

# Perancangan Sistem Monitoring Pengolahan Limbah Cair Pada IPAL

Iwan Muhammad Erwin  
Bidang Otomasi - Pusat Penelitian Informatika  
iwan@informatika.lipi.go.id

## Abstrak

*Pengolahan limbah cair dikerjakan dalam IPAL (Instalasi Pengolah Air Limbah). Dalam pengoperasian IPAL diperlukan data parameter yang ada dalam proses pengolahan limbah cair tersebut yaitu pH, suhu, oksigen terlarut (dissolved oxygen/DO), daya hantar listrik, TOC (Total Organic Carbon), BOD (Biological Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), dll. Untuk dapat mengetahui nilai parameter diatas perlu dipasang sensor-sensor. Apabila operator tidak dapat memonitor IPAL secara kontinyu, maka dipastikan kinerja IPAL akan tidak efektif dan efisien. Masalah ini bisa diatasi dengan pemasangan sistem otomatis yang mampu melakukan monitoring dan pengendalian proses. Namun sistem seperti ini sangat mahal, perlu biaya operasional dan perawatan yang besar pula. Untuk menekan biaya maka cukup dipasang sistem monitoring secara remote saja, pengendalian proses tetap dikerjakan operator. Dalam sistem ini sensor-sensor yang terpasang akan mengambil nilai data parameter, selanjutnya melalui RTU (Remote Terminal Unit) data-data ini dikirimkan ke kantor operator. Hasil monitoring ini ditampilkan melalui komputer menggunakan perangkat lunak Human Machine Interface (HMI). Dari data hasil monitoring ini operator dapat menentukan tindakan apa yang akan dilakukan untuk pengendalian proses di IPAL. Pada makalah ini dibuat rancangan sistem monitoring pengolahan limbah cair. Rancangan bersifat universal sehingga dapat diterapkan untuk segala jenis IPAL.*

*Kata kunci : IPAL, monitoring, Remote Terminal Unit, Human Machine Interface, rancangan.*

## 1. Pendahuluan

Air limbah terdiri dari satu atau lebih parameter pencemar yang melampaui ambang batas yang telah ditetapkan. Kemungkinan di dalamnya terdapat minyak, lemak, bahan anorganik seperti besi, aluminium, nikel, plumbum, barium, fenol, dan lain-lain, sehingga dalam pengolahannya dibutuhkan kombinasi dari beberapa metode dan peralatan [1]. Limbah diolah dengan tujuan untuk mengambil bahan-bahan berbahaya di dalamnya dan atau mengurangi/menghilangkan senyawa-senyawa kimia maupun non-kimia yang berbahaya dan beracun [2]. Beberapa cara pengolahan limbah antara lain dengan memberikan bahan kimia yang dapat menetralkan air, menghancurkan senyawa

yang berbahaya, menggumpalkan kotoran-kotoran [3].

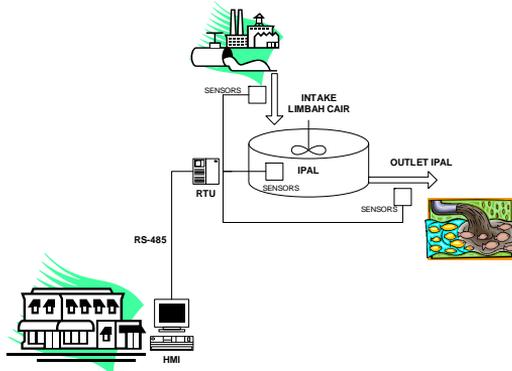
Untuk pengolahan limbah cair perlu dibangun IPAL (Instalasi Pengolah Air Limbah). Pembangunan IPAL membutuhkan biaya yang tidak murah, begitu pula dengan biaya operasional dan perawatannya. Saat ini kecenderungan yang terjadi adalah pihak industri memiliki IPAL hanya sebatas untuk memenuhi persyaratan pendirian pabrik (industri) atau untuk mematuhi peraturan pemerintah. Hanya sedikit industri yang menjalankan IPAL-nya dengan benar.

Batasan masalah adalah pada monitoring proses pengolahan limbah cair, bukan pada bagaimana pengendalian proses pengolahan limbah cair. Pengendalian proses masih memerlukan operator. Hal ini dipertimbangkan karena untuk monitoring sekaligus pengendalian proses memerlukan biaya yang sangat besar. Dalam makalah ini

ruang lingkungannya adalah bagaimana merancang sistem monitoring proses pengolahan limbah cair untuk membantu meningkatkan efektifitas dan efisiensi IPAL.

## 2. Perancangan sistem monitoring

Pada makalah ini dianggap bahwa pemilik IPAL adalah pabrik (industri). Letak IPAL yang umumnya cukup jauh dari kantor pabrik sehingga akan merepotkan operator untuk selalu *stanby* di lokasi IPAL. Masalah ini bisa diatasi dengan pemasangan sistem monitoring secara remote. Sensor-sensor yang terpasang akan mengambil data parameter, selanjutnya melalui RTU (Remote Terminal Unit) data-data ini dikirimkan ke kantor. Umumnya jarak IPAL dengan kantor pabrik tidak lebih dari 1 km, dengan demikian komunikasi data dapat melalui kabel menggunakan sistem RS-485.



**Gambar 1** Gambaran sederhana monitoring ‘pengolahan limbah cair’

Gambar 1 menunjukkan sistem monitoring pengolahan limbah cair. Di kantor pusat program aplikasi HMI akan memonitor segala kondisi yang terjadi di IPAL, data-data parameter dapat dilihat secara online dan real-time. Selanjutnya data ini disimpan dalam suatu basis data yang dapat dipergunakan lebih luas lagi, misalnya untuk pembuatan laporan dan analisis kebutuhan operasional dan maintenance IPAL

HMI sebagai perangkat lunak berfungsi menampilkan data hasil pengukuran oleh sensor, perekaman data hasil monitoring. Selain itu HMI harus mampu menampilkan

data dalam berbagai format (teks dan grafik), *historical trending*, dan pembuatan laporan (reporting). Data terekam ke dalam file yang dapat dibuka dengan Microsoft Excel atau Microsoft Access. Data dari file ini dapat diolah menjadi grafik atau untuk keperluan analisis.

## 3. Perangkat keras

Dalam rancangan secara perangkat lunak telah ditetapkan penggunaan sistem RS-485 dengan pertimbangan sebagai berikut :

- Jarak antara IPAL dengan kantor pabrik masih bisa dijangkau dengan sistem kabel.
- Divais 485 mudah dikonfigurasi.
- Divais 485 mudah dioperasikan.
- Jaringan 485 mudah dibangun dan dikembangkan.

Spesifikasi protokol RS-485 sebagai berikut [4]:

- Panjang maksimal per segmen 1200 meter.
- Ketahanan yang tinggi terhadap derau (noise).
- Maksimal 32 titik per segmen.
- Komunikasi dua-arah master-slave melalui kabel twisted-pair.
- Hubungan tiap titik secara paralel, true multi-drop.

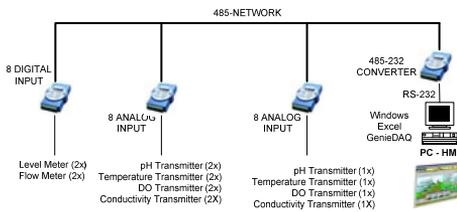
*Multi-drop* dalam RS-485 terdapat dua kabel utama per segmen. Hubungan dengan divais dilakukan dengan cara menyambung (tap) secara paralel dari dua kbel utama, sehingga disebut *drop cable*. Jadi semua hubungan adalah paralel dan menyambung atau memutuskan sebuah titik divais tidak menyebabkan gangguan terhadap jaringan ini [4].

Pemilihan sensor mengacu pada kemudahan didapatkan di pasar dengan harga yang relatif murah. Output sensor dipilih yang sesuai dengan masukan modul input analog, yaitu 4-20 mA yang merupakan standard industri.

Sebenarnya untuk memonitor proses pengolahan limbah cair dibutuhkan parameter yang cukup kompleks. Beberapa pertimbangan pemilihan sensor adalah:

parameter yang akan diambil datanya harus dapat diukur secara *real-time* (langsung), masalah biaya, ketersediaan alat dan bahan di dalam negeri. Dengan demikian dalam rancangan ini hanya beberapa parameter saja yang dicantumkan, yaitu pH, suhu, *dissolved oxygen* (DO), daya hantar listrik, volume limbah cair.

Rancangan sistem monitoring ini menggunakan protokol RS-485 untuk komunikasi antar modul. Sedangkan komunikasi sistem dengan komputer menggunakan protokol RS-232. Untuk menghubungkan dua protokol yang berbeda ini diperlukan sebuah konverter. Konverter ini berfungsi mengubah aras sinyal RS-485 ke RS-232, demikian pula sebaliknya.



**Gambar 2 Rancangan perangkat keras**

Gambar 2 menunjukkan rancangan sistem monitoring menggunakan jaringan RS-485. Secara perangkat lunak rancangan ini menggunakan sebuah PC (Personal Computer), 2 modul analog input, 1 modul digital input, 1 buah 232/485 converter, beberapa sensor dan transmitter seperti terlihat pada gambar 2. PC yang dibutuhkan mempunyai spesifikasi minimum sebagai berikut :

- Processor Intel Pentium 200 MHz (compatible)
- RAM 64 Mb
- Disk space 20 MB
- VGA card 1 MB
- Keyboard dan mouse
- Paralel Port
- CD Drive

#### 4. Perangkat lunak

Perangkat lunak yang dapat dihubungkan adalah yang bisa berhubungan dengan divais yang akan dipakai (485

device). Banyak pilihan yang bisa diambil antara lain menggunakan perangkat lunak yang khusus ditujukan untuk membangun HMI atau menggunakan perangkat lunak pemrograman seperti Visual Basic, Delphi, Java, dll. Pemilihan ini didasarkan pada beberapa kriteria yaitu :

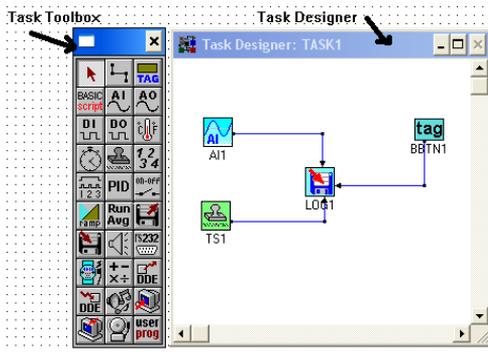
- Kesesuaian dengan divais yang akan dipakai
- Kemudahan pengembangan
- Kemudahan instalasi
- Kemudahan penggunaan
- Biaya pengembangan perangkat lunak

Dari kriteria di atas maka diputuskan rancangan menggunakan perangkat lunak yang khusus ditujukan untuk membangun HMI yaitu GenieDAQ dari Advantech. GenieDAQ mempunyai beberapa modul yang penting yaitu : *Builder, Runtime, BasicScript Engine, Data Center* dan *I/O Driver* [5]. Untuk mendukung jalannya perangkat lunak HMI ini maka diperlukan beberapa perangkat lunak lainnya yaitu minimum Windows 95, Microsoft Excel dan Access.

#### 4.1. Task designer

*Task Designer* berfungsi untuk mengkonfigurasi fungsi-fungsi tugas (task functions), antara lain fungsi I/O, fungsi DDE, fungsi penghitung, fungsi file, dll. Fungsi-fungsi tersebut diwakili dengan kotak fungsi atau ikon. GenieDAQ menggunakan model pemrograman aliran data untuk menjelaskan tugas (task) dan strategi kendali. *Task designer* dapat diisi dengan kotak-kotak *task* yang mewakili timer, tombol, time stamp, tag, basic script, yang sesuai dengan sistem yang akan dibangun.

Gambar 3 menunjukkan contoh rancangan *task* menggunakan *Task Designer*. Disini *Task Designer* diisi dengan kotak Log, Time Stamp (TS), Analog Input (AI) dan Binary Button (BBTN). GenieDAQ menyediakan beragam kotak *task* yang dikelompokkan dalam *Task Toolbox*.



Gambar 3 Contoh rancangan task

## 4.2. Display Designer

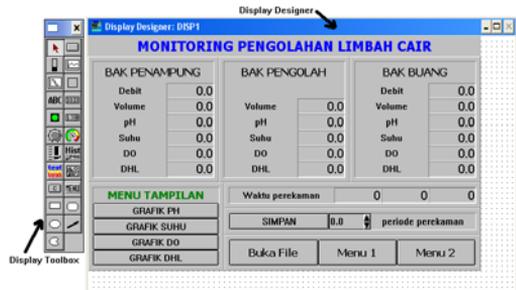
*Display Designer* digunakan untuk mengkonfigurasi tampilan atau antarmuka operator. GeniDAQ menyediakan beragam wizard grafis, mempermudah pengguna membuat antarmuka yang sesuai dengan proyek yang akan dibuat. GeniDAQ mempunyai display toolbox yang didalamnya berisi kotak-kotak ikon tampilan antara lain : bar meter, tombol, indikator, *real-time trending*, *historical trending*, saklar, analog meter, *slider*, penampil angka, dan kotak gambar bitmap (bmp). Gambar 4 memperlihatkan contoh rancangan antarmuka menggunakan display designer, disamping kiri gambar terlihat display toolbox yang menyediakan kotak-kotak ikon tampilan.

GeniDAQ juga menambahkan kemudahan untuk membentuk gambar kotak, lingkaran, elips dan poligon. Obyek-obyek ini dapat dihubungkan ke nilai tag. Obyek tersebut dapat diwarnai, dikelompokkan membentuk obyek tunggal. Dengan kemampuan ini maka dapat dibuat gambar pompa, katup, kran atau simbol-simbol industri lainnya.

## 4.3. Script Designer

*Script Designer* adalah sebuah editor teks untuk mengedit kode *script*. Berdasarkan bahasa makro yang sangat populer yaitu Microsoft Visual Basic, GenieDAQ telah memadukannya dalam tool BasicScript. Dalam BasicScript dapat ditangani fungsi-fungsi perhitungan, baca dan tulis file, DDE, ODBC [5]. Dengan fungsi tersebut dapat

mengakses dan membagi data ke aplikasi lainnya seperti Microsoft Access dan Microsoft Excel.



Gambar 4 Contoh rancangan antar muka

Script Designer mendukung pula fungsi *cut*, *copy* dan *paste*, seperti dalam lingkungan Visual Basic. Ia juga menyediakan kemampuan *debugging* termasuk didalamnya kemampuan telusur perlangkah dan per kode, mengeset *break point* dan peubah debug.

## 5. Kesimpulan

Hasil rancangan untuk sistem monitoring pengolahan limbah cair menggunakan sistem RS-485. Paramater yang dimonitor adalah pH, suhu, oksigen terlarut, daya hantar listrik, debit dan volume limbah cair. Rancangan ini membuka peluang untuk dikembangkan lebih luas lagi menjadi sistem kendali untuk pengolahan limbah cair.

## 6. Penutup

Seperti telah dijelaskan di atas bahwa rancangan menggunakan sistem RS-485, salah satu unsurnya adalah kemudahan dalam mengembangkan sistem. Beberapa kemungkinan pengembangan dari hasil rancangan ini adalah penambahan modul SMS, modem radio dan pengembangan menjadi sistem kendali untuk proses pengolahan limbah cair.

Penambahan modul SMS memungkinkan hasil monitoring dikirimkan melalui SMS. Modul SMS ini harus dikonfigurasi dengan alamat ID tersendiri. Beberapa setting di modul SMS dan program HMI harus diubah sehingga fungsi pengiriman data melalui SMS dapat

dilakukan sesuai dengan rancangan. Begitu juga dengan penambahan modem radio.

Pengembangan yang lebih luas lagi adalah menjadi sistem kendali. Divais-divais kendali menggunakan divais RS-485 antara lain modul relay output, digital output dan analog output. Modul kendali ini harus diprogram dari HMI untuk mengendalikan kerja pompa, motor pengaduk, blower untuk aerasi dan katup pengumpan bahan kimia (dosing).

## **7. Daftar pustaka**

- [1] Philip Kristanto, Ir., “Ekologi Industri”, (2002) Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- [2] Sakti A. Siregar, “Instalasi Pengolahan Air Limbah”, (2005) Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- [3] Hindarko S, Ir., “Mengolah Air Limbah”, (2003) Penerbit Esha, Jakarta.
- [4] Advantech, ”ADAM 5510 PC-Based Programmable Controller User’s Guide”, (2000), Advantech.
- [5] Advantech, “Advantech GeniDAQ User’s Guide”, Advantech, Taiwan.