

## PEMBUATAN KARTU RIA-PC DAN ANTAR MUKANYA

Joko Sumanto, Atang Susila.  
Pusat Perangkat Nuklir Dan Rekayasa

### ABSTRAK

**PEMBUATAN KARTU RIA-PC DAN ANTAR MUKANYA.** Telah dibuat kartu RIA-PC dan antar mukanya, yaitu sebuah sistem pencacah Gamma untuk digunakan dalam Radioimmunoassay (RIA) semi otomatis, mempunyai pencacah 16 Bit untuk mencacah perunut  $I^{125}$  dengan detektor NaI(Tl) type Sumur. Dalam pengoperasiannya kartu tersebut ditanam pada slot IBM-PC yang dilengkapi dengan program pengolah data RIA IAEA. Kartu ini terdiri dari beberapa sub-sistem antara lain : Tegangan tinggi, diskriminator dan pembentuk pulsa, pencacah, decoder beserta antar mukanya. Hasil yang diharapkan yaitu berupa kartu RIA-PC beserta antar mukanya berstandar kartu IBM-PC. Dari pengujian diperoleh tegangan tinggi yang tetap stabil dan tidak terpengaruh oleh perubahan beban. Tegangan kerja detektor yang digunakan antara 600 Vdc sampai 750 Vdc. Linieritas pencacahan cukup baik dan faktor kalibrasinya mendekati satu. Harga chi  $X^2$  test 7,64, berdasarkan rekomendasi IAEA-TECDOC-602 harga chi  $X^2$  yaitu  $3,32 < \text{harga chi } X^2 < 16,92$ , sehingga alat tersebut dapat diterima. Dari hasil tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa kartu yang dibuat tersebut dapat digunakan dan berfungsi baik. Keuntungan dari pembuatan ini adalah bahwa kartu RIA-PC yang dibuat lebih sederhana dan praktis karena perangkat keras dan lunaknya sudah terintegrasi dalam satu perangkat komputer.

### ABSTRACT

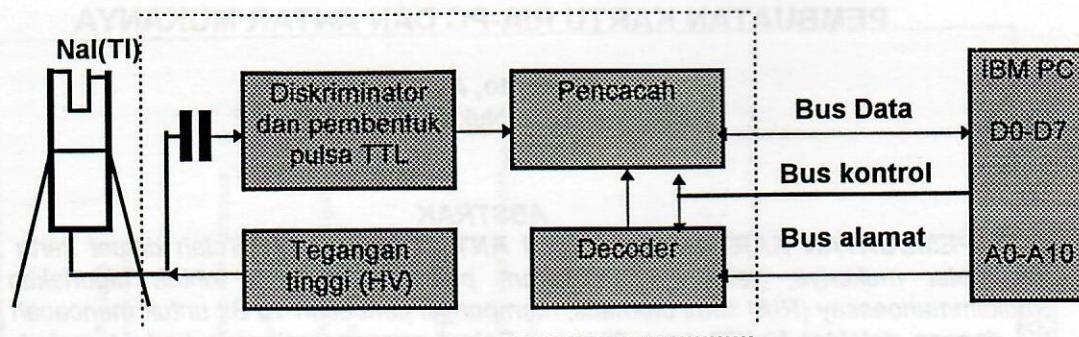
**CREATING A RIA PC CARD. AND IT'S INTERFACE.** Creating a RIA PC Card and interface RIA PC card has been produced. The card is a gamma counter for semiautomatic RIA. It is equipped with a 16 bit counter to measure radiation from  $I^{125}$  tracer with NaI(Tl) of well crystal type. The card is operated by an IBM-PC equipped with RIA-IAEA data processing software. The card consists of the following subsystem: high voltage, discriminator and pulse generator, counter, decoder and its interface. The card is expected to have conformed with IBM-PC card standards. Test has shown that the high voltage is stable and unaffected by load changes. The detector working voltage is among 600 Vdc - 750 Vdc. Counting linearity is good and calibration factor is almost 1. The chi square value is 7.64, which is within the IAEA-TECDOC-602 recommendation of  $3.32 < \chi^2 < 16.92$ . These results conclude that the card may be used and is able to function properly. The card has the advantages of simplicity and practicality because of the integrated software and hardware in one computer.

### PENDAHULUAN

Radioimmunoassay merupakan salah satu alat kedokteran nuklir untuk menganalisa zat-zat yang ada dalam cairan tubuh (plasma, serum, urin dll. ) atau kultur media yang berkadar rendah dan matriknya kompleks yang mana dengan teknik lain sukar dilaksanakan. Instrumen Radioimmunoassay (RIA) telah banyak dipakai baik di BATAN maupun di rumah sakit-rumah sakit. Peralatan yang ada umumnya bersifat manual dimana perhitungan dan pengolahan data masih menggunakan kalkulator yang kemungkinan salah operasi lebih besar dibanding dengan pengambilan data secara langsung oleh komputer.

IAEA telah menerbitkan paket program RIA-PC sebagai unit pengolah data RIA. Program tersebut juga dipakai di BATAN dan di rumah sakit untuk standar pengolah data RIA. Namun sistem pencacah RIA IAEA masih terpisah dengan komputernya, sehingga data yang diperoleh dimasukkan ke komputer satu per satu secara manual melalui keyboard.

Untuk mendukung pelaksanaan kerja yang efisien serta menghindarkan kesalahan dalam pengambilan dan pengolahan data yang banyak, maka diperlukan kartu RIA-PC dimana data dapat langsung disimpan dan diolah oleh pengolah data RIA IAEA. Hasil yang diharapkan yaitu berupa kartu RIA-PC beserta antar mukanya berstandar "kartu IBM PC" yang dapat digunakan dan berfungsi baik. Blok diagram kartu RIA-PC yang dibuat seperti yang terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Blok diagram RIA-PC yang dibuat.

## TEORI

Sistem elektronik pencacah ria tidak berbeda dengan instrumen in vivo, perbedaannya adalah pada sistem deteksinya yang pada umumnya menggunakan detektor kelipan tipe sumur (Well Type) untuk gamma dan detektor GM untuk beta agar cuplikan (sampel) dalam tabung dapat dimasukkan ke dalam detektor.

Sample berupa isotop dari kit RIA akan memancarkan radiasi gamma, radiasi yang dipancarkan mengenai detektor. Detektor berfungsi untuk mengubah radiasi gamma menjadi pulsa listrik. Jumlah pulsa yang keluar dari detektor sebanding dengan aktivitas radiasi yang masuk. Pulsa-pulsa yang keluar dari detektor perlu diolah dan diteruskan ke level diskriminator. Pulsa yang keluar dari diskriminator dibentuk menjadi pulsa "TTL" dengan lebar pulsa 0,5  $\mu$ s, sehingga dapat di cacah oleh komputer melalui bagian pencacah. Sedangkan decoder dimaksudkan sebagai pengurai sandi alamat untuk mengamati data yang masuk. Data yang masuk kemudian disimpan pada file data dan selanjutnya diolah oleh program pengolah data RIA IAEA.

## CARA PEMBUATAN

Dalam pembuatan suatu alat (kartu RIA-PC) diperlukan suatu dokumen untuk perakitannya yang kemudian dilanjutkan dengan pengujian yang dapat menyimpulkan bahwa alat tersebut dapat digunakan atau tidak.

### Pembuatan dokumen antara lain:

- Membuat gambar skematik sesuai dengan rancangan yang meliputi bagian tegangan tinggi (HV), level diskriminator, bagian pencacah, bagian dekoder beserta antar mukanya.
- Membuat gambar "Printed circuit board" (PCB) yang meliputi: bagian sisi komponen, sisi soldier, bagian tata letak komponen dan daftar komponen yang digunakan.
- Karena PCB nya "through hole" maka pembuatan PCB dilakukan diluar PPNR.

### Melakukan perakitan sesuai dengan gambar tata letak komponen dan daftar komponen.

Sebelum melakukan perakitan, perlu di cek kembali jalur-jalur PCB nya apakah sudah benar (tidak ada yang hubung singkat atau ada jalur yang putus). Jika sudah benar maka dilakukan langkah-langkah pemasangan komponen : pasang semua komponen pasip seperti resistor, soket IC, kapasitor (jika ada polaritasnya jangan sampai terbalik). Setelah selesai kemudian dilanjutkan dengan pemasangan komponen aktif seperti diode, transistor dan IC. Cek kembali apakah semua komponen sudah terpasang sesuai dokumen. Jika sudah, lanjutkan dengan pengujian.

## PENGUJIAN

Pengujian merupakan hal yang sangat penting untuk meyakinkan bahwa alat yang dibuat telah memenuhi syarat yang siap dipakai secara terintegrasi dengan sistem komputer. Pengujian dilakukan dalam dua tahap yaitu:

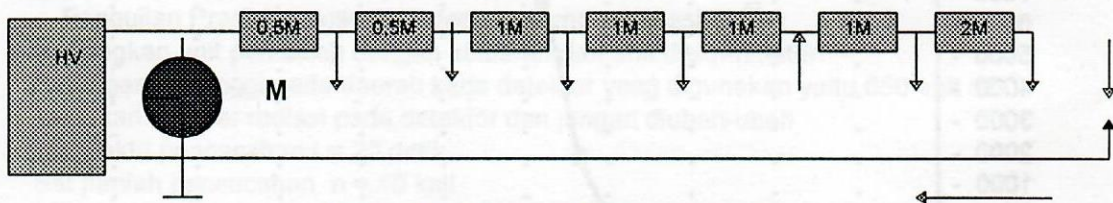
- a. Pengujian di luar komputer artinya pengujian kartu RIA-PC dilakukan dengan tidak memakai komputer, hal ini untuk menjaga hal-hal yang tidak diinginkan (yang mengakibatkan kerusakan komputer). Pengujian tersebut meliputi: Pengujian HV.
- b. Pengujian di dalam komputer artinya pengujian kartu RIA-PC dilakukan dengan menanamkannya pada slot komputer. Pengujian tersebut meliputi : Pengujian pengoperasian antarmuka dan pengujian karakteristik detektor, untuk memperoleh tegangan kerja detektor serta pengujian perangkat lunak (programnya). Dari pengujian tersebut diperoleh tegangan kerja detektor 650 volt dc. Sehingga kita set tegangan kerja tersebut dan tidak diubah-ubah lagi. Karena penggunaannya sama dengan RIA-PC versi sebelumnya yang pernah dibuat, maka penulis tidak/belum menguji lagi program pengolah data RIA IAEA dan ini harus tersedia satu kit RIA dari PPR-BATAN. Sebagai penggantinya maka kartu RIA-PC dan antar muka diuji linearitasnya dan stabilitas pencacahannya dengan chi square test. Sehingga alat tersebut dapat diterima sesuai referensi IAEA-Tecdod-602 tentang uji kualitas ("Quality Control Of Nuclear Medicine Instruments").

**Pengujian Tegangan Tinggi (HV)**

Tegangan tinggi yang baik yaitu jika tegangan keluarannya tidak terpengaruh oleh beban. Jika beban berubah maka tegangannya akan tetap dan stabil.

Cara pengujian:

- Set tegangan tinggi tanpa beban = beban tak terhingga ("open circuit") yaitu HV= 600 Vdc.
- Dengan memberikan variasi beban seperti pada gambar di bawah dan catat HV-nya..



Gambar 2. Pengujian tegangan tinggi.

Tabel 1. Pengujian Tegangan Tinggi

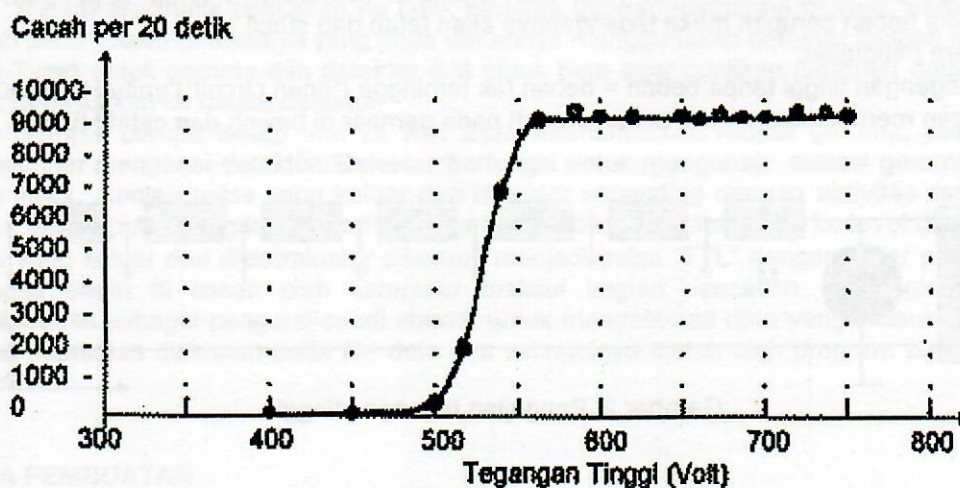
No.	Beban (Mega ohm)	Meter HV (volt)
1	Tanpa beban	600
2	7 M	600
3	5 M	600
4	4 M	600
5	3 M	600
6	2 M	600
7	1 M	600
8	0,5 M	600

**Pengujian karakteristik detektor**

- Hubungkan pulsa keluaran dari diskriminator dan pembentuk pulsa TTL ke unit pencacah
- Set waktu cacah 20 detik
- Dengan cara memvariasi tegangan tinggi (HV), akan didapat cacah per 20 detik seperti dalam tabel di bawah ini.

Tabel 2. Karakteristik Detektor NaI(Tl) type sumur

Dengan sumber radiasi: $^{125}$ I			Tanpa sumber radiasi (Cacah latar)		
HV (Volt)	Cacah per 20 detik	Cacah Latar per 20 detik	HV (Volt)	Cacah per 20 detik	Cacah Latar per 20 detik
400	23	25	620	9573	54
450	36	39	650	9541	43
470	75	51	660	9391	59
500	355	51	670	9799	57
520	2148	42	680	9565	56
540	7096	35	700	9577	73
560	9309	39	720	9808	47
580	9745	50	740	9856	48
600	9576	49	750	9519	52



Gambar 3. Grafik Karakteristik Detektor NaI(Tl) Type Sumur

Gambar 3. Grafik karakteristik Detektor (NaI(Tl) Type Sumur.

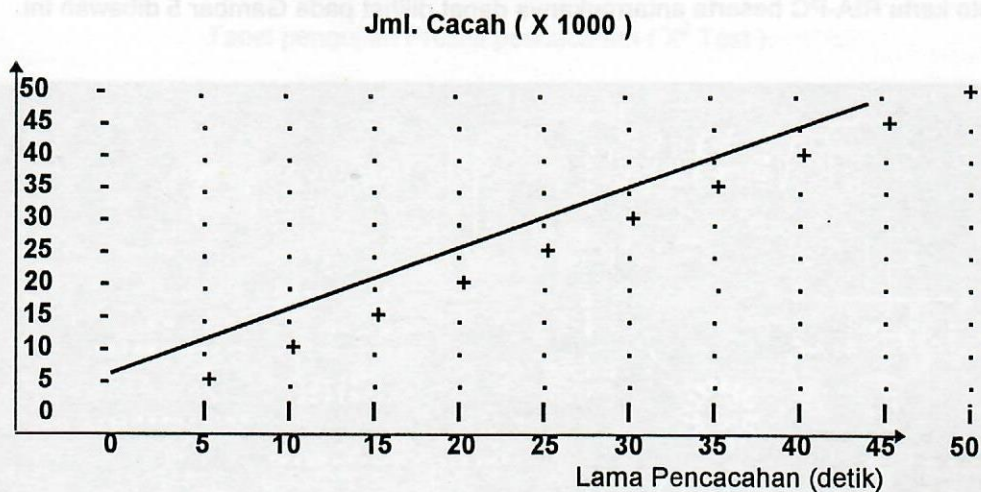
**Pengujian linieritas pencacahan terhadap waktu cacah**

Pengujian ini dimaksudkan untuk kalibrasi pencacahan dan pengujian linieritasnya. Pengujian linieritas pencacahan terhadap waktu (lamanya pencacahan):

- Set pulsa generator pada frekwensi 1000 Hz. (1 Hz = 1 Cps).
- Hubungkan unit pencacah dengan generator pulsa.
- Catat jumlah cacah terhadap perubahan waktu cacah seperti pada tabel di bawah.

Tabel 3. Data Linieritas Cacahan Terhadap Perubahan Waktu Cacah.

No.	Waktu Cacah (detik)	Jumlah Cacah Ideal (perhitungan)	Jumlah Cacah (terukur)
1	5	5000	5017
2	10	10000	10666
3	15	15000	15124
4	20	20000	20233
5	25	25000	25239
6	30	30000	30365
7	35	35000	35430
8	40	40000	40512
9	45	45000	45662
10	50	50000	50829



Gambar 4. Grafik Linearitas Cacahan VS Waktu Cacah

**Pengujian Presisi pencacahan ( $X^2$  Test)**

Pengujian Presisi pencacahan dengan sumber radiasi  $Co^{57}$

- Hubungkan unit pencacah dengan keluaran dari unit diskriminator
- Set tegangan tinggi pada daerah kerja detektor yang digunakan yaitu 650 volt dc
- Letakkan sumber radiasi pada detektor dan jangan diubah-ubah
- Set waktu pencacahan  $t = 20$  detik
- Set jumlah pencacahan  $n = 10$  kali
- Jalankan program pencacahan dan catat hasilnya.

Tabel 4. Presisi Pencacahan dengan sumber  $Co^{57}$

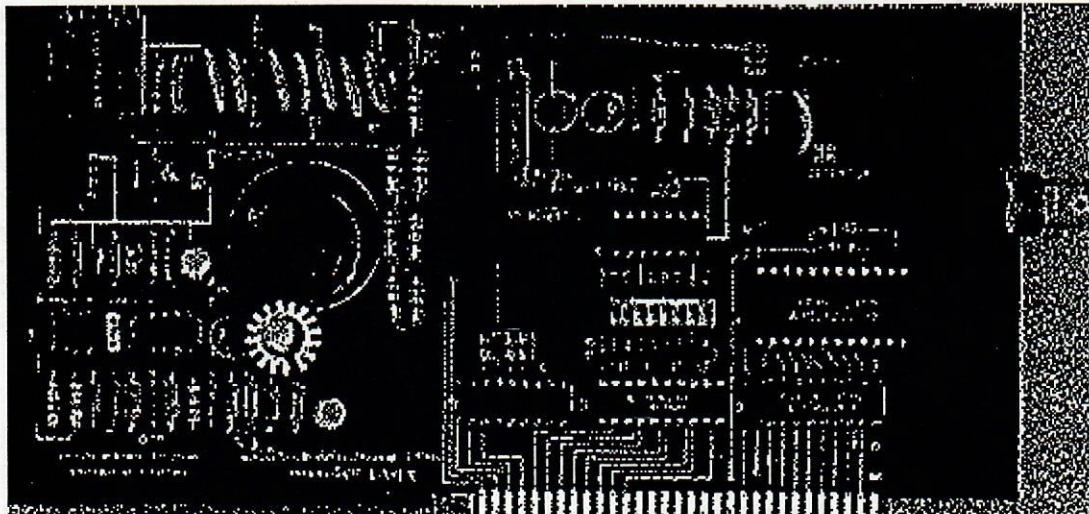
n =10 kali	Cacah per 20 detik
1	30439
2	30672
3	30666
4	30733
5	30720
6	30811
7	30636
8	30874
9	31051
10	30673

**HASIL DAN PEMBAHASAN.**

Hasil yang diperoleh yaitu sebuah kartu RIA-PC beserta antar mukanya berstandard Kartu IBM-PC yang berisi antara lain:

- Bagian tegangan tinggi (HV)
- Bagian level diskriminator
- Bagian pencacah
- Bagian decoder beserta antar mukanya
- Sedangkan pewaktu memakai pewaktu dari komputer melalui program.

Photo kartu RIA-PC beserta antarmukanya dapat dilihat pada Gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Foto kartu RIA - PC yang dibuat

Dari pengujian tegangan tinggi diperoleh bahwa tegangan keluarannya tetap stabil dan tidak terpengaruh oleh perubahan beban. Sehingga sistem tegangan tinggi ini telah memenuhi syarat untuk supply sebuah detektor (khususnya Detektor NaI(Tl)).

Dari pengujian karakteristik detektor NaI(Tl) type sumur yang digunakan didapatkan tegangan kerjanya antara 600 Vdc sampai 750 Vdc.

Dari pengujian linieritas pencacahan terhadap waktu cacah didapatkan hasil yang cukup baik dan faktor kalibrasinya mendekati ( $\approx 1$ ). Jika terdapat sedikit perbedaan antara teori dan prakteknya ini disebabkan oleh sinkronisasi waktu pencacahan.

Dari pengujian Presisi pencacahan ( Test of Counting precision ), test ini sering disebut  $\chi^2$  Test yang menginformasikan kestabilan pencacahan. Test dilakukan dengan cara mengamati laju cacah n kali, kemudian dihitung cacah rata-rata C dari n kali pengukuran. Nilai chi test dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$\chi^2 = \frac{\sum (C_i - C)^2}{C}$$

dengan  $C_i$  = nilai cacah individu, C = nilai rata-rata dari n pengukuran, n = banyaknya pengukuran.

Untuk n = 10 kali pengukuran ( rekomendasi IAEA-TECDOC-602 ), maka pendekatan harga  $\chi^2$  adalah antara 3,32 dan 16,92 menunjukkan instrumen mempunyai kestabilan pencacahan yang baik. Tetapi bila nilainya < 3,32 dan > 16,92 maka instrumen tersebut tidak baik ( perlu dilakukan tes ulang) dan jika hasilnya tetap tidak baik maka sebaiknya alat tidak dipergunakan sehingga perlu perbaikan.

Hasil pengujian chi test sebagai berikut :

Tabel pengujian Presisi pencacahan ( $\chi^2$  Test ).

No. i	Cacah per 20 detik Ci	(Ci - C)	(Ci - C) <sup>2</sup>
1	30 439	-288,5	83 232,25
2	30 672	-55,5	3 080,25
3	30 666	-61,5	3 782,25
4	30 733	5,5	30,25
5	30 720	-7,5	56,25
6	30 811	83,0	6 972,25
7	30 636	-91,5	8 372,25
8	30 874	146,5	21 462,25
9	31 051	323,5	10 4652,25
10	30 673	-54,5	2 970,25
$\Sigma Ci =$	307 275	$\Sigma(Ci-C)^2 =$	234 610,50

Rata-rata C =  $\frac{\Sigma Ci}{n} = 30\ 727,5$

Harga Chi  $\chi^2 = \frac{\Sigma(Ci-C)^2}{C} = 7,64$

Berdasarkan rekomendasi IAEA tersebut di atas maka alat dapat diterima. Harga Chi  $\chi^2$  adalah 7,64 yaitu  $3,32 < \text{harga Chi } \chi^2 < 16,92$ .

#### KESIMPULAN

Dari uraian di atas dapat disimpulkan:

1. Telah dibuat kartu RIA-PC dan antar mukanya berstandar kartu IBM-PC" yang digunakan untuk pencacahan radioimmunoassay.
2. Dari pengujian diatas, bahwa kartu tersebut dapat digunakan/berfungsi baik.
3. Keuntungan lain yang diperoleh adalah bahwa kartu yang dibuat ini lebih praktis, serta mudah dan efisien dalam pengoperasiannya karena alat pencacah (perangkat keras) dan perangkat lunaknya berada dalam satu perangkat komputer.

#### SARAN-SARAN

1. Kartu tersebut khusus untuk sebuah pencacah RIA yang membutuhkan cacahan aktivitasnya saja, sehingga dapat digunakan detektor NaI(Tl) atau GM.
2. Jika akan mengganti detektornya agar dicari dulu daerah kerjanya (plataunya).
3. Perangkat lunak ( program pengolah data ) dapat dikembangkan lagi, karena selama ini masih menggunakan pengolah data RIA IAEA.

#### DAFTAR PUSTAKA.

1. IAEA, "Radioimmunoassay Data Processing Program For IBM PC Version 1.0", 1988.
2. IAEA, "Interfacing In Nuclear Experiment Part 2 Basic Experiment".
3. LEWIS C. EGGBRECHT, "Interfacing To The IBM Personal Computer", Howard W. Sam & Co, 1987.
4. WAYAN R. Dra. Msc., "Teknologi Produksi Kit RIA", Diklat Produksi Radio Isotop, PPR-BATAN, 1991.
5. MANUAL, "Portable Scaler Spectrometer NE5017", Nuclear Enterprises Ltd., Sighthill, Edinburgh, 1976.
6. MANUAL, "Mini - Assay Type 6-20", Mini Instruments Ltd. , 1981.
7. IAEA-TECDOC-602, "Quality Control Of Nuclear Medicine Instruments", Vienna, Austria, 1991.

LAMPIRAN 1.

GAMBAR SKEMATIK KARTU RIA-PC DAN ANTAR MUKANYA.

