

SISTEM PENCACAH RADIASI DENGAN DETEKTOR SINTILASI BERBASIS MIKROKOMPUTER

Widya A. Gammayani dan Didi Gayani

Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri, Jl. Tamansari 71, Bandung, 40132
Email: widya_a9@yahoo.com

ABSTRAK

Sistem Pencacah Radiasi Dengan Detektor Sintilasi Berbasis Mikrokomputer. Telah dibuat Sistem Pencacah Radiasi Gamma menggunakan detektor sintilasi berbasis mikrokomputer. Sistem ini dioperasikan melalui program komputer sehingga bentuk sistem tersebut lebih sederhana namun memberikan kenyamanan penggunaan yang lebih baik termasuk pengolahan dan pengarsipan data. Sistem terdiri dari detektor dengan preamplifiernya yang berada di luar komputer, penguat pulsa, penganalisis tinggi pulsa, pencacah dan pewaktu serta modul tegangan tinggi yang semuanya dibuat terpasang di dalam komputer. Perangkat lunak untuk mengoperasikan sistem pencacah tersebut dibuat dengan program aplikasi Visual Basic. Sistem pencacah yang dibuat mempunyai fasilitas untuk mencacah intensitas radiasi dalam mode integral ataupun dalam mode window yang memungkinkan untuk memilih energi yang spesifik dari sumber yang dicacah dengan lebar window sekitar 30 persen di atas ambang batas bawah yang dipilih. Dari hasil pengujian yang dilakukan, sistem pencacah radiasi ini cukup baik untuk dapat digunakan.

Kata kunci: sistem pencacah radiasi, kartu antarmuka, visual basic

ABSTRACT

Microcomputer Based Gamma Radiation Counting System Using Scintillation Detector. Have been made Microcomputer Based Gamma Radiation Counting System by using Scintillation Detector. This system is operated by a computer program to simplify the system and to make it user friendly in data processing and archiving. System consists of a detector with the preamplifier outside the computer; amplifier, pulse height analyzer, counter, timer and high voltage module are all assembled inside the computer. To operate the counting system, a program has been made using Visual Basic. The counting system has the facility to count radiation intensity in integral mode or in normal mode which able to choose specific energy from the source that counted by window width around 30 percents above the chosen low level discriminator. From the tests that has been done, this radiation counting system is well enough to be used.

Key words: radiation counting system, interface card, visual basic

1. PENDAHULUAN

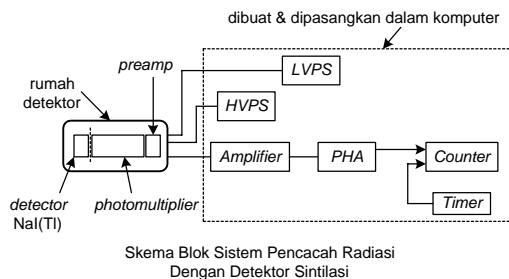
Secara konvensional sistem pencacah radiasi gamma terdiri dari detektor sintilasi dengan penguat awalnya, penguat pulsa, penganalisis tinggi pulsa, pencacah dan pewaktu serta unit tegangan tinggi sebagai catu daya detektor. Untuk membuat sistem tersebut lebih kompak serta memberdayakan kemampuan

mandiri dalam pembuatan beberapa peralatan nuklir, maka dibuat sistem pencacah radiasi gamma dengan detektor sintilasi yang berbasis mikrokomputer dengan semua unit penunjang berada dalam komputer kecuali perangkat detektor dengan penguat awalnya. Sistem tersebut dioperasikan melalui perangkat lunak yang dibuat dalam Visual Basic. Sistem sangat membantu baik dalam hal akuisisi

ataupun pengolahan data. Walaupun saat ini perkembangan komputer telah demikian pesatnya dengan kecenderungan komunikasi data melalui mode serial, akan tetapi masih banyak tersisa komputer di bawah Pentium III yang masih memiliki slot *ISA* (*Industry Standard Architecture*). Dalam hal ini sistem pencacah radiasi gamma menggunakan mikrokomputer di bawah Pentium III yang masih memiliki slot *ISA*.

Dalam hal penggunaan detektor sintilasi, pencacahan memungkinkan untuk dilakukan dengan fasilitas pemilihan energi dari sumber yang dicacah dengan mode pencacahan secara integral ataupun dalam mode *window* untuk memilih energi spesifik dari sumber yang dicacah dengan lebar *window* sekitar 30 % di atas ambang batas bawahnya.

Keuntungan sistem peralatan yang berbasis mikrokomputer adalah fleksibilitas tujuan penggunaan peralatan yang dapat diubah-ubah melalui perangkat lunaknya disesuaikan dengan kebutuhan yang direncanakan. Misalnya, sistem pencacah radiasi yang sama dapat digunakan untuk mencacah maksimal 10 kali dengan menampilkan hasil akhir cacahan rata-ratanya ataupun memonitor aktivitas sumber yang dicacah lebih banyak disertai perekaman data yang bisa diolah lebih lanjut seperti tampilan grafik dan lain sebagainya. Gambar 1 memperlihatkan diagram blok sistem pencacah radiasi berbasis mikrokomputer. Dalam hal ini semua unit kecuali detektor dan penguat awalnya dibuat dan terpasang dalam komputer.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Pencacah Radiasi Berbasis Mikrokomputer

2. TATA KERJA (BAHAN DAN METODE)

Dengan mengetahui sinyal luaran detektor yang tersusun dari detektor sintilasi, *photo multiplier tube* dan penguat awal adalah positif dalam kisaran puluhan milivolt sampai 300 milivolt untuk radiasi gamma sampai dengan 2

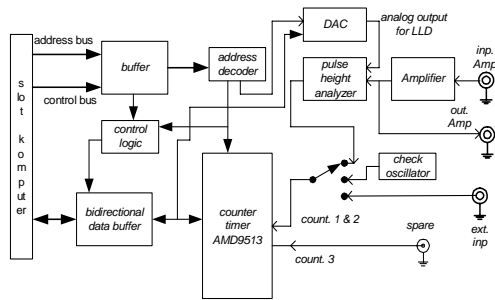
MeV, dirancang suatu penguat pulsa linear dengan penguatan sekitar 30 kali. Luaran dari penguat pulsa linear dilakukan melalui rangkaian *pulse shaping* untuk membentuk pulsa dalam bentuk *Gaussian*[1]. Sinyal dalam bentuk *Gaussian* dianggap mempunyai *signal to noise ratio* yang tinggi sehingga baik untuk dianalisis melalui suatu rangkaian *pulse height analyzer*. Rangkaian *pulse height analyzer* berfungsi untuk memilah *region of interest* dari energi sumber radiasi yang diukur melalui pemilahan tinggi pulsa luaran penguat linear. Luaran dari *pulse height analyzer* berbentuk pulsa standard *TTL* (*Transistor-Transistor Logic*) sebagai indikasi dari luaran penguat pulsa untuk ketinggian yang terpilih. Sinyal *TTL* tersebut kemudian dicacah oleh rangkaian pencacah dan pewaktu yang dibentuk dengan komponen AMD9513. Komponen ini mempunyai fasilitas lima buah *counter* yang dapat diprogram secara individu atau saling berkaitan[2,3]. Dalam hal ini dari lima buah *counter*, dua buah *counter* dimanfaatkan untuk menjadi sebuah pewaktu (*timer*) dan sisanya dijadikan tiga buah *counter* 16 bit atau menjadi satu buah *counter* 32 bit dan satu buah *counter* 16 bit.

2.1. Perangkat Keras

Perangkat keras terdiri dari modul rangkaian tegangan tinggi dan modul penguat pulsa, *pulse height analyzer* dan pencacah yang dibentuk sebagai kartu *interface* pada slot mikrokomputer. Modul tegangan tinggi mempunyai terminal tegangan tinggi dengan konektor jenis *SHV* dan luaran catu daya untuk penguat awal detektor dengan konektor DB9 pada sisi *female*. Pada kartu rangkaian penguat sinyal dan *interface* dipasang konektor *BNC* sebanyak dua buah, yaitu sebagai masukan sinyal dari penguat awal dan luaran dari penguat sinyal serta tambahan satu buah *BNC* untuk masukan sinyal cacahan eksternal dalam standar *TTL*. Gambar 2 memperlihatkan diagram blok Sistem Pencacah Radiasi yang terpasang dalam kartu *interface* pada slot *ISA* mikrokomputer.

Dalam hal ini alamat kartu antarmuka dirancang terletak pada alamat $3A0_{hex}$ dan $3A1_{hex}$. Keterangan yang lebih terinci dari rangkaian antarmuka dapat dibaca pada Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia, Vol V, No 1, Februari 2004, hal 1-20. Seperti terlihat pada Gambar 2, walaupun AMD9513 mempunyai fasilitas lima buah pencacah (*counter*), hanya tiga buah kanal masukan yang digunakan sebagai pencacah sedangkan dua kanal masukan

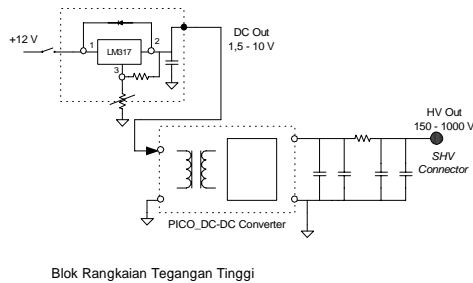
lainnya secara internal dijadikan sebagai pewaktu.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem Pencacah Radiasi

2.1.1. Catu Daya Tegangan Tinggi

Catu daya tegangan tinggi adalah untuk tegangan bias sebuah *PMT (Photo Multiplier Tube)* dalam perangkat detektor. Tegangan untuk *PMT* sekitar 700 sampai dengan 1000 volt harus cukup baik dan stabil dengan kemampuan memberikan arus sekitar 1 mA. Blok diagram dari rangkaian tegangan tinggi terlihat pada Gambar 3.



Blok Rangkaian Tegangan Tinggi

Gambar 3. Blok Rangkaian Tegangan Tinggi

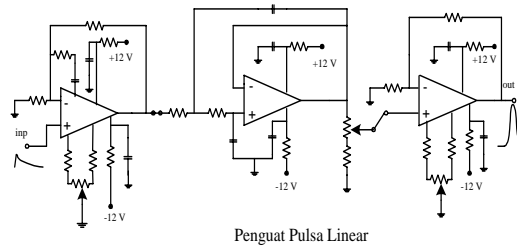
Penempatan unit rangkaian tegangan tinggi perlu mendapat perhatian khusus, mengingat dapat terjadi induksi dari transformator frekuensi tinggi. Untuk hal ini unit tegangan tinggi ditempatkan terpisah dalam catu daya tegangan rendah walaupun masih terletak di dalam mikrokomputer.

2.1.2. Penguat Pulsa Linear

Penguat pulsa linear dibuat dengan faktor penguatan kira-kira sebesar 30 kali dengan memperhatikan sinyal luaran dari penguat awal detektor yang diatur sebesar maksimum 250 mV. Ketinggian pulsa ini mewakili energi sebesar kira-kira 2 MeV dan keluaran dari

penguat pulsa diatur sebesar 8 volt dengan bentuk pulsa *Gaussian*[2]. Gambar 4 memperlihatkan rangkaian penguat pulsa linear beserta rangkaian *pulse shaping*-nya.

Data pengujian Penguat Pulsa Linear terlihat pada Tabel 1 berikut dan Gambar 5 adalah grafik hubungan *input-output* dari *amplifier*.

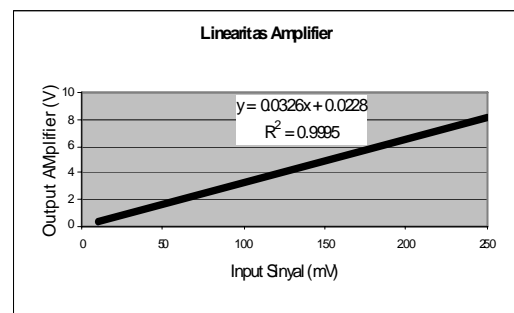


Penguat Pulsa Linear

Gambar 4. Penguat Pulsa Linear

Tabel 1. Pengujian *input-output* dari *amplifier*

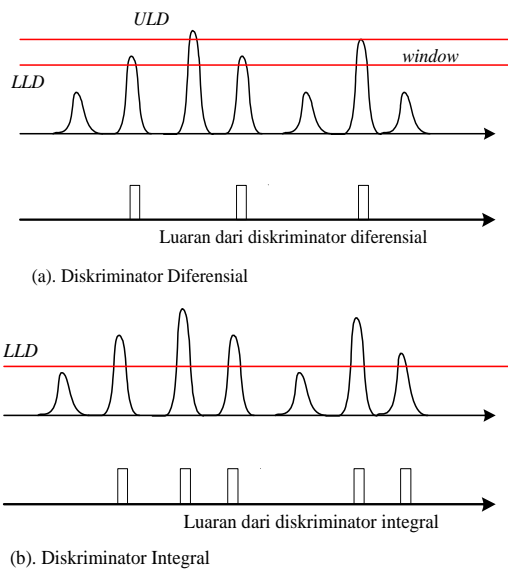
Sinyal Input (mV)	Output Amplifier (V)	Sinyal Input (mV)	Output Amplifier (V)
10	0,2	140	4,6
20	0,625	150	4,9
30	1	160	5,2
40	1,3	170	5,6
50	1,7	180	5,9
60	2	190	6,2
70	2,4	200	6,5
80	2,7	210	6,8
90	3	220	7,2
100	3,3	230	7,5
110	3,6	240	7,8
120	4	250	8,2
130	4,2		



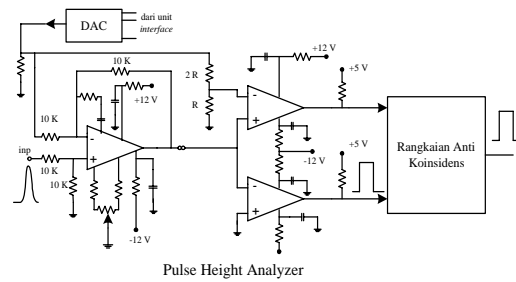
Gambar 5. Grafik Hubungan *Input-output* dari *Amplifier*

2.1.3. Penganalisis Tinggi Pulsa

Penganalisis tinggi pulsa dibuat dengan maksud memilih ketinggian pulsa tertentu di antara batas bawah dan batas atasnya sehingga merupakan *region of interest* dari ketinggian pulsa yang akan dicacah. Ketinggian pulsa dari amplifier adalah sebanding dengan energi yang terbebaskan dalam detektor karena adanya interaksi radiasi dalam detektor. Ketinggian pulsa tersebut mewakili jangkauan energi tertentu karena ketinggian pulsa merupakan parameter yang sebanding dengan energi. Diagram pengambilan pulsa pada ketinggian tertentu tersebut digambarkan pada Gambar 6. Disediakan dua mode dalam penganalisaan tinggi pulsa, yang pertama adalah mode diferensial dengan pengambilan pulsa yang dicacah hanya yang ketinggian pulsanya berada di antara batas bawahnya dan lebar jendela di atasnya (*window*). Dalam hal ini lebar jendela diatur sebesar 30% di atas batas bawahnya dan akan selalu bergerak mengikuti batas bawahnya. Mode kedua adalah mode integral, menghitung pulsa yang ketinggiannya berada di antara batas bawahnya dan batas atasnya yang dalam hal ini dipasang maksimum pada 8 volt, sehingga pencacahannya merupakan pencacahan secara integral (*gross*). Gambar 6 memperlihatkan diagram dari penganalisaan tinggi pulsa sedangkan Gambar 7 adalah blok rangkaian dari Penganalisa Tinggi Pulsa dengan luaran standar TTL yang siap untuk dicacah.



Gambar 6. Diagram Pemilihan Pulsa



Gambar 7. Blok Rangkaian Pulse Height Analyzer

2.1.4. Pencacah & Pewaktu

Pencacah dan pewaktu dibentuk melalui penggunaan komponen AMD9513 sebagai sistem *timing controller*. Pada komponen ini terdapat lima buah *counter* yang dapat diprogram. Dalam kesempatan ini tiga buah counter dijadikan sebagai satu buah pencacah 32 bit yang melibatkan dua buah counter 16 bit serta satu buah pencacah 16 bit sebagai pencacah opsional yang melibatkan satu buah counter 16 bit. Dua buah counter lainnya dijadikan sebagai *base generator* dan *timer*. Komponen AMD9513 sangat praktis dan mudah dalam pengoperasiannya, mode operasi dapat diatur melalui program terlepas dari hubungan perangkat kerasnya. Perangkat lunak dapat mengatur sinyal terpasang yang akan diambil oleh satu atau beberapa pencacah tergantung pada kata kontrol (*control word*) yang diberikan kepada register kontrol dari AMD9513 dengan alamat terpasang yang ditentukan. Demikian juga untuk perintah mulai pencacahan atau berhentinya pencacahan.

2.2. Perangkat Lunak Sistem Pencacah Radiasi dengan Visual Basic

Microsoft Visual Basic atau sering disingkat VB merupakan sebuah bahasa pemrograman yang bersifat *event driven* dan menawarkan *Integrated Development Environment (IDE)* visual untuk membuat program aplikasi berbasis sistem operasi Microsoft Windows[4]. Visual Basic merupakan turunan bahasa BASIC dan menawarkan pengembangan aplikasi komputer berbasis grafik dengan cepat. Pada kesempatan ini Sistem Pencacah Radiasi dibuat dengan bahasa pemrograman Visual Basic.

Program disusun dengan memberikan beberapa menu pilihan yang disesuaikan dengan kebiasaan pengguna melakukan pencacahan

radiasi. Menu tersebut adalah :

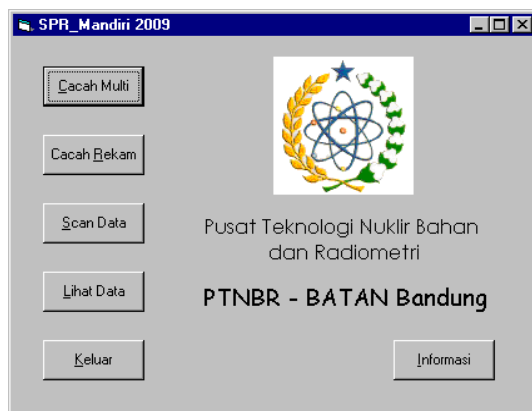
- Cacah Multi untuk melakukan pencacahan sebanyak maksimal sepuluh kali dan menampilkan cacahan rata-ratanya beserta standar deviasinya.
- Cacah Rekam untuk melakukan banyak pencacahan lebih dari sepuluh kali dan diakhiri dengan perekaman.
- Lihat Data untuk melihat hasil perekaman baik cacah multi atau cacah rekam.
- Keluar untuk keluar dari program aplikasi.
- Informasi 2008 untuk informasi sistem pencacah radiasi.

Dalam melakukan pencacahan untuk pemilihan *region of interest*, dilakukan pengaturan level diskriminator batas bawah yang telah ditentukan terlebih dahulu melalui perkiraan ketinggian pulsa. Hal ini dilakukan pada awalnya dengan mengamati ketinggian pulsa melalui *oscilloscope*. Pengamatan ini dimungkinkan karena peralatan yang dirancang memberikan fasilitas luaran dari *amplifier*. Pengaturan besar level diskriminator dilakukan secara *software* melalui suatu *digital to analog converter*.

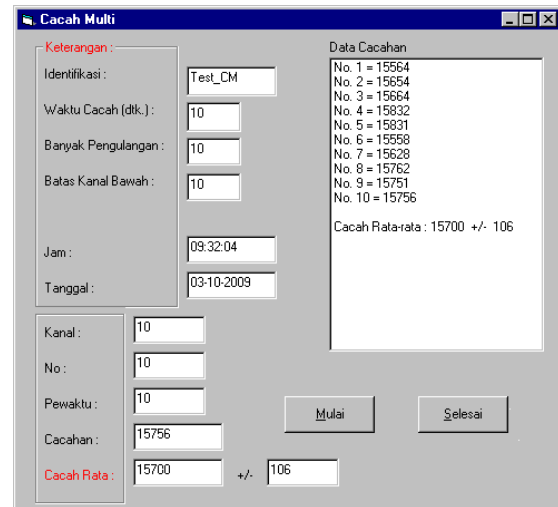
Algoritma Pencacahan Radiasi

- Tentukan lama waktu pencacahan
- Tentukan banyak pengulangan pencacahan
- Tentukan level diskriminator
- Lakukan pencacahan selama waktu yang ditentukan, sebanyak pengulangan yang ditentukan
- Cari cacahan rata-rata serta standar deviasinya dan tampilkan
- Rekam cacahan atau tidak direkam
- Selesai

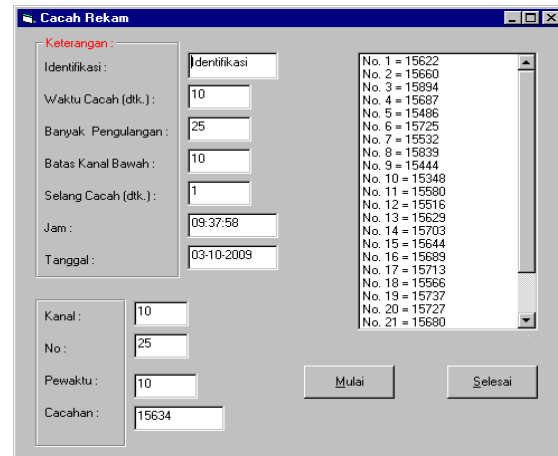
2.2.1. Tampilan Perangkat Lunak



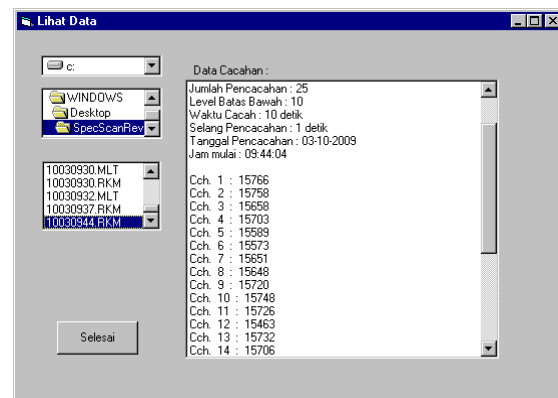
(a). Tampilan Awal



(b). Mode Cacah Multi



(c). Mode Cacah & Perekaman



(d). Mode Lihat Data

Gambar 8. Tampilan Perangkat Lunak Sistem Pencacah Radiasi

Perangkat lunak sistem dibuat dengan memperhatikan kebiasaan-kebiasaan pemakaian dan memberikan pengolahan serta pengarsipan data. Gambar 8 di atas adalah contoh tampilan-tampilan sebagai pilihan menu dari Sistem Pencacah Radiasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji peralatan dilakukan untuk mengetahui keakuratan hasil pencacahan dan juga pewaktuan yang utamanya dimiliki oleh komponen AMD9513. Pengujian dilakukan baik melalui peralatan uji standar menggunakan generator pulsa ataupun melalui pengukuran radiasi dengan menggunakan keseluruhan sistem. Hasil pengukuran menunjukkan kinerja peralatan cukup baik seperti terlihat pada Tabel 2 dan Tabel 3 yang mewakili pencacahan menggunakan generator pulsa dan pengukuran sumber radiasi.

Tabel 2. Pencacahan melalui generator pulsa

Generator pulsa Freq. : 50 Hz Waktu Cacah : 10 detik			
No.	Cacahan	No.	Cacahan
1	500	6	500
2	500	7	499
3	499	8	500
4	500	9	500
5	500	10	500

Tabel 3. Pencacahan sumber radiasi

Pencacahan sumber radiasi Cobalt 60 Waktu Cacah : 10 detik				
Cch 1	Cch 2	Cch 3	Cch 4	Cch. 5
15129	15178	15126	15180	15186
Cch 6	Cch 7	Cch 8	Cch 9	Cch 10
15391	15168	15248	15089	15320
Cacah rata2=15202+/- 93			$\chi^2 = 5,14$	

Dari Tabel 2 di atas terlihat bahwa keakuratan sistem pencacah yang dibentuk

dengan komponen AMD9513 cukup baik. Tabel 3 memperlihatkan pencacahan dengan sumber radiasi cukup presisi. Pengujian *chi square test* memberikan nilai sebesar 5,14 mengacu pada IAEA-TECDOC 317, "*Quality Control of Nuclear Medicine Instruments*".[5]. *Chi square test* untuk pencacahan selama 10 detik berkisar antara 3,32 – 16,92.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa Sistem Pencacah Radiasi ini cukup memberikan tampilan kestabilan yang baik. Kenyamanan penggunaan program cukup dapat memenuhi kebutuhan pemakai dengan adanya fasilitas pengulangan pencacahan, nilai rata-rata cacahan serta pengarsipan data. Sistem pencacah ini dapat dikembangkan lebih baik dengan penggunaan komponen yang berkualitas baik serta *lay-out* penempatan komponen dapat diatur lebih baik lagi untuk memberikan kenyamanan dalam pengaturan-pengaturan perangkat keras mengingat bahwa penempatan sistem tersebut adalah di dalam komputer. Perangkat keras semacam ini dapat dikembangkan berbasis mikrokontroler untuk memenuhi aspek portabilitas yang mungkin diperlukan.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. **GLENN F. KNOLL**, "Radiation Detection And Measurement", John Wiley & Sons, Singapore (1989).
2. **ANONYMOUS**, Am9513A/ Am9513 Technical Manual, Advanced Micro Devices Inc, Sunnyvale, California, USA.
3. **DIDI GAYANI**, Sistem Pencacah Radiasi Nuklir Berbasis IBM-PC Menggunakan AMD-9513, Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia V:1, Februari (2004) 1-20.
4. **ANONYMOUS**, Learn Visual Basic 6.0, Microsoft Visual Basic.
5. **IAEA-TECDOC 317**, Quality Control of Nuclear Medicine Instruments, Vienna, (1984) 111 – 112.