

**PEREKAYASAAN SISTEM DETEKSI PERANGKAT SCINTIGRAPHY  
MENGUNAKAN PSPMT**Wiranto Budi Santoso<sup>1</sup> dan Leli Yuniarsari<sup>1</sup><sup>1</sup>Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir - Badan Tenaga Nuklir Nasional**ABSTRAK**

*PEREKAYASAAN SISTEM DETEKSI PERANGKAT SCINTIGRAPHY MENGGUNAKAN PSPMT. Telah dilakukan perengkayaan sistem deteksi perangkat scintigraphy menggunakan PSPMT. Perangkat scintigraphy merupakan perangkat untuk pencitraan organ tubuh berukuran kecil. Perangkat ini merupakan kamera gamma dalam bentuk mini. Perangkat ini berfungsi untuk menghasilkan citra proses metabolisme suatu organ tubuh. Keluaran dari perangkat ini digunakan untuk diagnosis suatu penyakit. Sistem deteksi perangkat scintigraphy berfungsi untuk mendeteksi radiasi dari organ tubuh. Radiasi yang datang akan diubah menjadi foton oleh kristal sintilasi yang terdapat pada sistem deteksi perangkat scintigraphy. Kemudian foton tersebut akan digandakan oleh tabung pengganda foton (Photo Multiplier Tube – PMT) dan diubah menjadi sinyal listrik. Diperlukan banyak PMT untuk mendeteksi lokasi datangnya radiasi dari organ tubuh. Dengan menggunakan PSPMT (Position Sensitive PMT) yang sensitif terhadap posisi datangnya radiasi, hanya diperlukan satu PSPMT. Dari kegiatan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa sistem deteksi perangkat scintigraphy dapat menggunakan PSPMT. Dengan menggunakan PSPMT, dimensi sistem deteksi perangkat scintigraphy dapat diperkecil. Namun sistem deteksi hanya cocok digunakan untuk mencitrakan organ yang kecil.*

*Kata Kunci : scintigraphy, kamera gamma, PSPMT*

**ABSTRACT**

*THE ENGINEERING OF A SCINTIGRAPHY EQUIPMENT DETECTION SYSTEM USING PSPMT. The engineering of scintigraphy equipment detection system using PSPMT has been conducted. A scintigraphy equipment is used for imaging small organs. The equipment is a mini gamma camera. The function of the equipment to provide images of metabolism process in a body organ. The result of the equipment can be used to diagnose an illness. The function of scintigraphy equipment detection system is detecting incoming radiation from body organs. The incoming radiations are converted to photons by a scintillation crystal in the scintigraphy equipment detection system. Then, photons are multiplied by Photo Multiplier Tube (PMT) and are converted to be electrical signals. It needs a lot of PMT to detect a location of incoming radiation from a body organ. Using PSPMT (Position Sensitive PMT) which sensitive to position of incoming radiation, it needs only one PSPMT. From this activity, it can be concluded that PSPMT can be used for scintigraphy equipment detection system. Using PSPMT, the dimension of scintigraphy equipment detection system can be reduced. Although the scintigraphy equipment detection system is only suitable for imaging small organs.*

*Keywords: scintigraphy, gamma camera, PSPMT*

**1. PENDAHULUAN**

Diagnosis penyakit dengan memanfaatkan teknologi nuklir telah banyak dilakukan. Salah satunya adalah dengan menggunakan perangkat scintigraphy. Perangkat scintigraphy atau lebih dikenal dengan kamera gamma merupakan perangkat diagnosis metabolisme dalam suatu organ tubuh. Permasalahan yang dihadapi oleh

rumah sakit di Indonesia dalam penggunaan perangkat scintigraphy ini adalah kebanyakan perangkat tersebut telah berumur tua, berdimensi besar, dan memerlukan daya listrik yang besar<sup>[1]</sup>.

Besarnya dimensi perangkat scintigraphy ini disebabkan perangkat ini menggunakan banyak tabung pengganda foton (*Photo Multiplier Tube - PMT*) pada sistem deteksi. Dimensi dari

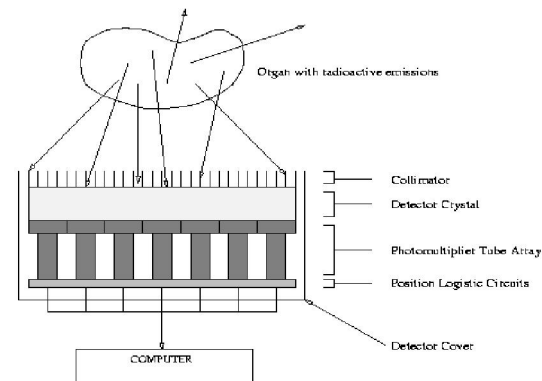
sistem deteksi perangkat scintigraphy dapat diperkecil dengan mengurangi jumlah PMT yang digunakan pada sistem deteksi. Pengurangan ini dapat dilakukan dengan penggunaan tabung pengganda foton yang sensitif terhadap posisi datangnya foton (*Position Sensitive Photo Multiplier Tube - PSPMT*). Dengan pengurangan jumlah PMT yang digunakan, berarti jumlah komponen listrik pendukung PMT tersebut juga berkurang. Dengan demikian selain dimensi dari sistem deteksi tersebut dapat diperkecil, konsumsi daya listrik dari perangkat scintigraphy secara keseluruhan dapat dihemat.

PSPMT yang digunakan pada perekayasaan perangkat scintigraphy ini berdiameter 3 inci. Dengan ukuran diameter tersebut, sistem deteksi perangkat scintigraphy ini hanya dapat digunakan untuk mendiagnosis organ tubuh berukuran kecil seperti: paru-paru, ginjal, hati, dan jantung.

## 2. TEORI

### 2.1. Perangkat Scintigraphy

Perangkat scintigraphy berfungsi untuk mendeteksi sinar gamma yang dipancarkan oleh radionuklida dalam organ tubuh sesuai dengan proses metabolisme yang terjadi pada organ tersebut [2]. Proses pencitraan menggunakan perangkat scintigraphy dilakukan dengan menyuntikkan radionuklida ke dalam tubuh pasien. Setelah itu sistem deteksi perangkat scintigraphy diposisikan di atas organ yang akan diamati proses metabolismenya. Proses pencitraan menggunakan perangkat scintigraphy dapat dilihat pada gambar 1.



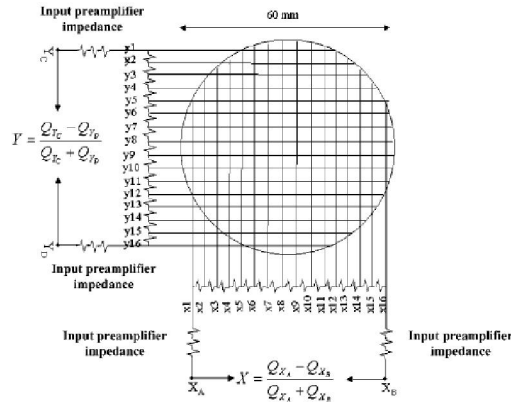
**Gambar 1.** Proses pencitraan menggunakan perangkat scintigraphy<sup>[3]</sup>.

Perangkat scintigraphy terdiri dari kolimator, kristal scintilasi, tabung pengganda foton (*Photomultiplier Tubes - PMT*), rangkaian logika posisi, dan komputer penganalisis data [2]. Bagian kolimator, kristal scintilasi, tabung pengganda foton, dan rangkaian logika posisi dikelompokkan ke dalam sistem deteksi perangkat scintigraphy. Sistem deteksi perangkat scintigraphy berfungsi untuk mendeteksi posisi radiasi yang datang datang dari organ tubuh. Kolimator akan membatasi radiasi yang datang hanya dari organ tubuh yang akan diobservasi. Setelah mengenai kristal scintilasi, radiasi akan diubah menjadi foton. Foton yang dihasilkan akan sebanding dengan intensitas radiasi yang datang. Selanjutnya foton tersebut akan diperbanyak oleh tabung pengganda foton (PMT). Kemudian PMT akan mengubah foton menjadi sinyal listrik. Sinyal listrik ini diteruskan ke rangkaian logika posisi untuk ditentukan koordinat posisi datangnya radiasi.

### 2.2. PSPMT

PSPMT terdiri dari fotokatoda, dinoda (*dynodes*), dan anoda yang tersusun secara ortogonal X dan Y. Keluaran anoda dihubungkan ke untai resistor pembagi tegangan. Untai resistor pembagi tegangan menghasilkan keluaran XA, XB, YC, dan YD. Elektron yang dipancarkan dari fotokatoda akan menumbuk dinoda

sehingga menghasilkan elektron sekunder. Awan elektron yang dihasilkan oleh dinoda terakhir akan dikumpulkan oleh anoda dan didistribusikan pada ke empat ujung untai pembagi tegangan (QXA, QXB, QYC, dan QYD). Hubungan antara posisi datangnya cahaya dengan distribusi muatan yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Distribusi muatan PSPMT [3].

### 3. METODE

Pembuatan sistem deteksi perangkat scintigraphy dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

- Penetapan persyaratan desain dan teknis dari perangkat scintigraphy. Pada tahap ini ditetapkan persyaratan desain yang harus dipenuhi oleh perangkat scintigraphy yang akan dibuat. Dari persyaratan desain ini ditetapkan persyaratan teknis yang harus dipenuhi oleh perangkat scintigraphy.
- Pembuatan desain sistem deteksi perangkat scintigraphy. Sistem deteksi perangkat scintigraphy yang akan dibuat dirancang dengan memperhatikan persyaratan desain dan teknis dari perangkat scintigraphy.
- Pembuatan sistem deteksi perangkat scintigraphy. Sistem deteksi perangkat scintigraphy yang akan dibuat terdiri dari kristal scintilasi NaI(Tl), PSPMT, kolimator dan *shielding*, dan rangkaian untai resistor.

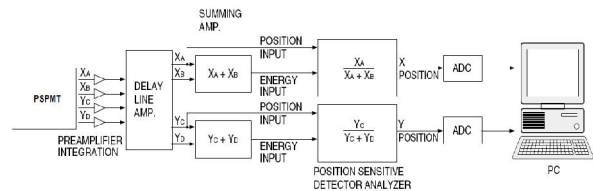
- Pengujian sistem deteksi perangkat scintigraphy. Pengujian sistem deteksi perangkat scintigraphy yang dibuat dilakukan untuk memastikan bahwa sistem deteksi dapat berfungsi sesuai dengan yang diinginkan.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan sistem deteksi perangkat scintigraphy diuraikan berikut ini. Perancangan sistem deteksi perangkat scintigraphy mengacu pada persyaratan desain dan persyaratan teknis dari desain dasar perangkat scintigraphy<sup>[1]</sup>.

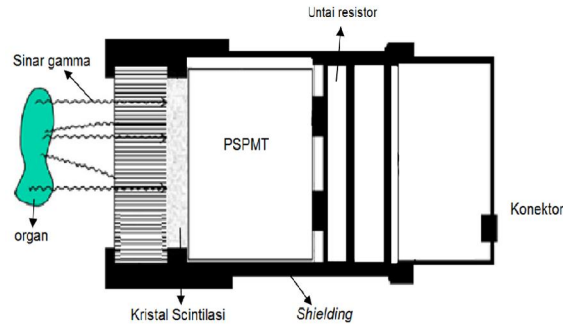
#### Sistem deteksi perangkat scintigraphy

Desain dasar perangkat scintigraphy juga menjadi acuan pada desain sistem deteksi perangkat scintigraphy. Perangkat scintigraphy yang akan direkayasa didesain terdiri dari: modul sistem deteksi, sistem elektronik, dan sistem pengolahan data. Blok diagram dari Perangkat scintigraphy yang akan direkayasa diperlihatkan pada gambar 3.



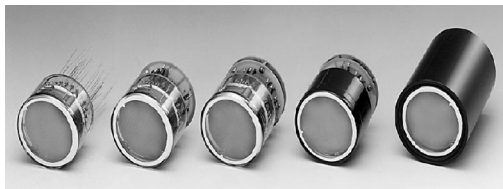
Gambar 3. Blok diagram perangkat scintigraphy<sup>[4]</sup>.

Sistem deteksi perangkat scintigraphy terdiri dari: kristal scintilasi, tabung pengganda foton sensitif terhadap posisi (*Position Sensitive Photomultiplier Tube*– PSPMT), dan untai resistor (*resistor chain*). Blok diagram sistem deteksi perangkat scintigraphy dapat dilihat pada gambar 4.



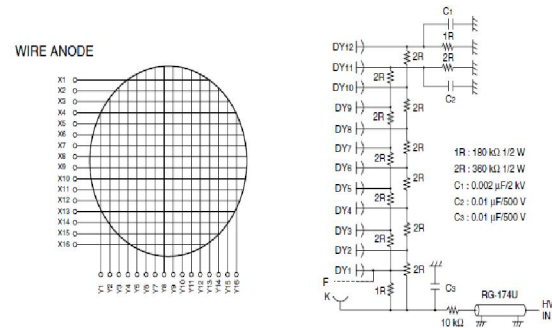
**Gambar 4.** Blok diagram sistem deteksi perangkat scintigraphy.

- Kristal scintilasi  
Kristal scintilasi berfungsi untuk mengubah radiasi yang datang menjadi foton. Kristal scintilasi yang akan digunakan adalah NaI(Tl).
- PSPMT  
PSPMT merupakan tabung pengganda foton yang sensitif terhadap posisi. PSPMT berfungsi untuk menggandakan foton. Selain itu, PSPMT bersama-sama dengan untai resistor pembagi tegangan menghasilkan koordinat X dan Y dari radiasi yang datang. PSPMT yang digunakan adalah PSPMT tipe R2486 dari Hamamatsu.

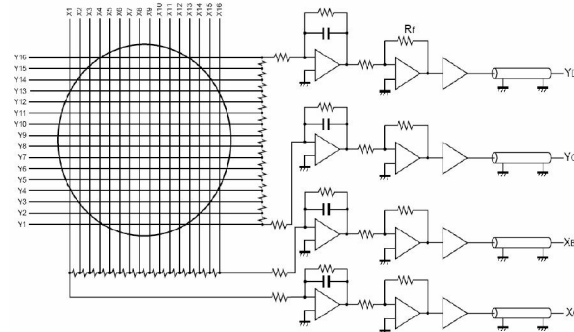


**Gambar 5.** PSPMT Hamamatsu R2486

- Untai resistor (*Resistor chain*)  
Untai resistor berfungsi untuk memberikan bobot terhadap posisi datangnya radiasi pada detektor. Keluaran dari untai resistor ini dapat digunakan untuk menentukan koordinat posisi dari radiasi yang datang.

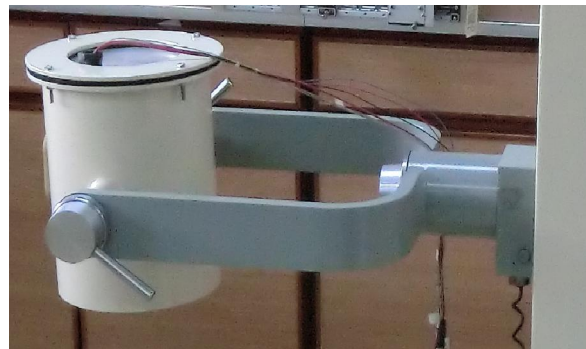


**Gambar 6.** Untai resistor



**Gambar 7.** Blok diagram penentuan koordinat posisi pada PSPMT

Berdasarkan desain yang telah dibuat, dilakukan pembuatan sistem deteksi perangkat scintigraphy. Sistem deteksi perangkat scintigraphy yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 8.

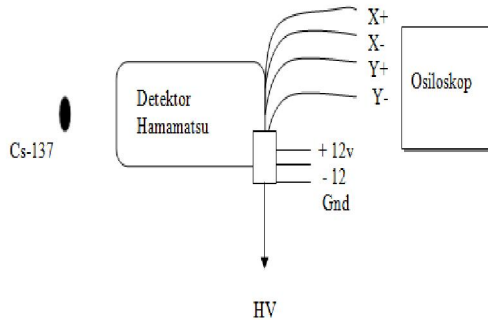


**Gambar 8.** Sistem deteksi perangkat scintigraphy yang dihasilkan

### Pengujian

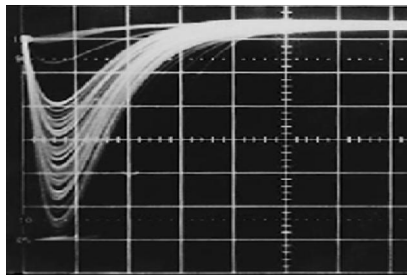
Pengujian sistem deteksi perangkat scintigraphy dilakukan untuk mengetahui respon sistem deteksi terhadap radiasi. Radiasi yang digunakan berasal dari sumber standar.

Blok diagram pengujian sistem deteksi perangkat scintigraphy dapat dilihat pada gambar 9.



**Gambar 9.** Blok diagram pengujian sistem deteksi perangkat scintigraphy

Hasil pengujian sistem deteksi dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini.



**Gambar 10.** Sinyal keluaran dari sistem deteksi perangkat scintigraphy

**Tabel 1.** Pengujian bentuk dan tegangan pulsa keluaran sistem deteksi terhadap catudaya tegangan tinggi.

No	HV (Vdc)	Bentuk Pulsa	Tegangan (Volt)
1	700	✓	0.012
2	750	✓	0,02
3	800	✓	0,28
4	850	✓	0,5
5	900	✓	0,7
6	950	✓	0.1
7	1000	✓	0.16
8	1025	✓	0,2
9	1050	✓	0.24

**Tabel 2.** Amplitudo sinyal sistem deteksi terhadap posisi sumber.

Posisi Sumber	X+	X-	Y+	Y-
X+	0.2	0.1	1.5	1.5
X-	1	1.75	1	1.5
Y+	1.5	1	2	1
Y-	1.5	1	1	2

## 5. KESIMPULAN.

Telah dihasilkan sistem deteksi perangkat scintigraphy dengan menggunakan PSPMT. Dari kegiatan ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem deteksi menggunakan PSPMT dapat mendeteksi posisi sumber radiasi.
2. Dengan menggunakan PSPMT, dimensi sistem deteksi perangkat scintigraphy dapat diperkecil.
3. Sistem deteksi menggunakan PSPMT hanya cocok digunakan untuk mencitrakan organ tubuh yang kecil.

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala PRPN yang telah memberikan izin untuk menggunakan fasilitas serta peralatan untuk melakukan kegiatan ini. Tak lupa penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu pelaksanaan kegiatan ini, terutama rekan-rekan di Bidang Instrumentasi Kesehatan dan Keselamatan, PRPN – BATAN.

**7. DAFTAR PUSTAKA**

- [1]. Wiranto Budi Santoso, "Desain Dasar Perangkat Scintigraphy", Jurnal Perangkat Nuklir Volume 05 Nomor 01, pp 42-50 (2011)
- [2]. IAEA, "Quality Control of Nuclear Medicine Instruments 1991" (IAEA-TECDOC-317), IAEA, Vienna (1991)
- [3]. IAEA, "Quality Control of Nuclear Medicine Instruments" (IAEA-TECDOC-317), IAEA, Vienna (1984)
- [4]. Hamamatsu, "Position Sensitive Photomultiplier Tube with Crossed Wire Anodes R2486 Series", December 2001