

PEREKAYASAAN PERANGKAT LUNAK PORTAL MONITOR RADIASI DENGAN LabVIEW™

Joko Triyanto, Dian Fitri Atmoko, Ahmad Rifai
Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir (PRFN-BATAN)
Email: triyanto@batan.go.id, dian_fa@batan.go.id, ahrifai@yahoo.com

ABSTRAK

PEREKAYASAAN PERANGKAT LUNAK PORTAL MONITOR RADIASI DENGAN LabVIEW™. Telah dilakukan pembuatan perangkat lunak portal monitor radiasi dengan menggunakan LabVIEW™. Perangkat lunak ini mampu mendeteksi adanya sumber radiasi standard di dalam model kendaraan. Pada saat model kendaraan melewati Portal Monitor Radiasi (PMR) akan terjadi alarm karena hasil cacahan melebihi ambang batas yang sudah ditetapkan. Semua alarm yang terjadi, data pemindaian, data latar dan kendaraan disimpan di dalam database. Dari sepuluh kali percobaan PMR, adanya sumber pada model kendaraan tersebut selalu dapat dikenali. Bentuk profil hasil pemindaian belum dapat menunjukkan letak sumber didalam model kendaraan.

Katakunci: Portal Monitor Radiasi (PMR) , LabVIEW™

ABSTRACT

AN ENGINEERING OF RADIATION PORTAL MONITOR PROGRAM USING LabVIEW™
A computer program package for radiation portal monitor (RPM) using LabVIEW has been developed. This program is able to detect the presence of a standard source in a modeled vehicle. When the modeled vehicle passes through an RPM, the sensor is alarmed because the count exceeds the alarm threshold previously set. All data on the alarm occurrence, scanning process, background counts, and vehicles are stored in a database. The experiment was repeated ten times. The results indicate that the RPM is able to detect the presence of the standard source located in the modeled vehicle. However, the program still needs an improvement in the scanning profile to make it able to identify the precise location of the source in the vehicle.

Keywords: Radiation Portal Monitor (RPM), LabVIEW™

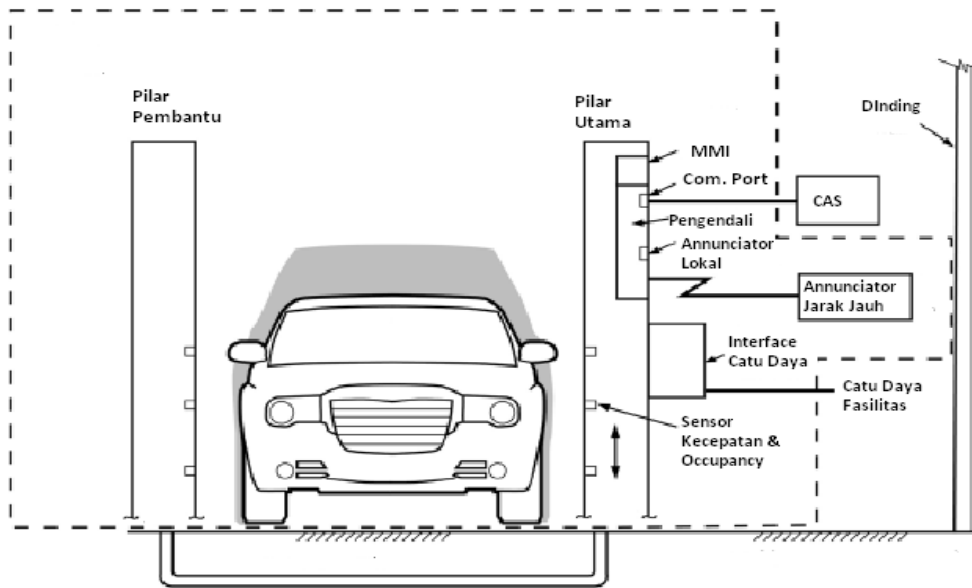
1. PENDAHULUAN

Satu metode deteksi yang sesuai untuk kepentingan deteksi bahan nuklir dan sumber radioaktif di pelabuhan laut dan udara serta di fasilitas-fasilitas industri dan nuklir adalah portal monitor radiasi (PMR). Alat ini dipasang secara tetap pada titik-titik pemeriksaan di pelabuhan dan bandar udara dan pintu keluar fasilitas industri, kesehatan, dan nuklir untuk mendeteksi kemungkinan penyimpangan penggunaan dan perdagangan gelap (*illicit trafficking*) bahan terkait. Mengingat pentingnya portal monitor radiasi untuk mendeteksi bahan nuklir dan sumber radioaktif di titik-titik pemeriksaan (*check points*) di Indonesia, perengkayasa peralatan ini menjadi penting untuk dilakukan..

Portal Monitor Radiasi merupakan monitor jenis berlalu (*pass-through*) yang biasanya terdiri atas dua pilar yang mengandung detektor radiasi gamma dan detektor neutron, dan dipantau dari suatu panel tampilan (*display*). Perangkat PMR ini dapat memberikan kemampuan alarm untuk menunjukkan keberadaan bahan nuklir atau sumber radioaktif yang memiliki intensitas radiasi di atas ambang yang telah ditetapkan. PMR digunakan untuk personil, kendaraan, peti kemas dan kargo lainnya.

Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk membuat prototipe PMR untuk kendaraan dengan antar-muka manusia-mesin (*man-machine interface*) dengan persyaratan desain

sesuai ketentuan IAEA-TECDOC-1312^[1], dan memiliki kemampuan mendeteksi bahan radioaktif yang terjadi secara alami NORM (*naturally occuring radioactive materials*).



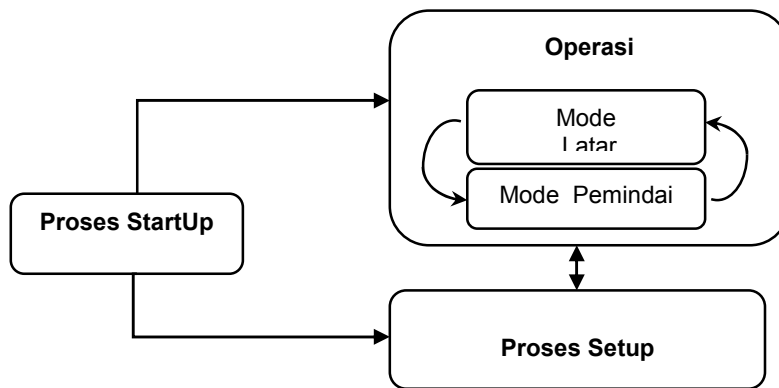
Gambar 1. Skema Diagram Desain Konseptual PMR

Komponen utama PMR terdiri dari pilar, MMI (*Man-Machine Interface*), *Annunciator* dan *Central Alarm Station* (CAS). Gambar 1 menunjukkan skema diagram konseptual portal monitor radiasi. Ada dua buah pilar PMR yaitu pilar utama dan pilar pembantu pilar yang didalamnya terdapat detektor gamma dan neutron. Didalam pilar utama terdapat komponen *controller* (pengendali), *interface* catu daya, *interface* komunikasi ke stasiun alarm sentral (*central alarm station*), *man-machine interface*, dan *port* komunikasi. Setiap pilar ini juga dilengkapi dengan *sensor occupancy* dan saling berhubungan.

2. TEORI

Bila ada kendaraan yang melewati daerah deteksi, maka sensor hunian akan memicu monitor untuk melakukan pemindaian kendaraan. Jika kendaraan melalui portal monitor dan cacahan portal melebihi ambang batas maka akan mengeluarkan alarm. Ada tiga macam mode operasi perangkat lunak PMR yaitu proses operasi, proses startup dan proses setup. Pada proses operasi ada dua mode operasi yaitu mode latar dan mode pemindai.

Mode latar pada saat PMR kosong akan mengupdate data latar dengan mengukur radiasi latar dengan menggunakan algoritma latar. Pada mode latar ini PMR akan terus-menerus memonitor tingkat radiasi background. Level radiasi Background lokal dapat bervariasi untuk berbagai alasan termasuk adanya sumber-sumber terdekat, perubahan cuaca, dan keberadaan alami bahan radioaktif. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan cacahan data latar, analisa data secara berkala untuk kegagalan latar, memperbaharui nilai latar.



Gambar 2. Mode Operasi Portal Monitor^[2]

Algoritma latar yang digunakan untuk menghaluskan cacahan latar dengan *moving average*. Ini digunakan untuk mengurangi fluktuasi statistik pengukuran latar. Untuk mendapatkan respon yang cepat maka digunakan interval waktu monitoring dari 100 ms atau 200 ms digunakan untuk pemantauan latar dan kendaraan. Cacahan data latar dihaluskan untuk mendapatkan data counting latar dengan menggunakan rumus penghalusan sebagai berikut^[3] :

$$B_m = \frac{W}{W+1} \cdot B_{(m-1)} + \frac{1}{W+1} \cdot B_T \dots\dots\dots(1)$$

dengan

- W** : parameter operator (misal W = 80)
- B_m**: cacah latar dengan *moving average* setelah akuisisi T
- B_(m-1)** : cacah latar noise dengan *moving average* pada akuisisi T – 1
- B_T** : cacah noise latar akuisisi T

Besarnya ambang batas alarm adalah

$$A_m = B_m + K\sigma \dots\dots\dots(2)$$

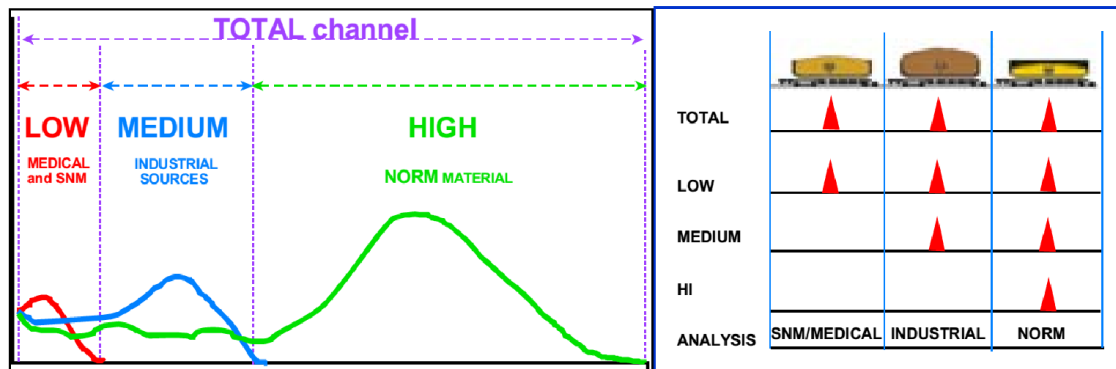
dengan

- A_m** : nilai ambang batas alarm
- B_m** : cacah latar yang disebutkan di atas
- σ** : standar deviasi dari pemantauan latar
- K** : merupakan faktor yang biasanya 3 atau 4 untuk tingkat yang berbeda dari tingkat alarm palsu

Bila ada kendaraan yang masuk ke PMR maka sensor okupasi akan memicu ke mode pemindaian dengan menentukan nilai batas ambang alarm. Pada mode pemindaian diperoleh data pemindai kendaraan dan evaluasi ambang alarm. Alarm yang terjadi dikirim ke *annunciator* dan komputer di CAS. Pada saat kendaraan meninggalkan PMR maka sensor okupasi menunjukkan tidak ada kendaraan maka terjadi perubahan mode pemindaian ke mode latar. Algoritma pemindaian mempunyai fungsi membuat keputusan alarm, evaluasi data latar, lama okupasi dan analisis data pemindai. Data sampling diambil sepuluh dengan sampling time 100ms atau lima dengan sampling time 20 ms.

Untuk mengurangi alarm palsu yang sering terjadi yang disebabkan oleh bahan radioaktif alam (NORM seperti ⁴⁰K, ²²⁶Ra, ²³²Th dan ²³⁸U dan radioisotop medis seperti ¹¹¹In, ¹²³I, ¹²⁵I, ¹²⁹I, ¹³¹I) yang ditemukan di pelabuhan, bandara dan pos pemeriksaan maka pemakaian detektor plastik sintilasi memerlukan metode multi-energi-window. Prinsip dari

metode ini adalah membagi spektrum gamma menjadi tiga jendela energi, jendela energi rendah untuk gamma energi rendah radioisotop medis, jendela energi menengah untuk sumber radioaktif industri dan jendela energi lebar untuk mendeteksi gamma energi tinggi dari NORM. Prinsip dari metode ini ditunjukkan pada Gambar 3^[4].



Gambar 3. Prinsip Metode Multi-Energi-Jendela^[4]

Mode setup digunakan untuk konfigurasi awal setelah instalasi. Pada proses *setup* ini semua parameter dan konfigurasi sistem ditetapkan. Pada mode setup dimungkinkan pengaturan sistem oleh *user/personil* perawatan untuk memeriksa kelayakan sistem dan diagnosa kegagalan sistem

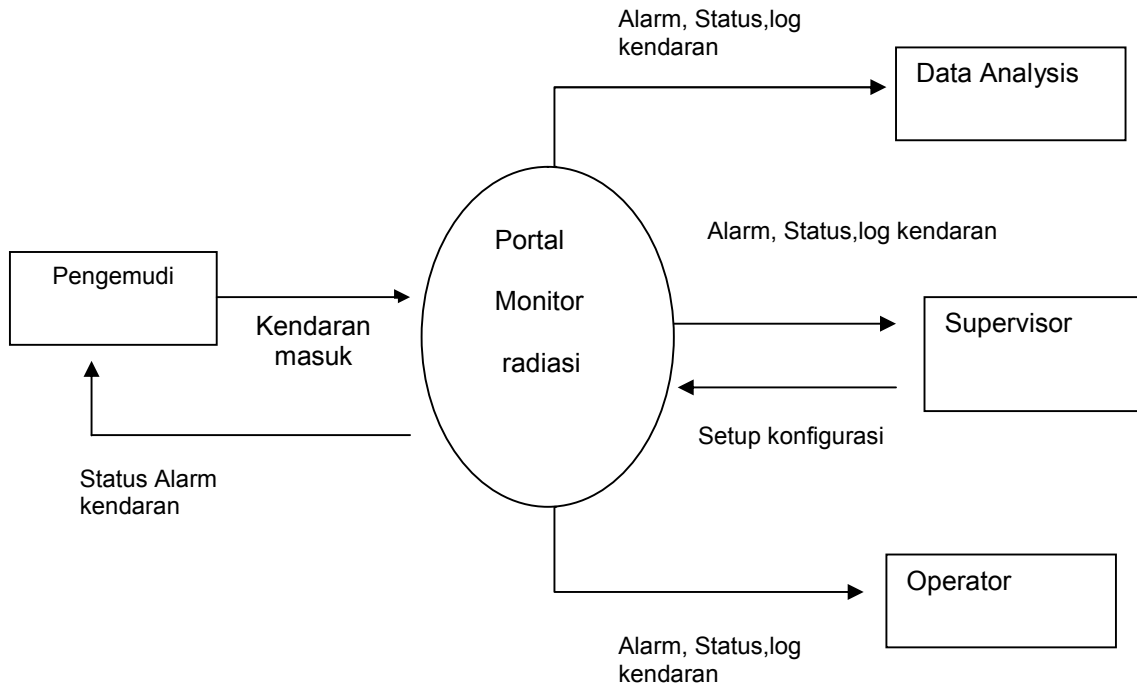
3. PERANCANGAN

Tahap yang dilakukan dalam pembuatan perangkat lunak mengikuti model waterfall yang terdiri dari empat tahapan yaitu persyaratan desain, desain, implementasi (*coding*) dan perawatan. Pada setiap tahap diselesaikan secara lengkap sebelum melakukan tahapan berikutnya

Perangkat lunak yang digunakan dalam *LabVIEW™* yang merupakan pemrograman grafik. Pemilihan ini dilakukan untuk memudahkan pemrograman dan merupakan pemrograman berorientasi objek. Persyaratan desain perangkat lunak mempunyai beberapa fitur karakteristik:

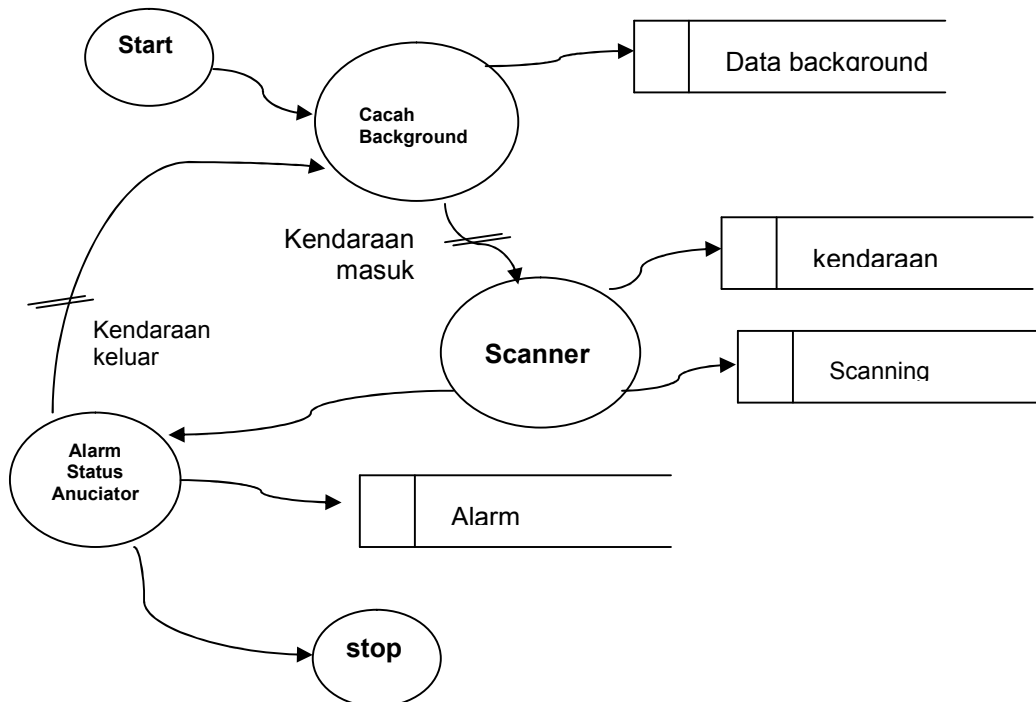
1. Indikasi visual dan audio alarm
2. Penyesuaian batas ambang alarm otomatis pada sinar gamma dan neutron.
3. Mempunyai profil pemindaian horisontal untuk neutron dan gamma dalam kasus alarm untuk setiap detektor.
4. Alarm radiasi, termasuk memasukkan hasil penilaian skrining sekunder.
5. Pemantauan status kelayakan semua subsistem (gamma dan neutron detektor, *occupancy*, indikator alarm on-pilar, suhu di pilar, status hubungan jarak jauh dan catu daya).
6. Rekaman, penyimpanan dan pengolahan informasi
7. Pengambilan data dari arsip dan review
8. Log alarm
9. Indikasi laju pencacahan untuk detektor individu dalam PMR
10. Koneksi TCP/IP dan LAN
11. Mempunyai sandi pengaturan parameter sistem kritis

Selanjutnya dibuat konseptual desain berupa diagram konteks dan *data flow diagram*. Diagram konteks ditunjukkan pada gambar 4 dan *data flow diagram* pada gambar 5.



Gambar 4. Diagram konteks

Perangkat lunak ini mempunyai hak akses yang berbeda untuk *user*. Untuk pengguna yang masuk dalam supervisor dan analis data mempunyai hak akses yang lebih besar daripada hak akses operator. Hak akses supervisor dan analis data adalah kontrol terhadap parameter operasi seperti pada tabel 1, interval data *logging*, sejarah alarm, data *occupancy*, foto kendaraan, profil radiasi (*count-rate*, *data time-history*), informasi radiasi latar, tingkat paparan dan informasi kalibrasi.



Gambar 5. Data Flow Diagram Portal Monitor Radiasi

Tabel 1. Parameter Sistem Operasi^[3]

| No | Parameter | Keterangan |
|----|-----------------------------|---|
| 1 | Tanggal dan Waktu | Gunakan jam komputer, parameter ini berisi tanggal dan waktu sistem. |
| 2 | W | Koefisien bobot untuk menghitung nilai latar |
| 3 | Ambang bawah latar | cacahan latar tidak berada dalam kisaran normal karena kerusakan system |
| 4 | Ambang atas latar | Cacah latar tidak berada dalam kisaran normal karena kerusakan sistem dan lainnya alasan yang harus diselidiki dengan jelas |
| 5 | Periode sampling pengukuran | Kita bisa memilih 100 ms atau 200 ms sebagai waktu sampling untuk meningkatkan kecepatan respon sistem. |
| 6 | K | Jumlah σ , standar deviasi latar pengukuran. |
| 7 | Jumlah Lulus Kendaraan | Jumlah kendaraan apa melewati daerah pemantauan. |
| 8 | Jumlah Alarm | Htungan jumlah alarm |

PMR mempunyai *annunciator* lokal yang mengikat/melekat pada pilar dan yang akan menginformasikan status alarm kendaraan. Tabel 2 menunjukkan tabel alarm dan diskripsinya

Tabel 2 . Kondisi alarm/kegagalan^[2]

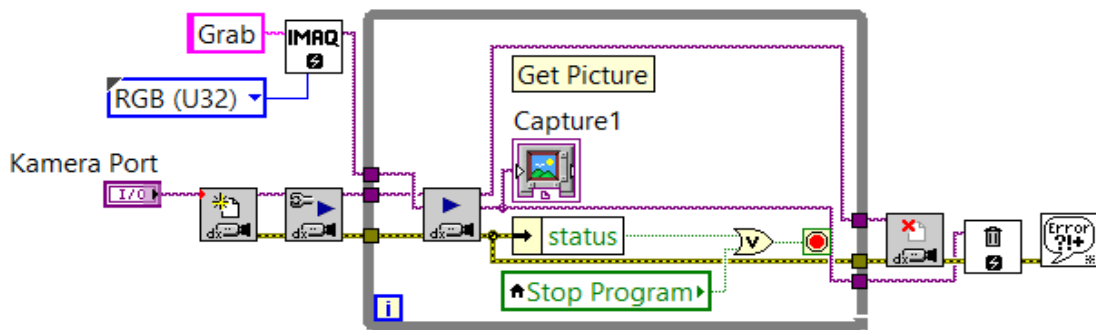
| No. | Jenis Alarm | Keterangan |
|-----|----------------------|---|
| 1 | Gamma Tinggi | Cacah gamma melebihi ambang batas atas |
| 2 | Gamma Low | Cacah gamma di bawah ambang batas bawah |
| 3 | Cacah Neutron Tinggi | Neutron tinggi <i>fault</i> melebihi ambang batas atas |
| 4 | Cacah Neutron bawah | Fault Neutron di bawah ambang batas |
| 5 | Kegagalan daya | Terjadi ketika kehilangan daya(Listrik PLN ke UPS) atau ketika daya UPS turun di bawah tingkat minimum . |
| 5 | Kegagalan Tamper | Terjadi ketika pintu lemari PMR telah dibuka. |
| 6 | Kegagalan sistem | Terjadi ketika hardware gagal |

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap selanjutnya melakukan implementasi (*coding*) dengan menggunakan perangkat lunak *LabVIEW*TM yang merupakan bahasa pemrograman grafis. Modul-modul yang dihasilkan dengan menggunakan Labview

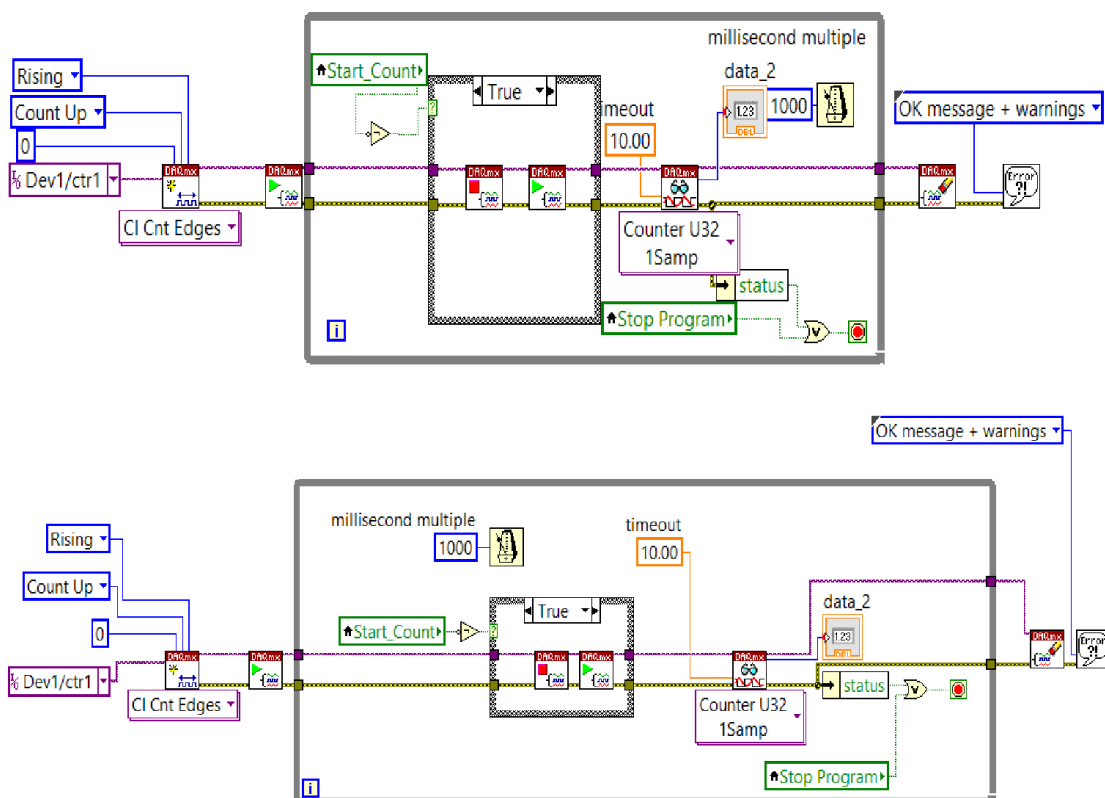
- Modul untuk CCTV dengan menggunakan IP CCTV
- Modul *counter* untuk dua buah detektor gamma menggunakan jenis GM.
- Modul status alarm
- Modul simpan alarm
- Modul antarmuka operator
- Modul database untuk menyimpan data

Untuk mengambil data image kendaraan digunakan IP CCTV seperti ditunjukkan pada gambar 6. Akuisisi image kendaraan ini dilakukan setelah sensor okupasi mendeteksi adanya kendaraan yang lewat.



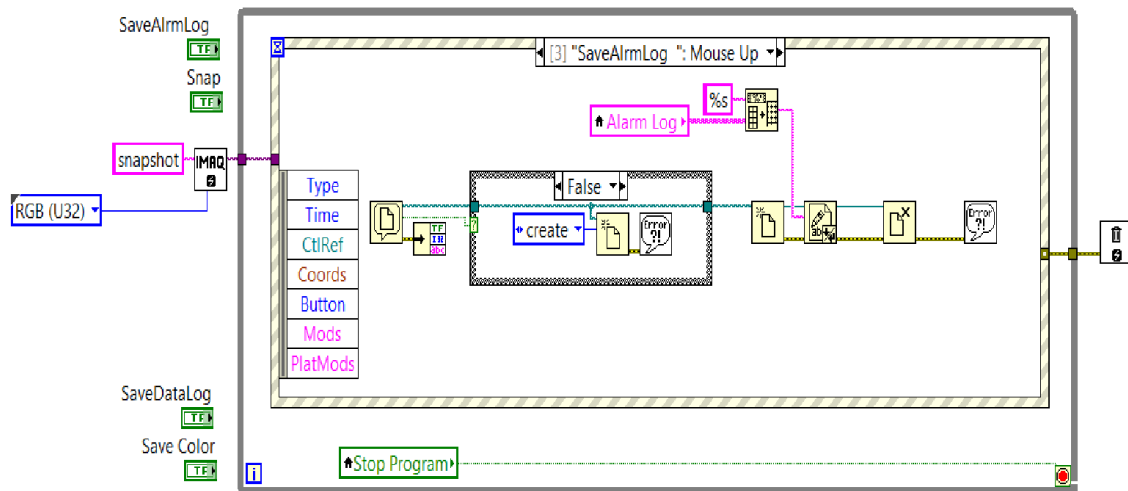
Gambar 6. Modul CCTV

Karena detektor yang digunakan jenis GM maka tidak bisa dilakukan pemisahan energi dengan *discriminator* dan hasil cacahan merupakan cacah keseluruhan energi (*gross counting*). Modul counter dengan menggunakan *counter* di DAQ USB NI 6212 ditunjukkan pada gambar 7 yang terdiri dari dua buah *counter*.

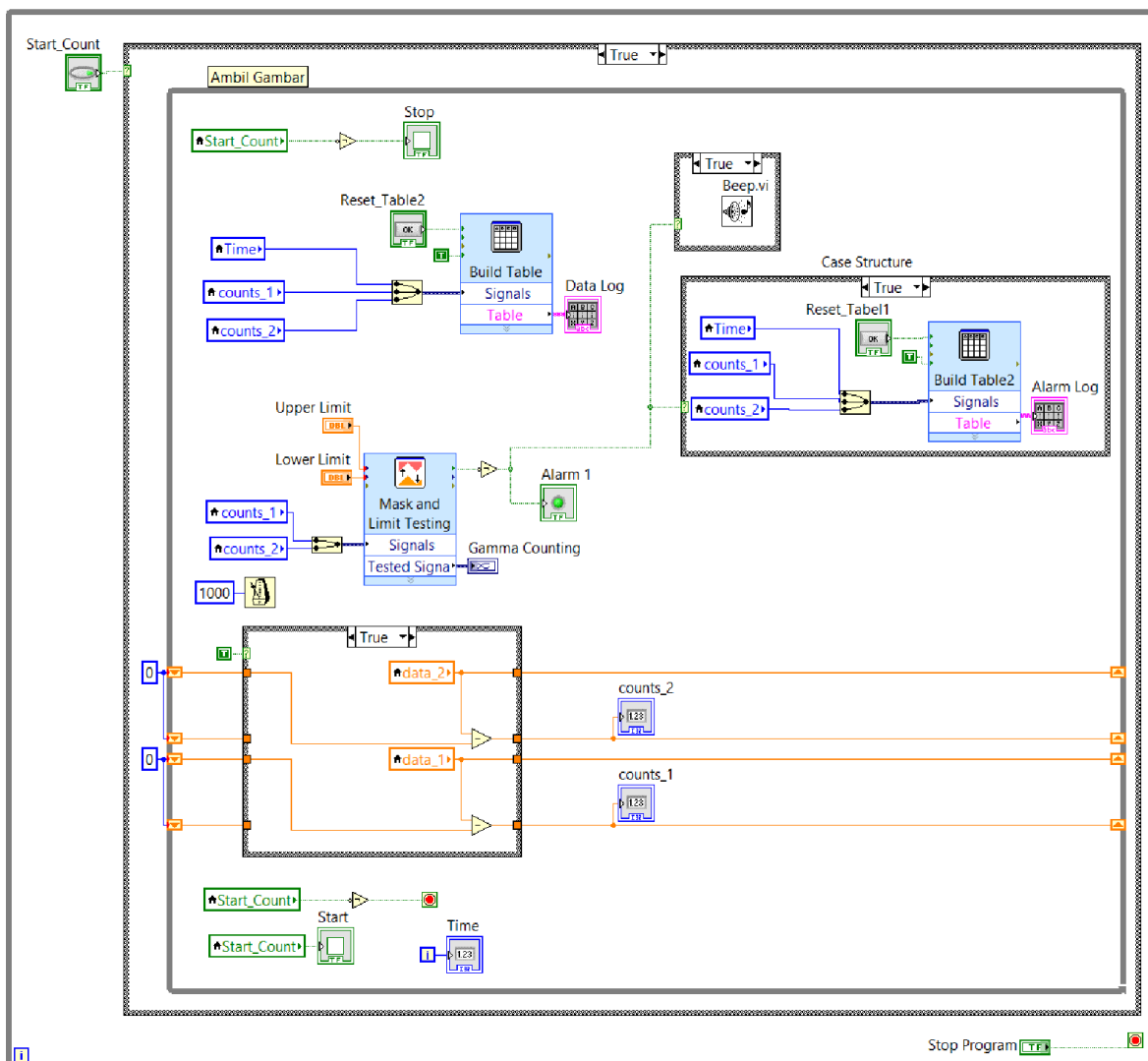


Gambar 7. Modul Counter Untuk Dua Buah Detektor Gamma

Jika ada sumber radiasi yang ada di dalam kendaraan dan nilai cacahan melebihi ambang batas maka akan terjadi alarm dan datanya disimpan didalam database. Gambar 8 menunjukkan modul alarm dan penyimpanan data alarm.



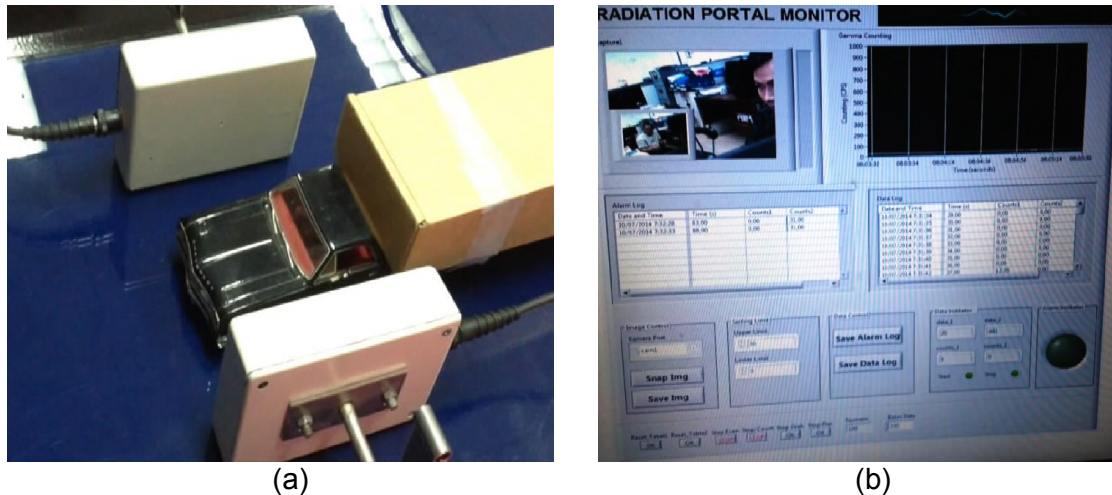
Gambar 8. Modul alarm



Gambar 9. Modul Program Utama

Semua modul yang telah dibuat akan dipanggil dalam program utama seperti yang ditunjukkan pada gambar 9. Modul utama ini akan mengatur semua parameter sistem portal monitor radiasi.

Hasil uji coba program dengan menggunakan model kendaraan menunjukkan hasil yang memuaskan. Ketika model kendaraan dilewatkan pada PMR maka sensor akan memicu ke mode pemindaian. Dari sepuluh kali percobaan model kendaraan dengan sumber dilewatkan melalui PMR maka terjadi alarm karena cacahan melebihi batas ambang batas dan datanya tersimpan di dalam database. Tetapi bentuk profil pemindaian kendaraan belum menunjukkan letak sumber di dalam model kendaraan. Gambar 10 menunjukkan percobaan dengan menggunakan model kendaraan yang ada sumber radiasi standar melewati portal dan antar muka perangkat lunak portal monitor.



Gambar 10. Percobaan Dengan Model Kendaraan

5. KESIMPULAN.

Perangkat lunak portal monitor dengan menggunakan LabVIEW™ dapat mendeteksi hanya sumber radiasi standar dalam model kendaraan yang dilewatkan dalam portal monitor radiasi. Pada saat sumber tersebut melewati Portal Monitor Radiasi akan terjadi alarm karena cacahan di PMR melebihi ambang batas yang sudah ditetapkan dan tersimpan di dalam database. Dari sepuluh kali percobaan menggunakan model kendaraan dengan sumber standar, PMR selalu dapat mengenali adanya sumber pada model kendaraan tersebut. Tetapi bentuk profil pemindaian belum menunjukkan letak sumber di dalam model kendaraan

6.DAFTAR PUSTAKA

- [1]. IAEA-TECDOC-1312, *Detection of Radioactive Materials at Borders*. IAEA, Wina September 2002
- [2]. Batelle MEMORIAL Institute/Pasific Nortwest Division, Second Line of Defence Program, "Radiation Portal Monitor Performace Specification", Ohio, AS , 2011
- [3]. Qingli Zhang, Jizeng Ma, Minchen Han, Yawen Huang , "The Vehicle Monitor for the detection of Radioactive Materials", IAEA-TECDOC-1596-CD July 2008
- [4]. K.E. Duftschmid, "The application of gamma spectrometric techniques with plastic scintillators for the suppression of "innocent alarms" in border monitoring for nuclear and other radioactive materials."