

Pengembangan Perangkat Lunak HMI/Scada Mandiri pada Lingkungan *Networked Control Systems*

Rida Hudaya

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : ridahudayarsearch@gmail.com, <https://sites.google.com/site/ridahudayanccs>

ABSTRAK

Sistem HMI/Scada (Human Machine Interface dan Supervisory Control and Data Acquisition) terus berkembang seiring dengan perkembangan teknologi jaringan internet. Perkembangan lingkungan kerja juga berubah dari sistem yang bersifat mandiri menjadi sistem kerja dalam lingkungan NCSs (Networked Control Systems, Sistem Kendali Berjaringan). Open source systems saat ini cenderung semakin banyak digunakan menggantikan sistem berbayar. Kajian bertujuan mempelajari hubungan yang digunakan oleh HMI/Scada mandiri untuk dapat bekerja pada lingkungan NCSs beserta *response time* dari sistem HMI/Scada yang telah terintegrasi dalam NCSs. Beberapa peneliti telah membahas penerapan HMI/Scada pada lingkungan NCSs yang berkecenderungan dalam upaya menekan cost dan waktu pengembangan serta memanfaatkan kelebihan layanan cloud computing. Oleh karena itu dalam penelitian ini diusulkan metode pemanfaatan sistem database berbasis web. Pengujian terhadap metode yang diusulkan adalah mengakses perangkat keras dengan dua cara yaitu melalui OPC dan database. Kemudian dibandingkan untuk melihat unjuk kerja yang terbaik. Hasil pengujian dilakukan untuk melihat kecepatan respon sistem baik yang melalui OPC (Object Linking and Embedding for Process Control) maupun yang melalui database. Simpulan menunjukkan bahwa sistem yang bekerja melalui database tepat digunakan untuk sistem yang memiliki respon maksimal sebesar 1s.

Kata Kunci

HMI, Scada, NCSs, Cloud

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Perangkat lunak HMI/Scada terus berkembang seiring dengan perkembangan teknologi jaringan internet. Pemanfaatan jaringan internet dalam bidang NCSs menjadi topik penelitian yang semakin diminati. Sehingga mempengaruhi perkembangan lingkungan kerja dari sistem yang bersifat mandiri menjadi sistem kerja dalam lingkungan jaringan. Open source systems saat ini cenderung semakin banyak digunakan menggantikan sistem berbayar. Salah satu tujuannya adalah dalam upaya menekan biaya konstruksi sistem HMI/Scada yang sangat mahal. Kondisi ini disebabkan karena perangkat pendukung HMI/Scada masih bekerja secara mandiri dan apabila terhubung dengan jaringan akan berkaitan dengan jumlah *account* yang digunakan. Hal ini akan terkait langsung dengan biaya penggunaan sistem HMI/Scada.

Saat ini industri banyak memanfaatkan HMI/Scada untuk mengumpulkan data dari plant yang letaknya tersebar diberbagai lokasi berjauhan secara *real-time* dan menampilkan dalam bentuk yang lebih informatif dan dapat diakses dari mana saja.

1.2 Identifikasi masalah

Masalah yang akandipelajaridalamkajianiniadalah (1) mencarimetode yang bertujuan agar sistemHMI/Scadamandiridapatbekerjapadalingkungan NCSs. (2) *reponse times* sistem HMI/Scada yang telah terintegrasi dalam NCSs.

1.3 Batasan masalah

Batasan dalam kajianiniadalahunjukkerja instrument yang digunakan dalam sistem NCSs yaitu:

Notebook: prosesor Intel(R) Core (TM) i5-3317U [CPU@1.70](#) GHz, RAM 4096MB, OS Windows 8.1 Pro 64-bit.

Server jaringan menggunakan XAMPP.

Database server menggunakan MySQL.

Database lokal menggunakan MSAccess.

HMI/Scada mandiri Wonderware Intouch 10.1.300 1412.0130.0268.0005.

Perangkat lunak pengendali MatLab.

OPC menggunakan KepServerEx.

Database tools Navicat Premium for MySQL versi 11.1.7.

Remote I/O DFRDuino UNO R3, Ethernet Shield.

Plant yang digunakan yaitu modul Motor.

1.4 Tujuan

Tujuan dari kajian ini adalah merealisasikan sistem HMI/Scada mandiri agar dapat bekerja pada lingkungan pada lingkungan NCSs.

2. PENELITIAN SEBELUMNYA

Kajian sebelumnya yang berkaitan dengan sistem HMI/Scada dan NCSs telah berkembang dari berbagai aspek tinjauan dan pendekatan.

Selama dekade terakhir, paradigma cloud computing telah muncul sebagai solusi ampuh untuk berbagai masalah infrastruktur IT tradisional. Pembahasan tentang potensi cloud computing telah banyak dibicarakan dalam konteks SmartGrid atau sistem kendali. Meskipun keuntungan dari penggunaan jenis *cloud application* sudah sangat jelas, persoalan kerahasiaan data dan privasi operasional masih tetap merupakan kelemahan utama. Oleh karena skema kriptografi, harus menjadi perhatian dalam membantu integrasi yang lebih baik. Penggunaan Virtual Scada di cloud (VS-Cloud) sebagai sarana untuk meningkatkan keandalan dan efisiensi dengan tingkat perlindungan yang sama seperti dalam arsitektur Scada tradisional. Saat ini sedang direncanakan penerapan enkripsi dalam *real cloud environment* untuk tujuan mencari perbandingan yang lebih realistik [1].

Cloud computing merupakan topik yang hangat dibahas dalam penelitian HMI/Scada. Ketergantungan mengakses informasi penting melalui internet, menyimpan atau menampilkan informasi penting secara real-time

data di cloud telah menjadi fenomena umum. Raksasa teknologi informasi seperti Apple, Microsoft, dan Google mendorong semakin majunya konsep *cloud computing* dan tampaknya lebih dari sekedar trend.

Ignition dari Inductive Otomasi adalah server aplikasi industri yang digunakan untuk membuat sistem yang mencakup HMI, Scada dan MES. Arsitektur uniknya memungkinkan aksesibilitas dari komputer manapun tanpa harus tergantung kepada sistem operasi, disamping itu pengembangan proyek yang cepat dan penyebaran, serta skalabilitas yang besar tanpa kerumitan yang berarti. Kelebihanannya terletak pada akses berbasis web, penggunaan SQL database, cross-platform, penggunaan account tak terbatas [2].

Proses HMI otomatisasi industri memainkan peran penting dalam menciptakan lingkungan yang ramah secara visual antara pengguna dan teknologi. Berbagai aspek penting dalam merancang tampilan HMI harus memenuhi kriteria kualitas seperti kemudahan dan *seamlessness* dalam pemahaman pengguna, efisiensi dalam mempelajari perangkat lunak desain HMI dan kepuasan operator dalam mengendalikan sistem yang besar. Aspek-aspek ini terdiri dari masalah tata letak layar, representasi warna, grafis dan gambar, teks dan data nilai, alarm, navigasi, kontrol dan sebagainya. Ruang lingkup penelitian yang telah dikembangkan adalah mendapatkan pengetahuan tentang bagaimana menggabungkan sebanyak mungkin informasi dalam satu layar monitor yang terbatas, oleh beberapa nomor halaman dalam hirarki grafis untuk keperluan dua hal yaitu aplikasi yang sederhana dan kompleks. Dalam kajian ini layar Allen-Bradley PanelView™ Plus telah digunakan sebagai contoh pengembangan [3].

Pembangunan baru arsitektur virtual menyediakan kestabilan dan arsitektur terpercaya, dibangun melalui VMware vSphere 5.0 platform, yang memperkaya soal keamanan sistem HMI/Scada. *Downtime* mesin virtual dapat diminimalkan. Bahkan setelah kegagalan hardware dari salah satu server ESXi, mesin virtual secara otomatis restart pada server ESXi lainnya, dengan menggunakan fitur vCenter High Availability. Pengujian vSphere Storage Appliance dan software Openfiler memungkinkan untuk memecahkan masalah penyimpanan data

bersama. Perancangan dan penerapan perangkat keras, jaringan dan perangkat lunak arsitektur baru telah direalisasikan dengan menggunakan VMware vSphere 5.0 platform dan memanfaatkan keuntungan sistem virtualisasi yang diterapkan dalam sistem informasi dan hirarkis kendali yang kompleks dengan penekanan pada tingkat kendali HMI/Scada [4].

PLC adalah kontroler yang banyak digunakan untuk mengotomatisasi seluruh proses di industri. Dengan pesatnya pertumbuhan dalam teknologi instrumentasi nirkabel untuk menghindari infrastruktur kabel dan untuk mendapatkan efisien kendali. Penelitian yang telah dilakukan adalah melakukan pendekatan baru yaitu mengubah PLC kabel yang ada menjadi PLC nirkabel dengan mengkonfigurasi Xbee dalam mode langsung menggunakan software antarmuka komunikasi X-CTU antara PLC dan proses [5].

Sistem Scada mengumpulkan data dari berbagai sensor node yang dapat berasal dari lokasi terpencil dan kemudian ditransmisikan ke kontroler pusat untuk diolah dan dikendalikan. Komunikasi nirkabel untuk Scada diperlukan pada aplikasi dimana kabel komunikasi ke tempat remote terlalu mahal atau terlalu memakan waktu untuk membangun komunikasi melalui kabel. Pemanfaatan kabel atau jalur komunikasi menjadi tidak praktis. Sehingga fokus penelitian yang telah dikembangkan adalah membahas peran komunikasi nirkabel untuk sistem Scada [6].

Sistem otomasi industri skala besar yang ditawarkan saat ini memerlukan biaya yang sangat tinggi dan memerlukan waktu pembangunan yang sangat lama. Sebagian besar dari pengembangan atau waktu rekayasa dan biaya ini disebabkan oleh ketergantungan pada pengendali fisik. Pertanyaan yang diajukan adalah "Dapatkah industri otomatisasi memanfaatkan teknologi cloud computing untuk mengurangi biaya dan waktu penyebaran?" Untuk menjawab pertanyaan ini, diusulkan gambaran arsitektur untuk menyediakan layanan otomasi industri dalam layanan cloud dengan algoritma kendali umpan balik dan aplikasi otomasi lainnya yang dijalankan pada mesin virtual berbasis cloud. Studi kasus yang digunakan adalah sistem otomatisasi yang besar dan nyata untuk mengevaluasi penghematan

biaya dan waktu. Studi menunjukkan bahwa pendekatan otomatisasi berbasis cloud dapat (i) menyimpan setidaknya 43% dari total biaya dan sampai 57% dalam beberapa kasus, dan (ii) menghemat 25-85% dari waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan sistem yang siap untuk kerja.

Kajian menunjukkan bahwa sepenuhnya mengadopsi model cloud dalam otomasi industri dapat menghemat sekitar 70% biaya perangkat keras. 30-70% *total upfront cost*, paling sedikit 55% biaya pemeliharaan, lebih dari 50% *total running cost*. Kajian menunjukkan bahwa total (upfront dan running cost) menghemat paling sedikit 43% dan dapat mencapai 57% dalam beberapa kasus. Time to start up dapat dikurangi 25-85% tergantung pada beberapa faktor [7].

Beberapa isu dalam NCSs seperti delay jaringan, sampling, metode transmisi dan data yang terputus, membuat respon sistem berjalan tidak stabil. Penelitian yang telah dilaksanakan berkaitan dengan masalah delay adalah Adaptive Retuning PID Controller. Metode yang diusulkan dapat meningkatkan respon sistem mendekati yang diharapkan [8].

Kajian dalam bidang NCSs melibatkan antarmuka sinyal perintah/status dengan jumlah sinyal sangat banyak. Penerapan algoritma row index data access matrix merupakan salah satu teknik pemecahan yang paling sederhana. Penelitian ini membahas cara kerja algoritma row index data access matrix pada sistem pengaturan sinyal digital yang homogen di tingkat perangkat lunak pada sistem HMI/Scada. Kajian ini telah berhasil menunjukkan bahwa penerapan algoritma row index data access matrix akan mempersingkat waktu perancangan, penerapan, perawatan dan perbaikan. Implementasi pada sistem teknologi antarmuka perangkat lunak sangat sederhana dan cepat [9].

Kajian untuk mengurangi pengaruh *time delay varying* dalam NCSs dengan menggunakan metode *reference-model controller* adalah mengawasi dan mengukur fungsi transfer *real plant* melalui jaringan yang akan digunakan untuk memperbaiki *plant* dari *reference-model controller*. Dengan metode ini, luaran *plant* dari *reference-model controller* tidak akan dipengaruhi oleh *time delay varying* jaringan. Proses pembaharuan fungsi transfer *reference-*

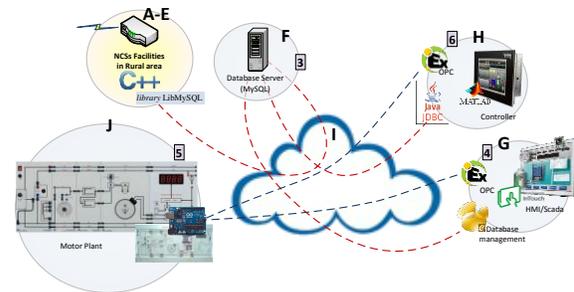
model controller tergantung pada kualitas *plant*. *Plant* berkualitas baik tidak memerlukan proses pembaharuan yang terlalu sering. Sehingga kondisi ini dapat mengurangi beban komunikasi dan mempercepat kerja algoritma kendali [10].

Penelitian ini menerapkan 720 sinyal yang bersifat acak yang dikelola dengan algoritma rida-M. Pembahasan dibatasi pada kondisi sinyal di perangkat lunak lokal host HMI/Scada. Waktu pemrosesan sinyal berbanding lurus dengan jumlah sinyal ditangani [11].

Kajian penerapan Scada dalam lingkungan cloud untuk meminimalkan biaya (yang terkait dengan infrastruktur *real time* atau operasional Scada) dan mengambil beberapa keuntungan lainnya dari cloud. Selama komunikasi, keamanan merupakan masalah besar. Pelaksanaannya mekanisme keamanan menggunakan solusi kriptografi. Beberapa pengujian terhadap serangan termasuk otentikasi, integritas, kerahasiaan dan non-repudiation telah dilakukan untuk mengevaluasi solusi keamanan [12].

3. METODE YANG DIUSULKAN

3.1 Rancangan objek penelitian



Gambar 1: Rancangan objek kajian.

Rancangan objek penelitian dijelaskan pada Gambar 1. Motor Plant pada lingkaran A merupakan plant yang akan dikendalikan oleh PID controller yang terdapat pada lingkaran H. Seluruh parameter dan hasil pengendalian disimpan oleh PID controller di database server di lingkaran F. Seluruh aktivitas plant yang tersimpan pada database server akan dipantau oleh sistem HMI/Scada pada lingkaran G. Sistem HMI/Scada akan memperoleh informasi dari database server. Namun teknik lain yang telah berkembang sebelumnya adalah sistem HMI/Scada mengakses plant dengan cara menggunakan OPC. Kajian ini akan memperlihatkan perbandingan dua teknik tersebut.

PID Controller direalisasikan dengan perangkat lunak MatLab dan HMI/Scada dengan perangkat lunak Wonderware InTouch. Database Server direalisasikan dengan menggunakan MYSQL dan database lokal dengan MSAccess. Prosedur *plant* direalisasikan dengan menggunakan Arduino Uno *Ethernet Communication* yang berfungsi sebagai sebuah papan *data acquisition* dan sebuah *remote I/O*.

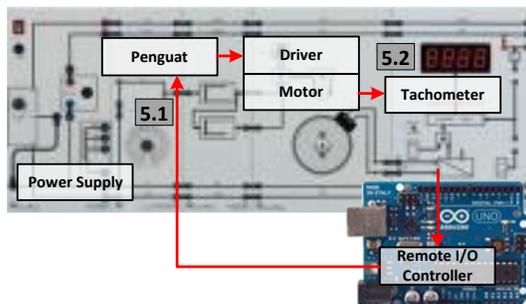
3.2. Rancangan metode yang diusulkan

Sistem HMI/Scada dalam kondisi kerja normal bekerja dengan *local database*. Selanjutnya database tersebut akan digantikan oleh *database server* yang dapat diakses melalui jaringan internet. Untuk tujuan tersebut maka *database tools Navicat* telah digunakan untuk membantu hubungan antara sistem HMI/Scada dengan *database server*. Sementara itu *PID controller* dihubungkan dengan database melalui bantuan *database tools JDBC*. Selanjutnya untuk menghubungkan antara *plant* dengan *PID Controller* maupun *HMI/Scada* yang bekerja dengan *local database* digunakan *OPC Server*. Pola hubungan keseluruhan menggunakan algoritma *roe index data access matrix*. Faktor utama keamanan akan bertumpu pada sistem *database server* yang ditanam dalam sistem NCSs

3.3. Realisasi rancangan

3.3.1. Motor DC plant.

Motor DC Plant direalisasikan seperti dijelaskan pada Gambar 2. *Plant* ini terdiri dari Power Supply, Penguat Arus Motor, Sensor Opto Coupler dan Tachometer. Seluruh sinyal kendali dan status diolah dan ditransmisikan melalui jaringan oleh prosesor Arduino Uno.



Gambar 2: Motor DC plant.

3.3.2. HMI/Scada.

Realisasi HMI/Scada untuk Motor DC Plant seperti ditunjukkan pada Gambar 3 meliputi:

1. Login/Logout Operator.

Parameter PID Controller.

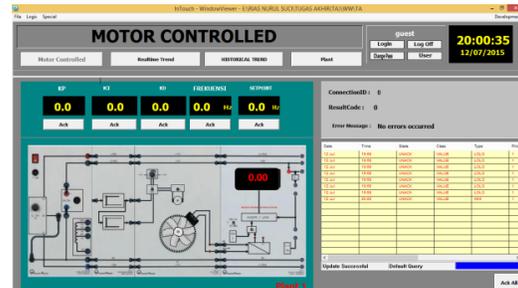
Real-time Trend.

Historical.

Database update.

Alarming.

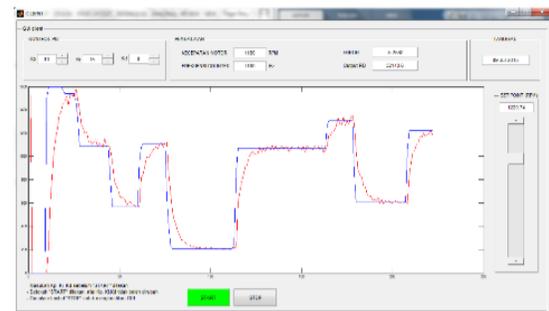
Real-time plant monitoring.



Gambar 3: Tampilan sistem HMI/Scada motor DC plant.

3.3.3. PID Controller.

PID Controller yang direalisasikan dengan perangkat lunak MatLab dilengkapi dengan HMI seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4: Tampilan sistem HMI/Scada PID Controller.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan sesuai dengan tujuan dari penelitian meliputi:

1. Pengujian hubungan sistem HMI/Scada dengan sistem database yang berbasis web.

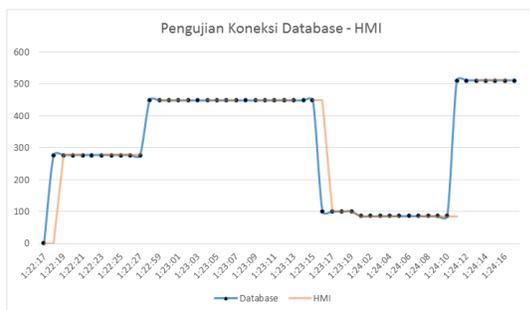
Pengujian hubungan sistem HMI/Scada dengan sistem remote I/O yang berfungsi sebagai penghubung *plant*.

Pengujian hasil ukur remote I/O.

Pengujian pencatatan OPC yang berfungsi sebagai interface data berbagai perangkat keras *plant* dengan sistem HMI/Scada.

4.1. Uji HMI/Scada-Database.

Variabel kecepatan putaran motor dikonversikan sebagai frekuensi putaran. Frekuensi putaran ini dicatat oleh database dan hasilnya ditampilkan pada sistem HMI/Scada. Gambar 4 menunjukkan bahwa keterlambatan data antara pencatatan di database dengan hasil yang ditampilkan memiliki selisih sebesar 1s.



Gambar 4: Grafik perbandingan respon data frekuensi antara database dengan tampilan HMI.

4.2. Uji HMI/Scada-Remote I/O.

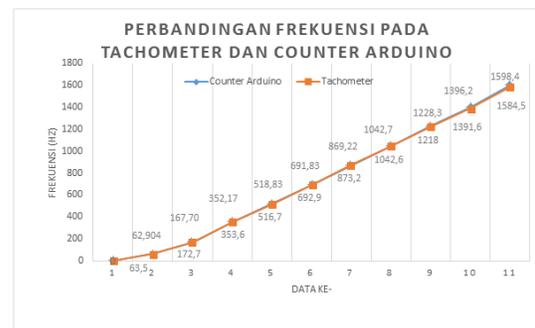


Gambar 5: Grafik perbandingan antara nilai set point pada HMI dengan remote I/O (Arduino Uno).

Nilai set point yang ditetapkan oleh sistem HMI/Scada mengalami perbedaan cukup besar dengan nilai yang dihasilkan oleh remote I/O pada nilai set point yang lebih kecil dibandingkan dengan set point pada nilai yang lebih besar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.

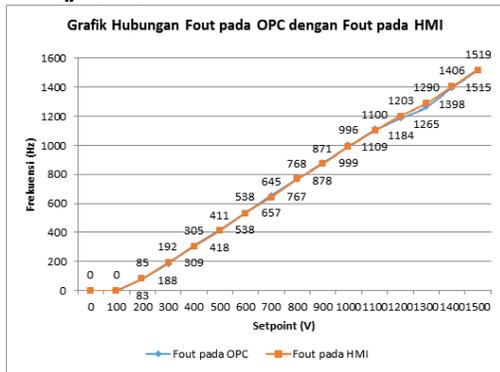
4.3. Uji ukur Remote I/O.

Pengukuran yang dihasilkan oleh remote I/O memiliki hasil yang mendekati hasil alat ukur Tachometer. Sehingga dapat dikatakan bahwa remote I/O memberikan hasil pengukuran yang baik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6: Grafik perbandingan antara hasil pengukuran frekuensi pada Tachometer dengan remote I/O (Arduino Uno).

4.4. Uji OPC-HMI/Scada.



Gamb

ar 7: Grafik perbandingan antara hasil pengukuran frekuensi pada OPC dengan HMI.

Hasil pencatatan data OPC dengan nilai yang ditampilkan pada sistem HMI/Scada memberikan nilai pengukuran yang hampir sama seperti yang ditunjukkan dengan grafik yang saling berdekatan pada Gambar 7.

4.5. Pembahasan.

Remote I/O sebagai alat ukur kecepatan putaran motor dan OPC sebagai pencatat data hasil pengukuran serta HMI/Scada yang berfungsi menampilkan hasil pengukuran, maka dapat disimpulkan bahwa tiga sistem tersebut mampu melakukan pengukuran kecepatan motor sampai dengan 1600 Hz. Namun kecepatan akses HMI/Scada pada sistem database masih sangat lambat dengan kemampuan maksimum dapat mengukur frekuensi adalah sebesar 1Hz.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji dan pembahasan diatas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem HMI/Scada mandiri melalui teknik penggunaan database berbasis jaringan atau lebih spesifik berbasis web dapat digunakan sebagai salah satu pemecahan agar dapat berkerja di lingkungan NCSs.
2. Untuk rancangan objek kaji yang diusulkan, kecepatan akses melalui database masih sangat lambat. Sehingga hanya cocok untuk sistem yang bekerja dengan respon dibawah 1s.

UCAPAN TERIMA KASIH

Makalah ini merupakan bagian dari kerja yang kompleks di Laboratorium Distributed Control System dan HMI/Scada, oleh karena itu ucapan

terima kasih disampaikan kepada mahasiswa Program Studi Teknik Elektronika yang telah bekerja dengan sangat baik dan penuh motivasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cristina Alcaraz, Isaac Agudo, David Nuñez, and Javier Lopez, "Managing Incidents in Smart Grids a la Cloud", in Third IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science, 978-0-7695-4622-3/ [1]11, DOI 10.1109/CloudCom.2011.79, 2011
- [2] Inductive Automation, "Cloud-Based SCADA Systems: The Benefits & Risks, Is Moving Your SCADA System to the Cloud Right For Your Company?," 800.266.7798, www.inductiveautomation.com, 2011
- [3] Akram Hossain, Tanima Zaman, "HMI Design: An Analysis of a Good Display for Seamless Integration Between User Understanding and Automatic Controls, American Society for Engineering Education, 2012.
- [4] Milos Pavlik, Roman Mihal, Lukas Lacinak, Iveta Zolotova, "Supervisory control and data acquisition systems in virtual architecture built via VMware vSphere platform", in Recent Researches in Circuits and Systems, Editors: Valentina E. Balas, Muhammet Koksall, ISBN: 978-1-61804-108-1, p389-393, July 2012.
- [5] Kaushik Bhuiya, Kintali Anish, Dhvani Parekh, and Kilaru Laxmi Sahiti, "Low cost wireless control and monitoring using PLC and SCADA", International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 3, Issue 9, ISSN 2250-3153, September 2013
- [6] Minkyu Choi, "Wireless Communications for SCADA Systems Utilizing Mobile Nodes", International Journal of Smart Home Vol. 7, No. 5 (2013), pp. 1-8 ISSN: 1975-4094 IJSH Copyright © 2013 SERSC, 2013.
- [7] Tamir Hegazy, Mohamed Hefeeda, "The Case for Industrial Automation as a Cloud Service", Technical Report Number: SFU-CMPT TR 2013-25-1 June 27, 2013.
- [8] Rida Hudaya, Feriyonika, and Cucun Wida Nurhaeti, "Adaptive Retuning PID to Overcome Effect of Delay Change in Networked Control Systems", in Proceedings of 4th Industrial Research Workshop and National Seminar (IRWNS), Bandung, Indonesia, code E4, pp. 145-150, 2013.
- [9] Rida Hudaya, "Application of Row Index Data Access Matrix Algorithm for Homogeneous Digital Data Command/Status Software", in Proceedings of 4th Industrial Research Workshop and National Seminar (IRWNS), Bandung, Indonesia, code E6, pp. 158-161, 2013.
- [10] Rida Hudaya, "A Reference-Model Controller to Mitigate the Effect of Time Delay Change in a Networked Control Systems", International Conference on Engineering, Technology and Applied Business, in Proceeding ICETAB 2014.
- [11] Rida Hudaya, Cucun Wida Nurhaeti, "Application of Row Index Data Access Matrix Algorithm in

HMI/Scada Systems”, International Conference, in Proceeding PICKS 2014,
[12] A. Shahzad, S. Musa, A. Aborujilah and M. Irfan, “A New Cloud Based Supervisory Control and Data Acquisition Implementation to Enhance The Level of

Security Using Testbed”, Journal of Computer Science 10 (4): 652-659, 2014, ISSN: 1549-3636, © 2014 Science Publications doi:10.3844/jcssp.2014.652.659 Published Online 10 (4) 2014, Corresponding Author: Science Publications 652 JCS, 2014.