

**PENGEMBANGAN SISTEM PEMANTAU PENGGERAK
BATANG KENDALI REAKTOR SERBA GUNA G. A. SIWABESSY
BERBASIS LABVIEW**

BUDI SUPRIYATMAN¹, ANWAR BUDIANTO², HERI SUHERKIMAN³
^{1,2,3}PRSG-BATAN Kawasan Puspiptek Gd. 30 Serpong, 15310

Diterima Editor :

Diperbaiki :

ABSTRAK

PENGEMBANGAN SISTEM PEMANTAU PENGGERAK BATANG KENDALI REAKTOR SERBA GUNA G. A. SIWABESSY BERBASIS LABVIEW. RSG-GAS telah melakukan pengembangan sistem instrumentasi yaitu penggantian PLC Siemens tipe Simatic S5 dengan PLC Siemens tipe Simatic S7-300 pada sistem proses RSG-GAS. Salah satu kelebihan pemakaian PLC S7-300 adalah adanya fasilitas sistem pemantauan dan kendali yang dapat berkomunikasi dengan banyak jenis perangkat lunak. Tetapi pada saat ini penggunaannya belum dioptimalkan. *National Instruments* (NI) OPC Server menyediakan sebuah antarmuka untuk berkomunikasi dengan berbagai perangkat. Kombinasi NI OPC Server dan LabVIEW menyediakan satu platform untuk memberikan pengukuran berkinerja tinggi dan kontrol untuk kedua sistem instrumentasi baru dan yang sudah ada. Server NI OPC terhubung melalui OPC Client di data logging LabVIEW dan Modul *Supervisory Control* (DSC) sehingga memungkinkan dapat mengembangkan sistem HMI/SCADA secara total dengan PLC, *Programmable Automation Controller* (PACs) dan sensor. Pengembangan sistem pemantau penggerak batang kendali RSG-GAS berbasis LabVIEW menampilkan indikator-indikator penggerak batang kendali RSG-GAS seperti yang ada pada meja pengatur RSG-GAS yang dilengkapi dengan kemampuan dokumentasi data pemantauan untuk keperluan analisa hasil operasi.

Kata kunci: Sistem Pemantau, Penggerak batang kendali, LabVIEW, OLE for Process Control (OPC).

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF LABVIEW BASED MONITORING SYSTEM FOR CONTROL RODS DRIVE MULTIPURPOSE REACTOR G.A. SIWABESSY. It has been developer the replacement of PLC Siemens Simatic S5 type with PLC Siemens Simatic S7 one. The advantages of PLC Siemens simatic S7-300 is having the facility for monitoring and control system which could communicate with many different software types. But actually, it has not been optimized. *National Instruments* (NI) OPC Server provides an interface to communicate with various devices. The combination of the NI OPC Server and LabVIEW provides a single platform to provide high-performance measurement and control instrumentation systems for both new and existing one. NI OPC Server connects via OPC Client in LabVIEW Data logging and *Supervisory Control* (DSC) module making it possible to develop systems HMI / SCADA in total with PLCs, *Programmable Automation Controllers* (PACs) and sensor. Development of labview based monitoring system for control rods drive Multipurpose Reactor G.A. Siwabessy displays indicators reactor control rod drive samelike the one on the reactor control desk, and

equipped with the capability of data monitoring documentation for the purposes of analysis results of operations.

Keywords: *Monitoring System, Control Rod Drive Unit, LabVIEW, OLE for Process Control (OPC).*

PENDAHULUAN

Batang kendali merupakan salah satu komponen penting dalam suatu reaktor nuklir, yang berfungsi sebagai penyerap neutron untuk mengendalikan reaksi fisi yang terjadi di reaktor. Pada saat ini di RSG-GAS pemantauan sinyal-sinyal yang timbul dari indikator sistem penggerak batang kendali reaktor melalui meja pengatur dan sistem pemantauan secara *online* dengan menggunakan program *WinCC (Window Control Center)* yang diaktifkan di dalam PC di Ruang Kendali Utama, tetapi penunjukan posisi ketinggian batang kendali pada sistem pemantauan dengan menggunakan program *WinCC* masih belum sesuai dengan penunjukan pada meja pengatur.

Pada penelitian ini dilakukan pengembangan sistem pemantau penggerak batang kendali RSG-GAS berbasis *LabVIEW* yang akan menyajikan status sinyal-sinyal yang timbul pada saat sistem penggerak batang kendali dioperasikan. Penelitian dilaksanakan dengan melakukan penentuan indikator penggerak batang kendali, pengaturan koneksi PLC dengan *NI OPC server*, pengujian koneksi PLC dengan *NI OPC server*, Pembuatan tampilan dan pengujian sistem pemantau yang telah dikembangkan. Hasil dari penelitian yang dilakukan diharapkan memberikan alternatif pemantauan sistem penggerak batang kendali yang dilakukan oleh operator dan supervisor reaktor serta menyediakan data unjuk kerja dari sistem penggerak batang kendali reaktor yang dapat digunakan untuk evaluasi sistem maupun untuk penelitian selanjutnya.

BATANG KENDALI RSG-GAS

Pembangkitan daya RSG-GAS diatur dengan cara menggerakkan 8 batang kendali di dalam teras reaktor. Batang-batang kendali tersebut terdistribusi dan ditempatkan di posisi tertentu di dalam teras. Sistem penggerak batang kendali mengemudikan 7 batang kendali bank dan 1 batang kendali pengatur. Batang-batang kendali tersebut diberi kode dengan JDA01 s/d JDA08.

Operasi reaktor dapat diatur baik secara manual maupun otomatis. Pengaturan dan pengendalian reaktor dilakukan oleh Operator dari meja pengatur CWA01 di Ruang Kendali Utama (RKU). Status batang kendali ditampilkan oleh indikator di atas meja pengatur. Ragam pengoperasian batang kendali adalah:

- Pengoperasian kelompok batang kendali (*Bank*);
- Pengoperasian tunggal batang kendali.

Pada saat Sistem Proteksi Reaktor menghasilkan sinyal pancung, sistem akan memutus catu daya ke magnet pemegang dan secara cepat menjatuh bebaskan batang kendali. Pada kondisi tersebut perintah pengoperasian dari operator akan dicegah/diputus dan reaktor dipadamkan. Cara pengoperasian reaktor dapat diset dalam:

- Manual atau "*Hand*";
- Otomatis atau "*Control*".

Untuk setiap batang kendali memiliki indikator untuk:

- Posisi "*up*";
- Posisi "*down*";
- Posisi "*Absorber down 100%*";
- Posisi "*Armature drop*";
- Posisi "*coupled*";

- Posisi “Overload Insert”, bila terjadi sisipan oleh beban lebih.

Di samping alarm tersebut di atas indikator menampilkan juga alarm “fault” dan indikator pengecekan balik. Di atas meja CWA01, ditampilkan indikator posisi dalam penampil digital dan disediakan tombol-tombol tekan pengatur batang kendali. Sinyal dari CWA01 dihubungkan ke kabinet elektronik CGK01 dan CGK02 di *Marshalling Kiosk* (MK) di Ruang No. 0824, sebelum sampai ke sistem satuan penggerak di reaktor^[1].

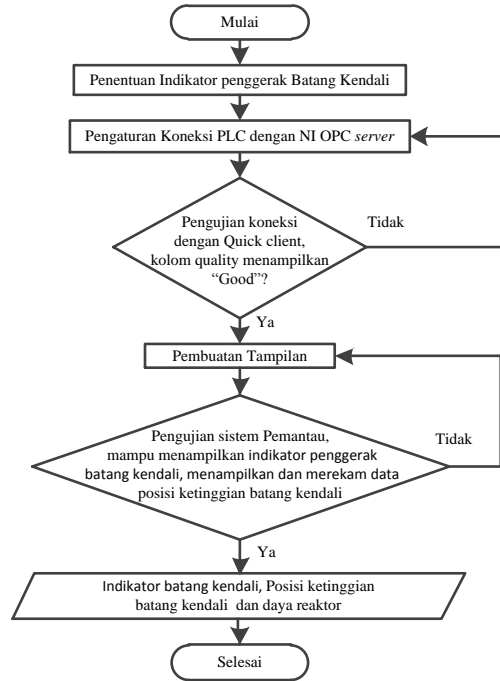
OPC (OLE for Process Control)

Sistem instrumentasi yang kompleks membutuhkan sebuah standar komunikasi yang dapat mengakomodasi perbedaan komunikasi pada setiap perangkat. OPC (*OLE for Process Control*) adalah mekanisme standar untuk berkomunikasi ke berbagai sumber data, baik perangkat di lingkungan pabrik, atau basis data di ruang kendali [2]. OPC memungkinkan untuk menghubungkan sistem yang berbeda menjadi satu, menciptakan solusi kuat dan menyediakan *interoperability* dan *scalability* untuk perubahan dan perluasan di masa yang akan datang. Hal ini memudahkan kita untuk memvisualisasikan, menganalisis, melaporkan, atau melakukan apa saja yang kita inginkan, melalui aplikasi dari pabrikan mana saja menggunakan satu atau lebih spesifikasi OPC [3].

OPC ini didasarkan pada Microsoft OLE, COM dan DCOM teknologi yang memungkinkan pertukaran data standar antara sektor industri dan perkantoran. Teknologi ini memberikan standarisasi dan pertukaran data yang cepat antara klien OPC dan PLC yang dibuat oleh produsen yang berbeda. OPC digunakan untuk membaca data dari proses dan untuk mencari sinyal yang tersedia dalam *server* OPC [4].

METODOLOGI

Perancangan sistem pemantau penggerak batang kendali Reaktor Serba Guna G. A. Siwabessy ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir proses perancangan system

Perancangan sistem penampil penggerak batang kendali pada tahap awal dilakukan dengan menentukan indikator penggerak batang kendali yang ada di meja pengatur untuk ditampilkan pada layar monitor. Indikator yang akan ditampilkan terdiri dari:

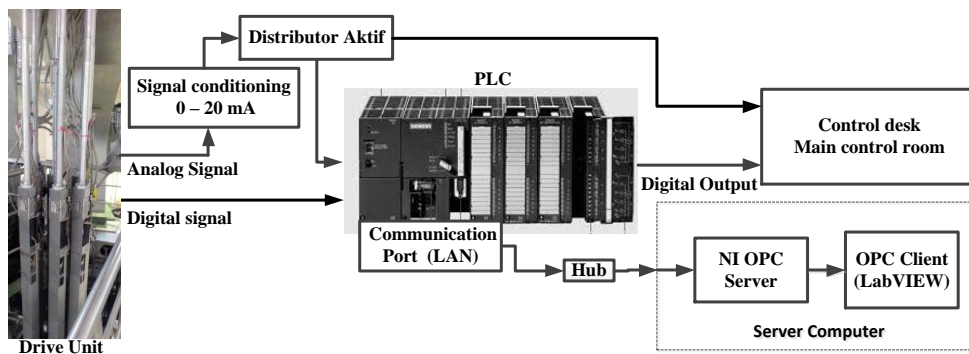
- Indikator batang kendali JDA01, JDA02, JDA03, JDA04, JDA05, JDA06, JDA08 yang terdiri dari: Display posisi ketinggian batang kendali, *Position Up*, *position Down*, *up*, *Down*, *Armature dropped*, *Overload Insert*, *Coupled* dan *Absorber down 100%*.

- Indikator batang kendali JDA07 (*Reg-Rod*) yang terdiri dari: posisi batang kendali, *Position Up, position Down, Up, Reg-rod Up, Fault, Down, Reg-Rod Down, Armature Dropped, Overload insert, Coupled dan Absorber Down 100%*.
- Indikator panel operasi reaktor yang terdiri dari: *Bank, Single, Up, Fault, Down, Release, Hand, Control, Latched, Start, Setpoint* dan Daya reaktor.

Sinyal-sinyal dari sistem penggerak batang kendali reaktor berupa sinyal analog dan sinyal digital. sinyal digital tersebut masuk ke dalam PLC dan sinyal digital keluaran dari PLC di kirim ke meja pengatur di ruang kendali utama RSG-GAS, sedangkan sinyal analog dari penggerak batang kendali akan masuk ke pengondisi sinyal kemudian dilewatkan distributor aktif yang berfungsi mendistribusikan sinyal keluaran dari pengondisi sinyal menjadi dua sinyal yang sama besar dengan nilai masukannya, satu untuk masukan PLC dan satu untuk ditampilkan di meja pengatur. Sinyal-sinyal yang digunakan untuk sistem pemantau diambil dari *port* komunikasi PLC

yang dihubungkan dengan komputer menggunakan kabel LAN dan perangkat lunak NI OPC *server* dengan protokol TCP/IP. Gambar 2. menunjukkan blok diagram instrumentasi penggerak batang kendali RSG-GAS, bagian yang berada di dalam kotak dengan garis putus-putus merupakan sistem yang dikembangkan. Langkah konfigurasinya adalah sebagai berikut:

- Pembuatan nama kanal yang akan dihubungkan dengan OPC, pemilihan *device driver*, untuk PLC Siemens S7-300 *driver* yang dipilih adalah Siemen TCP/IP *Ethernet*. Kemudian dilakukan pemilihan *networks adapter, write optimizations, non-formalized float handling*.
- Pembuatan nama *device channel*, pemilihan model PLC yaitu S7-300, penentuan identitas atau alamat PLC yaitu 192.168.100.14, pemilihan *scan mode* yaitu *request all data at* dengan *scan rate* 100 (ms), pengaturan waktu, *auto demotion, communication parameter, S7 Com parameter, addressing options*.

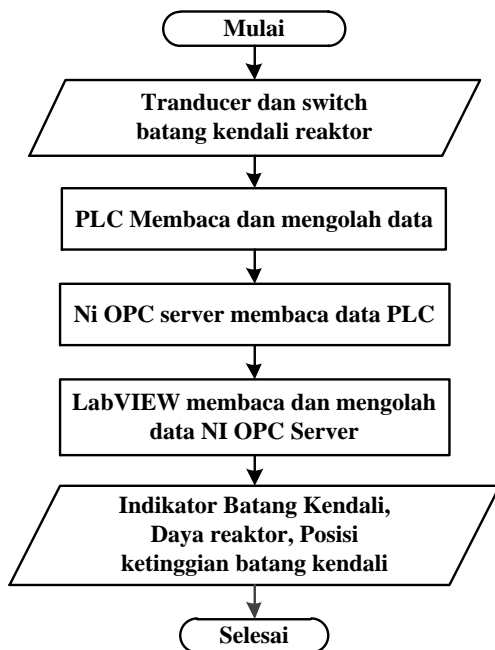


Gambar 2. Blok diagram sistem instrumentasi penggerak batang kendali RSG-GAS

- Pembuatan *tag name*, pengisian, nama alamat, deskripsi, tipe data, *client access*, dan *scan rate*.

Pengecekan koneksi antara NI-OPC *Server* dengan PLC menggunakan prog-

ram *Quick Client*. Dengan program ini dapat terlihat bagaimana kualitas koneksi antara NI-OPC *Server* dengan PLC.



Gambar 3. Diagram alir sistem pemantau

Tampilan sistem pemantau penggerak batang kendali dibuat dengan menggunakan perangkat lunak LabVIEW. adapun langkah-langkah pembuatan tampilan adalah sebagai berikut:

- Pembuatan *New Project*.
- Pembuatan *New Project* perangkat lunak LabVIEW.
- Pembuatan *New VIs* (*Virtual Instruments*).
- Pembuatan *I/O server*.
- Memasukkan variabel pada OPC ke dalam *Library project*.
- Pembuatan tampilan.

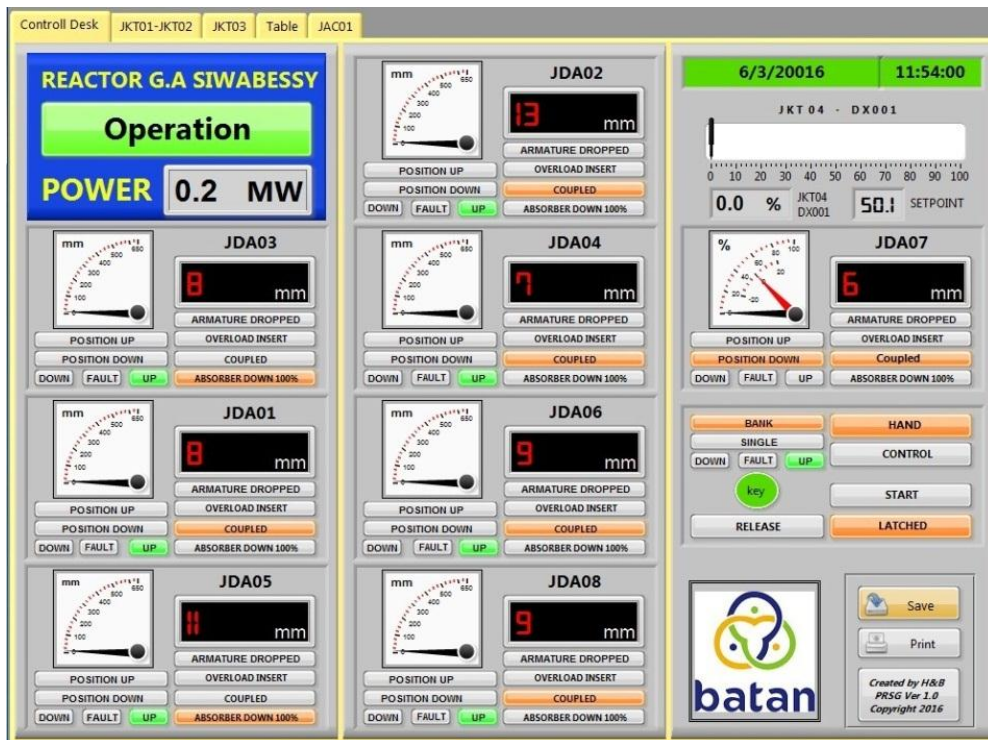
- Pengujian tampilan indikator penggerak batang kendali RSG-GAS.

Proses dalam sistem pemantau yang dibuat ditunjukkan oleh Gambar 3., proses ini dimulai saat PLC membaca dan mengolah data-data yang ada pada sistem penggerak batang kendali reaktor, NI OPC server membaca data-data yang telah diolah oleh PLC, perangkat lunak LabVIEW membaca dan mengolah data-data dari NI OPC server, selanjutnya hasilnya ditampilkan dan disimpan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pembuatan Sistem Pemantau Penggerak Batang Kendali reaktor

Tampilan indikator penggerak batang kendali RSG-GAS menampilkan tanggal, jam, kondisi reaktor (*operasi/shut-down*), daya reaktor yang dibangkitkan, indikator 8 batang kendali RSG-GAS (JDA01, JDA02, JDA03 JDA04, JDA05, JDA06, JDA07 (*Reg-rod*) dan JDA08), panel operasi yang terdiri dari pengoperasian batang kendali secara kelompok atau tunggal dan mode pengoperasian manual (*hand*) atau otomatis (*control*), *setpoint* pada saat reaktor beroperasi pada kondisi kompensasi otomatis dan daya reaktor dari detektor JKT04 DX001. Hasil tampilan indikator penggerak batang kendali RSG-GAS ditunjukkan pada Gambar 4.



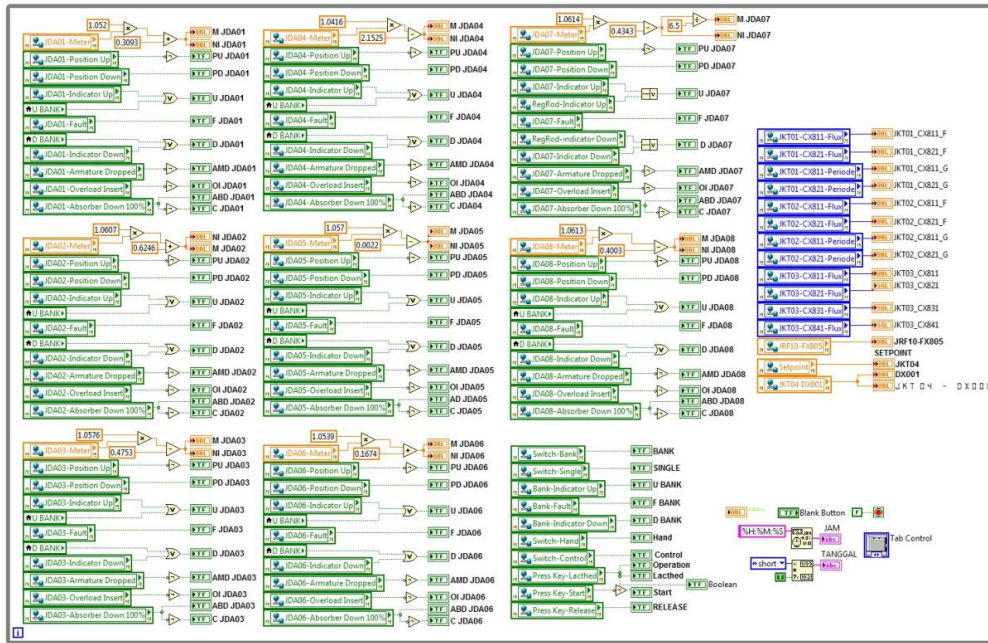
Gambar 4. Hasil Tampilan sistem pemantau penggerak batang kendali RSG-GAS

Blok diagram dari tampilan indikator penggerak batang kendali RSG-GAS ditunjukkan pada Gambar 5.

Sistem pemantau juga menampilkan tabel data operasi reaktor. Tabel data operasi reaktor pada sistem pemantau menyesuaikan dengan data-data pada Buku Induk Operasi Reaktor Serba Guna G. A. Siwabessy, yang terdiri dari tanggal, jam, daya reaktor, detektor daya rendah (JKT01), detektor daya

menengah (JKT02), detektor daya tinggi (JKT03), N-16 *corrected, unbalanced load* posisi ketinggian masing-masing batang kendali dan JAC (daya reaktor dari radiasi gamma) yang ditunjukkan pada Gambar 6.

Untuk blok diagram penampil dan penyimpan data ditunjukkan pada Gambar 7.

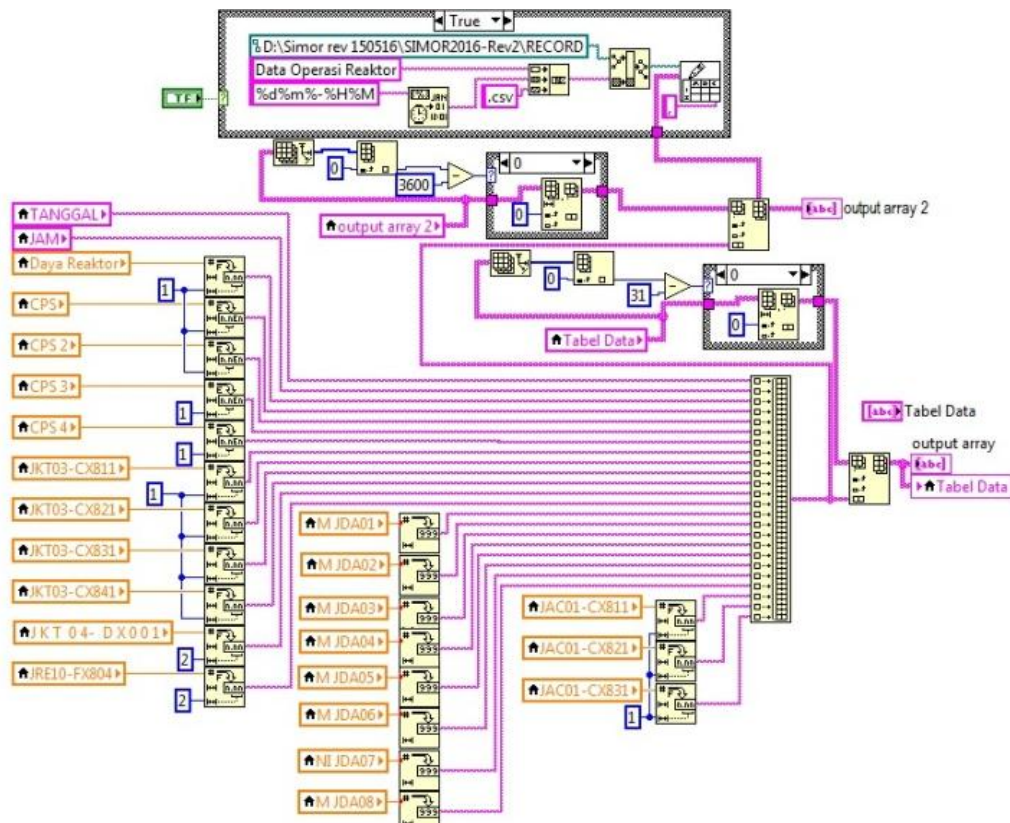


Gambar 5. Blok diagram tampilan indikator penggerak batang kendali

Control Desk JKT01-KT02 JKT03 Table JAC01

Date	Time	Reactor Power (MW)	JKT01 C811 (cps)	JKT01 C821 (cps)	JKT02 C811 (A)	JKT02 C821 (A)	JKT03 C811 (%)	JKT03 C821 (%)	JKT03 C841 (%)	JKT03 F804 (%)	JRF10 F805 (%)	JDA01 (mm)	JDA02 (mm)	JDA03 (mm)	JDA04 (mm)	JDA05 (mm)	JDA06 (mm)	JDA07 (mm)	JDA08 (mm)	JAC01 C811 (%)	JAC01 C821 (%)	JAC01 C811 (%)	

Gambar 6. Tampilan tabel data operasi reaktor.



Gambar 7. Blok diagram penampil dan penyimpanan data

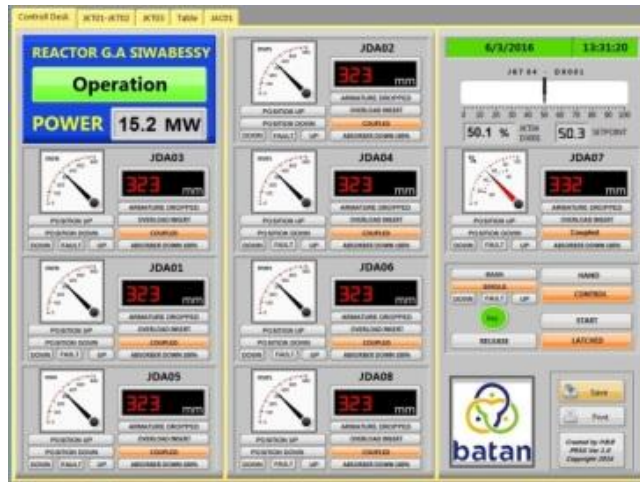
Tabel penampil data operasi seperti yang ditunjukkan pada gambar 6 di atas menampilkan perubahan data setiap detik, data yang ada pada tabel selanjutnya disimpan secara otomatis dalam file excel dengan format csv (*comma separated value*). Penyimpanan data dilakukan setiap detik dengan secara otomatis setiap satu jam membuat nama file baru.

Hasil Pengujian Sistem Pemantau Penggerak Batang Kendali

Pengujian sistem pemantau penggerak batang kendali reaktor

dilakukan dengan menjalankan program sistem pemantau penggerak batang kendali reaktor dari mulai reaktor *start-up* pada tanggal 3 Juni 2016 sampai dengan reaktor *shut-down* pada tanggal 7 Juni 2016.

Gambar 8. menunjukkan hasil pengujian sistem penggerak batang kendali reaktor pada saat reaktor beroperasi pada daya 15 MW, sedangkan Gambar 9. menunjukkan kondisi meja pengatur reaktor pada saat RSG-GAS beroperasi pada daya 15 MW.



Gambar 8. Pengujian tampilan *control desks* pada saat reaktor beroperasi pada daya 15 MW



Gambar. 9. Kondisi meja pengatur saat reaktor beroperasi pada daya 15 MW

Hasil rekaman data dari tabel sistem pemantau penggerak batang kendali RSG-GAS ditunjukkan pada Gambar 10, rekaman data selama operasi reaktor di simpan dalam Microsoft excel dengan

format *comma separated value* yang merekam perubahan data setiap detik dan secara otomatis membuat file baru setiap jam.

Gambar 10. Hasil rekaman data sistem pemantau penggerak batang kendali

Kesesuaian hasil rekaman data sistem pemantau penggerak batang kendali reaktor ditampilkan dengan membandingkan antara posisi ketinggian batang kendali dari buku induk operasi operasi RSG-GAS pada

tanggal 3 Juni 2016 dari mulai reaktor *start-up* sampai dengan tanggal 4 Juni 2016 jam 11:00 dengan hasil rekaman data yang di ambil setiap 1 jam sekali yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Data buku induk operasi reaktor

Tanggal	Jam	Daya Reaktor	Posisi ketinggian batang kendali (mm)							
			JDA01	JDA02	JDA03	JDA03	JDA05	JDA06	JDA07	JDA08
06/03/2016	11:06		2	7	3	2	6	3	6	1
06/03/2016	11:46		325	325	325	325	325	325	6	325
06/03/2016	12:02	Bebas sumber	321	321	321	321	321	321	322	321
06/03/2016	12:35	5 MW	321	321	321	321	321	321	328	321
06/03/2016	12:58	10 MW	321	321	321	321	321	321	336	321
06/03/2016	13:20	15 MW	323	323	323	323	323	323	333	323
06/03/2016	13:45	15 MW	327	327	327	327	327	327	328	327
06/03/2016	15:00	15 MW	334	334	334	334	334	334	337	334
06/03/2016	16:00	15 MW	342	342	342	342	342	342	343	342
06/03/2016	17:00	15 MW	350	350	350	350	350	350	352	350
06/03/2016	18:00	15 MW	358	358	358	358	358	358	356	358
06/03/2016	19:00	15 MW	365	365	365	365	365	365	367	365
06/03/2016	20:00	15 MW	372	372	372	372	372	372	374	372
06/03/2016	21:00	15 MW	379	379	379	379	379	379	378	379
06/03/2016	22:00	15 MW	384	384	384	384	384	384	385	384
06/03/2016	23:00	15 MW	390	390	390	390	390	390	391	390
06/04/2016	00:00	15 MW	395	395	395	395	395	395	397	395

Tabel 2. Lanjut.

Tanggal	Jam	Daya Reaktor	Posisi ketinggian batang kendali (mm)							
			JDA01	JDA02	JDA03	JDA03	JDA05	JDA06	JDA07	JDA08
06/04/2016	01:00	15 MW	400	400	400	400	400	400	399	400
06/04/2016	02:00	15 MW	404	404	404	404	404	404	405	404
06/04/2016	03:00	15 MW	408	408	408	408	408	408	408	408
06/04/2016	04:00	15 MW	411	411	411	411	411	411	415	411
06/04/2016	05:00	15 MW	414	414	414	414	414	414	417	414
06/04/2016	05:59	15 MW	417	417	417	417	417	417	420	417
06/04/2016	07:00	15 MW	419	419	419	419	419	419	424	419
06/04/2016	08:00	15 MW	422	422	422	422	422	422	425	422
06/04/2016	09:00	15 MW	423	423	423	423	423	423	425	423
06/04/2016	10:00	15 MW	425	425	425	425	425	425	427	425
06/04/2016	11:00	15 MW	427	427	427	427	427	427	427	427

Tabel 3. Hasil rekaman data sistem pemantau

Tanggal	Jam	Daya Reaktor (MW)	Posisi ketinggian batang kendali (mm)							
			JDA01	JDA02	JDA03	JDA03	JDA05	JDA06	JDA07	JDA08
06/03/2016	11:06		2	7	2	2	5	3	6	1
06/03/2016	11:46		325	325	324	325	325	325	6	325
06/03/2016	12:02	Bebas sumber	321	321	321	321	321	321	322	321
06/03/2016	12:35	5.6	321	320	320	321	321	321	328	321
06/03/2016	12:58	10.3	321	320	320	321	321	321	336	321
06/03/2016	13:20	15	323	323	323	323	323	323	333	323
06/03/2016	13:45	14.9	327	327	326	327	327	327	328	327
06/03/2016	15:00	14.8	334	334	334	334	334	334	337	334
06/03/2016	16:00	14.8	342	342	342	342	342	342	343	342
06/03/2016	17:00	15.1	350	350	349	350	349	350	352	350
06/03/2016	18:00	15.2	358	358	358	358	358	358	356	358
06/03/2016	19:00	15	365	365	365	365	364	365	367	364
06/03/2016	20:00	14.8	372	372	372	372	372	372	374	372
06/03/2016	21:00	15.1	379	379	379	379	379	379	378	379
06/03/2016	22:00	14.8	384	384	384	384	384	384	386	384
06/03/2016	23:00	15.4	390	390	390	390	390	390	391	390
06/04/2016	00:00	14.9	395	395	395	395	395	395	397	395
06/04/2016	01:00	15.6	400	400	400	400	400	400	399	400
06/04/2016	02:00	15	404	403	404	404	404	404	405	404
06/04/2016	03:00	15.4	408	407	408	408	408	408	408	408
06/04/2016	04:00	15	411	410	411	411	411	411	415	411
06/04/2016	05:00	15.1	414	414	414	414	414	414	417	414
06/04/2016	05:59	15.1	417	416	417	417	417	417	420	416
06/04/2016	07:00	15.1	419	418	419	419	419	419	424	419
06/04/2016	08:00	15.2	422	421	422	422	422	422	425	422
06/04/2016	09:00	15.2	423	422	423	423	423	423	425	423
06/04/2016	10:00	15.1	425	424	425	425	425	425	427	424
06/04/2016	11:00	15.7	427	427	427	427	427	427	427	427

Dari data pada Tabel 1 dan 2 masih terdapat perbedaan posisi ketinggian batang kendali antara *display* di meja pengatur dengan sistem pemantau

penggerak batang kendali yaitu pada posisi ketinggian batang kendali JDA03, JDA05 dan JDA08. Perbedaan yang terjadi dapat disebabkan oleh perbedaan

pembulatan antara *display* posisi ketinggian batang kendali di meja pengatur dengan sistem pemantau penggerak batang kendali.

Dari hasil pengujian yang dilakukan bahwa sistem pemantau penggerak batang kendali RSG-GAS berhasil dibuat dan dapat digunakan sebagai alternatif pemantauan sistem penggerak batang kendali serta dapat digunakan pengganti sementara pada saat terjadi kegagalan pada salah satu indikator penggerak batang kendali di meja pengatur hingga proses perbaikan selesai dilakukan. Sebagai contoh adalah pada saat salah satu LED pada indikator mati.

Data hasil rekaman yang dihasilkan lebih lengkap karena sistem pemantau penggerak batang kendali reaktor mampu melakukan perekaman data setiap detik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pengembangan sistem pemantau penggerak batang kendali RSG-GAS berbasis LabVIEW telah selesai dilakukan. Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian di lapangan dapat disimpulkan :

1. Sistem pemantau penggerak batang kendali RSG-GAS berbasis LabVIEW merupakan hasil antarmuka PLC dengan komputer menggunakan perangkat lunak NI OPC Server.
2. Sistem pemantau penggerak batang kendali RSG-GAS berbasis LabVIEW mampu menampilkan indikator-indikator penggerak batang

kendali seperti yang ada pada meja pengatur, dilengkapi dengan kemampuan dokumentasi data pemantauan untuk keperluan analisa.

Saran

Saran dari penulis untuk penelitian yang akan datang, perlu dilakukan kalibrasi posisi ketinggian batang kendali agar penunjukan pada sistem pemantau sama dengan meja pengatur

DAFTAR PUSTAKA

1. PRSG, Laporan Analisis Keselamatan RSG-GAS Rev 10.1 Desember 2011.
2. Mustafa, Mahfuzah, 2004, *Connection Of Siemens PLC To LabVIEW Using OPC*, Fakultas Kejuruteraan Elektrik Dan Elektronik, Kolej Universiti Teknologi Tun Hussein Onn. Malaysia
3. Halvorsen, Hans-Petter, 2012, *OPC and Real-Time Systems in LabVIEW*. Department of Electrical Engineering, Information Technology and Cybernetics, Telemark University College. Norwegia.
4. Aleksandrov, Slobodan, 2011, *Mechatronic Systems Control Based On SCADA SYSTEM, OPC Server And LabVIEW*, FACTA UNIVERSITATIS Series: Automatic Control and Robotics , Vol. 10, November, 2011, Halaman. 189 – 198