

# Telemetry Technology for Supervising and Controlling Pollution of River Water

## Pemanfaatan Teknologi Telemetry Untuk Pengawasan dan Pengendalian Pencemaran Air Sungai

Djohar Syamsi

Pusat Penelitian Informatika  
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
Jl. Sangkuriang Komplek LIPI, Gd. 20 Lt. 3, Bandung  
Indonesia

---

### Abstract

A model of river water quality monitoring devices in accordance with the conditions of rivers in Indonesia is presented. The monitoring devices are easy to operate and maintain. Moreover, the monitoring devices are in accordance with the conditions of watershed in Indonesia, and support management functions of water resources. The methodology used is a field study in Citarum River, model development for water quality monitoring system using multiple sensors, data logger and data communications between module and flow cell development. Experiment result shows that a monitoring of the water river can be done remotely (from a distance) by telemetry technology.

*Key Words:* baseline data, information, management of Water Resources, monitoring system, riverwatch

### Abstrak

Sebuah model perangkat pemantau kualitas air sungai yang sesuai dengan kondisi sungai di Indonesia dipresentasikan. Perangkat pemantau kualitas air sungai yang dihasilkan mudah dioperasikan dan dirawat. Selain itu, sistem *monitoring* sungai (*riverwatch*) yang dibuat sesuai dengan kondisi DAS (Daerah Aliran Sungai) di Indonesia dan dapat mendukung fungsi manajemen SDA (Sumber Daya Air). Metodologi yang digunakan adalah studi lapangan pada Sungai Citarum, kemudian pemodelan perangkat pemantau kualitas air dengan menggunakan beberapa sensor, pembuatan *data logger* dan modul komunikasi data serta *flow cell*. Berdasarkan beberapa percobaan, terbukti bahwa pemantauan kondisi air sungai dapat dilakukan secara *remote* (dari jarak jauh) dengan memanfaatkan teknologi *telemetry*.

Kata kunci: baseline data, informasi, manajemen Sumber Daya Air (SDA), sistem pemantau, *riverwatch*

---

### 1. PENDAHULUAN

Sungai sebagai salah satu sumber daya air memerlukan pengelolaan yang terpadu, sehingga suatu manfaat yang maksimal dapat kita rasakan. Hasil yang sangat diharapkan dari pengelolaan sumber daya air sungai adalah; ketersediaan air dengan kualitas yang sesuai dengan baku mutu serta jumlah yang cukup untuk semua jenis pemakaian. Mengingat bahwa penggunaan dan jumlah kebutuhan air berbeda antara satu pihak dengan pihak yang lain, maka diperlukan suatu

manajemen yang baik agar kebutuhan tersebut dapat terpenuhi. Untuk itu diperlukan dukungan sarana dan prasarana yang memadai agar pengelolaan dapat dilakukan dengan baik.

Manajemen SDA (Sumber Daya Air) adalah aturan-aturan didalam pemanfaatan sumber daya air, guna tetap menjamin terjaganya sumber-sumber daya air. Sedangkan definisi dari *water Monitoring* menurut ISO (International Standard Organization) adalah : suatu kegiatan yang meliputi proses pengambilan sampling, pengukuran dan pencatatan (*record data*) terhadap beberapa jenis karakteristik air, dengan tujuan untuk mengetahui kondisi yang sesungguhnya [1].

*Monitoring* dan Manajemen SDA (Sumber Daya Air) merupakan dua kegiatan yang tidak dapat dipisahkan. Pemantauan air sungai merupakan suatu

---

\*Corresponding Author. Tel: +6222-2504711

Email: djohar@informatika.lipi.go.id

Received: 8 Oct 2012; revised: 18 Oct 2012; accepted: 8 Nov 2012

Published online: 26 Nov 2012

© 2012 INKOM 2012/13-NO192

kegiatan yang dapat memberikan bermacam-macam informasi tentang kondisi air sungai [2], [3]. Pemantauan diperlukan guna menyediakan informasi yang memungkinkan keputusan yang tepat dibuat. Dalam kaitannya dengan manajemen SDA, maka beberapa macam informasi yang diperlukan antara lain; gambaran dari sumber daya air, identifikasi permasalahan yang muncul dari adanya pencemaran air, perumusan rencana dan menentukan prioritas manajemen, membangun dan implementasi program-program manajemen kualitas air, serta evaluasi efektivitas dari suatu program yang telah dilakukan, dengan demikian dapat dikatakan bahwa kegiatan pemantauan air sungai merupakan dasar dari manajemen SDA.

## 2. TELEMETRI

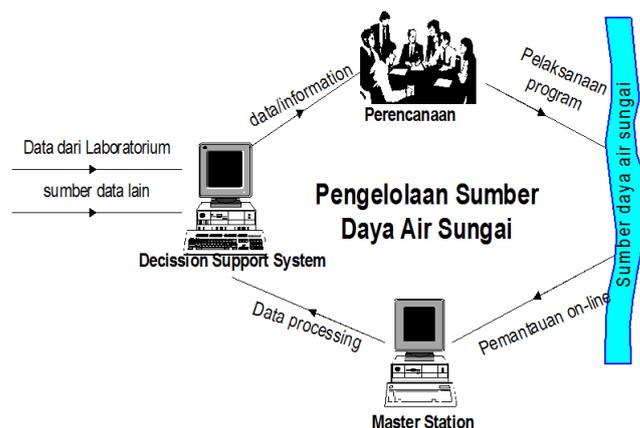
Telemetry merupakan suatu metode pengukuran terhadap sebuah obyek yang dapat dilakukan dari jarak jauh. Dengan menempatkan sebuah sensor atau transduser pada obyek yang diukur, maka data-data hasil pengukuran dapat kita ambil dari jarak jauh dengan menggunakan berbagai metode komunikasi data dan berbagai media untuk komunikasi data (satelit, frekuensi radi, dll). Pada kegiatan penelitian ini menggunakan jaringan GSM sebagai media untuk komunikasi data, sedang metode yang digunakan adalah SMS dan data call.

## 3. PEMANTAUAN JARAK JAUH

Kondisi air sungai (terutama kualitas air sungai) yang cepat berubah merupakan salah satu penyebab kenapa *monitoring*/pemantauan kondisi air sungai harus dilakukan secara kontinyu, dan metoda pengiriman data-data hasil pengukuran (*collecting data*) dilakukan secara *remote* (dari jarak jauh). Jika pemantauan dapat dilakukan secara kontinyu, maka akan dapat diperoleh baseline data. Baseline data sangat diperlukan didalam melakukan analisa terhadap permasalahan yang terjadi, serta evaluasi keberhasilan usaha-usaha yang telah dilakukan dalam kaitannya dengan pengendalian pencemaran dan rehabilitasi sungai. Gambar 1 menunjukkan pemanfaatan data-data pemantauan, yaitu untuk mendukung pelaksanaan manajemen SDA.

*Remote collecting data* merupakan sebuah metoda pengambilan data-data pengukuran dari jarak jauh, sehingga dapat dihasilkan digital data. Oleh karena itu dapat disimpan pada sebuah database server, yang sewaktu-waktu diperlukan dapat dicari dengan mudah dan dapat di distribusikan dengan cepat.

Perkembangan teknologi telemetri telah memungkinkan memanfaatkan teknologi ini kedalam kegiatan pemantauan dan distribusi data/informasi secara cepat. Manfaat yang bisa



Gambar 1. Hubungan antara *monitoring* dengan manajemen DAS

didapatkan dengan menggunakan teknologi telemetri adalah :

- (1) Pemantauan dapat dilakukan secara kontinyu sehingga diperoleh baseline data,
- (2) Hasil pemantauan yaitu berupa data-data pengukuran dapat diambil secara *remote* (dari jarak jauh),

## 4. METODOLOGI

Tujuan utama dari kegiatan penelitian ini adalah terwujudnya satu model Sistem *Monitoring* Kualitas Air Sungai yang dapat bekerja secara *online*, dan mampu melakukan pemantauan secara kontinyu. Sasaran kegiatan meliputi pembangunan model stasiun pemantau kualitas air sungai dan stasiun pengumpul data/*master station*. Diharapkan model sistem *monitoring* ini sesuai dengan kondisi rata-rata DAS (Daerah Aliran Sungai) di seluruh Indonesia, sehingga model yang dibangun ini telah siap diaplikasikan.

Metodologi yang dipergunakan pada kegiatan ini adalah dengan mengambil kasus yang terjadi di sungai Citarum, selanjutnya dilakukan survai untuk melihat kondisi sungai dan melakukan pengukuran parameter kualitas air sungai di beberapa lokasi. Dengan mempergunakan data-data hasil survai lokasi, maka dibangun model perangkat pemantau kualitas air sungai dan model stasiun pengumpul data yang dapat menerima data-data pengukuran dari stasiun pemantau secara *remote*, yaitu dengan memanfaatkan jaringan GSM.

## 5. HUBUNGAN ANTARA *MONITORING* DENGAN MANAJEMEN SDA

Pemantauan/*monitoring* merupakan salah satu kegiatan didalam manajemen sumber daya air, tujuan utama dari kegiatan pemantauan adalah untuk mendapatkan baseline data. Beberapa

pertanyaan mendasar yang sering kali memerlukan data-data aktual adalah [4]:

- (1) Bagaimana kondisi air permukaan sungai saat ini?
- (2) Apakah baku mutu kualitas air sudah tercapai saat ini?
- (3) Dimana, bagaimana, dan mengapa terjadi perubahan kondisi air?
- (4) Dimanakah masalah yang berhubungan dengan kualitas air dan penyebab masalah tersebut?
- (5) Apakah program pencegahan atau pemecahan masalah yang telah dijalankan cukup efektif?

Untuk menjawab pertanyaan tersebut tentunya diperlukan banyak data dan informasi. Untuk itu ketersediaan *online monitoring* system merupakan sesuatu yang penting. Beberapa jenis pemanfaatan data-data *monitoring* dalam kaitannya dengan manajemen sumber daya air, antara lain :

- (1) Berfungsi sebagai baseline data, yaitu dapat dimanfaatkan untuk melihat tingkat keberhasilan/efektivitas dari program-program yang telah dilaksanakan, dalam kaitannya dengan manajemen DAS.
- (2) Sebagai komponen pendukung didalam kegiatan forecasting/prediksi bencana (misalnya; banjir, pencemaran limbah, dan kerusakan lingkungan), sehingga dapat memberikan warning/peringatan. Hal ini sangat penting dilakukan dalam kaitannya dengan upaya mitigasi bencana, sehingga dampak buruk yang ditimbulkan dapat ditekan sekecil mungkin.
- (3) Menunjang Water Use Management.
- (4) Menunjang pengembangan peraturan dan penegakkan hukum.

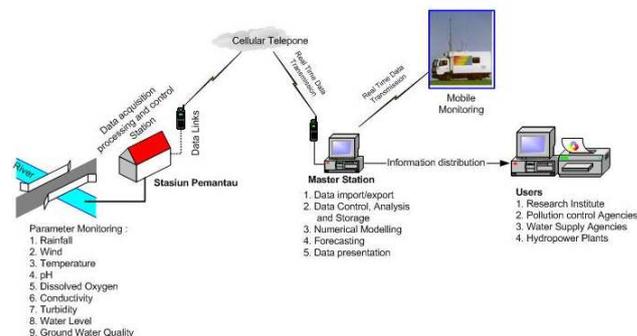
Beberapa hal yang berhubungan dengan fungsi dan issue sungai diberikan oleh Tabel I.

Tabel I. Fungsi dan Issue Sungai

Fungsi	Issue
Keamanan	Banjir
Ekosistem	Kelangkaan
Perikanan	Sedimentasi/Erosi
Rekreasi	Manajemen Kuantitas
Air Minum	Salinitas
Irigasi	Kadar keasaman

Dari definisi tentang masing-masing kegiatan, yaitu *monitoring* dan manajemen, maka dapat dikatakan bahwa *Monitoring* dan Manajemen SDA merupakan dua kegiatan yang tidak dapat dipisahkan, atau dengan kata lain kegiatan *monitoring*/pemantauan air sungai merupakan dasar/kegiatan utama dari manajemen SDA [5].

## 6. DISAIN SISTEM PEMANTAU



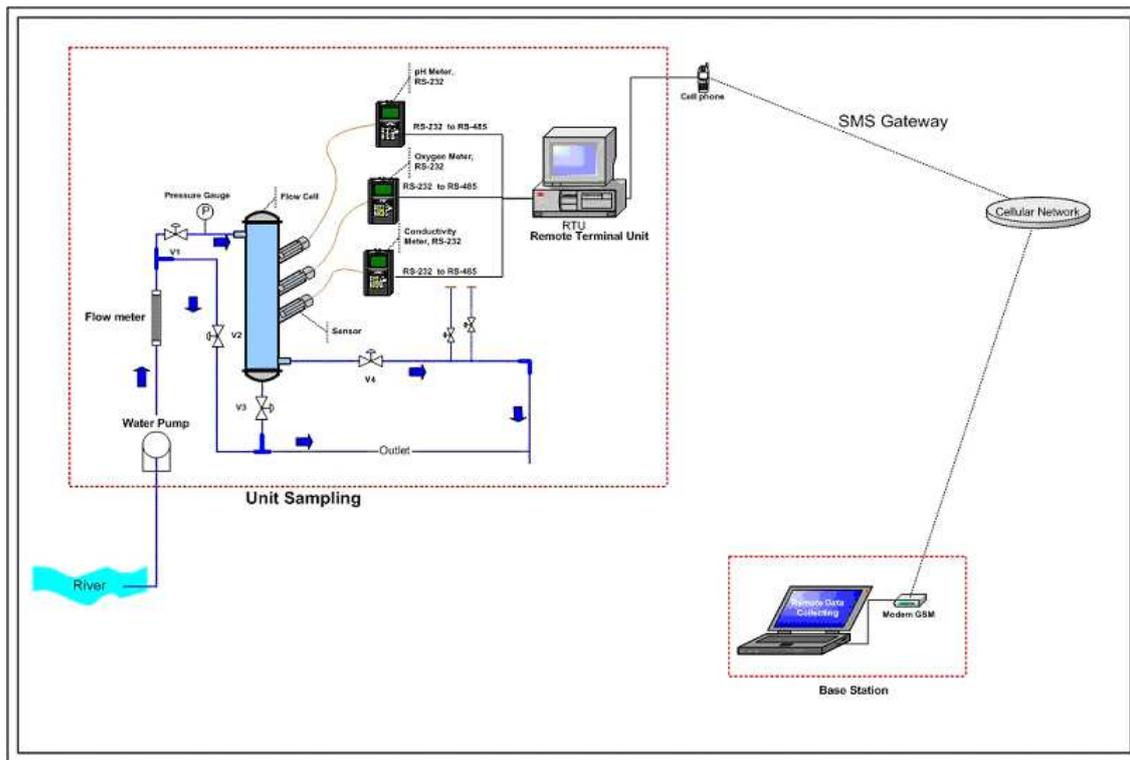
Gambar 2. Konsep disain Sistem *Monitoring* SDA untuk dapat diaplikasikan pada Sungai Citarum

Untuk membuat disain sistem *monitoring* ini, telah dilakukan survai dengan mengambil lokasi di hulu Sungai Citarum. Survai dilakukan dengan tujuan untuk:

- (1) Mencari parameter kunci kualitas air sungai.
- (2) Mencari data perubahan debit air sungai.
- (3) Melihat kondisi geografis lokasi titik pengukuran, dalam kaitannya dengan infrastruktur jaringan komunikasi yang telah ada.

Dari hasil survai tersebut didapat kesimpulan sebagai berikut :

- (1) Terdapat empat parameter kunci kualitas air sungai yaitu : Dissolved Oxygen, pH, Temperature, dan Conductivity.
- (2) Perubahan debit yang terlalu besar pada saat musim kemarau dan musim hujan sangat membahayakan sensor.
- (3) Perlunya perlindungan terhadap sensor, sehingga aman dan memudahkan dalam melakukan maintenance/penggantian sensor.
- (4) Belum memadainya infrastruktur jaringan komunikasi, menyebabkan perlunya penggunaan jaringan *cellular*/GSM untuk komunikasi data.
- (5) Komponen-komponen yang diperlukan untuk membangun sistem pemantau, terdiri dari :
  - (a) Data Acquisition Unit : merupakan suatu unit yang berfungsi untuk mendapatkan data-data pengukuran. Unit ini terdiri dari sensor, unit sampling, *data logger*, dan fasilitas komunikasi data. Semua komponen tersebut diletakkan didalam sebuah bangunan yang disebut stasiun pemantau.

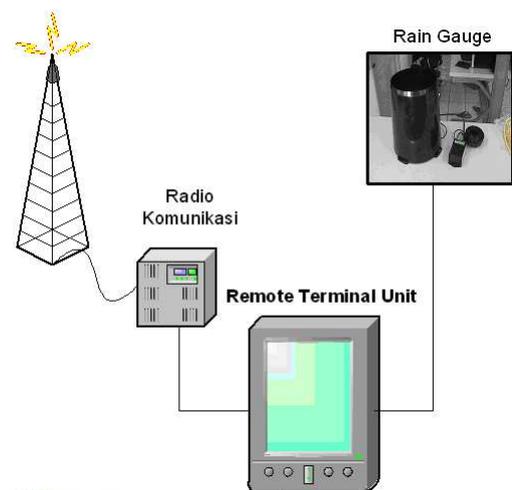


Gambar 3. Disain Sistem On-line *Monitoring* Kualitas Air Sungai.

- (b) Data Processing Unit : adalah sebuah unit dimana seluruh aktifitas kegiatan *monitoring* dilakukan. Unit ini biasanya juga disebut RCCU (*Remote Control Central Unit*), pada tempat inilah semua data-data pengukuran yang diterima dari semua stasiun pemantau diterima dan seterusnya disimpan dan diolah menjadi suatu informasi. RCCU terdiri dari sebuah PC yang dilengkapi dengan modem untuk komunikasi data. Agar PC dapat berfungsi sebagai RCCU, maka didalam PC terdapat beberapa macam program aplikasi.
- (c) Data Communication Unit : mengingat luasnya area yang harus dipantau, maka dimungkinkan lokasi antar stasiun berjauhan, maka setiap stasiun tentunya harus mempunyai fasilitas komunikasi data. Pada kegiatan penelitian ini akan digunakan jaringan *cellular* sebagai media komunikasi data.
- (d) Distribution Information Unit : semua data dan informasi yang dihasilkan oleh Data Processing Unit dapat diakses oleh para pengguna, untuk itu diperlukan sarana pendukung; misalnya link ke jaringan Internet. Pada kegiatan penelitian ini telah dilakukan uji coba dengan menggunakan fasilitas layanan SMS dan

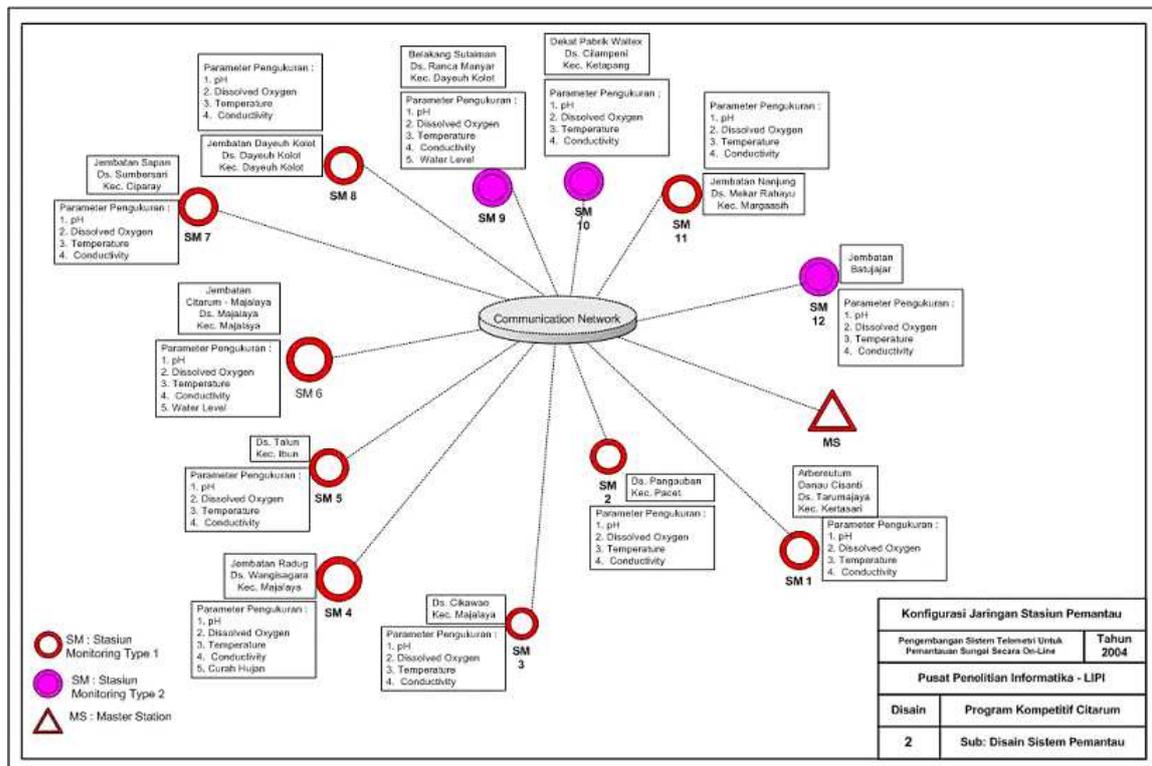
*dial up* untuk distribusi informasi/data ke para pengguna/user.

Gambar 2 menunjukkan blok diagram dari sistem pemantau secara keseluruhan.



Gambar 5. Contoh Konfigurasi komponen pada stasiun pemantau curah hujan

Dari hasil kegiatan penelitian ini, maka disain lengkap dari sistem pemantau yang sesuai dengan kondisi Sungai Citarum adalah sebagaimana Gambar 3. Sedangkan disain jaringan stasiun

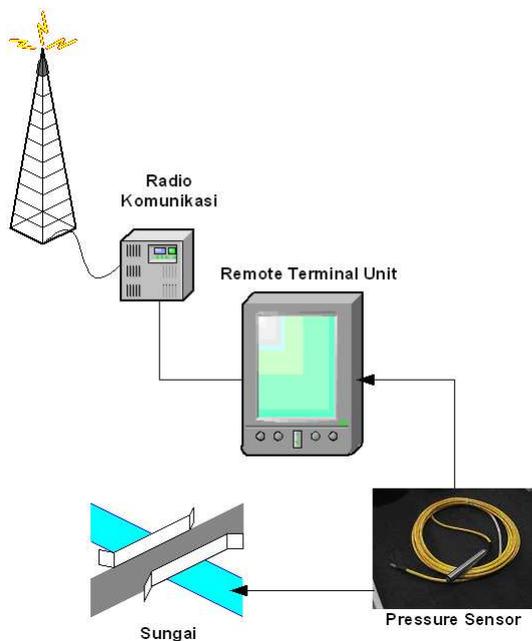


Gambar 4. Disain Jaringan Stasiun Pantau

pemantau yang sesuai dengan tujuan *monitoring* dan kondisi lokasi adalah seperti Gambar 4.

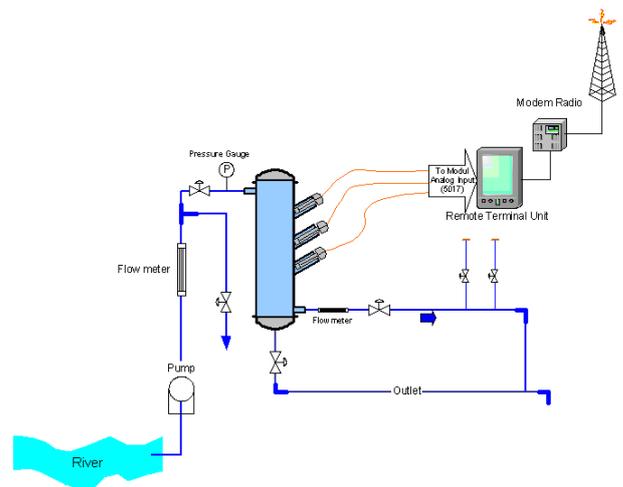
*Master Station*/Stasiun Pengumpul Data. Hubungan antara Stasiun Pantau dengan *Master Station* dilakukan dengan memanfaatkan jaringan GSM.

### 6.1 Disain Stasiun Pantau



Gambar 6. Contoh Konfigurasi Komponen pada stasiun water level

Sistem *Monitoring* sebagaimana gambar diatas terdiri dari jaringan stasiun pemantau dan satu

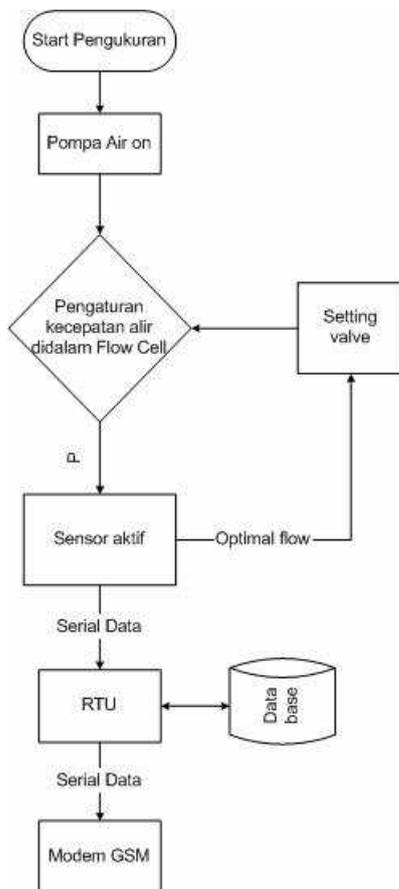


Gambar 7. Konfigurasi *flow cell* yang tersambung dengan *data logger*

Pada dasarnya semua stasiun pemantau mempunyai disain yang sama, perbedaan dari setiap stasiun pemantau hanya terletak pada jenis



Gambar 8. Flow Cell yang dibuat pada kegiatan penelitian ini



Gambar 9. Flow Diagram Proses Pengambilan data-data pengukuran pada Stasiun Pemantau

sensor dimana hal ini disesuaikan dengan jenis parameter pemantauan yang diinginkan. Komponen utama pada stasiun pemantau adalah sebagai berikut :

(1) Unit Data Logger

- (2) Unit Komunikasi Data
- (3) Media untuk komunikasi data (telephone, radio, ataupun *cellular*)
- (4) Unit Sampling : pompa, *flow cell*, dan Sensor/transducer

Gambar 5 dan 6 menunjukkan hubungan antar komponen di setiap stasiun pemantau. Untuk stasiun pemantau curah hujan dan water level tidak memerlukan *flow cell*, sedangkan untuk stasiun pemantau kualitas air diperlukan *flow cell*.

Gambar 7 menunjukkan contoh disain stasiun pemantau kualitas air sungai dengan menggunakan *flow cell*. Sebagaimana terlihat pada Gambar 7, Unit Sampling merupakan unit yang berfungsi sebagai lokasi pengukuran. Unit ini terdiri dari : *flow cell*, sensor, dan pompa air. Selain unit sampling, maka komponen dari stasiun pantau juga dilengkapi dengan unit *data logger* yang berfungsi untuk mengontrol seluruh proses pengukuran dan *record data* data. Sedangkan modem GSM berfungsi untuk menyediakan fasilitas komunikasi data. Contoh perangkat Unit Sampling adalah sebagaimana Gambar 8.

Dari Gambar 9 dapat dijelaskan cara kerja dari unit sampling adalah sebagai berikut [6]:

- (1) Pompa air akan memompa air dari sungai, agar masuk ke dalam *flow cell*.
- (2) Kecepatan alir dari pompa ini tentunya harus dikontrol agar *flow* air sesuai dengan kapasitas *flow cell*. Air akan masuk ke *flow cell* melalui input atas dan keluar melalui output bawah.
- (3) Beberapa sensor diletakkan didalam *flow cell* untuk melakukan pengukuran. Data pengukuran yang keluar dari sensor masih dalam bentuk analog data (4mA-20mA).
- (4) Selanjutnya data analog dari sensor akan masuk ke *data logger* untuk diproses menjadi data digital dan data-data yang telah diproses akan disimpan didalam *memory* dan ditampilkan pada sebuah LCD.

Pada kegiatan penelitian ini, *flow rate* data yang mampu dicapai oleh *data logger* adalah sebesar 1 menit. Artinya setiap satu menit *data logger* mampu mensuplai data baru untuk disimpan di *memory* atau dikirimkan ke *master station*. Gambar 9 merupakan *flow diagram* dari cara kerja unit sampling.

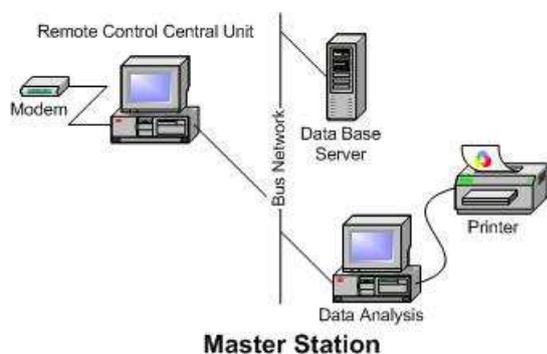
Selain menggunakan *data logger*, maka pada penelitian ini proses untuk mendapatkan digital data dapat juga dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- (1) Menghubungkan sensor dengan portable handheld *data logger* yang mempunyai fasilitas serial data transfer.
- (2) Dengan kecepatan 9600 bps, maka portable handheld *data logger* tersebut kemudian

dihubungkan ke PC/embedded PC sebagai alat bantu untuk menyimpan data-data pengukuran dan menyediakan fasilitas komunikasi data. Tentunya didalam PC tersebut telah ditanamkan program aplikasi yang mendukung kemampuan PC untuk *record data* data dan komunikasi data dengan menggunakan modem GSM.

### 6.2 Disain Master Station

Pada dasarnya Stasiun Pengumpul Data sebagai *Master Station* terdiri dari PC, modem GSM dan programk aplikasi yang ditanamkan pada PC tersebut seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 10.

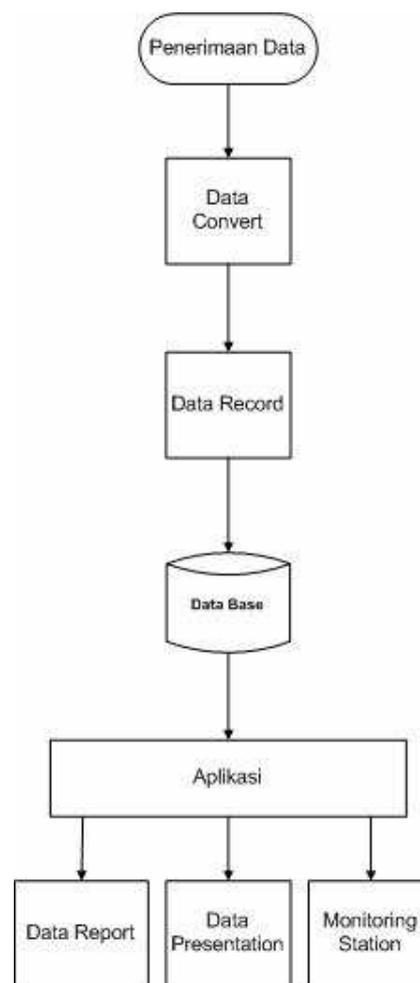


Gambar 10. Konfigurasi dari *Master Station*

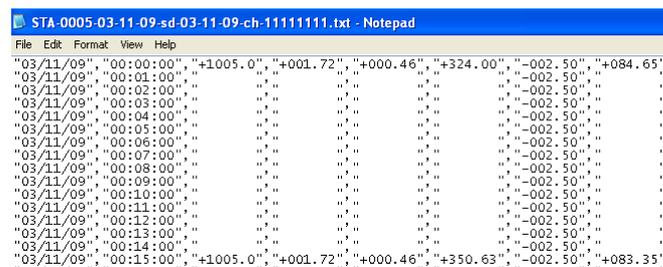
Cara kerja dari *Master Station* adalah sebagai berikut:

- (1) *Master Station* dapat mengambil data-data pengukuran dari setiap stasiun pemantau melalui dua cara, yaitu : melalui SMS atau dengan cara *download* data.
- (2) Jika melalui SMS, maka terlebih dulu *master station* akan mengirimkan sebuah pesan ke stasiun pemantau yang dituju. Selanjutnya *data logger* yang terdapat didalam stasiun pantau akan membalas SMS tersebut yang berisi 10 data pengukuran terakhir.
- (3) Jika *Master Station* ingin mengambil data-data pengukuran dari *data logger* di stasiun pantau, maka *Master Station* akan melakukan *dial up* terlebih dulu ke Stasiun Pantau. Setelah hubungan terjadi, maka *master station* dapat men-*download* data-data pengukuran yang terdapat didalam *data logger*.

Gambar 11 merupakan blok diagram cara kerja dari perangkat lunak *Remote Monitoring* dan *Control Data Logger* yang terdapat di *Master Station*. Dari beberapa kali uji coba *download* dapat dikatakan bahwa semua data-data pengukuran dapat di *download* tanpa ada yang hilang. Gambar 12 dan 13 merupakan contoh hasil *download* data.



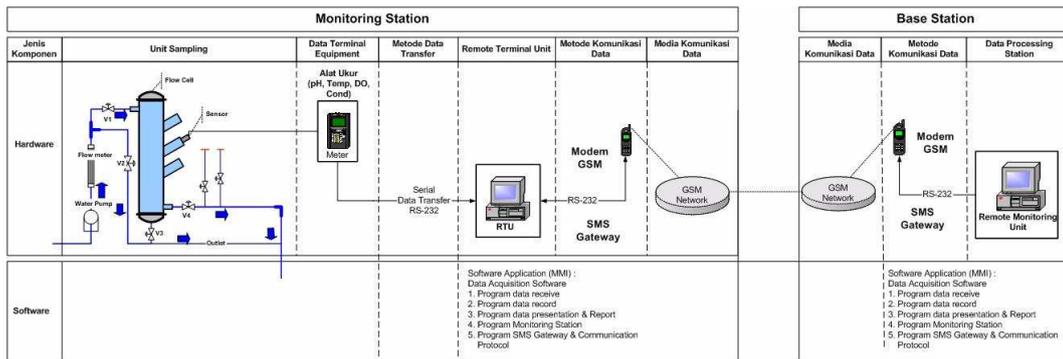
Gambar 11. Blok diagram cara kerja perangkat lunak *Remote Monitoring* dan *Control Data Logger*



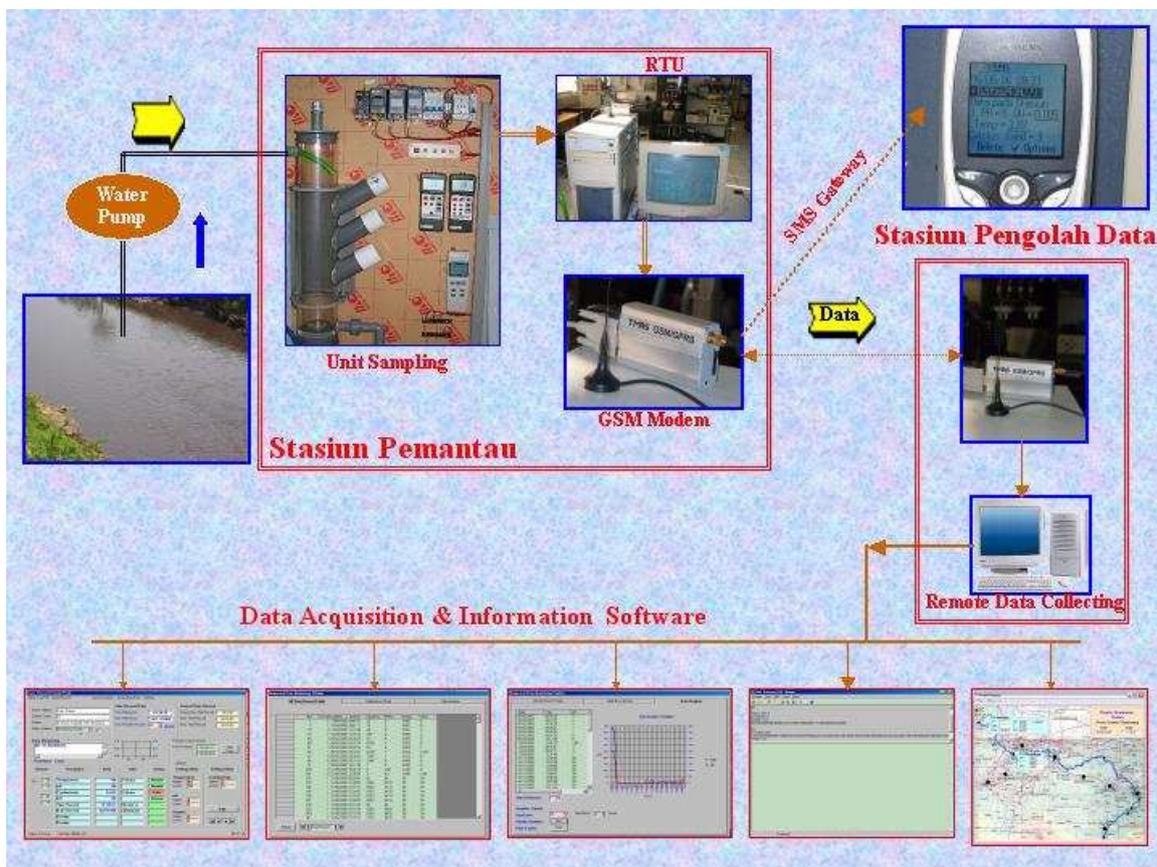
Gambar 12. Contoh hasil *download* data dalam format Text

Gambar 14 menunjukkan hubungan antar komponen pada sistem yang dibangun, serta program aplikasi yang telah dibangun.

Gambar 15 menunjukkan disain sistem pemantau secara keseluruhan, dengan kemampuan *online monitoring system*.



Gambar 14. Keseluruhan hasil kegiatan ketika disatukan menjadi Sistem *monitoring*



Gambar 15. Gambaran umum dari disain sistem *monitoring* secara keseluruhan

```

ST.BERAU CHO 081109 222013 +6285755648397.TXT - Notepad
File Edit Format View Help
"ST.BERAU","CH0","08/11/2009","21:00:00","+1051.1"
"ST.BERAU","CH0","08/11/2009","21:15:00","+1051.1"
"ST.BERAU","CH0","08/11/2009","21:30:00","+1051.1"
"ST.BERAU","CH0","08/11/2009","21:45:00","+1051.1"
"ST.BERAU","CH0","08/11/2009","22:00:00","+1051.1"
"ST.BERAU","CH0","08/11/2009","22:15:00","+1051.1"
"ST.BERAU","CH0","08/11/2009","22:30:00","+1051.1"
"ST.BERAU","CH0","08/11/2009","22:45:00","+1051.1"
"ST.BERAU","CH0","08/11/2009","23:00:00","+1051.1"
"ST.BERAU","CH0","08/11/2009","23:15:00","+1051.1"
    
```

Gambar 13. Contoh SMS yang diterima dari Stasiun Pantau

## 7. KESIMPULAN

Dari pengujian perangkat yang meliputi instalasi, komunikasi data, dan perhitungan biaya operasional khususnya untuk biaya komunikasi data, maka dapat dikatakan bahwa penggunaan unit *flow cell* untuk menempatkan sensor dapat memudahkan operator dalam melakukan pemeliharaan terhadap sensor. Penggunaan jaringan GSM dengan memanfaatkan layanan GPRS dan SMS untuk pengiriman data dan alarm dapat menekan biaya operasional untuk pengiriman data secara *online*.

Daftar Pustaka

- [1] C. Hofmann, *Interrelation between water monitoring and water management*. Tacis Project, 2002.
- [2] P. Jiang, H. Xia, Z. He, and Z. Wang, "Design of a water environment monitoring system based on wireless sensor networks," *Sensors*, pp. 6411–6434, 2009.
- [3] V. Pisinaras, C. Petalas, and A. Gemitze, "Water quantity and quality monitoring of kosynthos river north-eastern greece," *Global NEST Journal*, pp. 259–268, 2007.
- [4] V. Gmbh, "Implementation document brantas river water quality and pollution management project," LIPI, 1999.
- [5] D. Syamsi, "Pengembangan sistem telemetry untuk pemantauan sungai secara on-line," Laporan Teknis Kompetitif 2006, 2006.
- [6] R. J. Wagner, H. C. Mattraw, G. F. Rtiz, and B. A. Smith, "Guidelines and standard procedures for continuous water quality monitor; site selection, field operation, calibration, record computation, and reporting," United States Geological Survey, Tech. Rep. 00-4252, 2006.