitas di atas menyajikan berbagai macam metodologi berupa model daur hidup perangkat lunak (*Software Life Cycle*) <sup>3)</sup>, yaitu :

- *Model Build and Fix*
- *Model Prototyping*
- *Model Incremental*
- *Model Spiral*
- *Model Waterfall / SDLC (Software Development Live Cycle)*

Pengembangan sistem *software* umumnya menggunakan metodologi *System Development Live Cycle* (SLDC) yang artinya siklus hidup pengembangan sistem. Dari kelima model metodologi di atas, model *waterfall* adalah model pengembangan sistem yang paling banyak digunakan<sup>3)</sup>. Model ini memiliki tahapan :

- *Scope and Objective*
- *Feasibility Study*
- *System Analysis*
- *System Design*
- *Detailed Design*
- *Implementation*
- *Changeover*
- *Evaluation & Maintenance*

### 1.3. Tujuan dan Sasaran

Tujuan dari kegiatan ini adalah mengembangkan perangkat lunak pengelolaan data untuk monitoring parameter lingkungan suatu TPA. Sedangkan sasaran akhir kegiatan adalah diperolehnya perangkat lunak pengolahan yang dapat mengelola data parameter gas, temperatur, kelembaban dan debit gas di setiap lapisan sampah yang ada di skala.

### 1.4. Lingkup Kegiatan

Ruang lingkup kegiatan yang dilaksanakan dalam melakukan pengembangan perangkat lunak ini adalah :

- Penggalan kebutuhan pengguna, dilakukan dengan *interview* terhadap pengguna berkaitan dengan fitur perangkat lunak yang dibutuhkan.
- Merancang struktur *database* dan *user interface* yang dapat mewakili

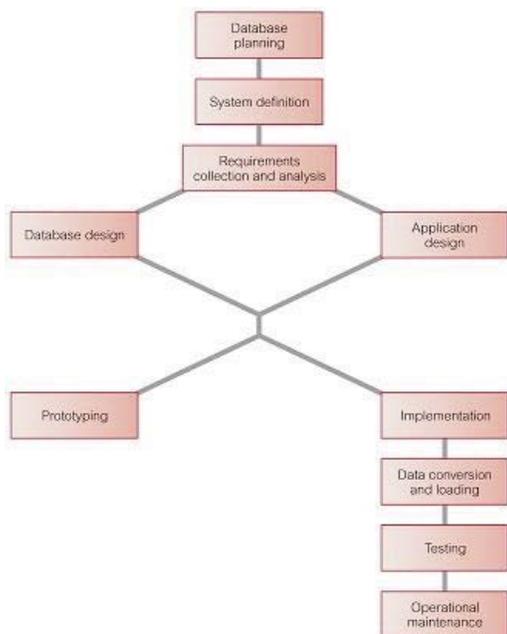
kebutuhan pengguna dan fitur perangkat lunak yang akan dikembangkan.

- Membangun perangkat lunak sesuai disain yang telah dirancang sesuai kebutuhan pengguna.
- Menguji pengoperasian perangkat lunak.

### 1.5. Metodologi Pelaksanaan

Metodologi pelaksanaan kegiatan ini dilaksanakan dalam tahapan seperti pada gambar 1, yaitu :

- Merencanakan tujuan utama dari pembuatan perangkat lunak ini.
- Mendefinisikan jangkauan dan batasan aplikasi database, serta siapa pengguna utamanya.
- Proses pengumpulan dan analisa data informasi yang dibutuhkan.
- Membuat sebuah rancangan *database* yang mendukung semua kegiatan.
- Memilih Sistem Manajemen Database yang cocok untuk menjalankan aplikasi *database*.
- Merancang GUI *user interface* dan program aplikasi yang akan digunakan serta untuk memproses *database*.
- Membangun *prototipe* program aplikasi *database*
- Proses running dan pengujian program aplikasi secara terus menerus untuk menemukan kesalahan.
- Mengimplementasikan program *database* pada kondisi sebenarnya.
- Proses pemantauan dan pemeliharaan program *database* yang sudah terpasang.



Gambar 1. Siklus Pembuatan Aplikasi Database

## II. PEMBAHASAN

### 2.1. Perancangan Sistem Basis Data

Pengembangan sistem basis data sangat tergantung dengan kebutuhan pengguna sistem, karena hal ini sangat terkait dengan kebutuhan akan penyajian informasi dalam format tertentu. Perancangan database dikembangkan melalui beberapa proses tahapan, yaitu :

1. Survei pengumpulan data. Data yang dikumpulkan meliputi peraturan perundangan dan referensi lain yang berkaitan dengan pembangunan sebuah TPA, contoh data-data hasil pengukuran secara manual dan dokumentasi contoh pelaporan data.
2. Interview kebutuhan pengguna. Interview dilakukan kepada pengguna yang berhubungan langsung dengan kegiatan penelitian di TPA. Interview ini dilakukan untuk mendapatkan kepastian mengenai penggunaan parameter pengukuran dan contoh-contoh format penulisan data.

3. Analisa sistem data dan pelaporan data. Data-data dan contoh-contoh pelaporan data yang telah dikumpulkan dianalisa untuk menentukan entitas data pemantauan kinerja TPA. Dari entitas yang dihasilkan ditentukan pula parameter data yang akan digunakan.

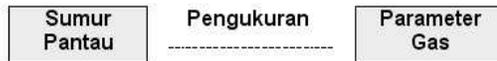
Dari hasil survei dan *interview* terhadap kebutuhan pengguna khususnya peneliti lingkungan yang melakukan penelitian mengenai kinerja suatu TPA dapat disimpulkan bahwa dalam satu TPA bisa terdapat lebih dari satu buah titik pantau yang digunakan untuk memantau kualitas dan kuantitas gas yang dihasilkan oleh TPA tersebut.

Entitas yang didapat dari kegiatan monitoring gas di TPA ini adalah : (1). Entitas titik pengamatan (sumur pantau), dan (2). Entitas data pemantauan (parameter gas). Kedua entitas ini memiliki relasi/hubungan 'pengukuran' yang dilakukan setiap interval waktu tertentu (tanggal, jam). Masing-masing entitas dan relasi tersebut (Gambar 2) memiliki atribut informasi sebagai berikut:

1. Entitas Titik Pengamatan (Sumur Pantau)
  - ID Sumur
  - Nama Sumur
  - Koordinat lokasi (Lintang, Bujur)
  - Kontak person
  - Keterangan lain
2. Entitas Data Pemantauan (Parameter Gas)
  - CH<sub>4</sub> / gas metan
  - CO<sub>2</sub> / gas karbon dioksida
  - H<sub>2</sub>S / gas hidrogen sulfida
  - O<sub>2</sub> / gas oksigen
  - Suhu / temperatur
  - Kelembaban
  - Debit flow gas

### 3. Entitas Pengukuran

- Tanggal pengukuran
- Jam pengukuran



Gambar 2. Relasi Pada Entitas Monitoring TPA

Selain entitas di atas, terdapat entitas tambahan, yakni pengguna yang memiliki atribut informasi sebagai berikut :

### 4. Entitas Pengguna

- ID Pengguna
- Kode Akses>Nama User
- Nama Lengkap
- Nomor Telepon
- Password
- Jabatan/Otoritas Akses

#### 2.2. Rancangan Tabel Data

Dari hasil penjabaran beberapa entitas di atas, maka dapat dirancangan tabel-tabel pemantauan kinerja TPA seperti contoh di bawah ini:

Tabel 2. Tabel 1. Data Sumur Pantau

Field Parameter	Tipe Data	Keterangan
IDSumur *	Text	Nomor Identifikasi Sumur Pantau
NamaSumur	Text	Nama Sumur Pantau
KontakPerson	Text	Nama Penanggung Jawab Sumur Pantau
LintangDerajat	Integer	Posisi Koordinat Lintang Derajat
LintangMenit	Integer	Posisi Koordinat Lintang Menit
LintangDetik	Integer	Posisi Koordinat Lintang Detik
BujurDerajat	Integer	Posisi Koordinat Bujur Derajat
BujurMenit	Integer	Posisi Koordinat Bujur Menit
BujurDetik	Integer	Posisi Koordinat Bujur Detik
Keterangan	Text	Keterangan Lain Tentang Sumur Pantau

\* Primary Key

Tabel 2. Data Pengukuran

Field Parameter	Tipe Data	Keterangan
IDSumur*	Text	Nomor Identifikasi Sumur Pantau
Tanggal *	Date	Tanggal Pengukuran
Jam *	Time	Waktu Pengukuran
CH <sub>4</sub>	Double	Kandungan Gas CH <sub>4</sub>
CO <sub>2</sub>	Double	Kandungan CO <sub>2</sub>
H <sub>2</sub> S	Double	Kandungan Gas Hidrogen Sulfida
O <sub>2</sub>	Double	Kandungan Gas O <sub>2</sub>
Suhu	Double	Temperatur Sampah
Kelembaban	Double	Kelembaban Sampah
Debit	Double	Debit / flow gas

\* Primary Key

Tabel 3. Data Pengguna

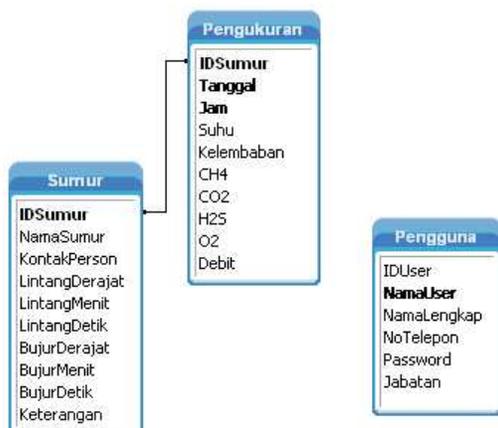
Field Parameter	Tipe Data	Keterangan
IDUser *	Text	Nomor Identifikasi Pengguna
NamaUser	Text	Kode Login Pengguna
NamaLengkap	Text	Nama Lengkap Pengguna
NoTelepon	Text	No HP Data Logger
Password	Text	Kata Kunci Pengguna
Otoritas	Text	Otoritas Akses Pengguna

\* Primary Key

Tabel berikut adalah nama field data, format data dan contoh data yang akan dikelola oleh tabel pengukuran.

Tabel 4. Format Data Tanggal, Jam dan Parameter Ukur Lain

Data	Format	Contoh
Tanggal	DD/MM/YYYY	01/07/2007
Waktu	HH : MM : SS	09:15:05
CH <sub>4</sub>	double	12,25
CO <sub>2</sub>	double	21,35
H <sub>2</sub> S	double	15,40
O <sub>2</sub>	double	10,15
Suhu	double	13,01
Kelembaban	double	24,21
Debit	double	9,13



Gambar 3. Rancangan RDMS

### 2.3. Disain Tabel Kerja (View/Query)

Untuk keperluan manipulasi data pada sistem database kinerja TPA, perlu didefinisikan juga beberapa tabel kerja (*view/query*) yang merupakan gabungan dari beberapa tabel inti yang memiliki relasi. Tabel-tabel kerja atau query tersebut didefinisikan menggunakan bahasa query terstruktur SQL (*Structured Query Language*) yang merupakan bahasa standar pemrograman untuk pengembangan sistem database. Beberapa tabel kerja / *query* yang dihasilkan antara lain :

Tabel 5. Query Parameter

Tabel View/Query	Tabel
Monitoring	• SumurPantau • Pengukuran
Data	• SumurPantau • Pengukuran
JumlahData1	• Monitoring
JumlahData2	• JumlahData1

Data Manipulation Language (DML) untuk masing-masing *query* adalah sebagai berikut :

#### 1. DML Query Monitoring :

```

SELECT IDPantau, NamaPantau,
KontakPerson, Keterangan, Tanggal, Jam,
Suhu, Kelembaban, CH4, CO2, H2S, O2, Debit
FROM Sumur, Pengukuran
WHERE Sumur.IDPantau = Pengukuran.
IDPantau
ORDER BY IDPantau, Tanggal, Jam;
    
```

## 2. DML Query Data :

```
SELECT IDPantau, NamaPantau, Tanggal,
Jam, Suhu, Kelembaban, CH4, CO2, H2S,
O2, Debit, KontakPerson, LintangDerajat,
LintangMenit, LintangDetik, BujurDerajat,
BujurMenit, BujurDetik, Keterangan
FROM Stasiun, Pengukuran
WHERE Stasiun.IDPantau = Pengukuran.
IDPantau
ORDER BY IDPantau, Tanggal, Jam;
```

## 3. DML Query JumlahData1 :

```
SELECT IDPantau AS IDPantau, Tanggal,
Count(Jam) AS JmlJam, NamaPantau AS
NamaPantau, Avg(Suhu) AS Rata2Suhu,
Avg(Kelembaban) AS Rata2Lembab, Avg(CH4)
AS Rata2CH4, Avg(CO2) AS Rata2CO2,
Avg(O2) AS Rata2O2, Avg(H2S) AS Rata2H2S,
Avg(Debit) AS Rata2Debit
FROM Monitoring
GROUP BY IDPantau, Tanggal, NamaPantau
ORDER BY IDPantau, NamaPantau;
```

## 4. DML Query JumlahData2 :

```
SELECT IDPantau AS IDPantau, NamaPantau
AS NamaPantau, Count(Tanggal) AS JmlTgl,
Sum(JmlJam) AS JmlJam, Avg(Rata2CH4)
AS Rata2CH4, Avg(Rata2CO2) AS Rata2CO2,
Avg(Rata2H2S) AS Rata2H2S, Avg(Rata2O2)
AS Rata2O2, Avg(Rata2Suhu) AS Rata2Suhu,
Avg(Rata2Lembab) AS Rata2Lembab,
Avg(Rata2Debit) AS Rata2Debit
FROM JumlahData1
GROUP BY IDPantau, NamaPantau
ORDER BY IDPantau;
```

Selain keempat tabel kerja di atas, untuk menampilkan data monitoring kinerja TPA yang telah diukur ke dalam tampilan grafik, perlu didefinisikan DML sebagai berikut :

```
SELECT Jam, &Parameter& INTO TempTable
FROM Pengukuran
WHERE IDSumur = &IDSumur2& AND Tanggal
= &Tglukur& AND Jam BETWEEN &DariJam&
AND &SampaiJam&
ORDER BY Jam;
```

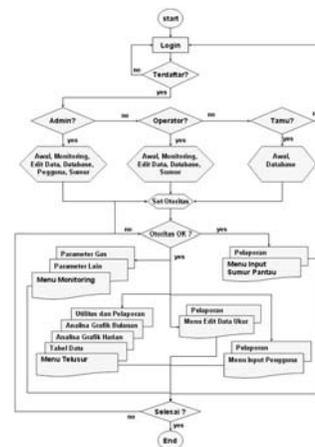
Adapun arti dari masing-masing variabel pada DML di atas adalah :

- &Parameter& : field CH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, Suhu, Kelembaban, Debit
- &IDStasiun2 : ID stasiun monitoring
- &TglUkur&: tanggal pengukuran
- &DariJam&: jam mulai pengukuran
- &SampaiJam&: jam akhir pengukuran

## 2.4. Perancangan User Interface Database

Perancangan user interface perangkat lunak untuk database monitoring TPA dilakukan dengan membuat model-form pengisian data sesuai dengan tabel data dan tabel kerja yang ada. Selain itu juga disusun berbagai bentuk format laporan data pengukuran untuk menampilkan data monitoring TPA di setiap sumur pantau.

Rancangan awal disusun dengan membuat *prototipe software* yang didasarkan pada hasil rancangan database terstruktur. Rancangan awal ini dapat diubah kembali sesuai dengan kebutuhan pengguna di lapangan. Rancangan sistem pengoperasian *user interface* yang dikembangkan dapat dilihat seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Proses Pengoperasian Perangkat Lunak

Adapun rancangan struktur direktori instalasinya adalah seperti pada gambar 5 berikut.

```
C:\ONLIMOTPA\
-|
|-- ONLIMOTPA.MDE ... Root direktori
|  |-- DATA\      ... Program Inti Aplikasi
|     |-- DATA\   ... Direktori Data
|         |-- DATATPA.MDE ... File Database
|         |-- MANUAL\ ... Direktori Online Manual
```

Gambar 5. Struktur Direktori Instalasi

## 2.5. Perancangan Modul *User Interface*

Sistem perangkat lunak yang dikembangkan terdiri dari modul pengisian data stasiun, *modul editing* data pengukuran online dan manual, modul penelusuran data, serta modul pelaporan data yang terdiri dari laporan ringkas, laporan rinci, laporan lengkap, dan laporan satuan data. Masing-masing modul dirancang sedemikian rupa agar dapat dengan mudah digunakan oleh pengguna sistem ini.

### 2.5.1. Modul Menu Utama

Modul ini akan muncul pertama kali saat pengguna berhasil *login* ke dalam sistem dengan otoritas aksesnya. Menu utama berisi ikon untuk mengaktifkan modul lain di dalamnya, yakni :

- Ikon Awal, untuk kembali ke tampilan awal program aplikasi.
- Ikon *Monitoring*, untuk memantau data pengukuran secara online.
- Ikon *Edit Data*, untuk menyunting data pengukuran *online*.
- Ikon Database, digunakan untuk menelusuri data pengukuran online.
- Ikon Pengguna, untuk mengelola login dan *password* pengguna.
- Ikon Sumur, untuk mengelola data fisik sumur pantau.
- Ikon Selesai, untuk keluar atau selesai dari program aplikasi ini.



Gambar 6. Rancangan Modul Menu Utama

### 2.5.2. Modul Monitoring

Modul ini digunakan untuk memantau data yang sedang dikirim oleh data *logger* ke dalam sistem penerimaan data di pusat data, sehingga proses monitoring dapat dilakukan secara *online* dan *real time*. *Modul monitoring* yang disediakan terbagi ke dalam tiga jenis pilihan monitoring, yaitu monitoring parameter gas, monitoring parameter lain dan monitoring satu parameter ukur.

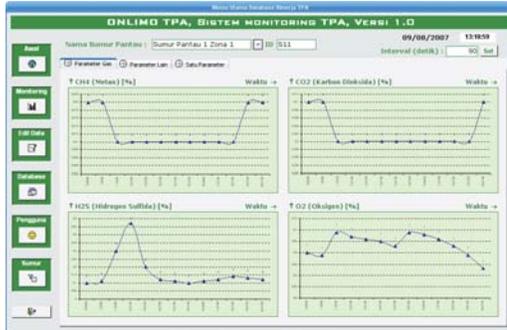
Pada monitoring parameter gas, komputer hanya menampilkan ke layar monitor hasil pengukuran untuk empat gas, yaitu CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, dan O<sup>2</sup>. Pada monitoring parameter lain, komputer akan menampilkan ke layar monitor hasil pengukuran terhadap parameter lain selain gas, yaitu temperatur, kelembaban dan debit *flow* gas secara keseluruhan. Sedangkan pada *window* satu parameter komputer akan menampilkan salah satu hasil pengukuran ketujuh parameter ukur di atas sesuai pilihan pengguna ke dalam tampilan yang lebih besar.

Melalui ketiga jenis tampilan *window* pada menu monitoring di atas pengguna dapat menentukan sendiri interval waktu pembaharuan data dalam satuan detik misalnya 900 detik, 1800 detik atau 3600 detik. Jika tidak ditentukan secara otomatis komputer akan membaharui tampilan data setiap 90 detik. Makin banyak data yang masuk makin rapat grafik yang akan ditampilkan ke layar monitor. Selain grafik, komputer juga akan menampilkan angka

hasil pengukurannya di atas gambar titik pada masing-masing grafiknya.

Gambar 7 berikut adalah rancangan modul monitoring untuk parameter gas sedangkan gambar 8 adalah rancangan modul monitoring untuk parameter temperatur, debit gas dan kelembaban.

### 2.5.3. Modul Edit Data



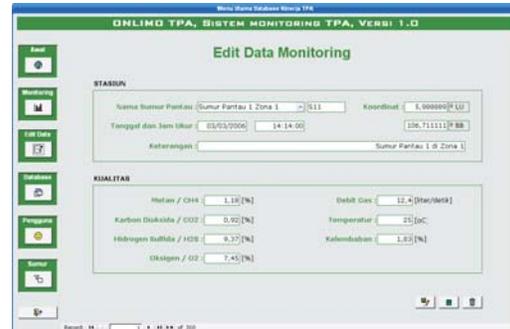
Gambar 7. Rancangan Modul Monitoring Tab Control Parameter Gas



Gambar 8. Rancangan Modul Monitoring Tab Control Parameter Lain (Temperatur, Kelembaban dan Debit)

Modul *editing* data dibuat untuk menyunting data-data hasil pengukuran secara online. Secara teoritis data hasil pengukuran tidak perlu dsunting, namun jika terpaksa diperlukan maka modul ini dapat membantu proses *editing* tersebut. Contoh data yang perlu disunting misalnya jika terdapat data dengan nilai *minus*, dimana nilai minus ini merupakan tanda-tanda bahwa sensor perlu dikalibrasi kembali. Selain data

pengukuran dapat disunting pula data lokasi sumur pantau untuk masing-masing lokasi pemantauan.



Gambar 9. Rancangan Modul Edit Data

Pada gambar di atas pengguna dapat menyunting parameter pengukuran gas CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, O<sub>2</sub>, Temperatur, Kelembaban dan Debit gas. Modul ini khusus digunakan hanya untuk menyunting ke tujuh parameter data di atas, untuk data sumur pantau jika diperlukan sebaiknya disunting melalui modul sumur pantau. Jika perubahan data telah dilakukan pengguna dapat menekan ikon "save" untuk menyimpan data.

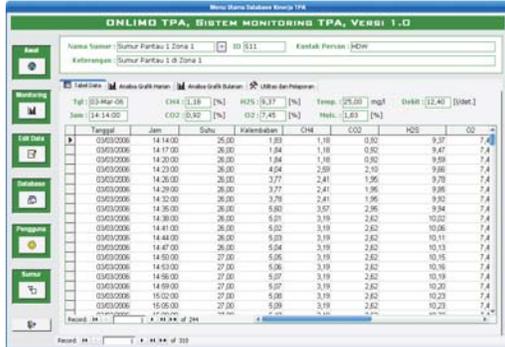
### 2.5.4. Modul Database

Modul database digunakan sebagai modul penelusuran data. Modul ini terdiri dari empat buah tab control yang berisi fitur berbeda-beda, yaitu :

- Tab Control Tabel Data
- Tab Control Analisa Grafik Harian
- Tab Control Grafik Analisa Bulanan
- Tab Control Utilitas dan Pelaporan

Untuk menampilkan data yang diukur oleh masing-masing sumur pantau, pengguna pengguna harus memilih salah satu dari nama sumur pantau yang ada. Setelah salah satu nama sumur pantau dipilih, komputer akan menampilkan data-data pengukurannya yang sudah tersimpan di dalam *database*.

Pada *Tab Control* Tabel Data, komputer akan menampilkan data pengukuran yang sesuai dengan ID sumur pantau yang telah



Gambar 10. Rancangan Modul Database Tab Control Tabel Data

dipilih. Pengguna dapat menggunakan ikon navigasi data untuk memindahkan kursor dari data yang satu ke data yang lain. Pada modul ini pengguna tidak dapat menyunting data yang ditampilkan.

Tab Control berikutnya adalah Analisa Grafik Harian. Pada Tab Control ini untuk menampilkan grafik harian, pengguna harus memasukkan data-data : tanggal pengukuran, waktu pengukuran, lokasi pengukuran dan parameter ukur yang akan ditampilkan grafiknya.

Setelah pengguna memasukkan query data yang dibutuhkan, komputer akan secara otomatis memanggil data yang sesuai dengan kelompok data yang dimaksud dan menampilkan data angka dan grafiknya ke layar monitor. Query data Tahun, Bulan, Tanggal, Jam Mulai dan Jam Akhir dapat berubah-ubah sesuai dengan data sumur pantau yang akan dipilih.

Setiap penggantian query parameter ukur data, komputer secara otomatis akan memperbaharui grafik data. Namun jika yang diubah adalah query Tahun, Bulan, Tanggal, Jam Mulai dan Jam Akhir pengguna harus menekan ikon 'Reload Grafik' untuk memperbaharui tampilan grafik. Grafik yang ditampilkan akan semakin rapat jika data yang ada semakin banyak. Jika terlalu rapat pengguna dapat mengubah query data Jam Mulai dan Jam Akhir pengukuran.

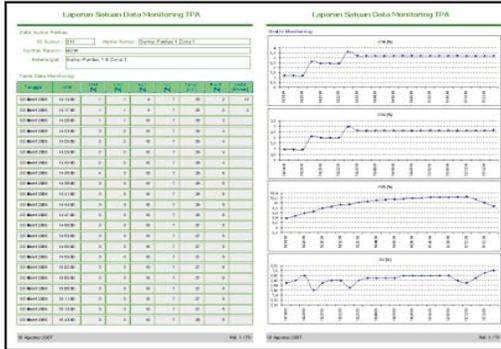
Tab Control berikutnya adalah Analisa Grafik Bulanan. Pada tab control



Gambar 11. Rancangan Modul Database Tab Control Analisa Grafik Harian

ini pengguna harus memasukkan query data bulan pengukuran dan parameter ukur yang akan ditampilkan grafiknya. Setiap penggantian query parameter, komputer secara otomatis akan memperbaharui grafik data, tetapi jika yang diubah adalah query data Bulan pengguna harus menekan ikon 'Reload Grafik' untuk memperbaharui tampilan grafik.

Tab Control terakhir dari Modul Database adalah Tab Control Utilitas dan Pelaporan. Pada tab control ini pengguna dapat menampilkan berbagai format laporan data monitoring, data sumur pantau dan data pengguna. Selain itu tab control ini berisi utilitas untuk mengekspor data ke dalam format MS Excel. Format laporan yang disediakan adalah : Laporan Ringkat, Laporan Rinci, Laporan Lengkap dan Laporan Satuan Data.



Gambar 12. Laporan Satuan Data Monitoring

The figure shows a software interface for 'Laporan Rinci Data Monitoring TPA'. It displays a detailed data table with the following columns: ID, Nama Sumur Pantau, Tgl/Mon, JmlZamMan, CH4 [N], CO2 [N], NH3 [N], O2 [N], Salinitas [g/l], pH, and Dst [jam]. The table is organized into sections for different monitoring zones (e.g., Sumur Pantau 1 Zona 1, Sumur Pantau 2 Zona 1, Sumur Pantau 3 Zona 1). At the bottom, there is a summary table for 'JUMLAH HASIL UJI/ANALISA'.

Gambar 13. Laporan Rinci Data Monitoring

### 2.5.5. Modul Sumur

Modul sumur digunakan untuk menyunting dan menelusuri informasi data umum mengenai lokasi sumur pantau. Pada modul ini pengguna dapat menyunting data nama sumur pantau, kontak person / orang yang bertanggung jawab terhadap sumur pantau ini, koordinat lintang dan bujur dalam satuan derajat, menit dan detik serta keterangan lain yang berkaitan dengan sumur pantau ini.

Modul ini akan menampilkan data sumur pantau dalam dua bentuk format, yaitu : 1). Bagian atas merupakan data satuan sumur pantau dan 2). Bagian bawah merupakan tabel daftar sumur pantau. Untuk memilih data satuan pada bagian atas pengguna dapat menggunakan ikon navigasi yang berada di paling bawah window, sedangkan untuk memilih data pada tabel daftar sumur pantau menggunakan ikon navigasi di atasnya.

The figure shows a software interface for 'Data Lokasi Sumur Monitoring'. It includes input fields for 'ID Sumur Pantau', 'Nama Sumur Pantau', 'Nama Kontak Person', 'Koordinat Lintang', 'Koordinat Bujur', and 'Keterangan Loka'. Below these fields is a table with columns: ID Sumur Pantau, Kontak Person, Lintang (Derajat), Lintang (Menit), Lintang (Detik), Bujur (Derajat), and Nama Sumur Pantau. The interface also features navigation icons on the left side.

Gambar 14. Rancangan Modul Sumur

### 2.5.6. Modul Pengguna

Modul ini digunakan untuk mendaftarkan pengguna baru atau menyunting data pengguna perangkat lunak. Modul ini hanya dapat dibuka oleh pengguna dengan otoritas akses sebagai administrator. Modul ini terdiri dari dua bagian, yaitu form isian data pengguna dan tabel data pengguna. Untuk mendaftarkan pengguna baru administrator harus menuliskan data nama login, nomor telepon pengguna, nama lengkap, *password* dan jabatan pengguna.

Jabatan yang dimaksud di sini adalah posisi atau otoritas akses pengguna dalam program aplikasi ini. Administrator dapat memilih salah satu dari pilihan otoritas akses 'Administrator, Operator atau Tamu'. *Password* yang diketikkan oleh administrator secara otomatis akan ditampilkan dalam huruf bintang-bintang seperti '\*\*\*\*\*' supaya *password* tersebut tidak mudah dibaca oleh orang lain pada saat diketikkan ke layar komputer.



Gambar 15. Window Pengguna

Untuk memilih data pengguna pada form isian pengguna administrator dapat memakai ikon navigasi yang berada di bagian bawah window dan untuk memilih data pengguna dalam tabel pengguna administrator dapat memilih ikon navigasi yang berada tepat di atasnya. Untuk mengamankan data, setiap pengguna dapat diberikan otoritas akses yang berbeda-beda. Otoritas ini yang membedakan akses antara pengguna yang satu dengan pengguna yang lain. Otoritas aksesnya terdiri dari tiga jenis, yaitu :

- Administrator : memiliki semua otoritas untuk mengelola seluruh sistem.
- Operator : memiliki otoritas memasukkan dan menyunting data, menelusuri dan melihat atau mencetak laporan data.
- Tamu : hanya memiliki otoritas menelusuri data.

Tabel 6. Kategori Pengguna dan Otoritas Akses

Pengguna Sistem	Input Data	Lihat Data	Laporan Data	Sistem Admin
Administrator	√	√	√	√
Operator	√	√	√	X
Tamu	X	√	X	X



Gambar 16. Window Login Akses ke Software

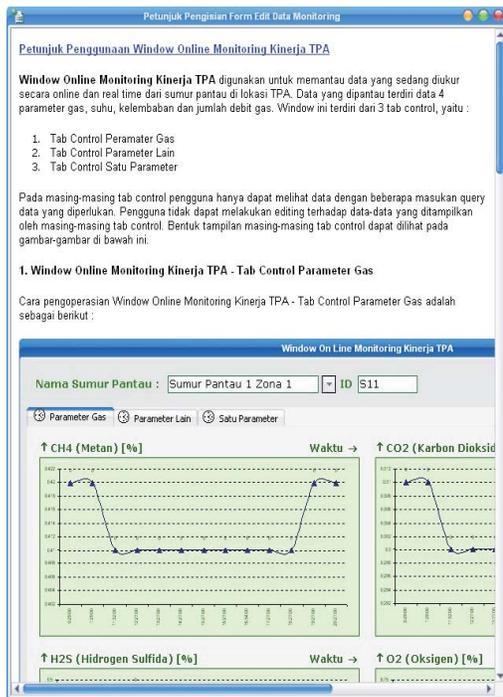
Pengguna yang sudah terdaftar secara otomatis kode loginnya akan muncul pada daftar kode akses dalam *window login* gambar di bawah ini. Sehingga user cukup memilih kode akses yang sesuai dan hanya mengetikkan *password* dengan benar.

Otoritas akses yang diberikan administrator kepada pengguna berpengaruh terhadap status beberapa ikon pada modul menu utama. Ikon-ikon ini akan aktif atau pasif sesuai otoritas pengguna yang sedang login. Ikon aktif artinya ikon ini dapat diklik untuk mengaktifkan modul yang ada di dalamnya, sedangkan ikon pasif artinya ikon ini tidak dapat diklik dan pengguna tersebut tidak dapat mengaktifkan modul yang dimaksud.

### 2.5.7. Modul Pendukung

Untuk melengkapi kebutuhan pengguna dalam mengoperasikan program aplikasi ini telah disiapkan modul-modul pendukung seperti :

- Modul Pelaporan. Modul ini berisi rancangan berbagai bentuk dokumentasi pelaporan, antara lain : laporan ringkas, laporan rinci, laporan lengkap dan laporan satuan data.
- Modul Petunjuk Pemakaian. Modul ini merupakan dokumentasi elektronik petunjuk pengoperasian sistem software secara keseluruhan.



Gambar 17. *Window* Petunjuk Pemakaian



Gambar 18. Rancangan Modul Database Tab *Control Utilitas* dan Pelaporan

### III. KESIMPULAN DAN SARAN

#### 3.1. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari proses pengembangan database kinerja TPA adalah sebagai berikut :

1. *Software* ini dirancang agar dapat melakukan sinkronisasi data ke perangkat data *logger* yang bertugas mengumpulkan data dari lokasi pengamatan di TPA.
2. Modul yang disediakan terdiri modul untuk *input / editing* data, modul penelusuran data, modul pelaporan dan modul online manual yang semuanya dibuat untuk kemudahan pengguna.
3. Untuk melindungi perangkat lunak dan kemudahan prosedur instalasinya, *software* ini dapat didistribusikan dalam bentuk paket *software* yang terkompresi dengan dilengkapi *password* instalasi.

#### 3.2. Saran

1. Untuk keperluan uji coba (*software testing*) khususnya pengujian pada modul monitoring disarankan agar dibuat program data generator yang dapat menghasilkan data-data *dummy* secara otomatis setiap interval waktu yang telah ditentukan. Program data generator ini diperlukan untuk menguji apakah program database yang dibuat dapat meng-update datanya secara otomatis jika terjadi penambahan data.
2. Agar program database dapat bekerja sinergi dengan program kendali data *logger*, maka disarankan pula agar program SMS *gateway* pada *logger* memakai *file sharing* "Data-Pengukuran.txt" sebagai file data bersama antara kedua program tersebut. *File* data ini bertugas sebagai perantara penerimaan data, dimana data pengukuran yang dikirimkan oleh data *logger* disimpan dalam file ini terlebih dahulu, kemudian secara berkala file ini dibaca oleh program *database* untuk dilakukan sinkronisasi data.

## DAFTAR PUSTAKA

1. \_\_\_\_\_, 2008. *Undang-Undang No. 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah*, Setnek – RI, Jakarta
2. \_\_\_\_\_, 2006. *Laporan Akhir Kajian Pengelolaan Leachate dan Gas Di TPA*, PTL-BPPT, Jakarta
3. Curtis, G., 1995. *Bussiness Information System 2<sup>nd</sup> Edition*. Wokingham, England: Addison Wesley
4. \_\_\_\_\_, 2008. *Criteria for Solid Waste Disposal Facilities—A Guide for Owners / Operators: Solid Waste and Emergency Response*, US EPA.
5. \_\_\_\_\_, 2008. *Pengelolaan Persampahan, Balai Lingkungan Permukiman*.