

PROTOTYPE SISTEM MONITOR DAN KONTROL BERBASIS JAVA UNTUK PENGEMBANGAN SCADA PADA FASILITAS PENDUKUNG DI PT. INDONESIA POWER UBP SEMARANG

Rizky Budi Mahendra^{*)}, Maman Somantri, and Hermawan

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Sudharto, SH. Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)} E-mail: mahendra.rizkyb@gmail.com

Abstrak

Untuk dapat memberikan kemudahan dalam kegiatan kontrol dan monitor, maka dikembangkan sistem yang dapat memberikan kemudahan dalam melakukan kontrol dan memonitor fasilitas pendukung. Prototipe sistem yang akan dikembangkan diharapkan dapat digunakan untuk pengembangan Sistem SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), sehingga sistem tersebut dapat digunakan untuk mengawasi, melakukan kontrol dan memonitor semua fasilitas pendukung pada industri pembangkit listrik. Prototipe sistem yang dikembangkan, membutuhkan sebuah bahasa pemrograman yang memiliki kemudahan dan fleksibilitas dalam pengembangannya karena sistem SCADA merupakan sebuah investasi jangka panjang yang penting yang dimiliki oleh perusahaan. Dengan kemampuan Java yang dapat mengelola protokol-protokol yang digunakan dalam pengembangan Sistem SCADA, sehingga akan mempermudah dalam implementasi dan pengembangannya untuk jangka panjang. Prototipe Sistem berbasis Java untuk Pengembangan Sistem SCADA, akan diimplementasikan pada fasilitas pendukung di PT. Indonesia Power UBP Semarang. Dengan menggunakan sebuah sistem untuk melakukan kontrol dan monitor berbasis java, maka data-data di lapangan akan termonitor secara periodik dan mudah didapatkan secara lengkap dan akurat. Dengan kemampuan dalam mengontrol peralatan yang digunakan untuk mengelola fasilitas pendukung secara remote, maka sistem ini akan sangat baik untuk pengembangan dan investasi jangka panjang sebuah perusahaan.

Kata kunci : SCADA, Java

Abstract

To be able to easily control and monitor activities, then developed a system that can provide ease of control and monitoring the support facilities. The prototype system will be developed which is expected to be used for the development of SCADA system (Supervisory Control And Data Acquisition), so that the system can be used to monitor, to control and monitor all support facilities in the power generation industry. The prototype system is developed, require a programming language that has the ease and flexibility in development for SCADA systems is an important long-term investments held by the company. With the Java ability to manage protocols used in SCADA systems development, that will facilitate the implementation and development for the long term. Java-based prototype system for SCADA Systems Development, will be implemented to support facilities at PT. Indonesia Power UBP Semarang. By using a Java-based system to control and monitor, then the data in the field will be monitored periodically and easy to obtain complete and accurate. With the ability to control equipment remotely, used to manage support facilities, accordingly this system will be very good for the development and long-term investments of a company.

Key words : SCADA, Java

1. Pendahuluan

Fasilitas Pendukung di PT. Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkitan Semarang adalah serangkaian peralatan mekanik dan non mekanik yang bekerja sesuai dengan bidang masing-masing dan bertujuan untuk mendukung operasional dari mesin-mesin pembangkit listrik. Fasilitas

Pendukung dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu : *water intake*, desalinasi, demineralisasi, transmisi bahan bakar dan *water treatment*.

SCADA sebagai sebuah sistem yang digunakan untuk mengawasi dan mengontrol jalannya suatu proses secara mekanis maupun non mekanis, membutuhkan sebuah

produk bahasa pemrograman yang mudah dalam implementasi, pengembangan dalam jangka panjang dan hemat biaya. Dengan menggunakan Bahasa Pemrograman Java, yang memiliki kelebihan dalam Object Oriented Programming dan memiliki jumlah *library* yang cukup untuk mengelola protokol-protokol yang dibutuhkan dalam pengembangan sistem SCADA.

Dari kasus di atas, maka dibutuhkan sebuah sistem yang dapat digunakan untuk memonitor tiap bagian, mengumpulkan data di lapangan, menyimpan dalam sebuah memory dan mengendalikan peralatan yang digunakan pada setiap bagian pada Fasilitas Pendukung secara remote. Dengan menggunakan Sistem SCADA, operator dapat mengawasi dan mengendalikan tiap bagian pada Fasilitas Pendukung dari kantor tanpa terpengaruh kondisi cuaca saat panas atau hujan.

Dari penelitian ini diharapkan akan diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Sebuah prototipe sistem yang dapat memberikan simulasi kemudahan dan efisiensi dalam mengelola Fasilitas Pendukung dengan kemampuannya untuk mengawasi dan mengontrol satu set peralatan secara remote melalui sebuah media transmisi.
2. Mampu mengaplikasikan pemrograman berorientasi objek pada sebuah sistem SCADA yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman java.
3. Mengetahui spesifikasi, kebutuhan, metode, ciri-ciri, kemampuan dan karakteristik dari perangkat lunak maupun perangkat keras yang digunakan pada Sistem SCADA.

Batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah:

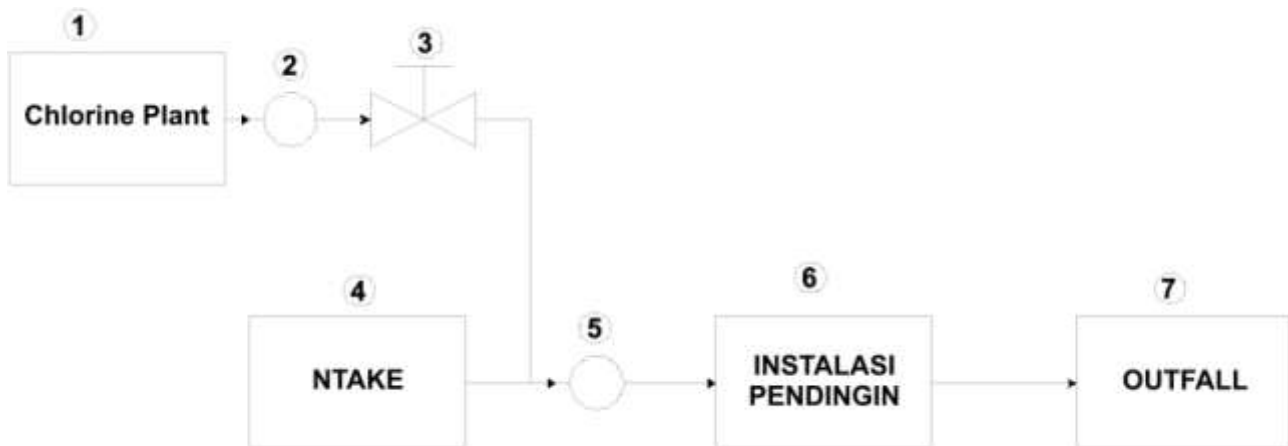
1. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh dari studi kasus pada PT. Indonesia Power UBP Semarang.
2. Penelitian ini ditekankan pada pembuatan perangkat lunak pada Master Terminal Unit dan interface pada Remote Terminal Unit.
3. Tidak membahas mengenai proses kimia, fisika dan mekanis tiap peralatan pada Fasilitas Pendukung.
4. Media transmisi yang digunakan adalah komunikasi dengan serial RS 232.
5. Prototype Sistem SCADA akan dibuat dalam bentuk simulasi pada proses monitor dan kontrol pada bagian *water intake* pada sub bagian *chlorination* pada Instalasi Air Pendingin.

2. Metode

2.1 Survei Sistem

(*Support Facility*) Fasilitas Pendukung di PT. Indonesia Power Unit Bisnis Pembakitan Semarang adalah serangkaian peralatan mekanik dan non mekanik yang bekerja sesuai dengan bidang masing-masing dan bertujuan untuk mendukung operasional dari mesin-mesin pembangkit listrik..

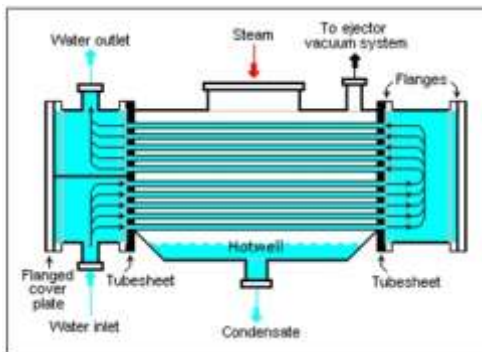
Implementasi prototipe SCADA akan dilakukan pada salah satu bagian dalam fasilitas *water intake* yang berfungsi untuk mengendalikan tingkat konsentrasi chlorine pada air laut yang digunakan pada saluran sistem pendingin. Chlorine merupakan produk dari Chlorine Plant. Chlorine digunakan untuk mencegah plankton dan biota laut menempel pada pipa-pipa saluran pendingin.



Gambar 1. Analogi Sistem Pendingin pada PLTGU Tambak Lorok

Keterangan gambar :

1. Chlorine Plant
Sebuah sistem yang menghasilkan produk berupa chlorine
2. Pompa Injeksi
Pompa yang digunakan untuk memompa chlorine ke dalam instalasi pendingin
3. Valve
Peralatan yang digunakan untuk mengatur debit chlorine yang masuk ke dalam sistem pendingin
4. Intake
Suatu sistem yang digunakan untuk menyuplai air untuk kebutuhan air pendingin yang bersumber dari air laut
5. *Circulating Water Pump*
Satu set pompa yang digunakan untuk memompa air laut ke dalam instalasi air untuk PLTGU.
6. Instalasi Pendingin
Instalasi air pendingin pada PLTGU atau disebut juga dengan condensor merupakan sebuah sistem yang digunakan untuk mendinginkan uap air dari turbin. Di dalam condensor, uap air diubah menjadi air dengan cara mengalirkan uap ke dalam suatu ruangan yang berisi pipa-pipa sehingga terjadi proses perpindahan panas dari uap air ke pipa-pipa.



Gambar 2. Proses di Dalam Condensor^[7]

Air dari kondensor kemudian digunakan lagi untuk menyediakan air kebutuhan boiler. Di dalam boiler, air akan dimasak sehingga berubah menjadi uap air bertekanan tinggi. Uap air bertekanan tinggi akan digunakan untuk menggerakkan turbin.

7. Outfall
Suatu sistem yang berfungsi sebagai saluran pembuangan air laut yang telah dipakai untuk kebutuhan PLTGU.

Tabel 1. Batas Tingkat Konsentrasi Chlorine

Konsentrasi Chlorine (ppm)	Debit air (m ³ /s)	Status
0,5	6	Maksimal
0,1	6	Minimal

Chlorine bersifat beracun dan mudah menguap. Untuk mengatur tingkat konsentrasi chlorine, digunakan satu set valve yang berfungsi mengatur debit chlorine yang dipompa keluar dari Chlorine Plant. Tingkat konsentrasi chlorine yang digunakan memiliki batas minimal dan maksimal. Saat konsentrasi chlorine yang digunakan melebihi batas maksimal, chlorine dapat membunuh biota laut dan menyebabkan pencemaran lingkungan sehingga melanggar peraturan yang telah ditetapkan oleh Departemen Kementrian Lingkungan Hidup.

2.2 Analisis Sistem

Setelah melakukan survei lapangan, maka dibutuhkan sebuah sistem yang dapat memonitor dan mengendalikan proses pada sub bagian pada instalasi pendingin, yaitu pada bagian *chlorination*. Analisa ini mencakup kebutuhan perangkat keras, perangkat lunak dan parameter yang akan digunakan dalam membangun prototipe SCADA.

Penggunaan chlorine akan disimulasikan dengan menggunakan air asin (NaCl). Penggantian chlorine dengan air asin disebabkan karena chlorine bersifat beracun dan mudah menguap dan chlorine (Cl₂) merupakan produk yang dihasilkan dari air laut yang mengandung garam (NaCl).

Prototipe SCADA akan dibuat dengan menggunakan spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang bertujuan untuk membuat sebuah prototipe sistem. Cara kerja prototipe sistem ini adalah dengan cara melakukan pengukuran konsentrasi kadar garam yang mengalir bersama dengan air tawar yang dipompa melalui saluran pipa. Pengukuran konsentrasi kadar garam dilakukan dengan menggunakan sebuah sensor. Data yang diterima oleh sensor akan digunakan sebagai parameter untuk mengatur valve. Valve akan digunakan untuk mengatur debit air asin yang mengalir ke saluran pipa air tawar.

2.2.1 Perangkat Keras

Spesifikasi perangkat keras yang dibutuhkan, yaitu:

Tabel 2. Daftar Kebutuhan Perangkat Keras

No.	Nama Barang	Spesifikasi
1.	Electric Valve	Dia. ¾", material bronze
2.	Pipa	Ukuran ¾", material pvc
3.	Pompa air	30 L / menit
4.	Bak Penampungan	1000 mm x 1000 mm x 500 mm
5.	Sensor	Plat Tembaga
6.	Mikrokontroler	AVR ATmega16
7.	Expresscard to RS232	-
8.	Serial RS 232	1 meter
9.	PC	Intel dual core, RAM 512 MB, 80GB

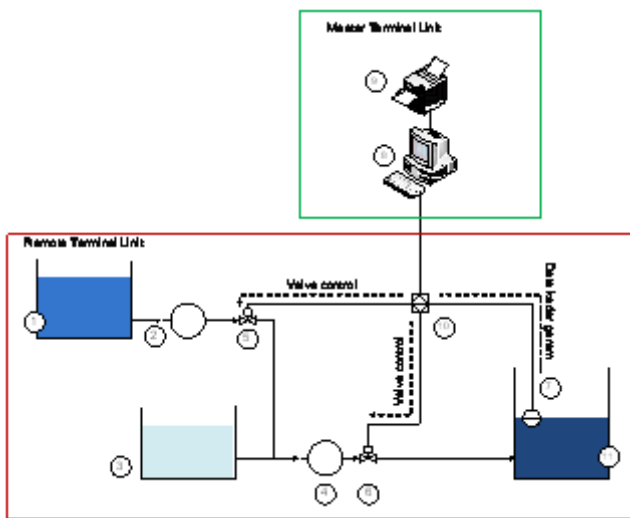
2.2.2 Perangkat Lunak

Spesifikasi perangkat lunak yang dibutuhkan, yaitu:

Tabel 3. Daftar Kebutuhan Perangkat Lunak

1.	Operating System	WIN 7 Ultimate
2.	Bahasa Pemrograman	Java J2SE
3.	Database	MySQL

2.3 Desain Sistem



Gambar 3. Arsitektur Prototipe SCADA

Keterangan Gambar 3 :

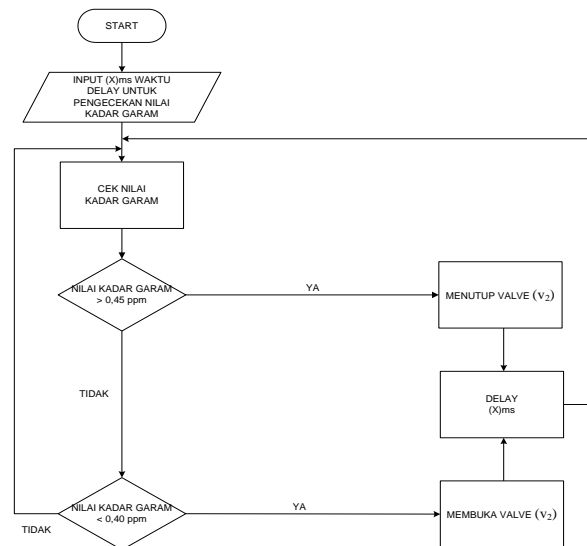
1. Penampungan air asin
2. Pompa
3. Penampungan air murni
4. Pompa
5. Electric valve (v_2)
6. Electric valve (v_1)
7. Sensor
8. Notebook
9. Printer
10. Mikrokontrol
11. Penampungan air

Desain arsitektur prototipe dirancang untuk dapat memonitor konsentrasi kadar garam dan mengatur debit air yang melalui valve dengan cara mengendalikan valve. Konsentrasi kadar garam merupakan sebuah parameter dan menjadi data masukan ke sistem. Saat konsentrasi melebihi atau sama dengan batas maksimal maka valve akan memperkecil debit air sampai batas normal. Sebaliknya, saat konsentrasi kurang atau sama dengan batas minimal maka valve akan memperbesar debit air sampai batas normal.

Prototipe di atas, merupakan suatu sistem simulasi yang akan diterapkan pada sebuah sistem SCADA untuk memonitor dan mengontrol konsentrasi chlorine yang digunakan pada instalasi pendingin pada mesin-mesin pembangkit listrik. Dalam penggunaannya, konsentrasi chlorine tidak boleh kurang dari batas minimal dan lebih dari batas maksimal karena akan berakibat pada pencemaran lingkungan dan performa mesin pembangkit listrik.

2.3.1 Mikrokontrol

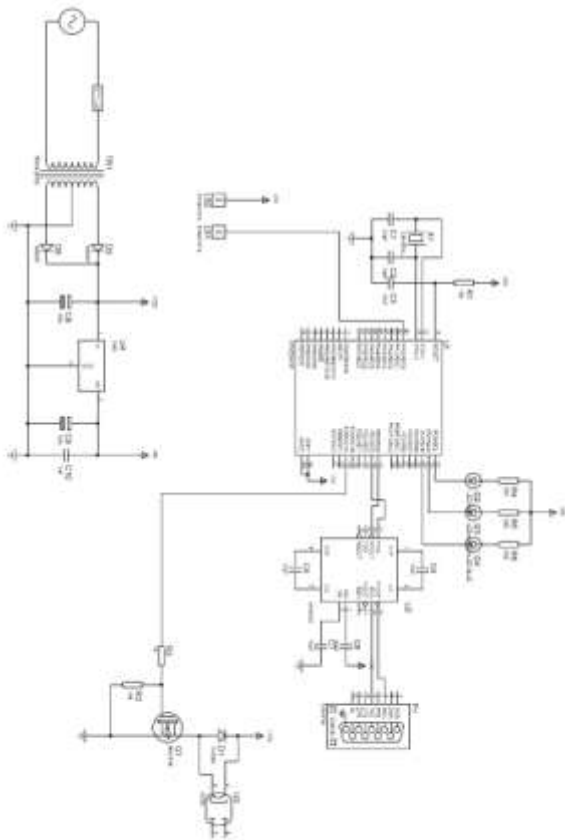
Bahasa pemrograman yang dipakai untuk menjalankan intruksi pada AVR ATmega16 adalah Bahasa C dengan menggunakan CodevisionAVR sebagai editor dan kompil C.



Gambar 4. Flowchart Cara Kerja Mikrokontrol Secara Otomatis

Mikrokontrol digunakan untuk mengatur debit air dengan cara mengatur posisi katup pada valve, sehingga konsentrasi air asin tetap berada pada batas 0,1 sampai 0,5 ppm. Cara kerja mikrokontrol adalah sebagai berikut :

1. Saat sensor menerima input tingkat konsentrasi air asin lebih dari 0,45 ppm, maka valve yang mengatur debit air asin akan memperkecil debit air asin sampai sensor menerima input berupa batas normal.
2. Saat sensor menerima input konsentrasi air asin lebih kecil dari 0,40 ppm, maka valve akan membuka sampai konsentrasi air asin berada pada batas 0,45 ppm.



Gambar 5. Desain Mikrokontrol Menggunakan AVR ATmega16

Sebagai port untuk output data ATmega16 ke PC Client, port PD0 dan PD1 terhubung dengan Converter Serial TTL ke Serial RS232. Serial RS232 digunakan untuk transmisi data dari mikrokontrol pada RTU ke MTU. Komunikasi yang dilakukan pada Serial RS232, antara lain :

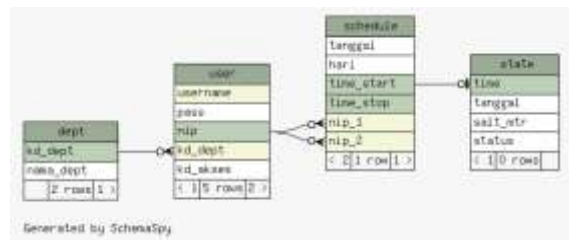
1. Pengiriman data pengukuran nilai NaCl pada sensor dari RTU ke MTU.
2. Pengiriman instruksi dari MTU ke RTU untuk membuka electric valve (v_1) pada instalasi air pendingin.
3. Pengiriman instruksi dari MTU ke RTU untuk membuka electric valve (v_2) secara manual pada saluran air asin.
4. Pengiriman instruksi dari MTU ke RTU untuk menutup electric valve (v_2) secara manual pada saluran air asin.
5. Pengiriman instruksi dari MTU ke RTU untuk mengatur electric valve (v_2) secara otomatis berdasarkan parameter tingkat kadar garam.

2.3.2 Human Machine Interface

Human Machine Interface merupakan perangkat lunak yang terdiri atas basis data dan antarmuka. Masing-masing digunakan untuk menyimpan data dan akses oleh pengguna ke dalam sistem.

2.3.2.1 Basis Data

Basis data digunakan untuk menyimpan data user dan menyimpan data yang direkam oleh sensor pada waktu yang telah ditentukan.



Gambar 6. Diagram Relasi Antar Tabel

2.3.2.2 Desain Antarmuka

User dapat menggunakan sistem untuk memonitor konsentrasi chlorine dan mengendalikan valve untuk mengatur chlorine yang diinjeksikan ke dalam saluran instalasi pendingin dengan menggunakan Form Chlorine Monitor & Control. Form Chlorine Monitor & Control ditunjukkan pada Gambar 6.

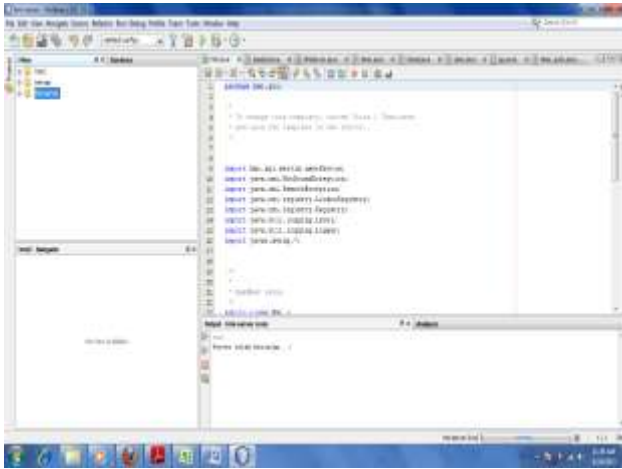
Gambar 7. Form Chlorine Monitor & Control

3. Hasil dan Analisa

3.1 Master Terminal Unit

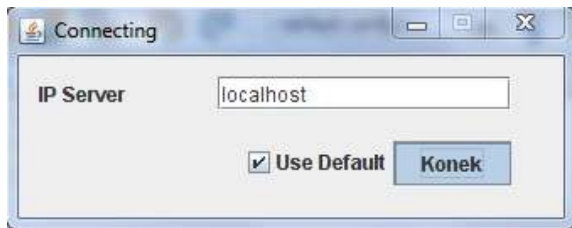
Master Terminal Unit (MTU) terdiri dari antarmuka pada client dan server basis data. Server basis data merupakan pusat penyimpanan data dari RTU. Pada Prototype Sistem SCADA ini, server basis data digunakan untuk

menyimpan data yang merupakan hasil pengukuran NaCl pada RTU dan menyimpan data identitas pengguna.



Gambar 8. Mengaktifkan Server Basis Data

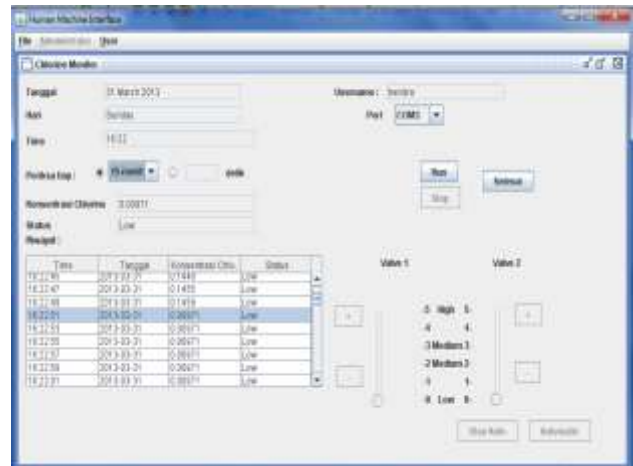
Sebelum masuk ke dalam sistem, pengguna harus mengaktifkan server basis data dan terhubung ke server basis data seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Terhubung dengan Server Basis Data

Gambar 10 menunjukkan Form Chlorine Monitor & Control pada MTU yang digunakan untuk :

1. Memonitor konsentrasi kadar NaCl dengan cara mengukur tingkat konsentrasi NaCl pada saluran pembuangan pada saluran air pendingin.
2. Mengatur valve-valve (v_1 dan v_2) pada saluran air pendingin dan saluran air asin untuk memastikan konsentrasi kadar garam pada saluran pembuangan adalah 0,1 sampai 0,5 ppm.



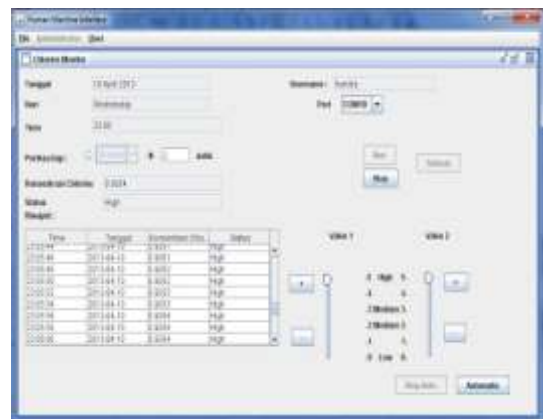
Gambar 10. Form Chlorine Monitor & Control

3.2 Remote Terminal Unit

RTU yang dikendalikan menggunakan mikrokontrol AVR ATmega16 terhubung dengan MTU melalui koneksi serial RS232. Mikrokontrol akan membaca konsentrasi kadar NaCl menggunakan sensor dan mengendalikan valve – valve (v_1 & v_2) yang masing – masing digunakan untuk mengatur debit air pada saluran air pendingin dan saluran injeksi air garam.

3.2.1 RTU dalam Kondisi Kontrol Manual

RTU dalam kondisi manual adalah saat sistem dikondisikan dalam keadaan berjalan (*Run*), v_1 dalam kondisi terbuka maksimal atau pada posisi angka 5 (lima) dan v_2 dalam kondisi yang sama. Air murni dipompa mengalir secara maksimal melalui saluran pendingin dan diinjeksi penuh dengan air yang mengandung NaCl. Dengan kondisi v_1 dan v_2 dalam keadaan terbuka penuh menyebabkan konsentrasi NaCl dalam saluran pendingin meningkat secara berkala sampai melebihi batas 0,5 ppm. Kondisi tersebut ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Konsentrasi NaCl Melebihi Batas 0,5 ppm

Dari Gambar 11 maka dapat dibuat Tabel 4 yang merupakan hasil pengukuran penggunaan NaCl dengan cara manual dengan kondisi valve v_1 dan valve v_2 dibuka maksimal dengan waktu delay tiap pemeriksaan adalah 2 (dua) detik.

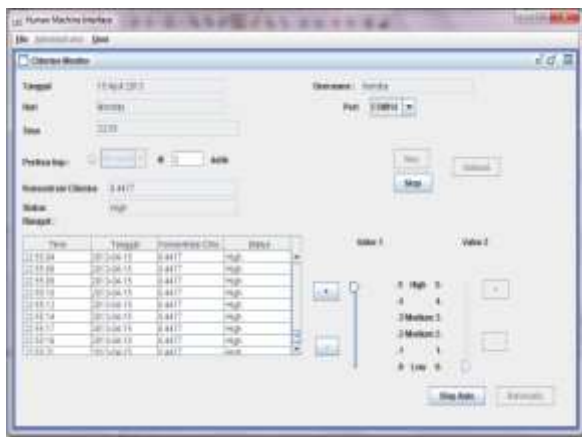
Tabel 4. Hasil Pengujian Kontrol Manual

Time	Tanggal	Konsentrasi NaCl	Status
23:05:46	2013-04-10	0.9051	High
23:05:48	2013-04-10	0.9052	High
23:05:50	2013-04-10	0.9052	High
23:05:52	2013-04-10	0.9052	High
23:05:54	2013-04-10	0.9053	High
23:05:56	2013-04-10	0.9054	High
23:05:58	2013-04-10	0.9054	High
23:06:00	2013-04-10	0.9054	High

Data hasil pengukuran NaCl, merupakan simulasi hasil pengukuran oleh ADC pada mikrokontrol.

3.2.2 RTU dalam Kondisi Kontrol Automatic

Saat RTU dalam kondisi *automatic*, valve v_2 dapat dikendalikan dengan cara otomatis dengan parameter konsentrasi NaCl yang terbaca oleh sensor. Saat konsentrasi mencapai 0,45 ppm, maka valve v_2 akan memperkecil debit air asin yang melalui valve v_2 . Mikrokontrol akan menjaga konsentrasi NaCl pada batas 0,5 ppm. RTU dalam kondisi *automatic* ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Konsentrasi NaCl Berada pada Angka yang Diiijinkan

Dari Gambar 11 maka dapat dibuat Tabel 5 yang merupakan hasil pengujian pengukuran NaCl dengan kondisi kontrol automatic dengan kondisi valve v_1 dibuka maksimal dan valve v_2 bergerak sesuai dengan parameter konsentrasi NaCl yang telah diukur oleh RTU dengan waktu delay tiap pemeriksaan adalah 2 (dua) detik.

Tabel 5. Hasil Pengujian Kontrol Automatic

Time	Tanggal	Konsentrasi NaCl	Status
22:55:04	2013-04-15	0.4477	High
22:55:06	2013-04-15	0.4477	High
22:55:08	2013-04-15	0.4477	High
22:55:10	2013-04-15	0.4477	High
22:55:12	2013-04-15	0.4477	High
22:55:14	2013-04-15	0.4477	High
22:55:17	2013-04-15	0.4477	High
22:55:19	2013-04-15	0.4477	High

4. Kesimpulan

Dari Tugas Akhir yang telah dikerjakan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa Antarmuka yang dikembangkan untuk Prototipe Sistem Monitor dan Kontrol dapat memberikan kemudahan dan efisiensi kepada pengguna dalam melakukan kegiatan monitor dan kontrol secara *remote* pada sebuah fasilitas industri.

Bahasa Pemrograman Java (J2SE) memiliki *library* yang cukup untuk implementasi pada antarmuka prototipe sistem sebagai pengendali peralatan dan memonitor data pada sensor yang terpasang pada fasilitas pendukung, melalui media transmisi kabel R232 yang menghubungkan antara mikrokontrol dengan komputer.

Mikrokontrol AVR ATmega16 yang dilengkapi dengan sensor yang terhubung dengan ADC, dapat mengirimkan data pada ADC ke komputer melalui media transmisi kabel RS232 dan dengan kemampuan untuk mengendalikan peralatan pada sebuah fasilitas industri secara *remote*, maka mikrokontrol tersebut dapat digunakan sebagai pengganti PLC (*Programmable Logic Controller*) pada Remote Terminal Unit.

Referensi :

- [1]. Bailey David, Wright Edwin. *Practical SCADA for Industry*. Newnes, Burlington. 2003
- [2]. Hariyanto Bambang. *Esensi-esensi Bahasa Pemrograman Java*. Informatika. Bandung. 2010
- [3]. Sanchez Julio, Canton Maria P. *Java Programming for Engineers*. CRC Press LLC. Boca Raton. 2002
- [4]. Kadir Abdul. *Konsep dan Tuntunan Praktis Basis Data*. Andi Offset. Yogyakarta. 2001
- [5]. Fathansyah. *Basis Data*. Informatika. Bandung. 2004
- [6]. [http://id.wikipedia.org/wiki/Java_\(programming_language\)](http://id.wikipedia.org/wiki/Java_(programming_language)), Maret 2012
- [7]. http://rakhman.net/?attachment_id=506#main, April 2013