

KOMPUTERISASI SISTEM PEMANTAU RADIASI RUANGAN REAKTOR KARTINI

Prajitno, Syarip, Ihda Fuad Adikusuma
Pusat Penelitian Nuklir Yogyakarta

ABSTRAK

KOMPUTERISASI SISTEM PEMANTAU RADIASI RUANGAN REAKTOR KARTINI.

Telah dikembangkan sistem pemantau radiasi ruangan yang dapat dioperasikan/dikendalikan dengan mempergunakan komputer pribadi (personal computer). Pengembangan dilakukan dengan menambahkan perangkat antar muka untuk akuisisi data analog dari sistem pemantau radiasi ruangan yang telah ada dan program komputer untuk mengatur, mengolah, menampilkan dan mendokumentasi data. Tampilan data dibuat beberapa mode sehingga dapat mempermudah pengamatan laju paparan radiasi ruangan reaktor. Program telah diuji secara simulatif dengan memberikan masukan berupa bilangan random dan masukan dari sumber tegangan standar setelah melalui perangkat antar muka dan secara nyata program juga diuji dengan menggabungkan perangkat antar muka dengan sistem pemantau radiasi ruangan yang sebenarnya. Dengan penambahan modul antar muka dan perangkat lunak, pemantauan radiasi ruangan reaktor Kartini dapat disajikan secara on-line dan dapat diintegrasikan pada sistem instrumentasi dan kendali reaktor Kartini yang telah berbasis komputer.

ABSTRACT

COMPUTERIZE RADIATION MONITORING SYSTEM OF KARTINI REACTOR.

Computerize radiation monitoring system of Kartini reactor which is controlled by personal computer (PC) have been developed. To carry out a plan, interface module for analog data acquisition and also computer program for control, process, display and documentation have been added. To make monitoring radiation easier, some mode of data display had made. In a simulation manner program have been tested with random number and voltage from standard voltage reference and also obviously program have been tested using radiation monitoring system RMS-II. With additional interface module and software, monitoring radiation of Kartini reactor became on-line and have possibility integrated with computer based instrumentation and control Kartini reactor.

PENDAHULUAN

Reaktor nuklir merupakan sebuah sistem yang telah dirancang sedemikian rupa sehingga dalam kondisi operasi normal tidak melepaskan radiasi keluar dari sistem dalam jumlah yang membahayakan. Konsep sistem hambatan berlapis (*Multiple Barrier System*) yang diterapkan mampu menyediakan suatu sistem pertahanan pasif yang menekan kemungkinan terjadinya pelepasan radioaktivitas yang bersifat fatal ke lingkungan. Dalam sistem reaktor kondisi radioaktivitas lingkungan dibatasi oleh nilai batas dosis paparan dalam kaitannya dengan keselamatan radiasi. Agar ketentuan tersebut dapat dipenuhi maka diperlukan adanya sistem pemantau radiasi di luar bejana reaktor. Pemantauan radiasi ruangan dilakukan dengan menempatkan detektor pada beberapa lokasi dalam ruang reaktor sehingga dapat selalu dipantau data paparan radiasinya. Sistem pemantau radiasi ruangan Reaktor Kartini yang telah ada memiliki fasilitas penampilan laju paparan radiasi dengan menggunakan teknik rangkaian analog.

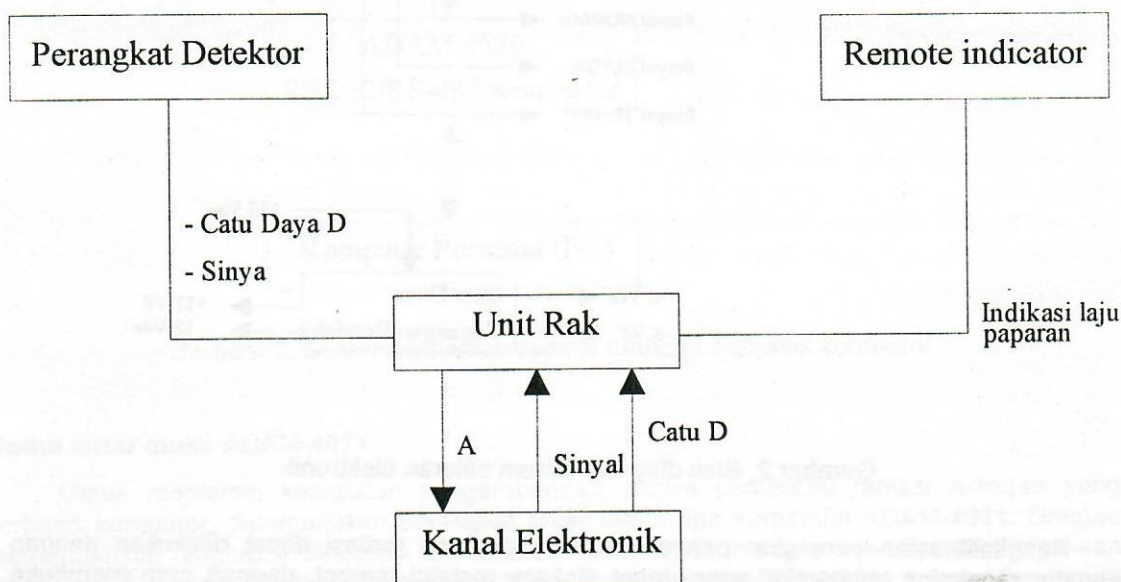
Sejalan dengan peningkatan (*up-grading*) sistem Instrumentasi dan Kendali Reaktor Kartini yang berbasis komputer, maka dikembangkan pula sistem pemantau radiasi ruangan yang ada dengan menambahkan perangkat antar muka untuk akuisisi data analog sehingga dapat dioperasikan/dikendalikan dengan mempergunakan komputer pribadi (*personal computer*). Untuk mengendalikan sistem pemantau radiasi ruangan, telah dibuat paket program komputer yang dapat mengakuisisi data analog dari sistem pengolah tegangan keluaran detektor dalam suatu interval tertentu, mengolah data, menampilkan data dan mendokumentasi data. Tampilan data dibuat beberapa mode sehingga dapat mempermudah

pengamatan laju paparan radiasi ruangan reaktor. Program telah diuji secara simulatif dengan memberikan masukan berupa bilangan random dan masukan dari pembangkit pulsa setelah melalui perangkat antar muka. Selain itu program juga diuji dengan menggabungkan perangkat antar muka dan sistem pemantau radiasi ruangan yang sebenarnya.

Dengan komputerisasi sistem pemantau radiasi ruangan reaktor Kartini maka dapat disediakan fasilitas dokumentasi mengenai tanggal, waktu dan tingkat radiasi yang terdeteksi dan dapat disajikan data tingkat radiasi ruangan reaktor secara *on-line*. Selain itu sistem pemantau radiasi ruangan reaktor Kartini memungkinkan diintegrasikan pada sistem instrumentasi dan kendali reaktor Kartini yang telah berbasis komputer, dengan mengirimkan data lewat saluran RS-485 .

TATA KERJA

Pemantau radiasi ruangan reaktor Kartini dilakukan dengan mempergunakan instrument tipe RMS-II yang dibuat oleh *Eberlyne*. Instrumen ini dirancang untuk dapat mendeteksi dan mengukur medan radiasi pada beberapa lokasi yang berjauhan. Sistem RMS-II terdiri dari perangkat detektor, unit rak, kanal elektronik dan *remote indicator*. Secara skematis sistem pemantauan radiasi ruangan reaktor Kartini dapat digambarkan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok diagram pemantau radiasi ruangan RMS-II

Perangkat Detektor

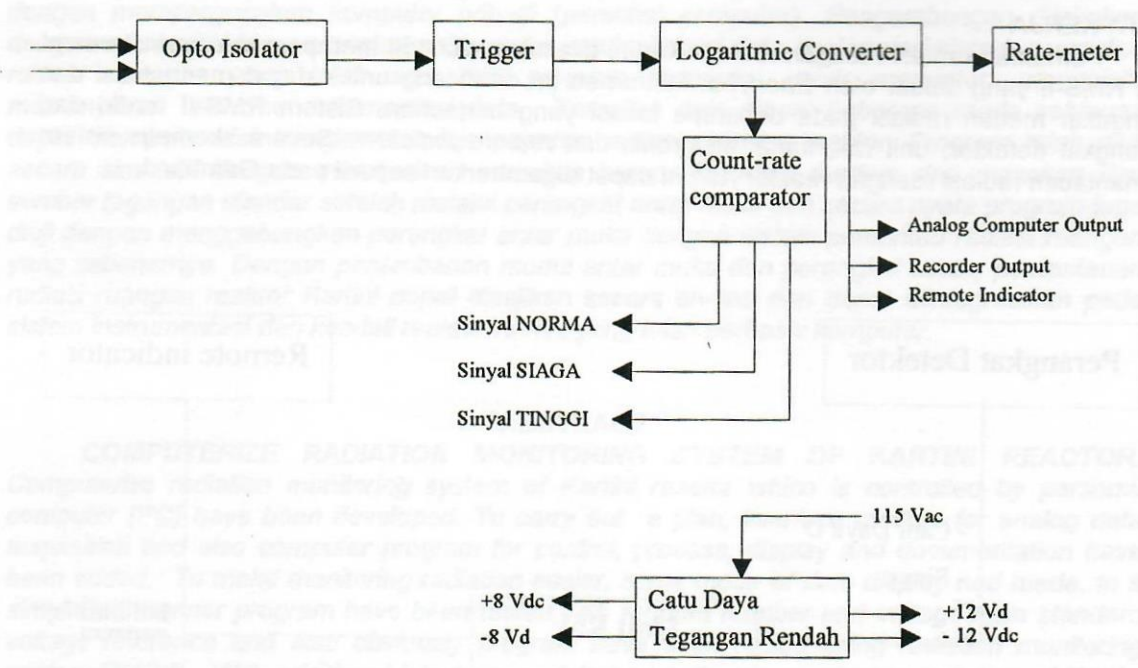
Perangkat deteksi terdiri dari penyedia tegangan tinggi, elemen deteksi radiasi, penguat pulsa dan line driver. Sebuah alat pemeriksa sumber tegangan ikut terpasang dan dioperasikan secara remote oleh kanal elektronik. Tegangan kerja perangkat detektor dicatu oleh kanal elektronik melalui kabel interkoneksi. Untuk mendeteksi medan radiasi digunakan detektor Geiger Mueller yang mempunyai sensitivitas pengukuran 0,1 mR/jam sampai 10000 mR/jam. Sinyal pulsa keluaran detektor, setelah mengalami penguatan, dibawa melalui kabel ganda dipilin (*twisted pair cables*) ke kanal elektronik.

Unit Rak

Merupakan kerangka sebagai titik simpul interkoneksi dan penyedia tegangan AC ke masing-masing kanal elektronik.

Kanal Elektronik

Kanal elektronik menerima sinyal pulsa tegangan dari perangkat detektor, memproses dan kemudian menampilkan pada tampilan laju paparan radiasi yang berada di bagian depan. Tiap kanal memiliki penyedia tegangan, pemroses sinyal, pengindera dan tampilan alarm serta tampilan laju paparan radiasi terukur. Tampilan laju paparan radiasi memiliki skala logaritmik dengan rentang pengukuran 0,1 hingga 1000 mR/jam. Tampilan alarm berupa indikator lampu dengan warna masing-masing indikator menunjukkan kondisi yang spesifik. Indikator hijau (NORMAL) menunjukkan kondisi operasi sistem, indikator kuning (SIAGA) dan merah (TINGGI) menunjukkan kondisi laju paparan radiasi yang terukur yang perlu untuk diperhatikan dan segera mendapat tindak lanjut.



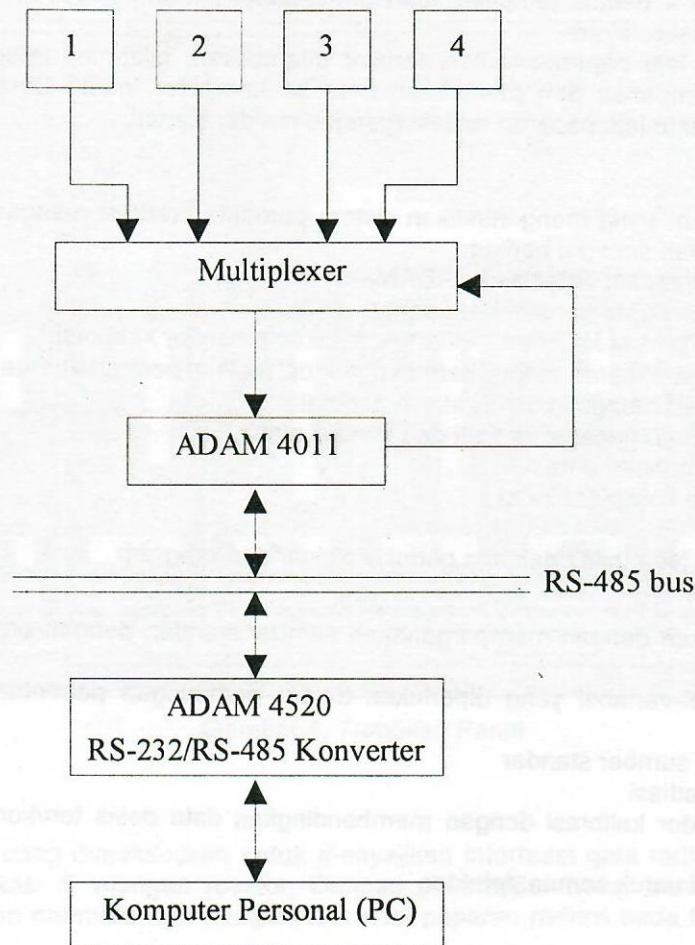
Gambar 2. Blok diagram sistem saluran elektronik

Pengkalibrasian perangkat pengukuran laju paparan radiasi dapat dilakukan dengan mengatur rangkaian pengendali yang dapat diakses melalui tombol, dengan cara membuka tutup yang berada di bagian depan kanal. Oleh karena tiap kanal merupakan unit yang mandiri, maka pengkalibrasian harus dilakukan pada tiap kanal.

Sistem pemantau radiasi ruangan kartini berbasis komputer

Komputerisasi sistem pemantau radiasi ruangan reaktor Kartini tidak berarti menciptakan sebuah sistem pemantau radiasi ruangan yang sama sekali baru. Komputerisasi lebih ditekankan pada pemanfaatan sistem pemantau radiasi yang lama dan dilakukan penyesuaian dengan sistem instrumentasi dan kendali reaktor Kartini yang telah berbasis komputer. Penyesuaian yang dilakukan adalah dengan menambahkan perangkat antar muka yang mengakuisisi keluaran sinyal analog dari sistem pemantau radiasi ruangan untuk selanjutnya dilakukan pemrosesan data dengan menggunakan sarana komputer yang merupakan komputer anak (*slave computer*). Hasil pemrosesan data tingkat radiasi ruangan kemudian ditampilkan pada layar monitor dan dikirimkan lewat komunikasi serial ke komputer induk (*master komputer*) sistem instrumentasi dan kendali reaktor Kartini, dengan demikian akan didapatkan peningkatan dari pengoperasian sistem pemantau radiasi ruangan yang telah ada.

Secara skematis sistem pemantau radiasi ruangan berbasis komputer dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3. Sistem pemantau radiasi ruangan berbasis komputer

Modul antar muka ADAM-4011

Untuk menjamin keandalan pengembangan sistem pemantau radiasi ruangan yang berbasis komputer, dipergunakan perangkat antar muka tipe komersial ADAM-4011. Dengan menambahkan rangkaian elektronik multiplexer, ADAM-4011 mampu menampung 4 masukan yang berbeda dengan keluaran data digital 16 bit. Keunggulan modul ADAM sebagai perangkat antar muka adalah dimilikinya komponen kendali mikro (*micro-controller*) yang terpasang dalam tiap modul, sehingga modul dapat dikendalikan dari jauh (*remotely controlled*) dengan mempergunakan baris-baris perintah dalam format ASCII. Keluaran dari modul ini kemudian ditransmisikan ke komputer lewat jalur RS-485.

Modul ADAM-4520 pengubah RS-232/RS-485

ADAM-4520 merupakan modul yang menjembatani RS-232 dan RS-485, dan modul ini diperlukan karena komputer personal yang dipergunakan pada umumnya hanya menyediakan keluaran RS-232. Modul ADAM-4520 dapat langsung disambungkan antara keluaran RS-232 dengan bus RS-485 dan secara otomatis mengubah data dari bus RS-485 ke RS-232 atau sebaliknya dan baurate-nya dapat diatur dari 1200 sampai 38400 bps.

Perangkat Lunak

Keluaran sinyal analog dari perangkat pemantau laju paparan radiasi setelah dihubungkan dengan modul antar muka, di-scan tiap 10 detik dengan mengirimkan perintah dalam format ASCII ke modul ADAM-4011 lewat program komputer. Hasil pembacaan kemudian diproses dan diuji nilainya dengan batas nilai laju paparan yang telah diatur sebelumnya untuk mengetahui kondisi alarm dari pengukuran tersebut. Hasil ini bersama kondisi alarm yang dibawa selanjutnya ditampilkan pada layar monitor. Penampilan nilai laju

paparan terdapat pada 4 bentuk tampilan yaitu panel-panel penampil, denah ruang reaktor, grafis dan tabel nilai-nilai terukur.

Sementara nilai laju paparan radiasi terukur ditampilkan, nilai-nilai tersebut diakuisisi untuk keperluan penyimpanan dan pengiriman data ke komputer induk. Data ini disimpan sebagai basisdata laju paparan radiasi ruangan reaktor Kartini.

Algoritma program

Algoritma program yang mengendalikan sistem pemantau radiasi ruangan reaktor yang berbasis komputer adalah sebagai berikut:

1. Menginisialisasi perangkat antar muka ADAM-4011
2. Menginisialisasi perangkat transfer data serial
3. Apakah diperlukan proses kalibrasi ? Bila YA, lakukan prosedur kalibrasi
4. Mengamati data laju paparan radiasi semua detektor, melalui perangkat anta-muka
5. Memproses data dan menguji kondisi alarm dari data
6. Menampilkan data laju paparan radiasi dan kondisi alarm
7. Akuisisi dan penyimpanan data
8. Pengiriman data ke komputer induk
9. Pencetakan data
10. Kembali ke proses No.4 bila tidak ada perintah keluar dari program

Kalibrasi dilakukan dengan mempergunakan sumber standar, dengan prosedur sebagai berikut:

1. Masukkan variabel-variabel yang diperlukan dalam perhitungan penentuan dosis sejati sumber.
2. Hitung dosis sejati sumber standar
3. Ambil data dosis radiasi
4. Dapatkan nilai faktor kalibrasi dengan membandingkan data dosis terukur dengan dosis sejati
5. Lakukan proses ini untuk semua detektor

HASIL DAN PEMBAHASAN

Scanning data analog dari detektor pemantau radiasi dilakukan sekali dalam 1 detik (nilai default interval pemantau radiasi). Penentuan nilai interval sebesar 1 detik dimaksudkan supaya sistem pemantau radiasi ruangan reaktor cukup sensitif terhadap perubahan nilai paparan radiasi terukur.

Untuk menghindari banyaknya ruang memori yang harus disediakan bila melakukan penyimpanan bila interval pemantauan diatur dalam waktu 1 detik, maka digunakan interval penyimpanan yang berbeda dengan nilai interval pemantau radiasi ruangan. Nilai interval penyimpanan ditentukan sebesar 15 detik dan dapat diubah sesuai dengan kebutuhan.

Metoda pengujian

Pengujian program dilakukan secara simulatif dan praktek. Secara simulatif program diuji dengan mempergunakan masukan nilai tegangan yang berasal dari:

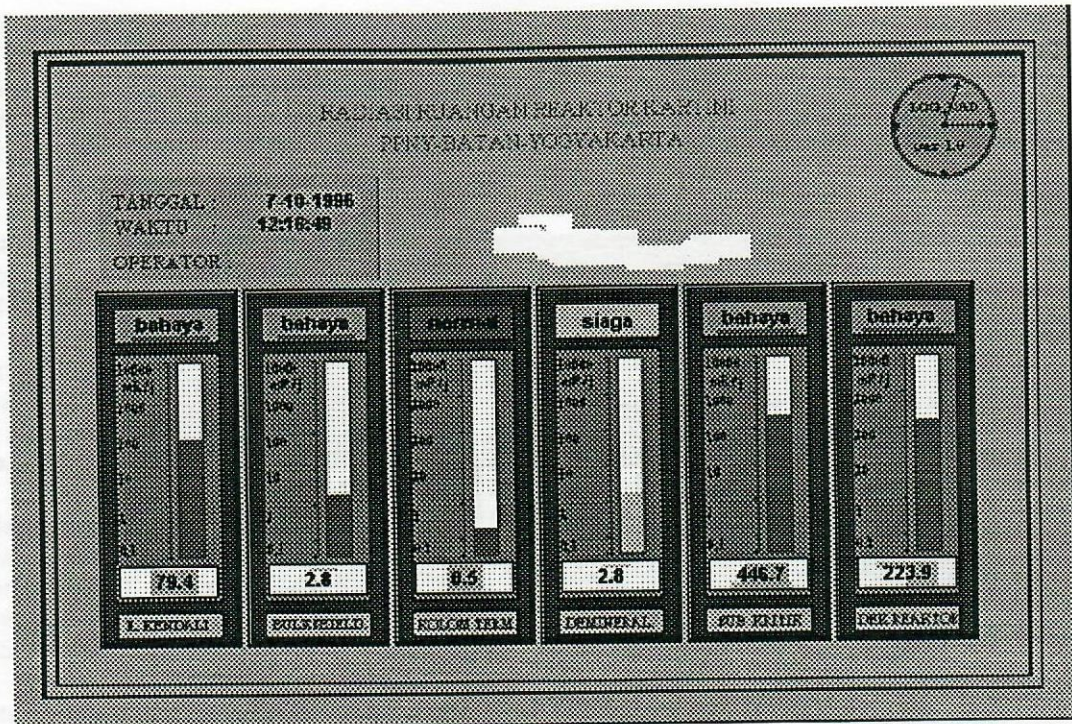
1. Masukan Bilangan Random: nilai tegangan masukan detektor didapatkan dari bilangan random yang dibangkitkan oleh komputer. Pengujian ini dimaksudkan untuk menguji keandalan program dalam menampilkan nilai ukur dan penyimpangan data.
2. Masukan sumber tegangan: nilai tegangan masukan didapatkan dari sumber tegangan standar yang dihubungkan dengan perangkat antar muka. Pengujian ini dimaksudkan untuk menguji keandalan program dalam mengakses data tegangan dari perangkat luar.

Pengujian secara praktek dilakukan dengan menghubungkan komputer yang telah dilengkapi antar muka dengan sistem pemantau radiasi reaktor Kartini, sehingga program mendapatkan nilai tegangan masukan dari sistem. Pengujian ini mencakup pengujian tampilan program dan kalibrasi sistem.

Penampilan data terukur

Tampilan panel

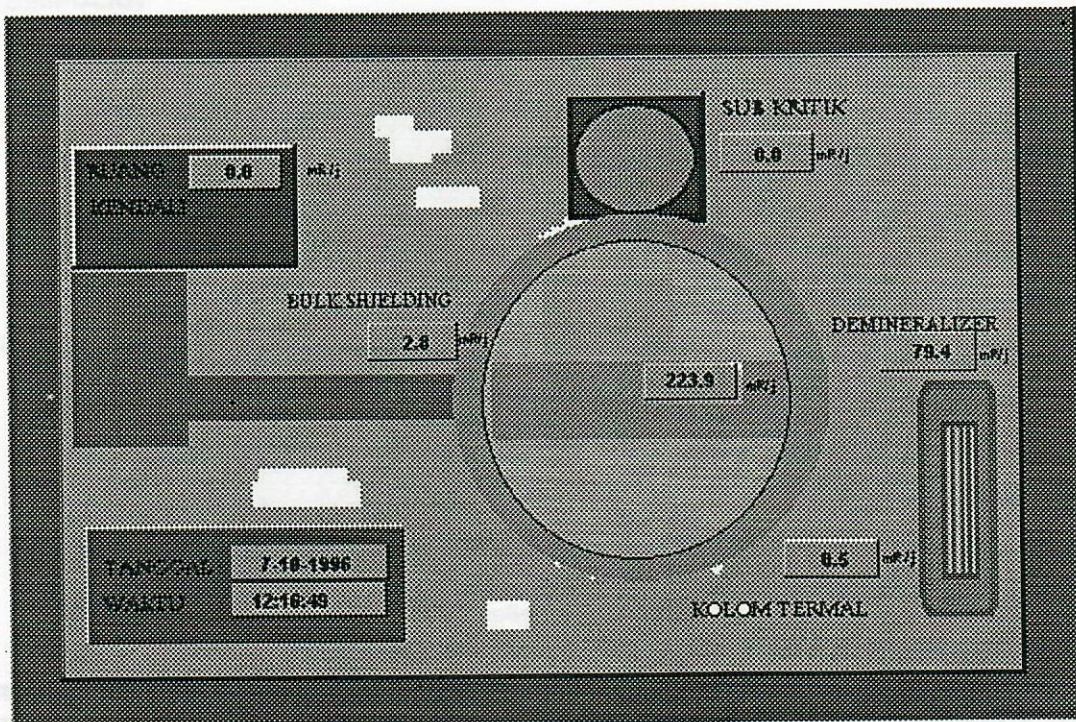
Tampilan panel dimaksudkan untuk menampilkan data radiasi sesuai dengan penampilan data pada sistem analog. Pada tampilan ini data disajikan dalam bentuk grafik batang maupun dalam bentuk nilai digital.



Gambar 4. Tampilan Panel

Tampilan ruang

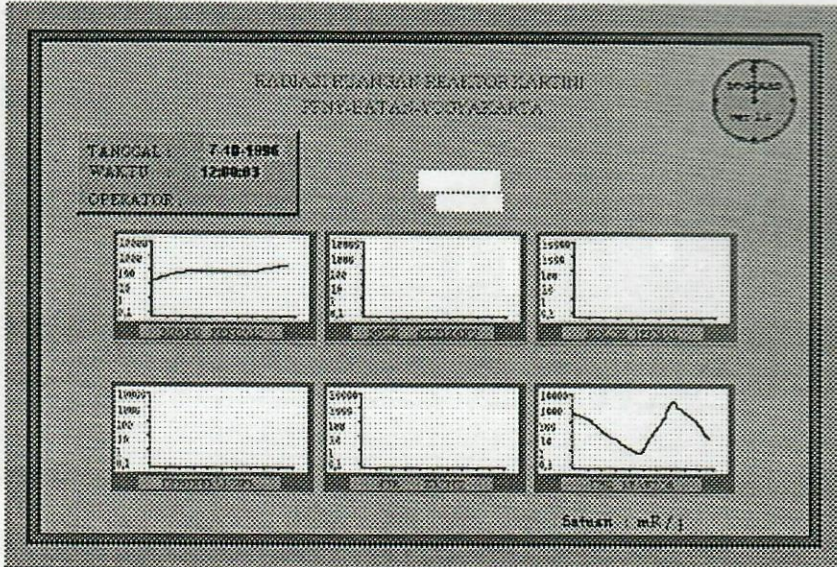
Tampilan ruang dimaksudkan untuk menyajikan informasi data radiasi ruangan reaktor dari berbagai lokasi di ruangan reaktor. Dengan penampilan yang berupa sketsa ruangan reaktor maka akan memudahkan pengamatan nilai paparan radiasi pada titik-titik pengukuran tersebut.



Gambar 5. Tampilan Ruang

Tampilan Grafik

Tampilan grafik dimaksudkan untuk menyajikan informasi data radiasi ruangan reaktor saat pemantauan dan saat pemantauan sebelumnya. Hal ini dimungkinkan karena pada tampilan grafik dapat dilakukan penampilan beberapa data secara bersamaan. Bentuk tampilan yang berupa grafik garis akan memudahkan pengamatan terjadinya penyimpangan nilai paparan radiasi yang besar.



Gambar 6. Tampilan Grafik

Tampilan tabel

Seperti halnya tampilan grafik, tampilan tabel dimaksudkan untuk menyajikan informasi beberapa data radiasi terukur secara bersamaan. Tampilan tabel memudahkan pengamatan terjadinya penyimpangan nilai paparan radiasi ruangan reaktor.

The figure shows a control panel for the radiation level in the reactor room, similar to Gambar 6. It has the same header and status box. Below the status box is a table with 6 columns and 6 rows. The first row of the table contains the following values: 79.4, 2, 2.1, 1, 0.5, 0, 2.0, 1. Below the table, there is a legend: 'AL=0 -> Normal AL=1 -> Siaga AL=2 -> Bahaya AL=3 -> Rusak'. At the bottom right, it says 'Satuan: mR/h'.

NO. 1	ALARM	SIAGA	BAHAYA	RUSAK	SIAGA	BAHAYA	RUSAK
79.4	2	2.1	1	0.5	0	2.0	1

Gambar 7. Tampilan Tabel

Penampilan sinyal alarm

Penampilan sinyal alarm sangat penting bagi sistem pemantauan radiasi ruangan reaktor. Pada tampilan panel, ruang maupun grafik informasi kondisi alarm disajikan dalam bentuk warna (hijau untuk normal, kuning untuk siaga, merah untuk bahaya dan hitam/biru jika rusak). Sedangkan pada tampilan tabel nilai kondisi alarm disajikan dalam bentuk angka (0 untuk normal, 1 untuk siaga, 2 untuk bahaya dan 3 jika rusak).

Kalibrasi sistem

Kalibrasi merupakan kelengkapan program yang tujuannya untuk mempermudah pelaksanaan kalibrasi sistem pemantau radiasi ruangan. Jika sebelumnya kalibrasi dilakukan dengan melakukan pengesetan tombol kalibrasi, maka sekarang kalibrasi dapat dilakukan dengan memasukkan nilai-nilai yang diperlukan dalam proses kalibrasi dan menempatkan sumber standar pada lokasi yang telah ditentukan.

Data nilai kalibrasi untuk masing-masing detektor disimpan dalam sebuah file tertentu. Bila dalam suatu pengoperasian file data kalibrasi tidak ditemukan maka secara otomatis prosedur kalibrasi akan dijalankan. Meskipun demikian, sewaktu-waktu prosedur kalibrasi dapat pula dilakukan.

Penentuan dosis paparan sejati sumber dilakukan menghitung konversi fluks radiasi sumber ke dosis paparan. Nilai faktor kalibrasi didapatkan dengan membandingkan nilai dosis terukur dengan dosis sejati yang telah diperhitungkan.

Dokumentasi dan Evaluasi Data

Salah satu kelebihan sistem pemantau radiasi reaktor Kartini yang telah dikembangkan adalah kemampuan untuk melakukan dokumentasi dan evaluasi terhadap data. Dokumentasi dilakukan dengan melakukan penyimpanan ke dalam hard-disk, dimana data disimpan dalam bentuk ASCII supaya jika diinginkan untuk melakukan pemeriksaan, pencetakan maupun evaluasi dapat dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak yang telah disediakan oleh *MS-Windows*.

Integrasi dengan Sistem Instrumentasi dan Kendali Reaktor Kartini

Penambahan perangkat antar muka kedalam sistem pemantau radiasi ruangan reaktor Kartini memungkinkan adanya pemrosesan data dengan menggunakan komputer, sehingga memungkinkan pula upaya untuk mengintegrasikan sistem pemantau radiasi ruangan reaktor kedalam sistem instrumentasi reaktor Kartini karena perbedaan perangkat pemrosesan data telah dapat dijumpai. Dengan demikian dapat dilakukan pengendalian, pengamatan maupun dokumentasi terhadap semua instrumen reaktor dalam satu sistem instrumentasi, yang akan semakin mempermudah pengamatan terhadap kondisi sistem reaktor secara keseluruhan.

KESIMPULAN

1. Sistem pemantau radiasi ruangan reaktor Kartini yang dikendalikan oleh komputer personal (PC) mampu meningkatkan kecepatan, ketepatan, kemudahan maupun kenyamanan bagi pengamatan laju paparan radiasi ruangan reaktor.
2. Dengan komputerisasi sistem pemantau radiasi ruangan reaktor Kartini dapat dihasilkan sebuah sistem yang mampu menyangga kebutuhan pemantau dan penyimpanan data secara *on-line*.
3. Komputerisasi sistem pemantau radiasi ruangan reaktor Kartini memungkinkan diintegrasikan ke sistem instrumentasi dan kendali reaktor Kartini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, ADAM 4000 Series: "Data Acquisition Modules, User Manual", Advantech Co. Ltd.
2. Anonim, "Spesifikasi Teknis Sistem Instrumentasi dan Kendali Reaktor Kartini", Tim Upgrading Reaktor Kartini, BATAN, Yogyakarta, 1995
3. Anonim, "Technical Manual for Radiation Monitoring System II: Model RMS II", Eberlyne
4. Hall, Douglass-V., "Microprocessor and Interfacing: Programming and Hardware", McGraw-Hill Inc., 1986
5. Holzner, Steven, "Borland C++ Windows Programming", 3rd edition, Brady Publishing, 1994
6. Prayitno, Setiawan, W., "Sistem Informasi Parameter Keselamatan Reaktor Kartini", Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar, Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir, PPNY-BATAN Yogyakarta, 1994