

RANCANGBANGUN MONITOR RADIASI REAKTOR KARTINI MENGGUNAKAN LABVIEW

Adi Abimanyu¹, Achmad Fahrul Aji², Muhammad Khoiri², Jumari¹

¹Pusat Sains dan Teknologi Akselerator – BATAN

²Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir – BATAN

Jl. Babarsari PO BOX 6101 YKBB, Yogyakarta 55281

abimanyu.adi@batan.go.id

ABSTRAK

RANCANG BANGUN MONITOR RADIASI REAKTOR KARTINI MENGGUNAKAN LABVIEW. Pengoperasian Reaktor Kartini akan mengakibatkan potensi paparan radiasi. Laju paparan radiasi di dalam Reaktor Kartini dipantau oleh beberapa alat monitor radiasi (Ludlum) yang terintegrasi dengan komputer, sehingga laju paparan radiasi selalu termonitor. Sistem monitor yang sudah ada menggabungkan enam alat monitor radiasi dalam satu komputer, pemantauan dilakukan oleh operator dan pengawas dengan cara melihat laju paparan radiasi yang terukur pada daerah di sekitar teras reaktor secara manual dalam waktu periodik. Penelitian ini akan mengembangkan sistem monitor radiasi reaktor kartini dengan antarmuka berbasis mikrokontroler ATmega8 dan Graphical User Interface (GUI) Labview 2011 agar pemantauan lebih mudah dan terdokumentasi dengan teratur. Pengujian sistem dilakukan secara simulasi dengan cara menggantikan fungsi alat monitor radiasi yang ada di Reaktor Kartini dengan komputer yang mengirim data serial dengan format yang sama dengan format yang dikirim Ludlum. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem antarmuka mempunyai kemampuan beroperasi dalam rentang baud rate 1200 bps, 2400 bps, 4800 bps, 9600 bps, 14400 bps, 19200 bps dan 38400 bps, kemampuan memberikan informasi dengan realtime setiap 6 detik dan mampu mendokumentasi laju paparan radiasi dalam bentuk logbook.

Kata Kunci : radiasi, reaktor, labview, mikrokontroler

ABSTRACT

DESIGN OF KARTINI REACTOR RADIATION MONITOR SYSTEM USING LABVIEW. Kartini Reactor operation will result in radiation exposure. Gamma radiation exposure rate at the Kartini Reactor monitored by several radiation monitors (Ludlum) that integrate with the computer, so that the rate of radiation exposure is always monitored. Current monitoring system combines six radiation monitor in one computer monitor radiation, and monitoring performed by operators and supervisors to see how the radiation exposure rate measured in the area around the reactor core in a periodic time manually. This research will develop a system to monitor radiation exposure in Kartini reactor based ATmega8 microcontroller for interface between radiation monitor and computer and also Graphical User Interface (GUI) develop using Labview software that makes monitoring is easier and documented regularly. This system is testing by simulation, it is done by replacing the function of the radiation monitoring devices (Ludlum) in Kartini Reactor with computers that send serial data with the same format with a format that is sent by Ludlum. The results show that the interface system has the ability to operate in a range of baud rate 1200 bps, 2400 bps, 4800 bps, 9600 bps, 14400 bps, 19200 bps and 38400 bps, with the ability to provide realtime information every 6 seconds and able to document the rate of exposure to radiation in the form of logbook.

Keywords : radiation, reactor, labview, microcontroller

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Reaktor Kartini merupakan reaktor riset tipe Triga Mark II yang memiliki daya termal maksimum 100 kW. Pemantauan radiasi pada fasilitas nuklir mutlak diperlukan, karena ini berkaitan dengan keselamatan lingkungan^[1]. Laju paparan radiasi gamma akibat pengoperasian dalam teras Reaktor Kartini dipantau oleh beberapa alat monitor radiasi yang terintegrasi dengan komputer menggunakan PCI to

RS232 card^[2]. Perkembangan teknologi komputer yang semakin maju, mampu menggantikan teknologi PCI card dengan PCI Express. Oleh karena itu, perlu digunakan teknologi antarmuka komputer yang sampai sekarang terus berkembang dan tetap dipertahankan keberadaannya pada komputer, salah satunya menggunakan port Universal Serial Bus (USB), sehingga perlu dikembangkan suatu sistem antarmuka dengan teknologi mandiri menggunakan mikrokontroler yang dikomunikasikan menggunakan port USB.

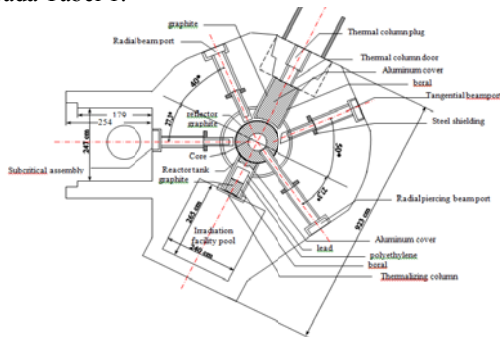
Pemantauan laju paparan radiasi di Reaktor Kartini dilakukan oleh pengawas dengan cara melihat laju paparan radiasi yang terukur pada daerah di sekitar teras reaktor secara manual dalam waktu tertentu sehingga model pemantauan tersebut menimbulkan beberapa potensi kekurangan, antara lain: pemantauan yang kurang teratur dan bisa terjadi kehilangan dokumentasi karena tidak tersimpan dengan baik. Peraturan tentang keselamatan radiasi telah mengatur bahwa setiap pemantauan terhadap paparan radiasi harus dicatat dalam logbook^[3].

Adanya permasalahan tersebut menimbulkan ide perlunya suatu sistem pemantau laju paparan radiasi di Reaktor Kartini yang bekerja secara real time dan terdokumentasi dalam logbook.

Dasar Teori

Reaktor Kartini

Reaktor Kartini PSTA BATAN Yogyakarta merupakan reaktor riset tipe TRIGA MARK II. Fenomena yang terjadi di dalam teras reaktor pada saat operasi daya adalah adanya reaksi fisi antara neutron dengan bahan bakar U235 sedemikian sehingga melahirkan 2-3 neutron baru dan disertai timbulnya energi (panas) rata-rata sebesar 180 MeV dan radiasi α , β dan γ . Gambar 1 menunjukkan bentuk reaktor Kartini dalam arah horisontal. Batas nilai laju paparan radiasi gamma yang diijinkan pada enam titik tempat di Reaktor Kartini disajikan pada Tabel 1.



Gambar 1. Reaktor Kartini dari arah horisontal^[4]

Tabel 1. Nilai Batas Laju Paparan Radiasi di Reaktor Kartini^[5]

Posisi di Reaktor Kartini	Nilai batas (mR/jam)
Demineralizer	25
Kolom thermal	10
Dek Reaktor	10
Sub kritik	2.5
Bulk Shielding	2.5
Ruang Kontrol	2.5

LUDLUM Models 375

Alat pemantau radiasi area Ludlum 375 didesain agar memudahkan dalam pemantauan radiasi. Tipe ini mempunyai 4 digit led display yang dapat dibaca pada jarak 9 meter. Ludlum model 375 ditunjukkan pada Gambar 2. Ludlum yang digunakan sudah dilengkapi dengan internal detektor tipe Geiger Muller (GM). Komunikasi dengan perangkat luar menggunakan RS 232 melalui konektor DB 9^[6] Deskripsi pin dan format data Ludlum disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.



Gambar 2. Ludlum 375^[7]

Tabel 2. Deskripsi pin Ludlum

Model 375	PC(9-Pin)	PC (25-Pin)
Pin 4 (TXD)	Pin 2	Pin 3
Pin 2 (GND)	Pin 5	Pin 7

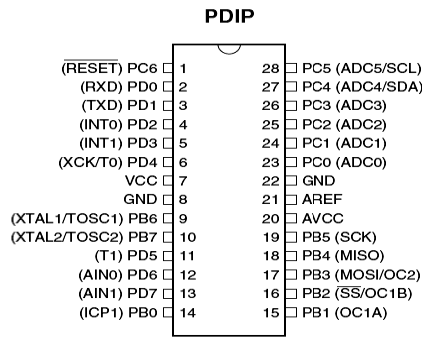
Tabel 3. Format data Ludlum

Byte ke	Keterangan
1	0
2	X
3	X
4	X → Data Laju paparan
5	.
6	X
7	Audio Status
8	High Alarm
9	Low Alarm
10	over range
11	monitor status
12	error code
13	Carriage Return (ODH)
14	Line Fide (OAH)

Mikrokontroler AVR ATmega8

Mikrokontroler dapat dianalogikan sebagai sebuah sistem komputer yang dikemas dalam sebuah chip mikroprosesor, ROM, RAM, I/O dan clock seperti halnya yang dimiliki oleh sebuah PC^[8].

AVR ATmega8 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit berarsitektur AVR menggunakan teknologi RISC yang memiliki 8k byte *in System Programmable Flash* yang mampu mengeksekusi instruksi dengan kecepatan maksimum 16 MIPS pada frekuensi 16 MHz. Mikrokontroler ini memiliki 28 pin dengan suplai 4,5 V – 5,5 V^[9]. Gambar 3 menunjukkan konfigurasi pin ATmega8.



Gambar 3. Konfigurasi pin mikrokontroler ATmega8^[10]

Perangkat Lunak LabVIEW

LabVIEW adalah bahasa pemrograman komputer yang berbasis grafis dan menggunakan icon-icon untuk membuat aplikasi. LabVIEW merupakan software yang digunakan untuk pemrosesan dan visualisasi data dalam bidang akuisisi data, kendali dan instrumentasi, serta otomasi industri. Software ini pertama kali dikembangkan oleh perusahaan National Instrumenst (NI) pada tahun 1986. LabVIEW merupakan singkatan dari Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench^[11].

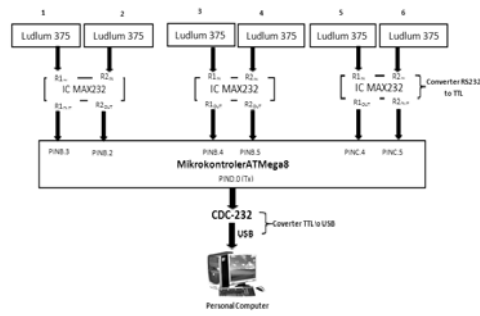
Logbook Paparan Radiasi

Paparan radiasi adalah penyinaran radiasi yang diterima oleh manusia atau materi, baik disengaja atau tidak, yang berasal dari radiasi interna maupun eksternal^[12]. Logbook paparan radiasi yaitu catatan harian tentang paparan radiasi yang diterima oleh manusia atau materi di lingkungan sekitar radiasi.

METODE PENELITIAN

Blok diagram sistem monitor radiasi Reaktor Kartini menggunakan perangkat lunak LabVIEW 2011 ditunjukkan pada Gambar 4. Prinsip kerja dari sistem ini adalah data serial yang dikirim oleh enam Ludlum yang ada di Reaktor Kartini masuk kedalam sebuah antarmuka sistem minimum ATmega8. IC Max232 berfungsi sebagai konverter level tegangan RS232 ke level tegangan TTL mikrokontroler. Data serial yang telah diubah level tegangannya masuk ke port I/O mikrokontroler yang sudah difungsikan sebagai R-virtual. Data kemudian diolah dan dikirim ke komputer menggunakan port USB.

Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian komunikasi terhadap variasi baud rate yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan rentang baud rate yang mampu dijangkau oleh sistem antarmuka yang dibuat, pengujian update data dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan data diperbaharui oleh sistem antarmuka,



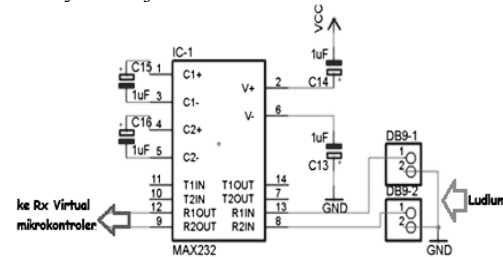
Gambar 4. Diagram blok sistem monitor radiasi Reaktor Kartini

dan pengujian keseluruhan sistem untuk mengetahui kemampuan sistem beroperasi dan mencetak laporan paparan dalam logbook. Pengujian sistem dan sub sistem dilakukan secara simulasi dengan cara mengganti fungsi Ludlum dengan komputer. Komputer dengan bantuan software LabVIEW 2011 membuat format data serial yang dikirim ke sistem antarmuka mikrokontroler ATmega8 sama seperti format data serial yang dikirim oleh Ludlum.

Pembuatan Perangkat Keras

Rangkaian Koverter IC Max232

Rangkaian IC Max232 berfungsi mengubah level tegangan RS232 ke level tegangan TTL atau sebaliknya ditunjukkan oleh Gambar 5.

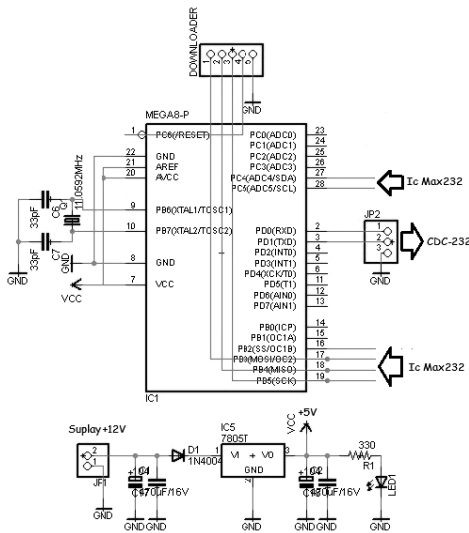


Gambar 5. Rangkaian konverter level tegangan RR-232 ke level tegangan TTL

Data serial yang dikirim oleh Ludlum 375 dalam level tegangan RS232 masuk kedalam kaki IC Max232 nomer 13 (R1IN) dan 8 (R2IN) IC Max232. Sedangkan kaki keluaran yang mempunyai level tegangan TTL adalah kaki 12 (R1OUT) dan kaki 9 (R2OUT). Kedua kaki ini kemudian disambungkan dengan port I/O biasa yang diubah fungsinya menjadi virtual serial mikrokontroler ATmega8. Satu tegangan pada rangkaian adalah +5V dan kapasitor yang digunakan adalah 1µF/16V.

Rangkaian Sistem Minimum ATmega8

Rangkaian sistem minimum ATmega8 ditampilkan pada Gambar 6.



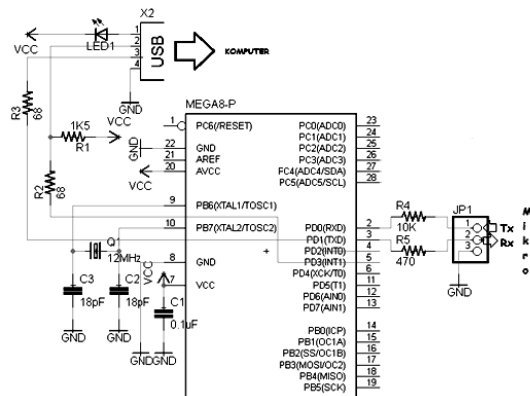
Gambar 6. Rangkaian sistem minimum ATmega8

Catu tegangan yang digunakan pada rangkaian minimum sistem adalah +12V, karena mikrokontroler bekerja pada tegangan +5V maka tegangan ini diubah menjadi +5V oleh IC regulator 7805.

Port I/O yang digunakan sebagai R-virtual berjumlah enam, yaitu: PORTB.2 sampai dengan PORTB.5 dan PORTC.4 sampai dengan PORTC.5. Ke enam port tersebut terhubung dengan kaki keluaran dari IC Max232 yang terhubung dengan DB9. Sedangkan port komunikasi serial (Tx dan Rx) yang tersedia dihubungkan dengan CDC-232 sebagai jalur komunikasi serial antara mikrokontroler ATmega8 dengan komputer. Sistem minimum yang dibuat dilengkapi dengan port downloader.

Rangkain CDC-232

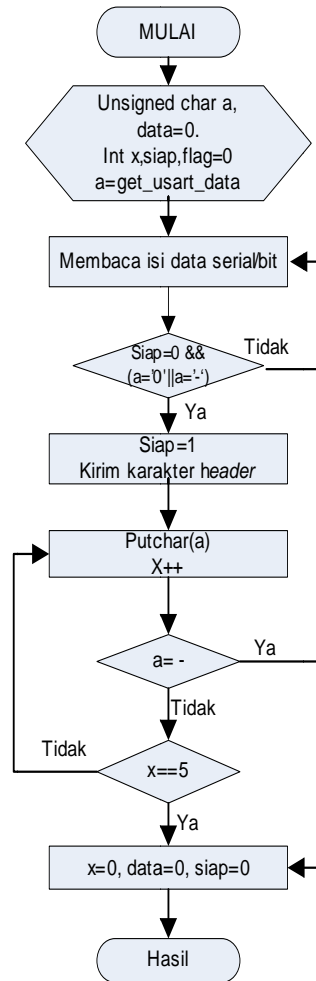
Rangkain CDC-232 digunakan sebagai jalur komunikasi serial antara mikrokontroler dengan komputer lewat port USB. Rangkaian CDC-232 yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 7



Gambar 7. Rangkaian CDC 232

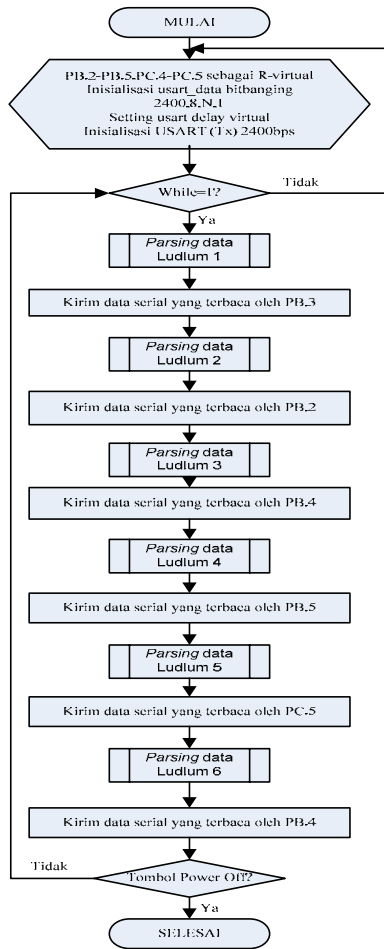
Pembuatan Perangkat Lunak

Pembuatan perangkat lunak meliputi program pada mikrokontroler dan program untuk membuat GUI LabVIEW. Flowchart program mikrokontroler ditunjukkan Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8. Program parsing data mikrokontroler

Pada flowchart tersebut dapat dilihat bahwa mikrokontroler ATmega8 berfungsi sebagai antarmuka melakukan pemisahan data serial kiriman dari Ludlum. Data serial yang dipisah kemudian dikirim ke komputer secara berurutan mulai dari Ludlum 1 sampai Ludlum 6. Sedangkan, flowchart program GUI LabVIEW ditunjukkan pada Lampiran Gambar 12.



Gambar 9. Program utama mikrokontroler

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Komunikasi Terhadap Variasi Baud rate

Hasil pengujian salah satu baud rate 2400 bps disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian baud rate 2400 bps

Posisi	Data dikirim	Data diterima	Keterangan
Demin	0023.1111 111□↓	23.1	ok

Tabel 4. Hasil pengujian baud rate 2400 bps (lanjutan)

Posisi	Data dikirim	Data diterima	Keterangan
Kolom thermal	0003.511 1111□↓	3.5	ok
Dek reaktor	0002.411 1111□↓	2.4	ok
Sub kritik	0009.211 1111□↓	9.2	ok
Bulk shielding	0008.011 1111□↓	8	ok
Ruang kontrol	0013.511 1111□↓	13.5	ok

Hasil pengujian pada baud rate 2400 bps tersebut menunjukkan bahwa data yang diolah oleh antarmuka mikrokontroler ATmega8 dan GUI LabVIEW 2011 tidak terjadi error. Hal tersebut juga terjadi pada pengujian baud rate 1200 bps, 4800 bps, 9600 bps, 14400 bps, 19200 bps dan 38400 bps. Artinya bahwa antarmuka mempunyai kemampuan bekerja dengan baik pada rentang baud rate antara 1200 bps – 38400 bps.

Hasil Pengujian Update Data

Hasil pengujian update data pada salah satu Ludlum dengan baud rate 2400 bps dengan selang waktu update data setiap 6 detik disajikan pada Tabel 5

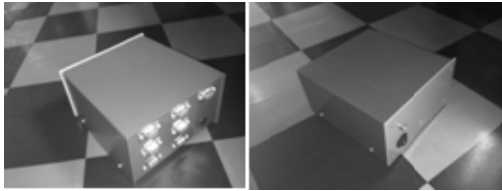
Tabel 5. Hasil pengujian update data

No	Data dikirim Ludlum	Data pada GUI	Waktu update data
1	0023.1111111□↓	23.1	7: 36:15AM
2	0023.1111111□↓	23.1	7: 36:21AM
3	0023.1111111□↓	23.1	7: 36:27AM
4	0023.1111111□↓	23.1	7: 36:33AM
5	0023.1111111□↓	23.1	7: 36:39AM

Dari Tabel 5 dapat diketahui kemampuan sistem antarmuka mampu memperbaharui data sesuai dengan data yang dikirim dengan selang waktu update data sebesar 6 detik.

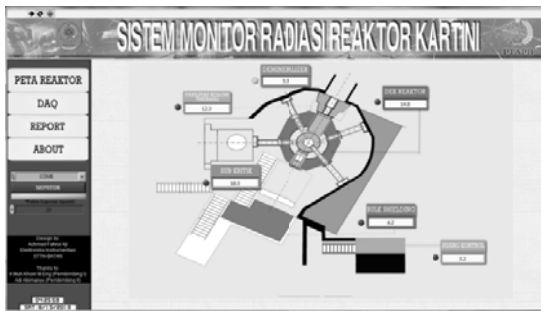
Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Hasil rancang bangun sistem antarmuka mikrokontroler ATmega8 disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Hasil rancangbangun antarmuka menggunakan mikrokontroler ATmega8

Sistem antarmuka yang dibuat memiliki 6 buah *female* DB-9 yang dihubungkan dengan enam Ludlum, 1 buah *female* DB-9 sebagai *port* untuk men-download program, tombol *power*, lampu indikator dan *port* USB sebagai antarmuka dengan GUI komputer. Hasil tampilan GUI (Graphical User Interface) LabVIEW pada penelitian ini ditampilkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Hasil tampilan GUI pada Labview

Setiap gambar tersebut menunjukkan isi dari informasi yang disediakan oleh masing-masing menu yang ada dalam GUI LabVIEW. Tabel 6 menyajikan penjelasan informasi setiap menu.

Tabel 6. *Content* pada setiap menu GUI Labview

Menu	Fungsi
Peta reaktor	Berisi informasi laju paparan radiasi pada enam titik di reaktor Kartini
DAQ	Berisi informasi data laju paparan radiasi dalam bentuk tabel
Report	Fasilitas untuk menyimpan <i>logbook</i> dengan menekan tombol <i>Print</i>
About	Berisi panduan menggunakan GUI

Pengujian sistem dilakukan selama 4 jam 50 menit tanpa berhenti. Dalam selang waktu tersebut dilakukan variasi data untuk mengetahui respon dari GUI LabVIEW. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 7

Tabel 7. Hasil pengujian keseluruhan sistem dengan variasi data laju paparan radiasi

Ludlum	Data terkirim	Data diterima	Lampu
Demin	0010.31111111□↓	10.3	Hijau
Kolom thermal	0008.91111111□↓	8.9	Hijau
Dek reaktor	0021.91111111□↓	21.9	Merah
Sub kritik	0007.11111111□↓	7.1	Merah

Tabel 7. Hasil pengujian keseluruhan sistem dengan variasi data laju paparan radiasi (lanjutan)

Ludlum	Data terkirim	Data diterima	Lampu
Bulk shielding	0001.51111111□↓	1.5	Hijau
Ruang kontrol	0013.51111111□↓	13.5	Merah

Dokumentasi Laporan Kegiatan

Formulir petugas piket reaktor yang telah diisi pada GUI LabVIEW dapat dicetak atau disimpan dengan menekan tombol "*PRINT*" pada menu "*REPORT*". Hasilnya berupa catatan kegiatan petugas piket reaktor yang sebelumnya telah terisi termasuk data laju paparan radiasi setiap satuan waktu dalam *logbook*.

KESIMPULAN

1. Telah berhasil dirancangbangun sistem informasi pemantau laju paparan Reaktor Kartini yang terintegrasi dengan komputer berbasis LabVIEW menggunakan antarmuka mikrokontroler ATmega8 dengan pengembangan komunikasi serial melalui kanal USB dengan kemampuan antarmuka beroperasi dengan baik pada baud rate 1200 bps, 2400 bps, 4800 bps, 9600 bps, 14400 bps, 19200 bps dan 38400 bps.
2. Sistem antarmuka mampu bekerja secara realtime dengan kemampuan memperbarui data laju paparan setiap selang waktu 6 detik.
3. Secara simulasi, sistem monitor radiasi yang dibuat mampu melakukan dokumentasi berupa formulir pengawasan petugas piket reaktor dilengkapi dengan *logbook*.

DAFTAR PUSTAKA

1. A. Rifai, B. Benar, dan Romadhon, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Radiasi Lingkungan PLTN," *Prosiding Pertemuan Ilmiah Reka-yasa Perangkat Nuklir*, PRPN-BATAN Serpong, 2011.
2. J. B. Setiawan, "Laporan kegiatan pembuatan perangkat lunak GAM digital," Yogyakarta 2011.

3. Bapeten, "Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 7 Tahun 2009 tentang Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Peralatan Radiografi Industri Pasal 42," ed. Jakarta, 2009.
4. Suparman, L. Yuniar, Widarto, dan Yusman, "Penentuan Karakteristik Distribusi Fluks Neutron Termal di Fasilitas Irradiasi Lazy Suzan (LS) Arah Horizontal Reaktor Kartini," *Seminar Nasional ke-17 Teknologi dan Keselamatan PLTN Serta Fasilitas Nuklir*, PTAPB Yogyakarta, 2011.
5. BK2, "Logbook Paparan Radiasi Reaktor Kartini. PTAPB-BATAN," Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan, Yogyakarta 2013.
6. L. M. Inc, "Manual Book Ludlum Model 375 (375/2 & 375/4) Digital Wall Monitor Area," ed, 2004.
7. Anonim. (2013, 11 Juni 2013). *Ludlum Model 375 Digital Area Monitor*. Available: http://www.drct.com/dss/INSTRUMENTATION/Ludlum/Ludlum_model_375.html
8. A. Bejo, *Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokontroler ATmega 8535*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2008.
9. I. Purnama, "Rancang Bangun Alat Pengukuran Laju Kendaraan Berbasis Mikrokontroler ATmega8," UNIKOM, Bandung, 2011.
10. Atmel. (2011, 19 Desember 2012). *Datasheet ATmega8*. Available: http://www.atmel.com/Images/Atmel-2486-8-bit-AVR-microcontroller-ATmega8_L_datasheet.pdf
11. D. Artanto, *Interaksi Arduino dan Labview*. Jakarta: Elex Media Komputindo, 2012.
12. Bapeten, "Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 8 Tentang Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensial," ed. Jakarta, 2011.

Muhammad Subekti

- Untuk tujuan keselamatan laju akuisisi dipercepat akan makin baik. Apakah desain sistem logging bisa diubah kecepatan logging 6 detik menjadi 1 detik?

Adi Abimanyu

- *Akuisisi kecepatan logging dapat dipercepat dengan ncara menyempurnakan pemrograman pada bagian interface.*

Tri Mardji Atmono

- Radiasi ion saja atau partikel apa saja yang dideteksi menggunakan labview ini?
- Apabila ada kerusakan pada detektor apakah gambar juga dapat terdeteksi via monitor?
- Demikian pula bila efisiensi detektor menurun (misalnya seiring dengan waktu) gambar muncul tanda-tanda di monitor?
- Sebaiknya dilakukan kalibrasi detektor secara rutin

Adi Abimanyu

- *Radiasi beta gamma karena detektor yang digunakan GM.*
- *Kerusakkan yang terdeteksi melalui status monitor yang dikirimkan melalui data serial.*
- *Setiap tahun dilakukan kalibrasi secara rutin sehingga dapat diketahui jika terjadi data yang tidak valid.*
- *Terima kasih atas masukannya.*

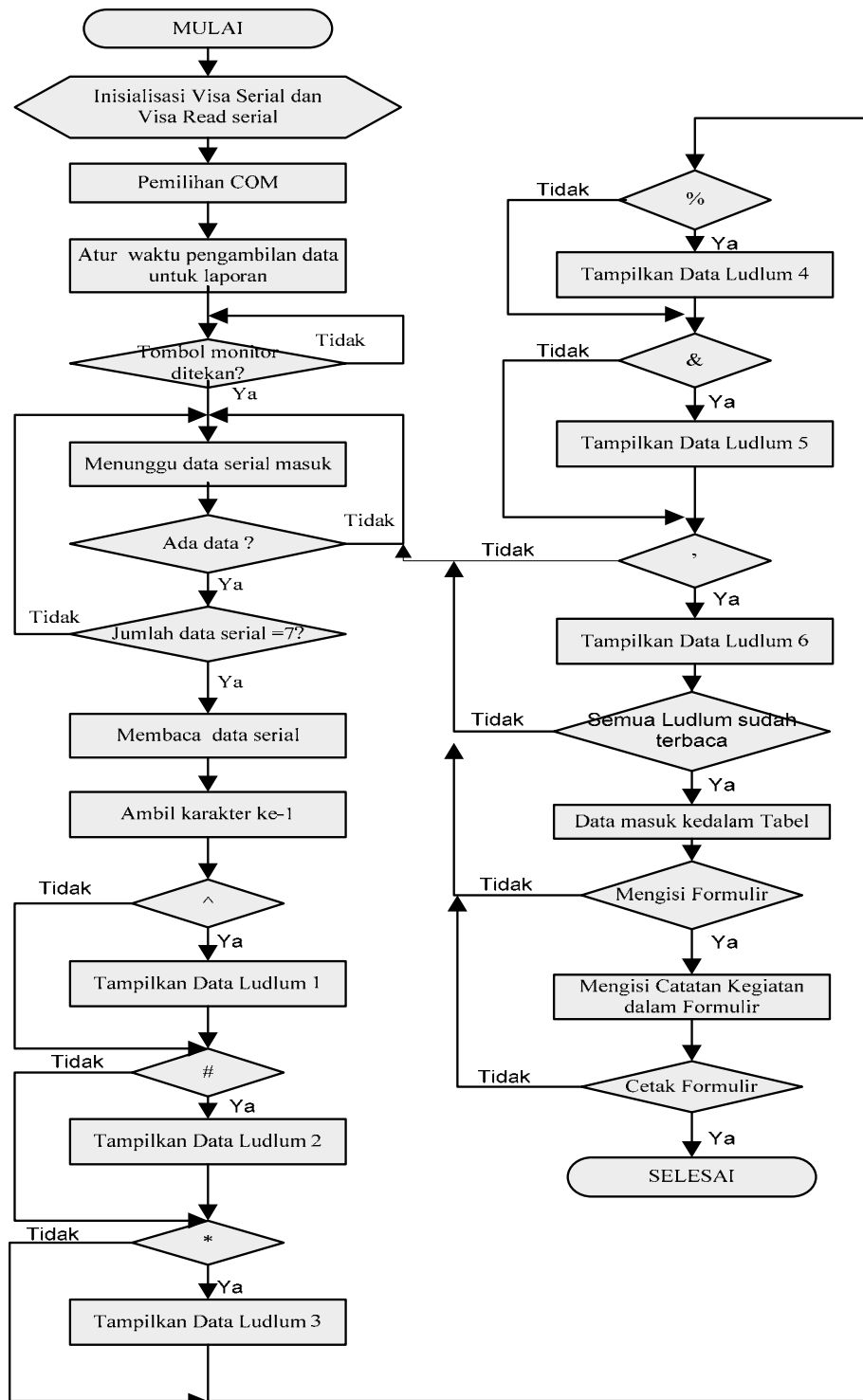
Syarip

- Apakah sudah disediakan opsi (catatan kalibrasi detektor) misalnya berapa faktor kalibrasi dan kapan terakhir dikalibrasi dan sebagainya.

Adi Abimanyu

- *Untuk penelitian ini belum disediakan, tetapi pada penelitian yang sedang berjalan sudah disediakan.*

Lampiran



Gambar 12. Diagram alir GUI pada Labview