

DESAIN DAN IMPLEMENTASI SCADA (SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION) PADA SISTEM BOILER DRUM MENGGUNAKAN PLC OMRON

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF SCADA (SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION) ON BOILER DRUM SYSTEM USING OMRON PLC

Rezka Bunaiya Prayudha, M. Ary Murty, ST., MT., Ir. Porman Pangaribuan MT.

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
 Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
 Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
 rezkaprayudha@students.telkomuniversity.ac.id,

Abstrak

Critical plant seperti *Boiler Drum* yang umum digunakan pada industri pengolahan gas, dan pembangkit listrik membutuhkan sistem pengendalian yang *safety* baik untuk operator maupun sistem *plant* itu sendiri. Penggunaan jaringan WAN pada sistem SCADA memungkinkan operator memantau *plant* dari jarak jauh, namun informasi dapat diterima dan dikirimkan secara *realtime* dan kontinu. Sistem SCADA yang dibangun mencoba mensimulasikan kondisi sebenarnya dari *critical plant* tersebut dengan menggunakan BDT921 Boiler Drum Simulation Process. Perancangan yang dilakukan meliputi pembuatan komponen SCADA yakni HMI (Human Machine Interface), RTU (Remote Telemetry Unit) menggunakan PLC Omron CP1H dan Sistem Kendali. HMI berupa aplikasi *web-based* memberikan fitur bagi operator untuk memantau dan mengendalikan komponen BDT921 Boiler Drum dan dapat diakses melalui jaringan WAN. Ujicoba sistem HMI untuk mengendalikan *level* pada Boiler Drum menggunakan pengendali PI menghasilkan rata-rata *overshoot* 20.1% dan *error steady state* 0.002 % untuk $K_p = 4$ dan $K_i = 0.288$. Sistem WAN berupa mode 3G yang digunakan sebagai jembatan dalam sistem SCADA bekerja dengan unjuk kerja yang stabil dengan rata-rata *throughput* 1kpbs dan RTT *delay* 150ms.

Abstract

Critical plant like Boiler Drum as commonly used in gas processing industries, and power plants require good safety control system for the plant operator and the system itself. WAN network usage on a SCADA system allows the operator to monitor plant from a distance, but the information can be sent and received in real time and continuous. SCADA systems are built to try simulate the actual conditions of the critical plant using BDT921 Boiler Drum Simulation Process. The design was made with consisting SCADA components like SCADA HMI (Human Machine Interface), RTU (Remote Telemetry Unit) using Omron PLC CP1H and Control System. HMI was designed as a web-based applications that provide features for the operator to monitor and control components of Boiler Drum BDT921 and can be accessed via the WAN network. The system test of HMI system to control boiler drum level causing PI controller generates an average of 20.1% overshoot and steady state error 0.003% for $K_p = 4$ and $K_i = 0.181$. WAN systems uses 3G technology that acts as a bridge in the SCADA system, worked with a stable performance with an average throughput 1kpbs and RTT delay 150ms.

1. Pendahuluan

Salah satu proses penting pengolahan energi panas adalah pemanasan material di dalam tangki boiler yang akan mengeluarkan energi panas, seperti dalam proses pemanasan minyak mentah atau pengolahan gas alam. Industri tersebut membutuhkan boiler untuk proses destilasi. Proses pemanasan material ini harus dipantau secara kontinu oleh operator sehingga dapat diketahui jika suhu dan tekanan di dalam tangki meningkat diatas ambang batas yang ditentukan. Hal ini untuk menjaga agar sistem boiler bekerja secara aman.

Pertumbuhan teknologi informasi dan munculnya ICS (Industrial Control System) membuat proses pengawasan dan pengendalian proses boiling dengan kriteria riskan seperti ini dapat dilakukan secara realtime dan online. Salah satu penerapan ICS yaitu SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) yakni sistem distribusi kendali untuk area industri yang memiliki jarak geografis yang cukup jauh, dimana proses kendali dan pemantauan yang terpusat sangat dibutuhkan^[1]

Penelitian yang dijabarkan pada jurnal ini bertujuan mendesain sebuah sistem SCADA dengan unjuk kerja yang baik untuk mengakomodasi proses pemantauan *boiler drum*. Parameter unjuk kerja meliputi infrastruktur jaringan, sistem pengendali level air di dalam *boiler drum* dan aksesibilitas aplikasi HMI (*Human Machine Interface*).

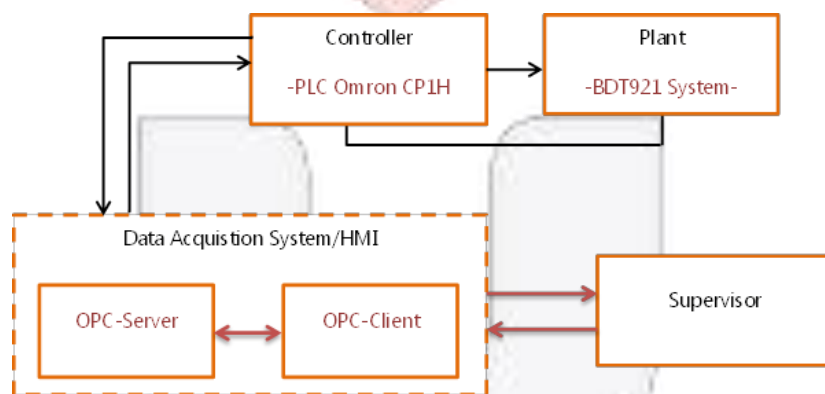
2. Perancangan Sistem

2.1 Sistem SCADA

SCADA adalah sebuah sistem distribusi untuk mengontrol sebuah aset atau plant yang berada ribuan kilometer dimana pengontrolan dan akuisisi data yang terpusat terhadap plant tersebut sangat diperlukan. Di pusat pengontrolan SCADA, data – data plant diproses dan dipantau sehingga terdapat manajemen data yang di dalamnya juga difungsikan monitoring, alarming, dan controlling.

Komponen utama SCADA dibagi ke dalam tiga bagian yakni, *Control Loop*, terdiri dari sensor, PLC, dan aktuator seperti katup, breaker dan switch. *Interface Device* (HMI), sistem antarmuka dimana operator menggunakan *interface device* untuk mengatur set point, algoritma kendali dan menentukan parameter-parameter pada controller. *interface device* juga menampilkan informasi berupa data status dan historisnya. *Remote Diagnostic and Maintenance Utilities*, digunakan untuk mencegah, menganalisa, dan recovery dari kesalahan yang terjadi selama proses berlangsung.

Pada penelitian ini PLC Omron CP1H akan menjalankan fungsi *controller* untuk mengendalikan *plant*, sistem akuisisi menjembatani alir informasi antara *controller* dan *supervisor* (operator).



Gambar 1. Sistem SCADA yang Dibangun

2.2 Plant Devices

Plant yang akan dipantau dan dikendalikan pada sistem ini adalah tangki *Boiler Drum* T11 yang merupakan komponen dari BDT921 Process Simulation. BDT921 merupakan sebuah simulasi pembelajaran pengendalian proses pemanasan dan pertukaran panas. Untuk pengendalian T11 meliputi pengendalian level air, dan proses pemanasan



Gambar 2. Tangki T11 pada Sistem BDT921

BDT921 terhubung ke *controller* sistem SCADA yakni PLC Omron CPH melalui panel Direct Digital Control, memanfaatkan komunikasi Omron FINS Serial. PLC Omron CPH berfungsi melakukan translasi nilai digital ke analog dan sebaliknya dari dan ke BDT921 dengan rentang pembacaan pada arus 4-20 mA dengan resolusi digital 6000. *Wiring* komponen analog dan digital BDT921 pada PLC menggunakan mode *sinking*.

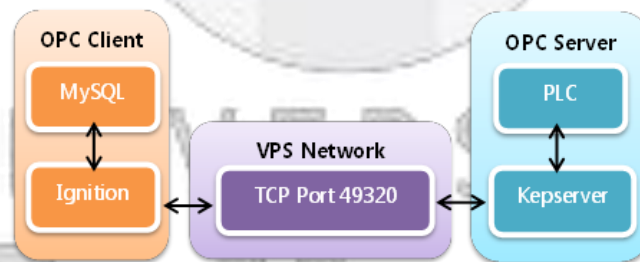
Tabel 1.1 merupakan pengamatan komponen yang digunakan.

Tabel 1 Pengamatan Komponen Boiler Drum BDT921

Nama Komponen	Alamat DDC	Alamat PLC	Keterangan
P11	333	CIO100.01	Pompa
P12	341	CIO100.02	Pompa
P13	342	CIO100.03	Pompa
P14	345	CIO100.04	Pompa
P15	346	CIO100.05	Pompa
TCV11	328	A211	Switch Valve
LCV11	311	A210	Switch Valve
T11	320	CIO100.06	Heater
T12	332	CIO100.07	Heater
LT11	301	A201	Level Sensor
TE11	307	A200	Temperature Sensor
FT11	305	A203	Flow Sensor
FT12	303	A202	Flow Sensor

2.3 Sistem Akuisisi Data

Teknologi OPC digunakan untuk mengakuisisi data dari PLC dan mengakomodasi *supervisor* memberikan perintah terhadap *plant devices*. OPC (*Open Platform Communication*) Merupakan suatu spesifikasi standar komunikasi realtime pada perangkat kendali industri yang berasal dari produsen yang berbeda. OPC-Server digunakan untuk mengakuisisi data dari sumber data dalam hal ini PLC Omron CPH. Program KepserverEX 5.1 menjadi adalah aplikasi OPC-Server yang digunakan pada penelitian ini. OPC Client merepresentasikan sebuah aplikasi pemrosesan data. OPC Client menginisiasi dan mengendalikan komunikasi dengan OPC Server berdasarkan aplikasi apa yang terdapat di dalam OPC Client. Secara teknis OPC Client merupakan sebuah modul perangkat lunak berisi aplikasi seperti *Database Management System*, HMI, MES dan *historian packets*. Jaringan WAN akan digunakan untuk menjembatani OPC-Server dan OPC-Client.



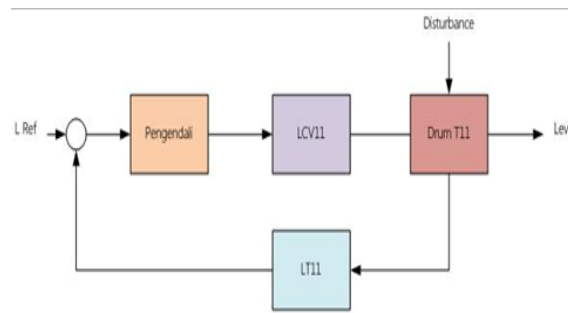
Gambar 3 Komunikasi Sistem OPC

Platform Ignition menjadi OPC-Client untuk menyimpan data dari OPC-Server dalam sistem basis data. Igniton juga menjalankan aplikasi HMI dengan fitur *dashboard* pemantauan, pengendalian, dan akses histori data. Fitur ini memberikan kemudahan bagi *supervisor* dengan tampilan dinamis dan responsif.

2.4 Sistem Pemantauan dan Pengendali

Sistem pemantauan dirancang untuk memberikan informasi mengenai status tiap komponen, yakni level air T11, suhu tangki T1, kecepatan aliran air, dan tingkat tekanan pada *valve*. Sistem pemantauan utama memiliki panel pengendali untuk mengaktifkan komponen pompa dan pemanas dengan sistem ON/OFF. Sistem alarm disediakan untuk memberikan peringatan dini jika pada sistem terjadi anomali.

Untuk sistem pengendali, fitur yang diberikan yakni untuk mengendalikan tinggi air pada sistem T11 menggunakan algoritma kendali PI. Level air dapat diatur sesuai *setpoint* dengan mengendalikan tekanan pada *pressure valve* LCV11.



Gambar 3.9 Sistem Kendali Level T11

Sistem *closed loop* akan mengkalkulasi *error* antara *feedback* dan nilai referensi. Dan memberikan *gain* PI berdasarkan persamaan,

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (1)$$

Mekanisme yang digunakan bukanlah reservoir melainkan flow-based, dimana P11 yang merupakan alur keluar dan P12 sebagai alur masuk akan aktif dalam waktu yang bersamaan. Disturbance pada sistem ini dianggap sebagai perubahan beban aliran pada alur keluar yang dikendalikan oleh TVC11 dan P11.

3. Pembahasan

3.1 Performasi Jaringan

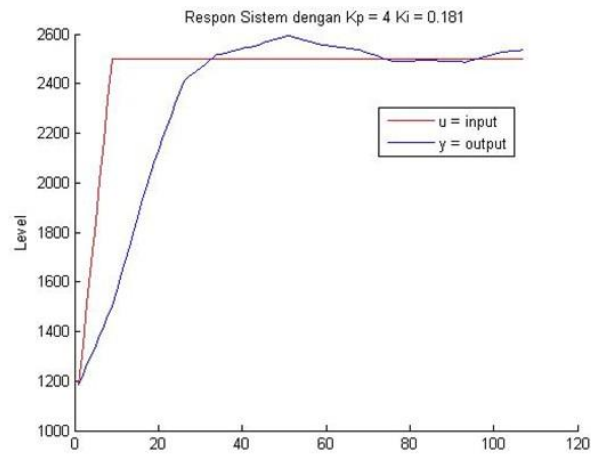
Sistem Jaringan merupakan komponen yang penting pada SCADA. Karena sistem harus mampu mengakomodasi proses dengan kontinuitas tinggi, dan dituntut memiliki performansi yang baik sehingga meminimalkan terciptanya delay informasi dari plant ke supervisor maupun sebaliknya. Tes *Network Performance* dilakukan untuk melihat dan mengukur sistem jaringan pada tugas akhir Desain dan Implementasi SCADA pada Sistem Boiler Drum menggunakan PLC Omron. Dalam pengujian ini infrastruktur yang digunakan adalah 3G R6 yang mendukung sistem broadband HSPA+ yang disediakan oleh operator Telkomsel.

Prosedur dilakukan adalah menghitung *Round Trip Delay* (RTT) atau Ping Time yang merupakan metode pengukuran pengiriman sinyal antara dua titik. RTT delay menghitung waktu sebuah sinyal yang dikirimkan dijumlahkan waktu *acknowledgment* sinyal tersebut telah diterima. Pengujian dilakukan dalam tiga fase, yakni malam hari, pagi hari dan siang hari untuk menggambarkan kondisi trafik penggunaan jaringan oleh pengguna.

Hasil pengujian untuk malam hari didapatkan RTT delay 150ms, pagi hari 170ms dan siang hari 150ms dengan rata-rata *throughput* 1kbps.

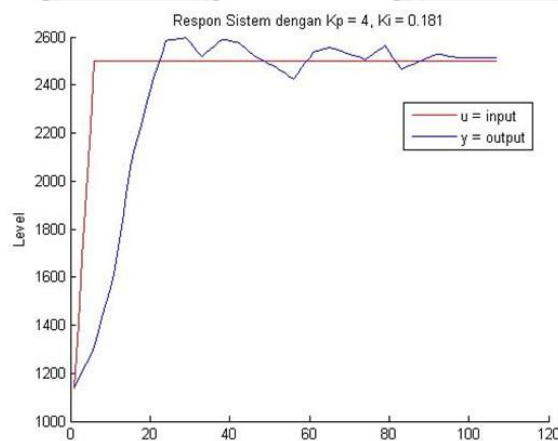
3.2 Unjuk Kerja Sistem Kendali

Metode kendali yang digunakan adalah PI (Proportional Intergral), yang berfungsi mengatur jumlah tekanan pada pressure valve sehingga akan didapatkan kondisi level air sesuai dengan setpoint. Mekanisme pengujian tanpa jaringan dilakukan untuk melihat unjuk kerja sistem jika komponen OPC-Client dan OPC-Server berada pada satu node. Model sistem didapatkan menggunakan arx model estimation berdasarkan respon awal dengan *gain* 4. Proses dilanjutkan menggunakan pidtool pada aplikasi matlab, didapatkan $K_p = 4$ dan $K_i = 0.181$



Gambar 5(a) Respon Sistem Tanpa Jaringan

Untuk pengujian dengan jaringan, komponen OPC-Server dan OPC-Client berada pada node berbeda dan dihubungkan dengan jaringan 3G. Didapatkan respon sistem pada Gambar 5(b).



Gambar 5(b) Respon Sistem Dengan Jaringan

Pengujian tanpa jaringan menghasilkan rata-rata *overshoot* 7% dengan e_{ss} (*error steady state*) 0.004% sedangkan pengujian jaringan dihasilkan *overshoot* 8,672% dengan e_{ss} 0.003% untuk $K_p = 4$ dan $K_i = 0.181$.

4. Kesimpulan

Penerapan sistem SCADA memanfaatkan teknologi WCDMA yang dijabarkan pada penelitian ini memberikan hasil bahwa dapat diterapkan pada *plant* dengan tipe *critical*. Kedepannya seiring dengan perkembangan jaringan 4G dan LTE serta semakin tenarnya Industrial Internet of Things tidak menutup kemungkinan sistem ini akan menggantikan sistem industri konvensional, dimana tiap operator tidak harus berada di area industri namun tetap dapat memantaunya tiap saat.

Daftar Pustaka :

- [1] Bonaventure, Olivier. 2011. Computer Networking, Principles, Protocols, and Practice. The Saylor Foundation. USA
- [2] Daneels, W. Salter. 1999. What Is Scada?. International Conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems. Trieste, Italy.

- [3] Dr. Goel, Aditya. Mishra, Ravi Shankar. 2009. Remote Data Acquisition Using Wireless - Scada System. International Journal of Engineering, III(1):58-64.
- [4] Dutton, William H. 2013. The Internet Of Things. SSRN Working Paper Network, Rochester, United Kingdom
- [5] Inductive Automation. Ignition User Manual. USA.2015
- [6] Kominek, Darek. Alberta, P. Eng. 2009. Guide To OPC. MatrikonOPC, Canada.
- [7] Kurose, James. F., Ross, Keith. 2013. Computer Networking : A Top Down Approach, Sixth Edition. Pearson. United States Of America.
- [8] Lopes Research. 2014. Building Smarter Manufacturing with Internet of Things(IoT). Lopes Research LLC. San Fransisco, CA
- [9] Mulyana, Tatang.Than, Mohamad Nor Mohd.Hanafi, Dirman. Ali, Afrodi. 2011. Digital Control Design for The Boiler Drum. Journal of Mechanics Engineering and Automation I (2011) 392-397
- [10] Mulyana, Tatang. Than, Mohd Nor Mohd. Mustapha, Noor Adzmira.2011. Identification of Heat Exchanger QAD Model BDT 921 On Hammerstein-Wiener Model. International Seminar on The Application of Science & Mathematics 2011.
- [11] Mulyana, Tatang.Than, Mohamad Nor Mohd.Hanafi, Hanafi, Dirman. 2009. A Discrete Time Model of Boiler Drum and Heat Exchanger QAD Model BDT 921. International Conference of Instrumentation, Control and Automation
- [12] Ogata, Katsuhiko. 2010. Modern Control Engineering. Prentice Hall, New Jersey.
- [13] OMRON CP1H Operation Manual.2005. Omron
- [14] Solma, Harri. Toskala, Antti.2010. WCDMA for UMTS : HSPA Evolution and LTE.Wiley Publisher, USA
- [15] Stouffer, Keith. Falco, J. Kent, K. 2006. Guide To SCADA.USA
- [16] Uckelman, Dieter. Harisson, Mark. 2011. Michahelles, Florian. An Architectural Approach Towards the Future Internet of Things.Springer



UNIVERSITAS
Telkom