

PERANCANGAN *SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION* (SCADA) PADA *PLANT* SISTEM PENGOLAHAN AIR LIMBAH

Andhika Dwipradipta^{*)}, Aris Triwiyatno dan Budi Setiyono

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

^{*)}E-mail: andhikanology90@yahoo.com

Abstrak

SCADA memiliki fungsi sebagai telemetry dan telecontrol. Dengan fungsi-fungsi tersebut, sistem SCADA memiliki kelebihan dapat melakukan pengawasan sekaligus pengendalian banyak plant yang letaknya berjauhan. Sistem SCADA terdiri dari 3 bagian utama yaitu Master (MTU, Master Terminal Unit), Slave (RTU, Remote Terminal Unit), dan media komunikasi. Master memiliki fungsi sebagai pengendali komunikasi, sedangkan Slave berfungsi sebagai unit kontrol aktuatur berdasarkan umpan balik sensor. Media komunikasi antara master dan slave pada sistem SCADA dapat menggunakan ethernet, wireless, atau serial. Pada penelitian ini telah dirancang sistem SCADA pada plant pengolahan air limbah. Mikrokontroler Atmega8535 berperan sebagai RTU dan laptop berperan sebagai MTU, dimana komunikasi data yang digunakan adalah komunikasi data serial. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa tampilan HMI (Human Machine Interface) dapat menampilkan nilai pembacaan sensor pH, sensor level, sensor tekanan dan kondisi-kondisi aktuatur pada plant. Sistem SCADA juga dilengkapi dengan alarm untuk peringatan jika terjadi proses yang abnormal pada plant. Semua data yang ditampilkan pada layar HMI adalah data realtime sesuai dengan kondisi plant sebenarnya. Data juga dapat ditampilkan dalam bentuk grafik (trend) dan data logger.

Kata kunci : SCADA, HMI, Mikrokontroler, Komunikasi serial.

Abstract

SCADA functions as telemetry and Telecontrol. With these functions, SCADA systems have advantages to supervise simultaneously control many plants are located far apart. SCADA system consists of 3 main parts of the Master (MTU, Master Terminal Unit), Slave (RTU, Remote Terminal Unit), and media communication. Master has a function as a communications controller, while the Slave serves as an actuator control unit based on sensor feedback. Media communication between master and slave on the SCADA system can use the ethernet, wireless, or serial. In this research has been designed SCADA system at the wastewater treatment plant. Atmega8535 microcontroller acting as RTU and MTU acts as a laptop, which is used for data communications is serial data communication. From the test results it was found that the display HMI (Human Machine Interface) to show the value of the reading of the pH sensor, level sensor, pressure sensor and aktuatur conditions of the plant. SCADA systems are also equipped with an alarm to alert in case of abnormal process of the plant. All the data displayed on the HMI screen realtime data is in accordance with the actual plant conditions. Data can also be displayed in the graph (trend) and data logger.

Key words: SCADA, HMI, Microcontroller, Serial communication.

1. Pendahuluan

Di era globalisasi ini telah banyak sistem pengolahan air limbah secara otomatis yang digunakan didalam industri-industri pengolahan air bersih.

Masalah terjadi saat sebuah proses di dalam industri memerlukan respon yang cepat terhadap situasi atau perubahan yang terjadi di lapangan. Manusia dalam hal ini sebagai aktor utama, sejatinya memiliki keterbatasan untuk melakukan kegiatan monitor,

pengawasan dan mengontrol secara bersamaan. SCADA merupakan suatu solusi yang dibuat oleh manusia untuk mengatasi masalah-masalah tersebut yang terjadi di industri.^[3]

Salah satu fungsi SCADA pada sistem pengolahan air adalah sebagai media informasi dari proses kontrol pada *plant*, seperti nilai kadar pH dalam air, ketinggian air pada tangki, kondisi tekanan air pada tangki filter dan juga alarm ketika ada salah satu bagian dari plant yang tidak bekerja dengan sesuai.^[1]

Pada tugas akhir ini akan dilakukan perancangan sistem SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) pada sistem pengolahan air limbah menggunakan perangkat lunak *Visual Basic 6.0*, dimana komunikasi data yang digunakan adalah komunikasi serial yang dimiliki oleh mikrokontroler Atmega8535 dengan media USART (*Universal Synchronous and Asynchronous Serial Receiver And Transmitter*).

2. Metode

2.1. Blok Diagram Sistem SCADA

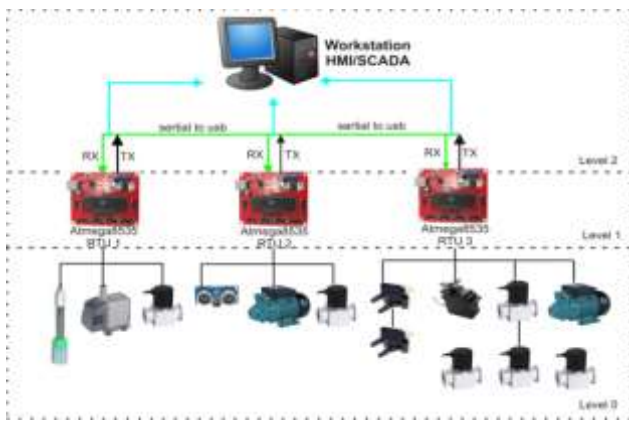
Blok diagram sistem SCADA dari *plant* sistem pengolahan air limbah ini dapat dilihat pada gambar 1. Mikrokontroler Atmega8535 sebagai unit kontrol untuk masukan sensor, pengendali aktuator dan juga sebagai pengganti *Remote Terminal Unit (RTU)/ Slave*, laptop sebagai piranti *Human Machine Interface (HMI)*.

Diagram blok yang ditunjukkan pada gambar 3.1 terbagi dalam tiga level, yaitu :

-Level 0 : Merupakan Field Device yang terdiri dari sensor dan aktuator.

-Level 1 : Berfungsi sebagai unit kontrol pengendali dari *plant (RTU)*.

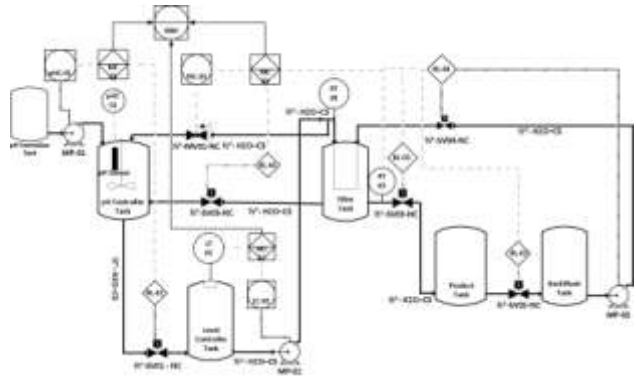
-Level2: Workstation dari sistem SCADA, menggunakan laptop sebagai piranti HMI untuk melakukan pengontrolan dan monitoring.



Gambar 1 Blok diagram sistem SCADA

Dimana pada level 2 terdapat tiga RTU, masing-masing RTU memiliki peran yang berbeda dalam proses pengontrolan yaitu : RTU 1 untuk pengontrolan pH, RTU 2 untuk pengontrolan tinggi air, RTU 3 untuk pengontrolan tekanan air.

2.2. Piping and Instrumentation Diagram (P&ID)

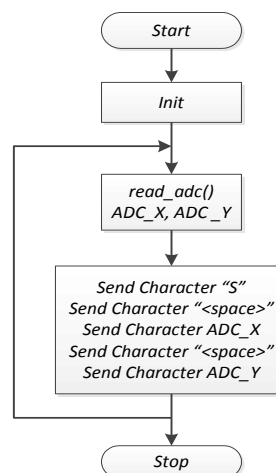


Gambar 2 P&ID pada *plant* sistem pengolahan air.

P&ID merupakan skema dari jalur pipa dan instrumentasi yang terdapat pada *plant*. Oleh karena itu sebelum membuat sistem SCADA pada *plant* sistem pengolahan air limbah, terlebih dahulu harus dirancang Piping and Instrumentation Diagram (P&ID) untuk mempermudah desainer dalam membuat perangkat lunak HMI.

2.3. Perancangan Pengiriman Data Serial pada RTU

Secara fungsionalitas, perancangan ini melibatkan perancangan ADC sebagai pengubah masukan analog berupa tegangan dari sensor menjadi data digital untuk dikirimkan dan diolah dalam *Human Machine Interface*.



Gambar 3 Diagram alir pemrograman pengiriman data pada RTU

2.4. Perancangan Penerimaan Data Serial pada RTU

Perancangan penerimaan data serial pada RTU menggunakan fasilitas subrutin *USART Receiver Interrupt* pada atmega8535 digunakan untuk *receiver* dan

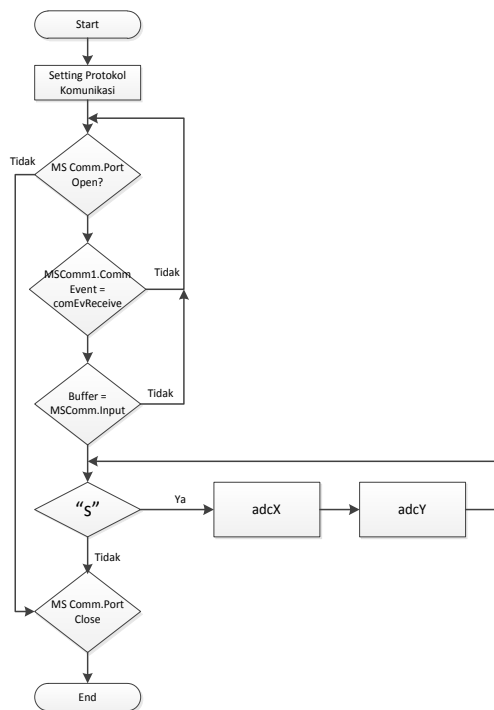
processing data online. Ketika terjadi pengiriman data berupa karakter untuk pindah state, data untuk nilai setting point serta parameter-parameter PID dari *Human Machine Interface*.

2.5. Perancangan HMI (Human Machine Interface)

Pembuatan HMI atau visualisasi dari *plant* sistem pengolahan air ini menggunakan perangkat lunak *Visual Basic 6.0*. Desainer lebih dimudahkan untuk hal komunikasi dengan mikrokontroller dikarenakan *Visual Basic 6.0* merupakan perangkat lunak yang didalamnya terdapat fasilitas untuk open port serial yaitu menggunakan komponen *MS Comm Control 6.0*

2.5.1. Perancangan Penerimaan Data Serial pada HMI

Perancangan penerimaan data serial didesain dalam HMI, yaitu menggunakan fasilitas *MSComm control* pada *Visual Basic 6.0*. Proses penerimaan dalam HMI ini diawali dengan pemilahan data *adcX* dan *adcY* setelah karakter "s".



Gambar 4 Diagram alir penerimaan data serial dan pemilahan data.

2.5.2. Perancangan Grafis Area Utama

Gambar 5 merupakan detail dari grafis area utama.



Gambar 5 Detail grafis area utama

Penjelasan gambar 6 adalah sebagai berikut :

1. Tampilan Nilai (*Value Display*)
2. Pipa dan animasi aliran air
3. Animasi kondisi katup *solenoid*
4. Animasi ketinggian air pada tangki
5. Animasi kondisi katup *solenoid*
6. Indikator *gauge* tekanan masuk dan keluar

Animasi (*animation*) dan tampilan nilai pada HMI penting karena akan sangat mempermudah operator dalam memahami, mengawasi dan mengendalikan proses-proses yang terjadi pada *plant*. Tampilan nilai adalah fitur untuk menampilkan nilai atau kondisi suatu instrumen, misal : sensor suhu, sensor *level*, sensor tekanan dan status buka tutup katup. Berikut dapat dilihat pada tabel 1 dimana kondisi animasi yang akan berjalan pada grafis area utama sesuai dengan kondisi sesungguhnya pada *plant*.

Tabel 1 Kondisi animasi pada grafis area utama

Event	Action	Indikator
Indikator pH ≥ 6.5 & ≤ 7	Pipe from pH tank to Level tank Valve = True False = False	SF1 = green SF1 = red
Indikator CO MP-01 $\geq 20\%$	Pipe from pH neutralizer to pH tank Valve = True False = False	-
Indikator CO MP-02 $\geq 20\%$	Pipe from level tank to filter tank Valve = True False = True	-
Indikator CO MY-01 $\geq 20\%$	Pipe bypass Valve = True False = True	-
Pressure Output ≥ 2 Kpa	Pipe from filter tank to product tank Valve = True Pipe from product tank to Backwash tank Valve = True False = False	SF2 = green SF3 = green SF2 & SF3 = red

2.5.3. Perancangan Akses Keamanan

Fitur keamanan sangat penting dalam pembuatan program HMI pada sistem SCADA. Jika orang yang tidak berkepentingan dapat memasuki program maka tentunya akan menimbulkan kerusakan yang besar. Oleh karena itu pada penelitian ini juga dilengkapi dengan akses keamanan.

2.5.4. Perancangan Alarm

Pada penelitian ini dilengkapi dengan sistem alarm. Sistem alarm berfungsi jika pada *plant* terjadi proses yang abnormal seperti ketinggian air yang tidak sesuai dengan set point dan tekanan air yang melampaui batas.

Tabel 2 Kondisi alarm dan distribusinya

Alarm Condition	Disrtibuted Class	Distributed Type
Value-LoLo	Value	LOLO
Value -Low	Value	LO
Value-High	Value`	HI
Value-HiHi	Value	HIHI

Maksud dari tabel diatas adalah alarm akan aktif jika data melewati batas-batas nilai tertentu (HiHi, High, LoLo dan Low). Berikut dapat dilihat pada tabel 3 dimana kondisi pada *plant* yang dapat menyebabkan alarm akan aktif .

Tabel 3 Kondisi *plant* yang dapat menyebabkan alarm akan aktif

Condition	Alarm name	Class	Type
Indikator Level ≥ 14 & ≤16	LI_Alarm	Value	Lo
Indikator Level ≥ 10 & ≤13	LI_Alarm	Value	LoLo
Indikator Level ≥ 35 & ≤38	LI_Alarm	Value	Hi
Indikator Level ≥ 39 & ≤47	LI_Alarm	Value	HiHi
Pressure Input ≥14 & ≤16	PI_Alarm	Value	Hi
Pressure Input ≥17	PI_Alarm	Value	HiHi

2.5.5. Perancangan Halaman *Setting Point*

Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa halaman *setting point* berfungsi untuk menyetel (adjust) semua setpoint dan parameter kontrol dari sistem kontrol yang digunakan setiap slave pada *plant* . Berikut sub rutin program untuk menyetel *set point* dan parameter kontrol dari HMI menuju *plant* .

2.5.6. Perancangan *Trend dan Data logging*

Trend adalah grafik yang menunjukkan data dari proses atau pengukuran oleh *plant*. Jadi, tidak hanya *real time* data dalam bentuk angka dan animasi saja yang dapat ditampilkan, tetapi data dalam bentuk grafik secara realtime (*realtime trend*) juga dapat ditampilkan. Pada penelitian ini terdapat 3 tab halaman trend yaitu :

1. Grafik respon sistem pengontrolan kadar pH didalam air.
2. Grafik respon sistem pengontrolan ketinggian air pada tangki
3. Grafik respon sistem pengontrolan tekanan air.

Selain di tampilkan dalam bentuk grafik secara *real time* data juga dapat ditampilkan dalam bentuk table (*data logger*). Data logger menampilkan data yang diambil setiap detik, menyajikan data-data yang telah ditampilkan pada tampilan nilai, alarm yang telah terjadi (*historical alarm*), tanggal dan waktu pencuplikan.

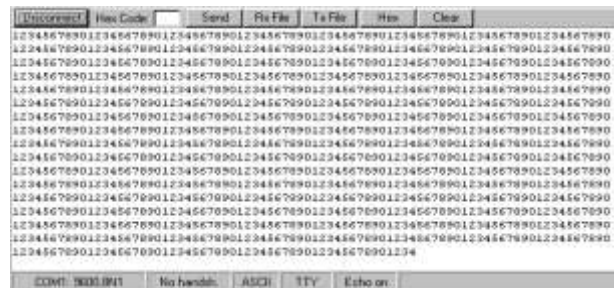
2.5.7. Perancangan *Data Logging Histoty*

Dengan adanya *data logger* operator dapat menganalisa sistem dengan mudah. Karena data pencuplikan pada *data logger* dapat langsung di ekspor ke dalam aplikasi *microsoft office excel* sehingga *history* semua data yang dicuplik dapat disimpan kedalam bentuk file.xls atau bisa juga di print ke dalam bentuk hard copy.

3. Hasil dan Analisa

3.1. Pengujian Kirim dan Terima Data Serial

Pada pengujian ini di ujicobakan dengan *RTU* mengirimkan data untuk dibaca di *MTU*. Pengujian pertama adalah dengan mengirimkan data karakter 0, 1, 2 9. Gambar 6 adalah tampilan hasil pengujian dari listing program diatas.



Gambar 6 Tampilan pengujian transfer data karakter 0 – 9 secara serial

Pengujian kedua yaitu pengujian pengiriman data desimal yang nantinya akan ditampilkan dalam bentuk karakter sesuai kode ASCII dengan cara mengirimkan data desimal dari 65 sampai 90 secara terus menerus. Gambar 7 adalah tampilan pengujian dari listing program diatas.



Gambar 7 Tampilan pengujian transfer data decimal

Tabel 4 Kesesuaian hasil pengujian transfer data desimal dengan karakter ASCII

No	Data Kirim (Desimal)	Data Terima (Karakter)	Kesesuaian
1	65	A	SESUAI
2	66	B	SESUAI
3	67	C	SESUAI
4	68	D	SESUAI
5	69	E	SESUAI
6	70	F	SESUAI
7	71	G	SESUAI

8	72	H	SESUAI
9	73	I	SESUAI
10	74	J	SESUAI
11	75	K	SESUAI
12	76	L	SESUAI
13	77	M	SESUAI
14	78	N	SESUAI
15	79	O	SESUAI
16	80	P	SESUAI
17	81	Q	SESUAI
18	82	R	SESUAI
19	83	S	SESUAI
20	84	T	SESUAI
21	85	U	SESUAI
22	86	V	SESUAI
23	87	W	SESUAI
24	88	X	SESUAI
25	89	Y	SESUAI
26	90	Z	SESUAI

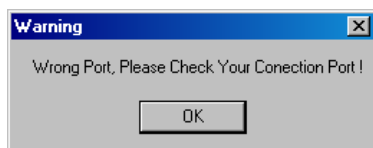
Pengujian ketiga dilakukan pengujian pengiriman data pembacaan sensor. Berikut gambar 8 adalah tampilan hasil pengujian penerimaan data pembacaan sensor yang dikirim dari RTU.



Gambar 8 Tampilan pengujian transfer data pembacaan sensor

3.2. Pengujian Koneksi Antara RTU dan HMI

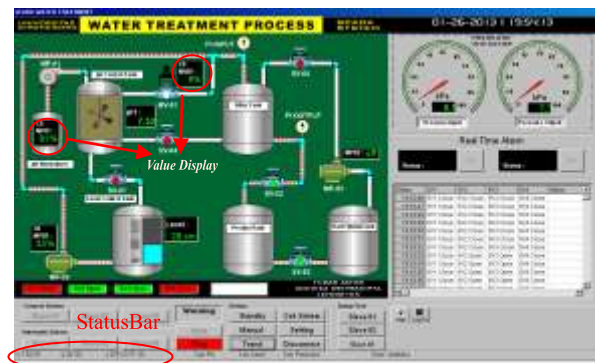
Untuk melakukan komunikasi data serial antara RTU dan HMI diperlukan setting protokol terlebih dahulu pada MTU. Jika setting protokol komunikasi telah sesuai, maka komunikasi antara RTU dan HMI dapat berlangsung. Sebaliknya jika setting protokol belum sesuai maka akan muncul peringatan pada HMI seperti gambar 9.



Gambar 9 Peringatan kesalahan setting port serial

3.3. Pengujian Penerimaan Data pada HMI

Pengujian dilakukan dengan cara menyambungkan RTU dengan HMI sesuai dengan protokol komunikasi pada HMI. Data yang diterima akan ditampilkan pada status bar di halaman utama. Setelah itu data akan dipecah dan ditampilkan pada (tampilan nilai) value display sesuai dengan tagname yang telah ditentukan. Berikut gambar 10 merupakan tampilan pengujian penerimaan data dan pemecahan data pada HMI.



Gambar 10 Tampilan pengujian penerimaan dan pemisahan data pada HMI.

3.4. Pengujian perangkat lunak HMI/SCADA

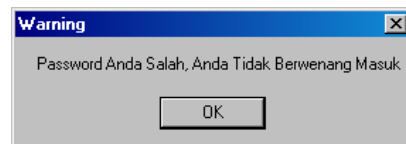
3.4.1 Pengujian Akses Keamanan

Pada halaman ini terdapat tombol “close” yang berfungsi untuk keluar dari program HMI. Kemudian tombol “login” sebagai tombol akses setelah operator memasukkan username dan password secara benar.



Gambar 11 Tampilan akses keamanan pada HMI SCADA.

Jika username dan password salah maka tidak bisa masuk kedalam master page dan akan muncul peringatan seperti pada gambar 12.



Gambar 12 Tampilan proteksi terhadap otoritas yang tidak berwenang.

3.4.2. Pengujian Grafis Area Utama

Jika grafis area utama telah di program sesuai dengan kondisi-kondisi yang sesungguhnya terjadi pada plant, maka animasi akan berjalan sesuai dengan algoritma program yang telah dituliskan. Gambar 13 merupakan pengujian tampilan grafis area utama saat plant berjalan melakukan proses pengontrolan dan kondisi-kondisi pada plant dapat dilihat pada tampilan tersebut.



Gambar 13 Tampilan pengujian grafis area utama

3.4.3. Pengujian Alarm

Peringatan alarm akan aktif ketika pada plant yang dikontrol telah berada pada kondisi yang abnormal (*error*). Peringatan alarm akan ditampilkan pada halaman utama di bagian *real time* alarm. Gambar 14 merupakan pengujian tampilan peringatan alarm pada grafis area utama.



Gambar 14 Tampilan pengujian peringatan alarm

Jika kondisi PI_alarm telah menunjukkan status HiHi maka pada *master page* akan muncul tampilan seperti pada gambar 15 berikut.



Gambar 15 Tampilan peringatan alarm Back Wash

Tampilan diatas memberikan informasi bahwa kondisi filter pada tangki filter sudah terlalu kotor atau dalam *level* HiHi dan saluran pipa *bypass* tidak dapat menanggulangi aliran air yang masuk ke tangki filter, oleh karena itu perlu adanya proses *backwash* untuk pembersihan filter yang sudah kotor. Kondisi *alarm* diatas ditandai dengan menyalanya *buzzer* pada *plant*. Simulasi proses *backwash* dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16 Tampilan pengujian proses *backwash*

3.4.4. Pengujian Halaman *Setting Point*

Pengujian dilakukan dengan cara menekan tombol “setting” pada bagian yang akan dirubah nilai parameter kontrolnya, agar RTU berpindah *state* untuk *setting* parameter . Masukan nilai-nilai parameter kontrol ke dalam *text box* yang telah disediakan, setelah itu tekan tombol “send” untuk mengirimkan data menuju RTU.



Gambar 17 Tampilan pengujian halaman *setting point*

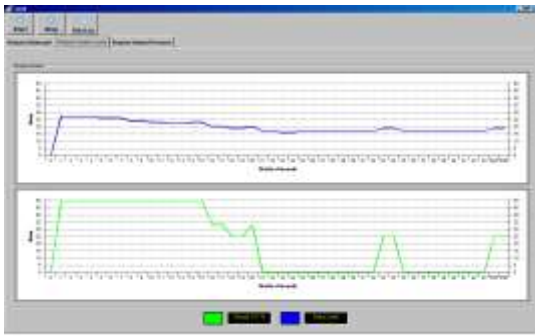
Hasil pengujian didapatkan bahwa data yang dikirim dari halaman *setting point* menuju RTU sesuai.

Tabel 5 Hasil pengujian pengiriman data melalui halaman *setting point* .

Data Kirim	Alamat	Data Terima	Kesesuaian
A7B32C20D14#	RTU1	Sp = 7, Kp = 32, Ti = 20, Td = 14	SESUAI
A14B16C13#	RTU2	Sp = 14, Kp = 16, Ti = 13	SESUAI
A11B60#	RTU3	Sp = 11, Kp = 60	SESUAI

3.4.5. Pengujian *Trend* dan *Data Logging*

Setiap *trend* (grafik) bagian terdapat 2 grafik dari nilai pembacaan sensor dan nilai sinyal kontrol di setiap proses pengontrolan pada *plant*. Terdapat 3 tombol pada halaman tersebut, tombol “start” untuk mengawali pencuplikan data, tombol “stop” untuk berhenti melakukan pencuplikan data dan tombol “data logger” berfungsi untuk menampilkan halaman *data logger*.



Gambar 18 Tampilan pengujian *real time trend*.

Pada layar data logger terdapat tombol “close” yang berfungsi untuk keluar dari halaman dan tombol “export to excel” untuk memindahkan data yang telah dirangkum di dalam tabel *data logger* ke dalam program *Microsoft office excel* yang nantinya program dapat di simpan kedalam format excel (.xls) sebagai *data historical* agar data dapat di analisa oleh operator.

Gambar 19 Tampilan pengujian pencuplikan data pada *data logger*.

Gambar 20 menunjukkan *data historical* yang di buka melalui *Microsoft office excel*.

Gambar 20 Tampilan *Data Historical* pada *MS-Excel*

4. Kesimpulan

Data yang dikirim dari RTU menuju HMI merupakan data realtime, sehingga data yang ditampilkan pada HMI

sesuai dengan data yang tertera pada LCD masing-masing RTU dengan *error 0%*. Pada pengujian *setting point page* didapatkan hasil bahwa data yang dikirim dari HMI menuju masing-masing RTU sesuai, terlihat dari kesesuaian data yang dikirim dari HMI dan yang ditampilkan pada RTU. Proses *monitoring* dan pengontrolan dari HMI tidak dapat berjalan apabila *setting port serial* (COMS) antara MTU dan HMI tidak ada kesesuaian. Pada pengujian akses keamanan didapatkan hasil bahwa tidak semua orang dapat mengakses sistem SCADA. Program *Human Machine Interface* yang dirancang memiliki fungsi antara lain: *monitoring* (mengawasi kondisi dan status *plant*), *alarm status* (peringatan jika sistem berjalan abnormal), *data logging* dan *trending* (menampilkan grafik secara *real time* dan historis), *setting point page* (mengganti parameter kontrol pada RTU) dan koneksi *data logging* dari HMI menuju *MS-Excel*. Sehingga sistem SCADA yang dirancang cocok untuk melakukan fungsi *telecontrolling* (kendali jarak jauh).

Saran untuk tahap pengembangan dimasa mendatang, Untuk keperluan pengembangan sebaiknya masing - masing RTU dihubungkan dalam satu jaringan lokal (*local area network*) dengan protokol komunikasi TCP/IP, agar simulasi dapat diakses melalui *web local host* pada MTU. Pengembangan dengan penggunaan perangkat *Programmable Logic Controller* (PLC) sebagai unit pengendali pada perancangan penelitian ini dapat dilakukan agar penambahan perangkat input, output dan modul elektronik lainnya dapat lebih mudah dilakukan. PLC juga lebih handal dikarenakan PLC merupakan perangkat yang berbasis industri. Penggunaan perangkat lunak (*software*) khusus HMI/SCADA, misalnya Intouch Wonderware, Vijeo Citect, Intellution dan berbagai *software* berbasis industri lainnya.

Referensi

- [1]. Afandi, Moh. Imam, “Pembuatan HMI/SCADA Menggunakan pemrograman Delphi dengan RTU PLC SLC -500 Berbasis Jaringan Ethernet”, Puslit KIM-LIPI, Tangerang.
- [2]. Bailey, D. and W. Edwin, “Practical SCADA for Industry”, Great Britian: Elsevier, 2003.
- [3]. Erwin, I. Muhammad, S. Endang, I. Sakti, “Rancang Bangun Human Machine Interface (HMI) Untuk Monitoring Lingkungan”, Pusat Penelitian Informatika-LIPI, Bandung, 2003.
- [4]. Halsall, Fred, “Introduction to data communications and computer networks”, Addison-Wesley, United States of America, 2005.
- [5]. Heryanto, M. Ary dan A.P. Wisnu, *Pemrograman Bahasa C Untuk Mikrokontroler AT MEGA 8535*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2008.
- [6]. Hutomo, R. Saputro, *Skripsi Simulasi Telemetry Frekuensi pada Supervisory Controls And Data Acquisition (SCADA) Jaringan Transmisi 150KV*

Konfigurasi Island Cilacap, Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang, 2012.

- [7]. Kurniawan, M. Supono, *Skripsi: Perancangan Simulasi Supervisory Controls and Data Acquisition (SCADA) pada Prototipe Sistem Listrik Redundant*, Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang, 2012.
- [8]. Retna, Prasetya dan Catur, Edi Widodo, *Teori dan Praktek Interfacing Port Paralel dan Port Serial Komputer dengan Visual Basic 6.0*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2004.
- [9]. Sudjadi, *Teori dan Aplikasi Mikrokontroler*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta, 2005.
- [10]. Suyadi, “Komunikasi Serial dan Port Serial (COM)”, Teknik Informatika UMS, 2012.
- [11]. Triyono, Agus, *Skripsi: Sistem Telekontrol SCADA Dengan Fungsi Dasar Modbus Menggunakan Mikrokontroler AT89S51 Dan Komunikasi Serial RS-485*, Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang, 2007.
- [12]. Wicaksono, Handy, *SCADA Software dengan Wonderware InTouch*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta, 2012.
- [13]. Wonderware® FactorySuite™ InTouch™, “User’s Guide”, USA : Invensys System Inc., Revised March 2004.