

## DIGITALISASI HASIL PENGUKURAN FLUKS NETRON DI RPS REAKTOR RSG-GAS BERBASIS PLC S7-300 DAN LABVIEW 2014

Heri Suherkiman, Sujarwono  
Pusat Reaktor Serba Guna-BATAN  
herythea@batan.go.id

### ABSTRAK

**DIGITALISASI HASIL PENGUKURAN FLUKS NETRON DI RPS RSG-GAS BERBASIS PLC S7-300 DAN LABVIEW 2014.** Telah dilakukan digitalisasi pengukuran fluks neutron di Sistem Proteksi Reaktor (RPS) RSG-GAS. Kegiatan ini bertujuan untuk mempermudah pengamatan hasil pengukuran fluks neutron terkait operasi reaktor. Sistem digitalisasi tersebut dilakukan oleh perangkat keras Programmable Logic Controllers (PLC) S7-300 dan ditampilkan pada perangkat lunak LabVIEW 2014. Metode digitalisasi dilakukan dengan cara pengambilan data dari PLC oleh Ole for Process Control (OPC). Data keluaran OPC akan diolah dan ditampilkan di LabVIEW. Sistem ini telah bekerja dengan baik dan dapat membantu operator dalam mengoperasikan reaktor RSG-GAS.

**Kata kunci:** DIGITALISASI, PLC S7-300, LabVIEW 2014

### ABSTRACT

**DIGITALIZATION MEASUREMENT OF NEUTRON FLUX IN RPS RSG - GAS BASED ON PLC S7-300 AND LABVIEW 2014.** The digitalization of neutron flux measurement of Reactor Protection System (RPS) RSG-GAS has been done. This activity aims to facilitate the observation of neutron flux measurement related to the operation of the reactor. The digitizing system is done by the Programmable Logic Controllers (PLC) S7-300 hardware and displayed on LabVIEW 2014 software. Digitizing method is done by collecting data from the PLC by Ole for Process Control (OPC). OPC output data will be processed and displayed in LabVIEW. This system has worked well and can help the operators to operate the reactor RSG- GAS .

**Keywords:** Digitizing, PLC S7-300, LabVIEW2014

### PENDAHULUAN

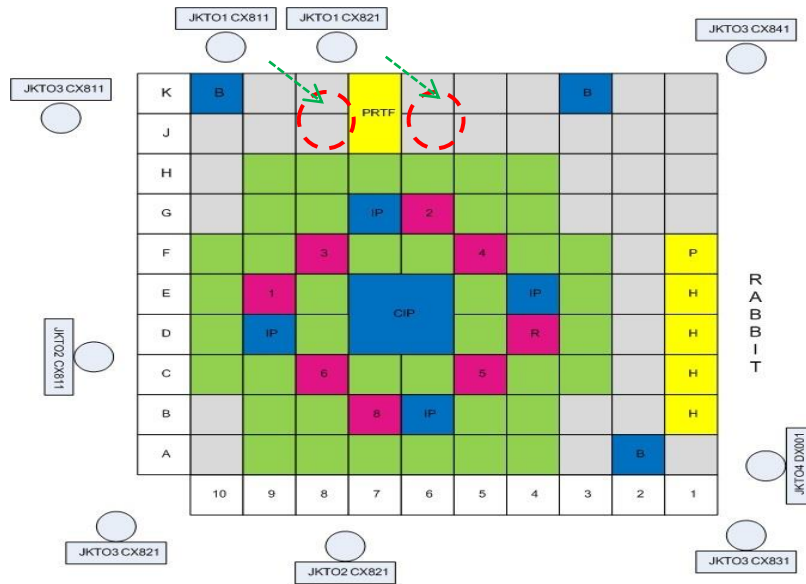
Sistem Proteksi Reaktor (RPS) berfungsi untuk memantau dan memproses parameter yang penting untuk tujuan keselamatan instalasi reaktor. Sistem pengukuran pembangkitan daya yang digunakan di reaktor nuklir adalah sistem pengukuran fluks neutron. Hasil pengukuran fluks neutron dikirim ke Ruang Kendali Utama Reaktor RSG GAS dan ditampilkan dalam bentuk meter analog. Sistem instrumentasi dan kendali yang ada di Sistem Proteksi Reaktor (RPS) RSG-GAS sebagian besar masih berbasis analog. Informasi dari alat ukur ditampilkan di Ruang Kendali Utama (RKU) terkait kanal pengukuran fluks neutron, radiasi gamma, laju alir, tekanan dan lainnya masih menggunakan alat ukur mekanis yang berupa tampilan jarum bergerak. Kelemahan meter tersebut adalah nilai hasil pengamatan yang didapat terkadang berbeda antara pengamat satu dengan lainnya. Penulis memandang perlu untuk melakukan kegiatan digitalisasi hasil pengukuran. Kegiatan ini bertujuan untuk mempermudah pengamatan hasil pengukuran nilai parameter RPS terkait operasi reaktor. Hasil pengukuran yang didapat ditampilkan dalam bentuk nilai angka desimal. Proses digitalisasi tersebut baru

mencakup 8 parameter hasil pengukuran fluks neutron. Kegiatan ini dapat dikembangkan untuk parameter lainnya di RPS reaktor RSG-GAS yang berjumlah 47 parameter.

### TEORI

#### Reaktor RSG-GAS

Teras Reaktor RSG-GAS terdiri dari 40 elemen bakar, 8 batang kendali, 37 elemen berelium, 8 IP/CIP dan 2 PRTF<sup>(1)</sup>. Pada teras reaktor dilengkapi dengan sistem pengukuran fluks yang bertujuan untuk memantau kondisi teras reaktor saat beroperasi. Sistem initerdiri dari JKT01, JKT02 dan JKT03 dan dirancang secara redundansi. JKT01 digunakan pada kondisi operasi *start-up* dan mempunyai 2 redundansi yaitu JKT01CX811 dan JKT01CX821. JKT02 digunakan pada kondisi operasi *intermediate* dan mempunyai 2 redundansi yaitu JKT02CX811 dan JKT02CX821. JKT03 digunakan pada kondisi operasi *full power* dan mempunyai 4 redundansi yaitu JKT03CX811, JKT03CX821, JKT03 CX831 dan JKT03CX841. Konfigurasi teras reaktor RSG-GAS dan penempatan detektor pengukur fluks neutron ditampilkan pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Konfigurasi teras reaktor RSG-GAS dan penempatan detector pengukur fluks neutron

**Sistem Proteksi Reaktor (RPS)**

Sistem Proteksi Reaktor (RPS) berfungsi untuk memantau dan memproses variabel yang penting untuk keselamatan reaktor dan lingkungan serta secara otomatis meng-inisiasi tindakan protektif untuk menjaga status reaktor dalam batas-batas keselamatan. Fasilitas pemantauan dan pengukuran merupakan salah satu bagian penting dari sistem instrumentasi RSG-GAS. Sistem pengukuran fluks neutron termasuk kedalam sistem yang berada dalam ruang lingkup RPS. Salah satu tindakan keselamatan yang dilakukan RPS adalah pemadaman reaktor/*scram*. Tindakan ini dilakukan secara otomatis jika nilai batas keselamatan dilampaui.

**PLC Siemens S7**

PLC adalah kendali logika terprogram yang merupakan suatu piranti elektronik yang dirancang untuk dapat beroperasi secara digital dengan menggunakan memori sebagai penyimpanan instruksi-instruksi internal untuk menjalankan fungsi logika<sup>(2)</sup>. PLC di Reaktor RSG-GAS adalah PLC merek Siemens tipe Simatic S7. CPU (*Central Processing Unit*) merupakan bagian PLC yang berfungsi sebagai pengolah data. CPU yang digunakan adalah Siemens Simatic S7-300 315-2PN/DP. CPU jenis tersebut memiliki 2 port komunikasi data yaitu melalui MPI/profibus dan Ethernet/LAN. Komunikasi data proses digitalisasi menggunakan port LAN dengan kabel UTP sebagai perangkat keras dan OPCServer NI 2013 sebagai perangkat lunak. OPC digunakan sebagai jembatan pertukaran data antara PLC menuju LabVIEW. Modul lainnya dalam PLC ini adalah modul input yang berfungsi untuk menerima sinyal/data yang

berasal dari sensor, katup, *cheekback*, transduser dan lainnya. Data/sinyal input berupa sinyal digital (0 dan 24Vdc) dan analog (0..20mA). Jenis modul input analog yang dipakai adalah *siemens somatic SM331 AI 8x16bit*. Modul analog input ini memiliki port masukan sebanyak 8 buah dengan resolusi 16 bit.

**LabVIEW**

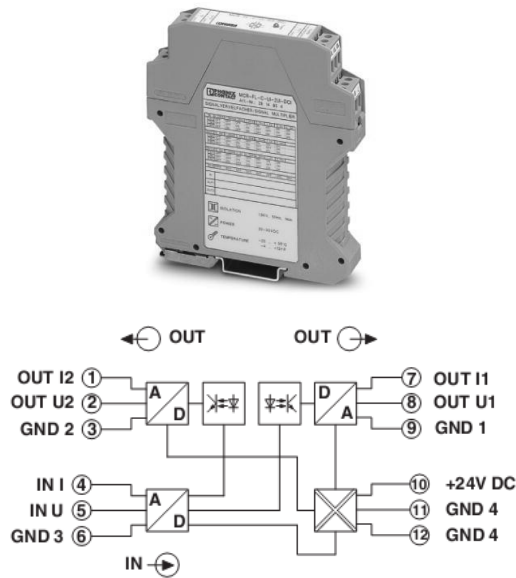
LabVIEW (*Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench*) adalah perangkat lunak (software) sebagai bahasa pemrograman untuk akuisisi databerbasis grafis dari National Instruments

**OLE for Process Control (OPC)**

OPC adalah perantara/antarmuka PLC dengan sistem *Human Machine Interface (HMI)*<sup>(3)</sup>. OPC bekerja dengan mengambil input, menyimpan sementara data input tersebut dan siap diberikan apabila ada clien yang memerlukannya.

**Distributor Aktif**

Distributor aktif adalah modul elektronik yang dapat menerima input dan mendistribusikan hasil inputan tersebut menjadi beberapa output dengan prinsip mempertahankan kebenaran nilai sesuai dengan inputannya. Didalam modul ini terdapat isolasi listrik dan sifat penyangga antara input dengan output untuk menghindari pembebanan. Nilai input dan output dapat berupa tegangan (0–10 Volt) atau arus (0–24mA)<sup>(4)</sup>. Distributor aktif yang digunakan dalam kegiatan ini adalah Phoenix Contact MCR-FL-C-UI-2UI-DCI-NC. Bentuk fisik dan diagram distributor ditunjukkan pada gambar 2 berikut :



Gambar 2. Distributor aktif

**TATA KERJA**

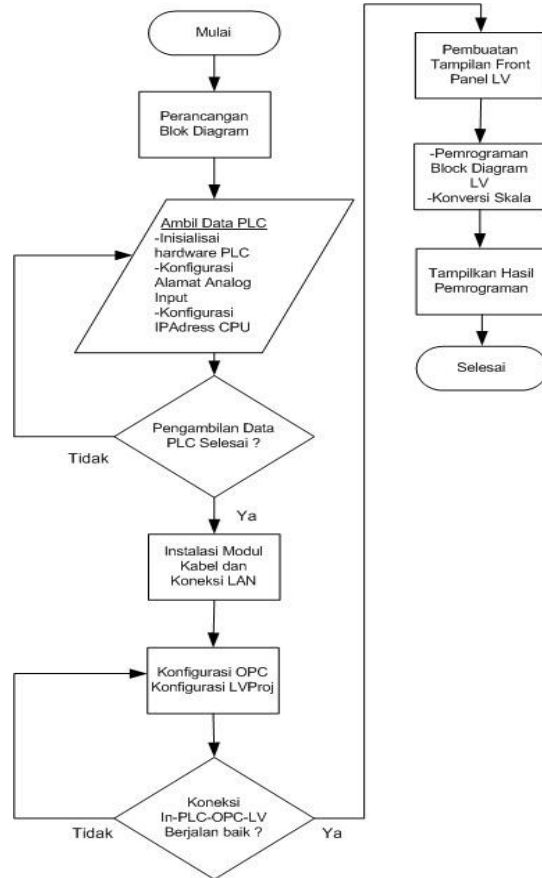
**Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Komputer : Wndows 7, Hard Disk 1TBGb, RAM 4Gb, Intel Core i5
- b. PLC Siemens S7-300 dengan modul analog
- c. Phoenix Contact MCR-FL-C-UI-2UI-DCI-NC
- d. Yokogawa CA71 *multi functional calibrator*
- e. Fluke *Digital Multimeter*
- f. Perangkat Lunak LabVIEW 2014SP1 dengan Modul OPC *Server*
- g. Kabel komunikasi RJ45

**Langkah Kerja**

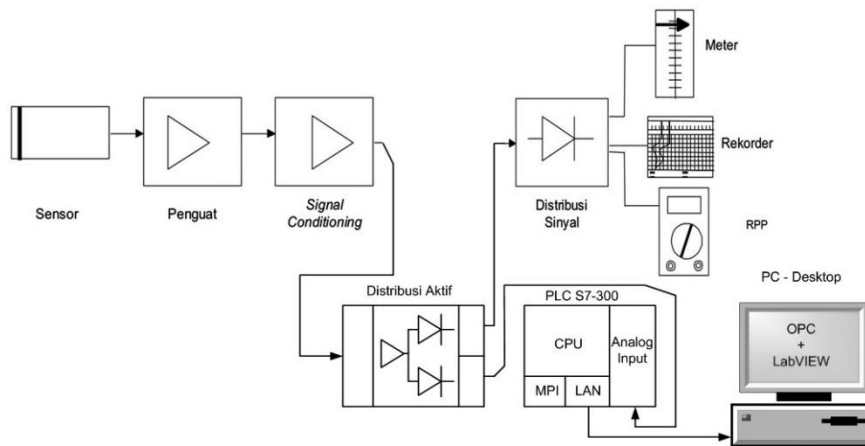
Langkah kerja kegiatan digitalisasi ditunjukkan dengan tahapan seperti pada gambar 3.berikut :



Gambar 3. Diagram alir perancangan sistem monitoring RSG-GAS

**Perancangan Blok Diagram dan Instalasi hardware**

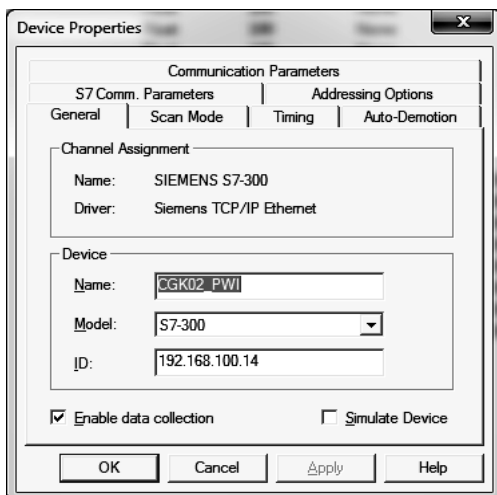
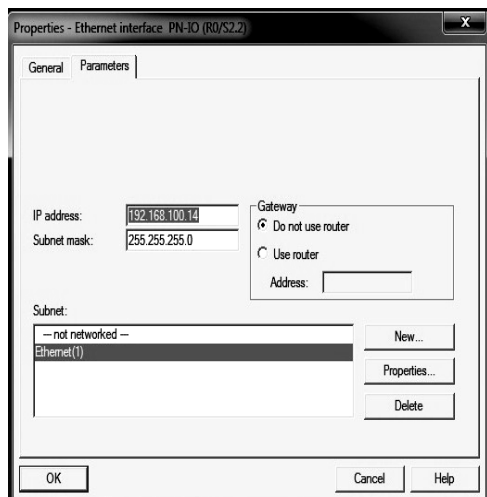
Blok diagram kegiatan digitalisasi dapat dilihat pada Gambar 4 berikut :



Gambar 4. Blok diagram Digitalisasi RPS RSG-GAS

Pada Gambar 4 diatas, input masuk ke ruang RPS. Sinyal tersebut diolah oleh kanal pengukuran. Output kanal pengukuran masuk ke distributor aktif. Salah satu output distributor aktif diteruskan ke meter penampil analog digital dan output lainnya diteruskan ke pengolah data PLC-OPC dan ditampilkan di LabVIEW. Tahapan berikutnya setelah blok diagram adalah Instalasi hardware dan software. Instalasi hardware berupa pemasangan modul distributor, kabel input ke PLC, LAN dan komputer. Sedangkan kegiatan yang berhubungan dengan perangkat lunak adalah, pengambilan, pengolahan, serta penampil data. Urutan proses ini adalah sebagai berikut :

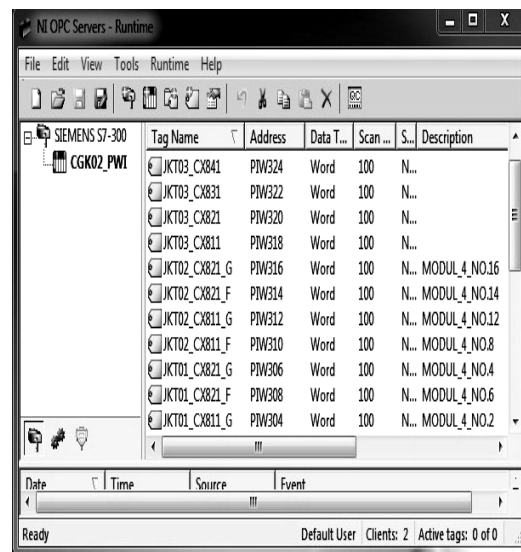
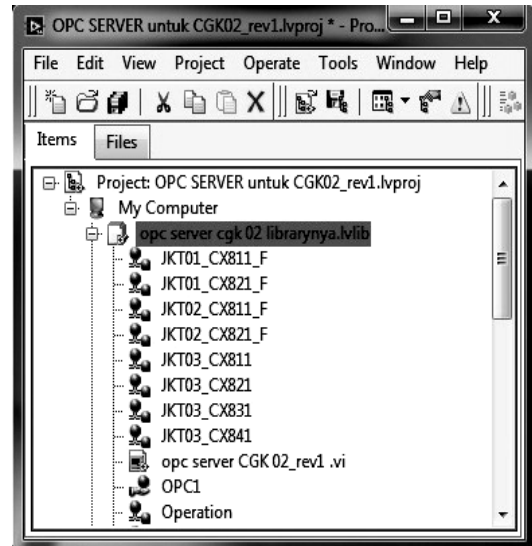
1. Inisialisasi *hardware* modul PLC dan alamat parameter nilai fluks netron
2. Komunikasi data PLC dengan LabVIEW dapat dilakukan dengan perantara OPC<sup>(5)</sup>  
Konfigurasi komunikasi data PLC dan OPC ditunjukkan pada gambar 5 berikut :



Gambar 5. Komunikasi data PLC dengan OPC

3. Pembuatan database dan komunikasi OPC dengan LabVIEW

Input database dan komunikasi OPC dengan LabVIEW ditunjukkan pada gambar 6 berikut :



Gambar 6. Input database dan Komunikasi OPC dengan LabVIEW

1. Pemrograman/pengolahan data di LabVIEW

Didalam pemrograman labVIEW dibutuhkan data untuk konversi nilai ke satuan tertentu, konversi tersebut didapatkan dari lembar perawatan kanal pengukuran fluks netron yang sudah ada di reaktor.

- Nilai konversi OPC-Client ke mA  $\rightarrow y = x/1382,4$
- Nilai konversi mA to JKT01/02  $\rightarrow$  diambil dari persamaan yang dihasilkan trendline grafik. Seperti contoh :  $JKT02 \rightarrow y = 2E-13e1.107x$

- Nilai konversi mA to % daya(JKT03)  $\rightarrow y=x/8$
  - Nilai konversi % daya(JKT03) to MW(JKT03)  $\rightarrow y=x/3.3333$
- Semua nilai konversi dipakai saat membuat program penampil data di *block diagram* LabVIEW

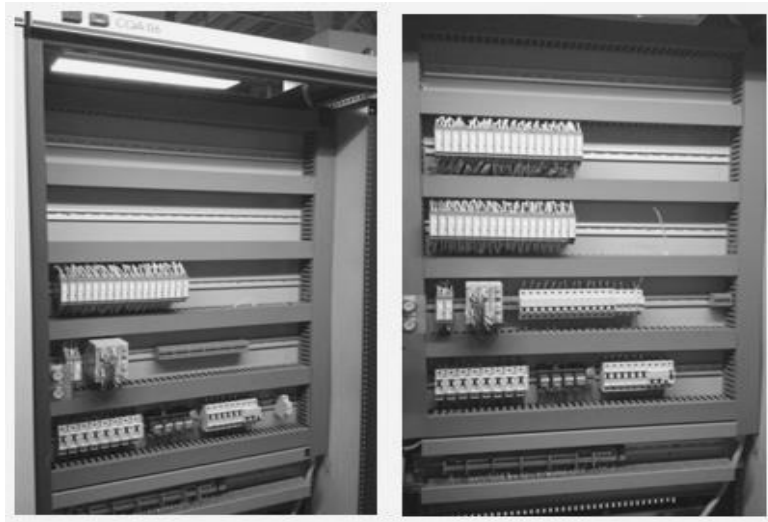
## 2. Pembuatan tampilan LabVIEW

Tampilan hasil akhir pada LabVIEW dilakukan pada *frontpanel*. Di daerah ini semua nilai

parameter dengan satuan yang berbeda akan ditunjukkan dalam bentuk angka dan grafik. Pada tampilan ini terdapat pula kontrol sebagai antarmuka dengan pengguna.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan digitalisasi pengukuran fluks neutron telah berhasil dilakukan.



**Gambar 7.** Instalasi distributor aktif di ruang *marshalling kiosk*

Kegiatan digitalisasi juga meliputi instalasi modul distributor dilakukan di ruang *marshalling kiosk* gedung reaktor RSG-GAS. Gambar instalasinya disajikan seperti pada Gambar 7. Modul tersebut berfungsi menerima input dari RPS, input

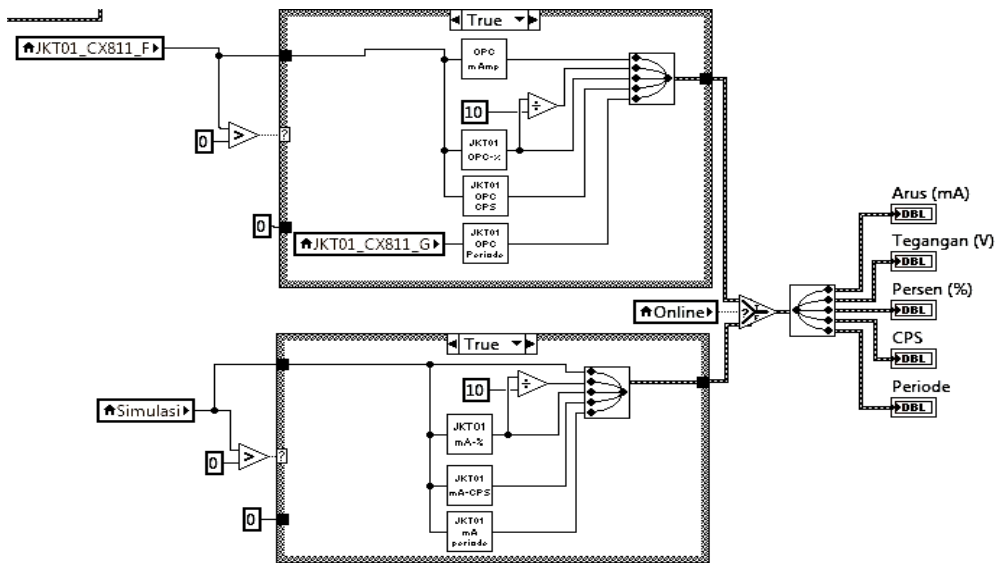
tersebut kemudian diolah oleh rangkaian elektronik didalamnya sehingga menghasilkan 2 *output* dengan nilai pengukuran yang sama. *Output* distributor tersebut dikirim ke PLC dan meter analog yang terdapat di RKU .



**Gambar 8.** Instalasi kabel input PLC Siemens S7-300

Hasil kegiatan instalasi kabel input berasal dari *output* distributor aktif. Kabel tersebut masuk ke modul *input* analog PLC Siemens S7-300 yang berada di kabinet CGK02 di ruang *marshalling kiosk*

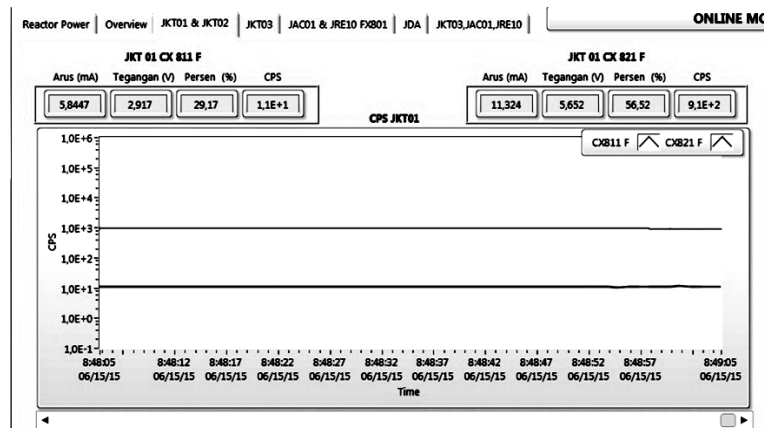
gedung Reaktor RSG-GAS. Contoh instalasi kabel *input* PLC Siemens S7-300 disajikan pada Gambar 8.



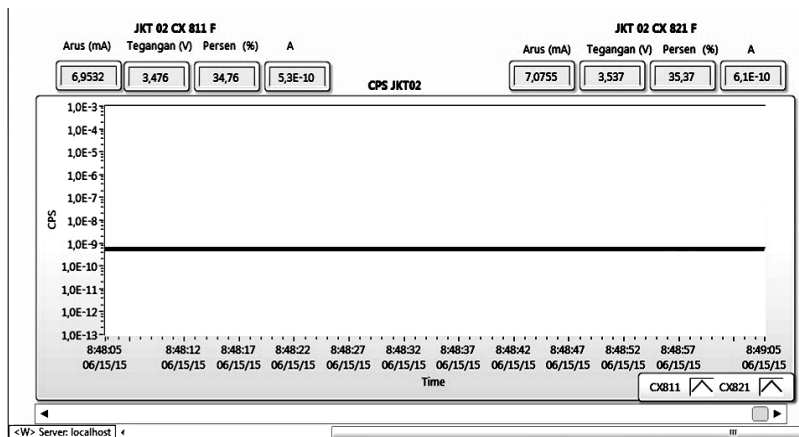
Gambar 9. Tampilan sebagian hasil pemrograman pengolahan data di LabVIEW

Sebagian hasil pemrograman pengolahan data di LabVIEW pada sisi *block diagram* disajikan pada Gambar 9. Pada pemrograman tersebut *input* data yang berasal dari OPC akan diolah menjadi beberapa

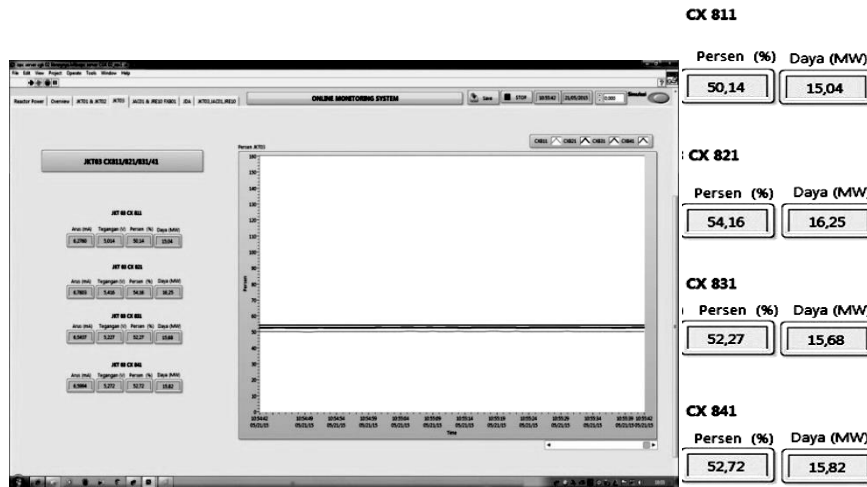
tampilan nilai. Nilai yang ditampilkan sudah dalam bentuk Arus(mA), tegangan(V), % daya dan fluks neutron (JKT01=CPS, JKT02=A, dan JKT03=MW)



Gambar 10. Tampilan hasil pengukuran fluks neutron JKT01



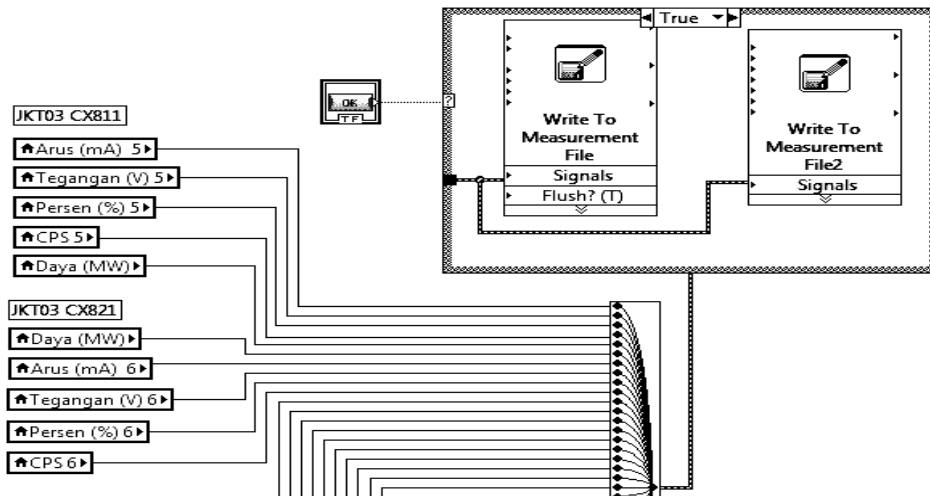
Gambar 11. Tampilan hasil pengukuran fluks neutron JKT02



Gambar 12. a)Tampilan hasil pengukuran fluks neutron JKT03

Gambar 10,11, dan 12 adalah tampilan akhir hasil pengukuran fluks neutron JKT01,JKT02 dan JKT 03 pada *frontpanel* LabVIEW.Tampilan tersebut sudah menunjukkan bahwa input yang masuk ke PLC dapat berkomunikasi baik dengan OPC dan dapat ditampilkan pada *frontpanel* LabVIEW. Pada

bagian pemrograman ini tidak akan terjadi kesalahan data karena perhitungan nilai konversi merupakan nilai matematis yang didapat dari form perawatan. Kesalahan pengukuran baru terjadi di bagian pengolahan data oleh OPC. Persen kesalahan pembacaan dapat dilihat pada table 1 dibawah.



Gambar 13. Tampilan sebagian hasil pemrograman untuk penyimpanan data LabVIEW

Gambar 13 adalah teknik pemrograman dalam LabVIEW untuk menyimpan data semua nilai yang tampil di fronpanel dalam sebuah file dengan format MS. Excell atau TXT. Gambar 7-13 diatas adalah hasil instalasi dan pemrograman pada kegiatan digitalisasi pengukuran fluks neutron di reaktor RSG-GAS.

Tabel 1. Hasil pembacaan input arus pada tampilan OPC

mA	Reff	Act	% Error
1	1382.4	1382	0,02
4	5529.6	5529	0,01
8	11059.2	11059	0,001
12	16588.8	16588	0,005
16	22118.4	22118	0,001
20	27648	27647	0,003

Tabel 1 diatas adalah tabel hasil pembacaan input arus pada tampilan OPC. Dari tabel tersebut didapat persen kesalahan pembacaan yang dapat mewakili nilai persen kesalahan pada tampilan akhir *frontpanel*. Nilai persen kesalahan tertinggi yang didapat dari tabel 1 diatas adalah 0,02%. Nilai tersebut dapat dikatakan baik karena masih dibawah 2%. Gambar 13 menunjukkan hasil pemrograman LabVIEW yang menunjukkan cara penyimpanan semua data dalam suatu file dengan format yang dapat dibaca oleh microsoft excel atau txt. Saat ini pengukuran dengan sistem lama(analog) masih tetap terpasang. Tampilan secara digital belum dapat sepenuhnya menggantikan analog karena setiap perubahan/modifikasi di reaktor RSG-GAS harus mempunyai izin BAPETEN dan panitia keselamatan. Hasil kegiatan digitalisasi saat ini digunakan sebagai system tambahan untuk mempermudah operator-supervisor dalam pengamatan hasil pengukuran fluks neutron terkait operasi reaktor. Nilai tersebut juga dapat digunakan sebagai pembanding dengan sistem lama yang masih menggunakan analog.

**KESIMPULAN**

1. Komunikasi data antara PLC-OPC-LabVIEW, dapat terlaksana dengan baik
2. Hasil akhir digitalisasi menunjukkan sistem dapat menampilkan data digital hasil pengukuran fluks neutron JKT01,JKT02 dan JKT03 pada *frontpanel* LabVIEW dengan baik.

**PERTANYAAN**

**Nama Penanya : Antonio Gogo**  
**Unit Kerja : PTBBN**

Pertanyaan :  
 Apakah masih menggunakan analog  
Jawaban :  
 Masih digunakan

**Nama Penanya : M. Imron**  
**Unit Kerja : PRSG**

Pertanyaan :  
 Bagaimana detektor menghindari selain neutron  
Jawaban :  
 Start up, intermediate, daya punya detektor sendiri

3. Persen kesalahan hasil pengukuran yang terbesar sampai di OPC-Client adalah 0,02%. Nilai kesalahan tersebut masih dapat diterima karena masih dibawah 2%.
4. Sistem pengukuran fluks neutron RPS di Reaktor RSG-GAS dapat ditampilkan dalam bentuk digital dan dapat digunakan operator-supervisor untuk memudahkan pengamatan hasil pengukuran fluks neutron terkait operasi reaktor.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. SusiloJati, Rohmadi. 2007.*Analisis reaktifitas batang kendali teras setimbang Silisida RSG-GAS Dengan Srac-Citation*. Prosiding Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan. Yogyakarta
2. Bolton,W.2003. Programmable Logic Controller (PLC) Sebuah Pengantar. Jakarta: Erlangga
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. Anonim, 2015. *Signal Multiplier MCR-FL-C-UI-2UI-DCI*. German. Available.
5. Mustafa, Mahfuzah. 2004. *Connection Of Siemens PLC To LabVIEW Using OP*. Fakultas Kejuruteraan Elektrik Dan Elektronik, Kolej Universiti Teknologi Tun Hussein Onn. Malaysia.

**Nama Penanya : Faisal**  
**Unit Kerja : PRFN**

Pertanyaan :  
 Mengapa penghubung PLC ke labview menggunakan OPC?  
Jawaban :  
 Yang punya keluaran PS232, USB, →HDMI Labview

**Nama Penanya : Suhartono**  
**Unit Kerja : PRSG**

Pertanyaan :  
 Penggantian pengukuran detektor apakah bekerja otomatis?  
Jawaban :  
 iya..karena telah di setel secara otomatis