

PEMBUATAN SISTEM PEREKAM DATA KEGAGALAN BATANG KENDALI REAKTOR RSG-GAS BERBASIS LABVIEW

Heri Suherkiman¹, Budi Supriyatman², Hari Prijanto³

ABSTRAK

PEMBUATAN SISTEM PEREKAM DATA KEGAGALAN BATANG KENDALI REAKTOR RSG-GAS BERBASIS LABVIEW. Batang kendali di Reaktor RSG-GAS yang berjumlah 8 buah merupakan salah satu komponen penting dalam suatu reaktor nuklir, yang berfungsi sebagai penyerap neutron untuk mengendalikan reaksi fisi yang terjadi di reaktor. pemantauan sinyal-sinyal yang timbul dari indikator sistem penggerak batang kendali reaktor rsg-gas dilakukan di meja kendali RKU(ruang kendali utama). sistem pemantauan yang ada saat ini belum dapat mendeteksi urutan waktu jatuhnya batang kendali jika mengalami kegagalan yang mengakibatkan reaktor *scram*. pembuatan sistem pendeteksi kegagalan penggerak batang kendali rsg-gas berbasis labview bertujuan untuk mendapatkan data batang kendali mana yang jatuh pertama kali ketika terjadi *scram*. Pembuatan sistem perekam data telah menghasilkan suatu perangkat lunak yang ditempatkan di RKU, perangkat tersebut dapat memudahkan operator dan supervisor reaktor dalam melakukan analisis pada saat terjadi gangguan operasi reaktor yang mengakibatkan *scram* reaktor, dan memudahkan petugas perawatan dalam menentukan batang kendali mana yang harus diperbaiki.

Kata kunci: Sistem perekaman data, batang kendali, Scram

ABSTRACT

MANUFACTURE THE SYSTEM OF FAILURE DATA RECORDER ON CONTROL RODS RSG-GAS REACTOR BASED ON LABVIEW. Control rod in the RSG-GAS amounting to 8 pieces is a key component in a nuclear reactor system, that functions as a neutron absorber, which then allows it to control the fission reactions that occurs within the nuclear reactor. Monitoring of the signals that are indicated from a control rod actuator system indicator is done from a control desk located within RKU(Main Control Room). Monitoring systems that are used today cannot detect the sequence of events that occurs when there is a failure in the system that causes the reactor to enter a state called *scram*, and the control rod drops because of it. Manufacture of data recorder system has produced software is placed at the RKU, the device can facilitate the reactor operators and supervisors to perform the analysis in terms of interruption of operations that produce *scram* the reactor, and facilitate the maintenance personnel in determining where the control rods to be fixed.

KeyWord : data recording system, control rods, Scram

PENDAHULUAN

Reaktor Serba Guna G. A. Siwabessy (RSG-GAS) merupakan salah satu reaktor penelitian yang ada di Indonesia. RSG-GAS dibangun sejak tahun 1983, setelah dicapai kritis pertama pada 27 Maret 1987, kemudian diresmikan oleh Presiden RI pada tanggal 20 Agustus 1987. Akhirnya pada bulan Maret 1992 dicapai operasi reaktor pada daya penuh 30 MW. RSG-GAS digunakan untuk penelitian, melayani kegiatan iradiasi, pendidikan dan pelatihan.

Reaktor RSG-GAS mempunyai 8 buah batang kendali. Batang kendali merupakan salah satu komponen penting dalam suatu reaktor nuklir, yang berfungsi sebagai penyerap neutron untuk mengendalikan reaksi fisi yang terjadi di reaktor. Pemantauan parameter-parameter pergerakan batang kendali berupa indikator sistem penggerak batang

kendali reaktor RSG-GAS dilakukan di meja kendali RKU (Ruang Kendali Utama). Sistem pemantauan yang ada saat ini belum dapat mendeteksi urutan waktu jatuhnya batang kendali jika mengalami kegagalan yang mengakibatkan reaktor *scram*, operator dan supervisor reaktor kesulitan mencari batang kendali mana yang menjadi penyebab terjadinya *scram*. Hal tersebut juga menyulitkan petugas perawatan untuk menentukan sistem penggerak batang kendali yang harus diperbaiki.

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan sistem pendeteksi urutan kejadian kegagalan penggerak batang kendali RSG-GAS berbasis LabVIEW dengan memanfaatkan sinyal *armaturedropped*.

Hasil dari penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memudahkan operator dan supervisor reaktor dalam melakukan analisis pada saat terjadi gangguan operasi reaktor yang

mengakibatkan reaktor *SCRAM*, dan memudahkan petugas perawatan dalam melakukan perbaikan.

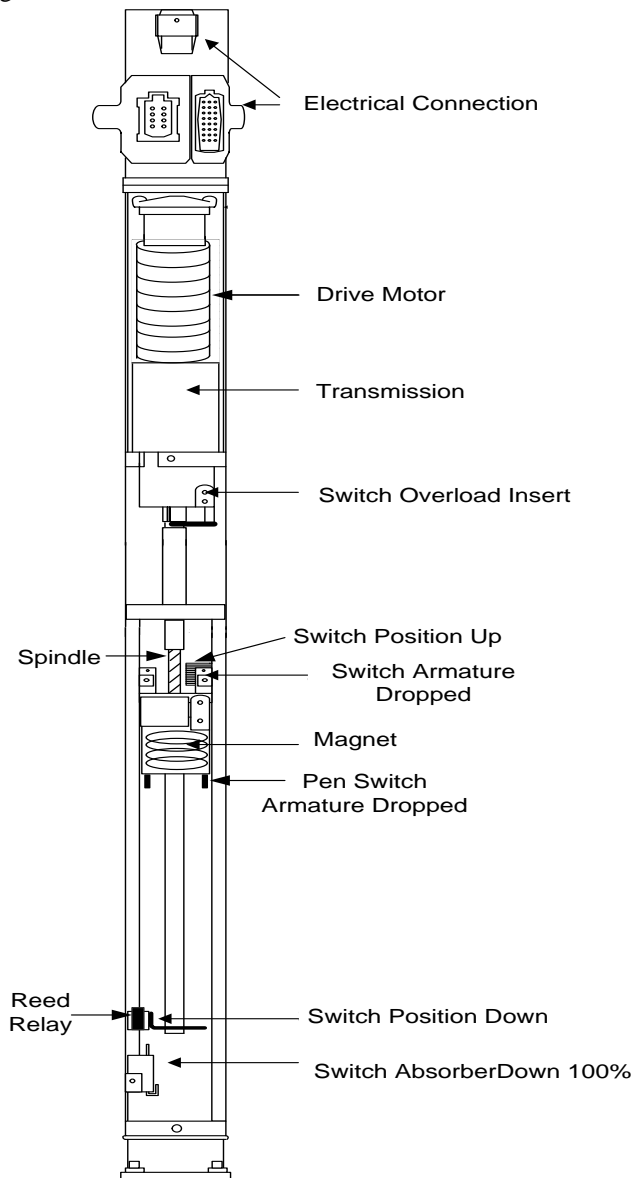
TEORI

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^[1]. Batang kendali Reaktor RSG-

GAS berfungsi untuk mengendalikan populasi neutron di teras reactor. Pengendalian tersebut meliputi pengurangan, penambahan dan pemutusan (*scram*) terhadap populasi neutron.

Mekanisme Penggerak Batang Kendali RSG-GAS

Mekanisme penggerak batang kendali elektromekanik (CRDM) bertanggung jawab atas pengaturan batang kendali pada arah vertikal di dalam teras reaktor. Hal ini diperlihatkan pada Gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Penggerak batang kendali RSG-GAS

Data desain untuk waktu jatuh diperoleh dari analisis kecelakaan penyisipan reaktivitas. Ada persyaratan desain yang ketat yaitu apabila kecelakaan tersebut disebabkan oleh gempa bumi. Dalam hal ini, percepatan horizontal mengurangi kecepatan jatuh.

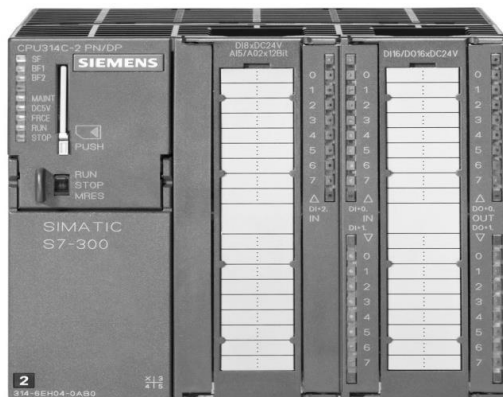
Posisi batang kendali bawah ditunjukkan oleh saklar “*position down*”, sedangkan posisi atas oleh saklar “*position up*”, masing-masing posisi batang kendali ditampilkan oleh potensiometer [1].

Prinsip kerja *Scram* adalah dengan menghilangkan arus yang masuk kedalam koil pada komponen magnet pengangkat batang kendali. Dengan hilangnya arus, maka sifat magnet juga akan hilang. Hal tersebut menyebabkan batang penyerap akan jatuh bebas dengan gaya gravitasi karena tidak dapat lagi menempel pada magnet. Jatuhnya batang penyerap diarahkan di dalam penyangga atau pipa pengarah melalui cincin pengarah (*guide ring*). *Scram* dapat dilakukan secara manual atau secara otomatis diposisi batang kendali manapun dan juga selama posisi pengaturan.

Selama proses pemancangan, lepasnya batang penyerap dari komponen *scram magnet* akan dideteksi oleh 2 buah saklar “*armature dropped*” dan sampainya batang penyerap diposisi terbawah ditunjukkan oleh saklar “*absorber down 100%*” [1].

PLC Siemens S7-300

PLC Siemens S7-300 didesain berbentuk modular, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Bentuk fisik PLC Siemens S7-300

PLC S7-300 disusun dari beragam komponen modular yang meliputi [2]:

- Modular Power Supply (PS)
- Central Processing Unit (CPU)
- Signal Modules (SM)
- Function Modules (FM)
- Processor Communications (CPs)

Siemens STEP 7 adalah software untuk melakukan inialisasi hardware dan mengisi program pada PLC Siemens S7-300.

LabVIEW

LabVIEW (*Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench*) adalah bahasa pemrograman dari *National Instruments* berbasis GUI (*Graphical User Interface*). GUI adalah jenis antarmuka pengguna yang menggunakan metoda interaksi pada piranti elektronik secara grafis/gambar (bukan perintah teks) antara pengguna dan komputer. LabVIEW umumnya digunakan untuk akuisisi data, sistem monitoring, kontrol instrumen, dan otomasi industri pada berbagai *platform* termasuk Windows dan Linux.

LabVIEW menggunakan bahasa pemrograman berbasis grafis atau blok diagram. Program LabVIEW dikenal dengan sebutan *Virtual Instruments (VI)* karena penampilan dan operasinya dapat meniru sebuah instrumen. Dengan bahasa pemrograman berbasis grafis ini maka dapat memudahkan pengguna dalam membangun program atau *trouble shooting error* pada program [2]

Ada tiga komponen penting dalam LabVIEW yaitu *Front Panel*, *Block Diagram* serta *Control Pallet* dan *FunctionPallet*. *Front Panel* adalah tempat di mana *programmer* membuat tampilan antarmuka, sedangkan *Block Diagram* adalah tempat di mana *programmer* membangun dan merangkai fungsi-fungsi yang dibutuhkan untuk sebuah program.

National Instruments (NI) OPC server

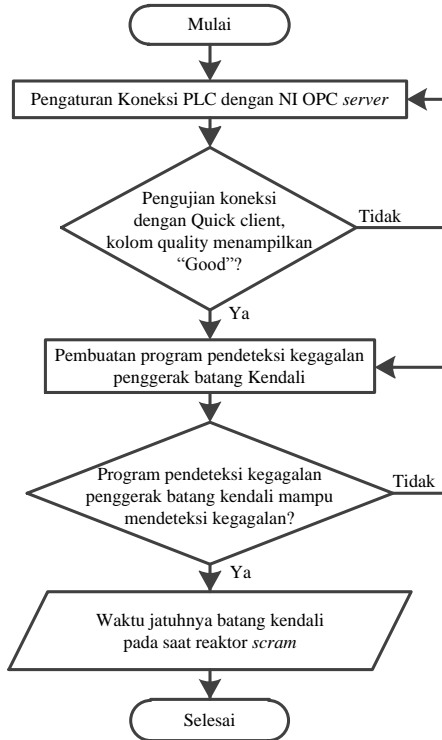
National Instruments (NI) OPC Server adalah salah satu antarmuka LabVIEW agar dapat berkomunikasi dengan berbagai perangkat luar seperti halnya PLC [2].

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 [3]. OPC memungkinkan untuk menghubungkan sistem yang berbeda menjadi satu agar dapat memudahkan seorang programmer dalam memvisualisasikan, menganalisis, membuat kontrol dan membuat laporan [4].

METODOLOGI

Perancangan sistem pendeteksi kegagalan penggerak batang kendali Reaktor RSG GAS dilakukan dengan dua tahapan yang pertama adalah perancangan tampilan dan perancangan sistem

pendeteksi penggerak batang kendali yang mengalami kegagalan, proses perancangan sistem pemantau ditunjukkan pada Gambar 3 berikut ini:



Gambar 3. Diagram alir proses perancangan system

Sinyal-sinyal dari sistem penggerak batang kendali reaktor berupa sinyal analog dan sinyal digital. Sinyal digital berupa sinyal keluaran dari *switch armature dropped, overload insert, position up* dan *position down*. 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 perekaman diambil dari *port* komunikasi PLC yang dihubungkan dengan komputer menggunakan kabel LAN dan perangkat lunak NI OPC server dengan protokol TCP/IP. Port komunikasi LAN tersebut dapat langsung mendeteksi sinyal dari modul digital dan analog input PLC.

Langkah Konfigurasi OPC-LabVIEW

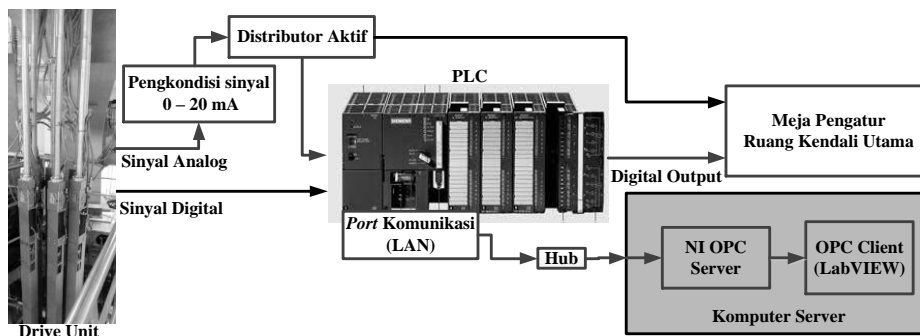
Urutan langkah konfigurasinya dilakukan seperti berikut:

- 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* dengan *scan rate:100 (ms)*, pengaturan waktu, *auto demotion, comunication parameter, S7 Com parameter, addressing options*.
- Pembuatan *tag name*, pengisian, nama alamat, deskripsi, tipe data, *client access*, dan *scan rate*.

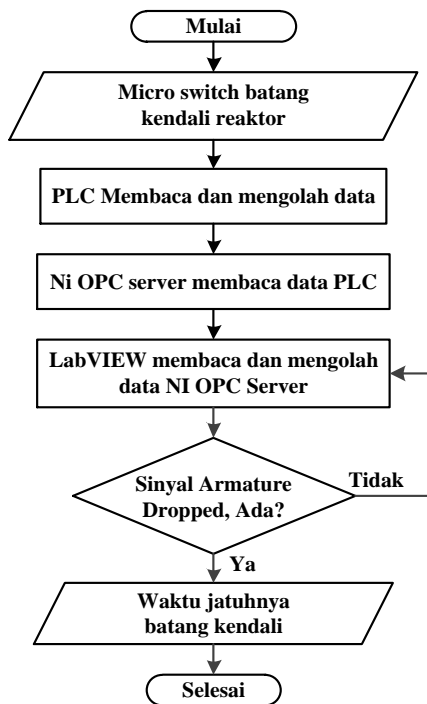
Pengecekan koneksi antara NI-OPC Server dengan PLC menggunakan program *QuickClient*. Dengan program ini dapat terlihat bagaimana kualitas koneksi antara NI-OPC Server dengan PLC.

Program pendeteksi kegagalan batang kendali dibuat dengan *shift register while loop* dimana hasilnya akan ditampilkan dalam tabel dan disimpan ke dalam file dengan format *Excell*.

Blok diagram instrumentasi penggerak penggerak batang kendali RSG-GAS ditunjukkan pada Gambar 4. Sedangkan proses dalam sistem pendeteksi yang dibuat ditunjukkan oleh Gambar 5.



Gambar 4. Blok diagram sistem pencatat penggerak batang kendali RSG-GAS



Gambar 5. Diagram alir sistem pemantau

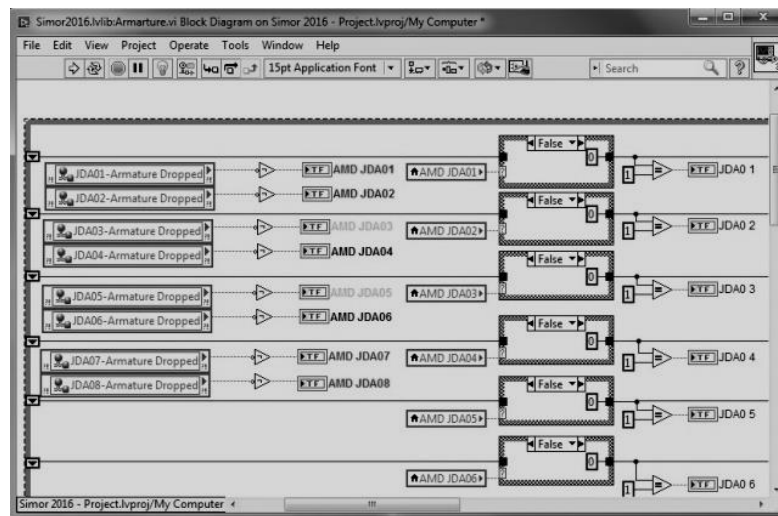
HASIL DAN PEMBAHASAN

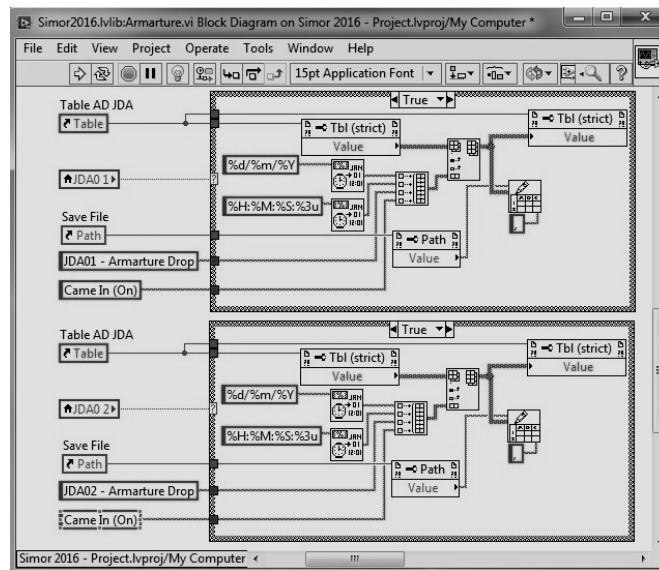
Hasil Pembuatan Program Perakaman Data Kegagalan Penggerak Batang Kendali

Program perekaman data kegagalan batang kendali dibuat berdasarkan dari *shift register whileloop* yang ada pada *palet function* program blok diagram LabVIEW. Program ini akan membaca *signal armature dropped* batang kendali yang jatuh terlebih dahulu pada saat reaktor *scram* akibat terjadinya kegagalan pada penggerak batang kendali reaktor.

Hasil pendeteksian kemudian ditampilkan di dalam tabel, di mana urutan yang pertama jatuh akan tampil pada urutan pertama pada tabel. Hasil pendeteksian kemudian disimpan dalam file Excell.

Pada Gambar 6 ditampilkan blok diagram hasil pembuatan program pendeteksi kegagalan batang kendali reaktor RSG-GAS.





Gambar 6. Cuplikan blok diagram program pendeteksi kegagalan penggerak batang kendali

Pengujian program pendeteksi kegagalan sistem penggerak batang kendali RSG-GAS dilaksanakan pada tanggal 18 Mei 2016, pengujian dilakukan dengan melakukan simulasi terjadinya kegagalan pada sistem penggerak batang kendali, dengan menaikkan batang kendali Bank (JDA01, JDA02, JDA03, JDA04, JDA05, JDA07 dan JDA08) sampai dengan posisi 50 mm, selanjutnya salah satu konektor untuk supply arus magnet batang kendali dicabut sehingga reaktor akan *scram* dan seluruh batang kendali jatuh. Pengujian program pendeteksi kegagalan sistem penggerak batang kendali dilakukan sebanyak 3 kali yaitu dengan melakukan simulasi terjadinya kegagalan pada sistem penggerak batang kendali reaktor yang dilakukan dengan cara mencabut konektor batang kendali

JDA03 dan JDA04 serta melakukan pengujian dengan melakukan *scram* manual.

Gambar 7. menampilkan hasil pengujian dengan simulasi kegagalan batang kendali JDA03 dan JDA04. Pada pengujian dengan menjatuhkan batang kendali JDA03 menghasilkan batang kendali JDA03 dalam tabel ada di urutan pertama dengan perbedaan waktu jatuhnya batang kendali kedua jatuh yaitu batang kendali JDA04 adalah 80 milidetik. Pada pengujian dengan menjatuhkan batang kendali JDA04 menghasilkan batang kendali JDA04 dalam tabel di urutan pertama dengan perbedaan waktu jatuhnya batang kendali yang kedua yaitu batang kendali JDA02 adalah 101 milidetik.

Tanggal	Jam	Komponen	Status
18/05/2016	14:58:42:797	JDA03 - Armature Dropped	Came In (On)
18/05/2016	14:58:42:877	JDA04 - Armature Dropped	Came In (On)
18/05/2016	14:58:42:966	JDA02 - Armature Dropped	Came In (On)
18/05/2016	14:58:42:966	JDA05 - Armature Dropped	Came In (On)
18/05/2016	14:58:42:966	JDA06 - Armature Dropped	Came In (On)
18/05/2016	14:58:42:966	JDA08 - Armature Dropped	Came In (On)
18/05/2016	14:58:42:966	JDA01 - Armature Dropped	Came In (On)

↓

BatangKendali JDA03

Tanggal	Jam	Komponen	Status
18/05/2016	14:58:42:797	JDA03 - Armature Dropped	Came In (On)
18/05/2016	14:58:42:877	JDA04 - Armature Dropped	Came In (On)
18/05/2016	14:58:42:966	JDA02 - Armature Dropped	Came In (On)
18/05/2016	14:58:42:966	JDA05 - Armature Dropped	Came In (On)
18/05/2016	14:58:42:966	JDA06 - Armature Dropped	Came In (On)
18/05/2016	14:58:42:966	JDA08 - Armature Dropped	Came In (On)
18/05/2016	14:58:42:966	JDA01 - Armature Dropped	Came In (On)
18/05/2016	15:08:57:073	JDA04 - Armature Dropped	Came In (On)
18/05/2016	15:08:57:174	JDA02 - Armature Dropped	Came In (On)
18/05/2016	15:08:57:174	JDA03 - Armature Dropped	Came In (On)
18/05/2016	15:08:57:174	JDA05 - Armature Dropped	Came In (On)
18/05/2016	15:08:57:174	JDA06 - Armature Dropped	Came In (On)
18/05/2016	15:08:57:175	JDA01 - Armature Dropped	Came In (On)
18/05/2016	15:08:57:174	JDA08 - Armature Dropped	Came In (On)

↓

BatangKendali JDA04

Gambar 7. Hasil pengujian simulasi kegagalan batang kendali JDA03 dan JDA04

	A	B	C	D
1	18/05/2016	14:58:42:797	JDA03 - Armature Dropped	Came in (On)
2	18/05/2016	14:58:42:877	JDA04 - Armature Dropped	Came in (On)
3	18/05/2016	14:58:42:966	JDA02 - Armature Dropped	Came in (On)
4	18/05/2016	14:58:42:966	JDA05 - Armature Dropped	Came in (On)
5	18/05/2016	14:58:42:966	JDA06 - Armature Dropped	Came in (On)
6	18/05/2016	14:58:42:966	JDA08 - Armature Dropped	Came in (On)
7	18/05/2016	14:58:42:966	JDA01 - Armature Dropped	Came in (On)
8	18/05/2016	15:08:57:073	JDA04 - Armature Dropped	Came in (On)
9	18/05/2016	15:08:57:174	JDA02 - Armature Dropped	Came in (On)
10	18/05/2016	15:08:57:174	JDA03 - Armature Dropped	Came in (On)
11	18/05/2016	15:08:57:174	JDA05 - Armature Dropped	Came in (On)
12	18/05/2016	15:08:57:174	JDA06 - Armature Dropped	Came in (On)
13	18/05/2016	15:08:57:175	JDA01 - Armature Dropped	Came in (On)
14	18/05/2016	15:08:57:174	JDA08 - Armature Dropped	Came in (On)
15	18/05/2016	15:15:53:073	JDA01 - Armature Dropped	Came in (On)
16	18/05/2016	15:15:53:769	JDA04 - Armature Dropped	Came in (On)
17	18/05/2016	15:15:53:769	JDA06 - Armature Dropped	Came in (On)
18	18/05/2016	15:15:53:768	JDA03 - Armature Dropped	Came in (On)
19	18/05/2016	15:15:55:655	JDA05 - Armature Dropped	Came in (On)
20	18/05/2016	15:15:55:655	JDA08 - Armature Dropped	Came in (On)
21	18/05/2016	15:15:55:654	JDA02 - Armature Dropped	Came in (On)
22				
23				
24				
25				
26				
27				

Gambar 8. Rekaman data program pendeteksi kegagalan batang kendali

Gambar 8. diatas menunjukkan hasil penyimpanan data pada tabel *armature dropped* batang kendali RSG-GAS, file tersimpan dengan format Excel.

Pada tanggal 31 Juli 2016 juga dilakukan pengujian program pendeteksi kegagalan batang kendali yang dilakukan dengan cara melakukan *scram* reaktor secara manual, hasil pengujian yang dilakukan ditunjukkan pada Tabel 1. Pada pengujian program pendeteksi kegagalan batang kendali

dengan cara menekan tombol *scram* secara manual. Hasil dari pengujian, 3 batang kendali yaitu batang kendali JDA07, batang kendali JDA05 dan batang kendali JDA06 jatuh secara bersamaan pada jam 07:41:31:089, setelah itu batang kendali JDA01, batang kendali JDA02, batang kendali JDA03 dan batang kendali JDA04 pada jam 07:41:31:342 dan batang kendali JDA08 jatuh pada jam 07:41:31:343.

Tanggal	Jam	Komponen	Status
18/07/2016	07:41:31:089	JDA07 - Armature Dropped	Came In (On)
18/07/2016	07:41:31:089	JDA05 - Armature Dropped	Came In (On)
18/07/2016	07:41:31:089	JDA06 - Armature Dropped	Came In (On)
18/07/2016	07:41:31:342	JDA01 - Armature Dropped	Came In (On)
18/07/2016	07:41:31:342	JDA02 - Armature Dropped	Came In (On)
18/07/2016	07:41:31:342	JDA03 - Armature Dropped	Came In (On)
18/07/2016	07:41:31:342	JDA04 - Armature Dropped	Came In (On)
18/07/2016	07:41:31:343	JDA08 - Armature Dropped	Came In (On)

Tabel 1. Hasil pengujian program pendeteksi kegagalan batang kendali dengan *scram* manual.

KESIMPULAN

Pengembangan sistem pemantau penggerak batang kendali RSG-GAS berbasis LabVIEW telah selesai dilakukan. Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian di lapangan serta mengacu pada penelitian ini, didapatkan perangkat lunak yang dapat memudahkan operator dan supervisor reaktor dalam melakukan analisis pada saat terjadi gangguan operasi reaktor yang mengakibatkan reaktor *SCRAM*, dan memudahkan petugas perawatan dalam menentukan batang kendali mana yang harus diperbaiki.

DAFTAR PUSTAKA

1. PRSG, Laporan Analisis Keselamatan RSG-GAS Rev 10.1 Desember 2011.
2. SIEMENS AG. 2013, "SIEMENS SIMATIC S7-300 Module Data Manual". Jerman.
3. Mustafa, Mahfuzah, 2004, *Connection Of Siemens PLC To LabVIEW Using OPC*, Fakultas Kejuruteraan Elektrik Dan Elektronik, Kolej Universiti Teknologi Tun Hussein Onn. Malaysia
4. Halvorsen, Hans-Petter, 2012, *OPC and Real-Time Systems in LabVIEW*. Department of Electrical Engineering, Information Technology and Cybernetics, Telemark University College. Norwegia.

PERTANYAAN :

Penanya : Bagus Dwi Nurtanto

Dalam program/sistem yang dibuat apabila scram terjadi akibat batang kendali drop, adakah sinyal/indikator yang timbul ?

Jawaban :

Ada semua kejadian terkait batang kendali dapat dilihat pada tampilan front panel labview pada program sistem perekam data kegagalan batang kendali yang telah dibuat