



DESAIN DASAR PERANGKAT SCINTIGRAPHY UNTUK TIROID

Wiranto Budi Santoso, Istofa, Romadhon , I Putu Susila

PRPN BATAN, Kawasan PUSPITEK, Gedung 71, Tangerang Selatan, 15310

ABSTRAK

DESAIN DASAR PERANGKAT SCINTIGRAPHY UNTUK TIROID. Telah dibuat desain dasar perangkat scintigraphy untuk tiroid. Perangkat scintigraphy untuk tiroid berfungsi untuk menghasilkan citra proses metabolisme pada kelenjar tiroid. Desain dasar perangkat scintigraphy untuk tiroid dibagi menjadi desain bagian pendeteksian, elektronik, dan perangkat lunak. Bagian mekanik dari perangkat didesain menggunakan bagian mekanik dari perangkat yang ada. Bagian pendeteksian dirancang menggunakan kristal sintilasi tunggal yang dihubungkan dengan tabung pengganda foton yang sensitif terhadap posisi datangnya radiasi (Position Sensitive Photo Multiplier Tube - PSPMT). Dokumen rancangan ini akan dijadikan acuan untuk perancangan prototip perangkat scintigraphy untuk tiroid

Kata kunci: scintigraphy, tiroid, kristal sintilasi, PSPMT

ABSTRACT.

THE BASIC DESIGN OF SCINTIGRAPHY EQUIPMENT FOR THYROID. The basic design of scintigraphy equipment for thyroid has been made. The function of scintigraphy equipment for thyroid is to produce images of metabolism process in thyroid gland. The design of scintigraphy equipment for thyroid consists of detection sub system, electronics, and software designs. Mechanical parts of this equipment are designed to be using mechanical parts of previous equipment. Detection sub system is designed to use a single crystal scintillation coupled to position sensitive photo multiplier tube (PSPMT). The design document can be used to construct a prototype of scintigraphy equipment for thyroid.

Keywords: scintigraphy, thyroid, scintillation crystal, PSPMT.

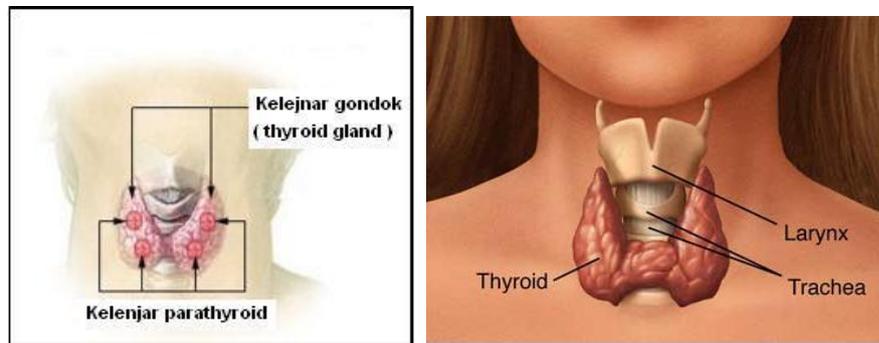
1. PENDAHULUAN

Kelenjar tiroid (gondok) berfungsi untuk memproduksi hormon tiroid yang berperan penting dalam mengendalikan proses metabolisme tubuh^[1]. Hormon tiroid mempengaruhi fungsi organ penting tubuh seperti: detak jantung, pernapasan, laju pembakaran kalori, perawatan kulit, pertumbuhan, stabilitas panas tubuh, kesuburan, dan pencernaan. Posisi kelenjar tiroid pada tubuh ditunjukkan pada gambar 1.

Karena berperan penting terhadap kesehatan tubuh, kelenjar tiroid harus dipantau kesehatannya. Diagnosis kelainan yang terjadi pada kelenjar tiroid dilakukan dengan perangkat kamera gamma berukuran besar. Hal ini mengakibatkan pengoperasian



perangkat diagnosis ini menjadi tidak ekonomis karena memerlukan daya listrik dan ruangan yang besar. Perangkat *scintigraphy* untuk tiroid didesain berdimensi kecil sehingga hanya memerlukan daya listrik rendah dan ruangan yang kecil.



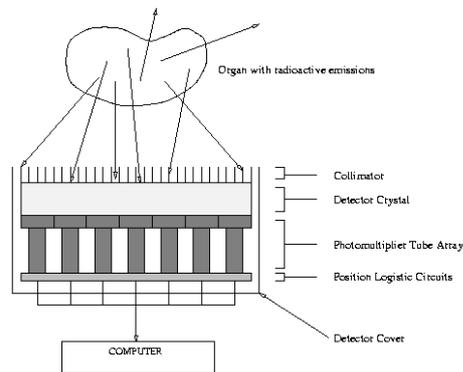
Gambar 1. Kelenjar Tiroid ^[1].

Kegiatan ini bertujuan untuk melakukan rancangan perangkat *scintigraphy* untuk tiroid. Perangkat *scintigraphy* dirancang memanfaatkan tabung pengganda foton sensitif terhadap posisi (*Position Sensitive Photo Multiplier Tube - PSPMT*). Desain dasar ini akan dijadikan acuan untuk perancangan prototip perangkat *scintigraphy* untuk tiroid.

2. TEORI

Perangkat *scintigraphy* terdiri dari kolimator, kristal detektor kristal, tabung pengganda foton (*Photomultiplier Tubes – PMT*), rangkaian logika posisi, dan komputer penganalisis data^[2]. Prinsip kerja perangkat *scintigraphy* pada dasarnya adalah mendeteksi sinar gamma yang dipancarkan oleh radionuklida dalam organ tubuh sesuai dengan proses metabolisme yang terjadi pada organ tersebut^[3]. Sebelum diagnosis dilakukan, radionuklida disuntikan ke tubuh pasien. Kemudian detektor perangkat *scintigraphy* ditempatkan di atas organ yang akan diamati proses metabolismenya. Ilustrasi proses pencitraan menggunakan perangkat *scintigraphy* dapat dilihat pada gambar 2.

Sinar gamma yang dipancarkan oleh isotop dari organ tubuh pasien diarahkan melalui kolimator ke kristal scintilasi dan berinteraksi dengan kristal. Interaksi ini menimbulkan berkas sinar. Berkas sinar (foton) ini akan mengenai fotokatoda dari masing-masing tabung pengganda foton (*photomultiplier tube - PMT*). Kemudian PMT akan menghasilkan pulsa listrik sebanding dengan aktifitas radiasi yang datang ^[3].



Gambar 2. Proses pencitraan menggunakan perangkat *scintigraphy* [3].

Pulsa keluaran masing-masing PMT dianalisis oleh rangkaian posisi sehingga menghasilkan pulsa dengan amplitudo sebanding dengan posisi (koordinat) interaksi sinar gamma pada kristal (PMT). Pulsa keluaran rangkaian posisi berupa dua buah pulsa yang menunjukkan posisi X dan posisi Y. Pulsa keluaran PMT juga dianalisis oleh rangkaian penganalisis tinggi pulsa (*Single Channel Analyser* - SCA). Hal ini dimaksudkan untuk memastikan pulsa keluaran PMT yang timbul sesuai dengan energi isotop yang digunakan. Pulsa keluaran SCA dinamai pulsa Z yang berupa pulsa dengan tegangan logika (*logic*).

Pulsa X diumpankan ke kanal X dari tabung sinar katoda (*Cathode Ray Tube* - CRT) atau osciloskop. Sedangkan pulsa Y diumpankan ke kanal Y dari CRT. Pada layar CRT akan terlihat berkas titik pada lokasi sesuai dengan yang ditunjukkan oleh pulsa X dan Y. Sedangkan pulsa Z diumpankan pada *unblank*. Jika muncul pulsa Z, maka akan timbul berkas titik pada layar CRT dengan koordinat X dan Y. Kumpulan titik-titik akan membentuk citra sesuai dengan distribusi radionuklida dalam organ [4].

Banyak sedikitnya serapan/distribusi radionuklida dalam organ akan menghasilkan variasi jumlah cacah sehingga intensitas (terang/tidaknya) citra akan sebanding dengan jumlah cacah tersebut. Jika radionuklida terdistribusi merata pada suatu organ, maka akan menghasilkan citra bentuk organ tersebut. Hasil citra kemudian dianalisis sesuai dengan studi pasien sehingga didapat citra organ secara fungsional.



3. METODE

Pembuatan desain dasar perangkat *scintigraphy* untuk tiroid dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- Penetapan persyaratan desain perangkat.
Pada tahap ini ditetapkan persyaratan desain yang harus dipenuhi oleh perangkat yang akan dibuat.
- Penetapan persyaratan teknis perangkat.
Pada tahap ini ditetapkan persyaratan teknis yang harus dipenuhi oleh perangkat *scintigraphy*.
- Perancangan desain perangkat.
Pada tahap ini dilakukan perancangan perangkat dengan memperhatikan persyaratan desain dan teknis dari perangkat *scintigraphy* untuk tiroid.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kegiatan yang dilakukan berupa persyaratan desain, persyaratan teknis, spesifikasi teknis, dan desain dasar bagian sistem deteksi, sistem elektronik, serta sistem pengolah data dari perangkat *scintigraphy* untuk tiroid. Hasil kegiatan diuraikan sebagai berikut.

Persyaratan Desain

Persyaratan desain perangkat *scintigraphy* untuk tiroid adalah sebagai berikut:

- a) mampu menghasilkan citra organ tiroid pada waktu tertentu yang merepresentasikan proses metabolisme organ tersebut.
- b) mampu menghasilkan citra organ tiroid dengan diameter pengamatan maksimum sebesar 5 cm.
- c) dapat menampilkan gradasi warna sesuai aktivitas radioisotop yang diterima oleh detektor.
- d) resolusi tampilan organ minimal 256 tingkatan.

Persyaratan Teknis

Persyaratan teknis perangkat *scintigraphy* untuk tiroid adalah sebagai berikut :

- a) Radionuklida yang digunakan terdiri dari radioisotop dan radiofarmaka sesuai dengan organ yang akan diamati proses metabolismenya.

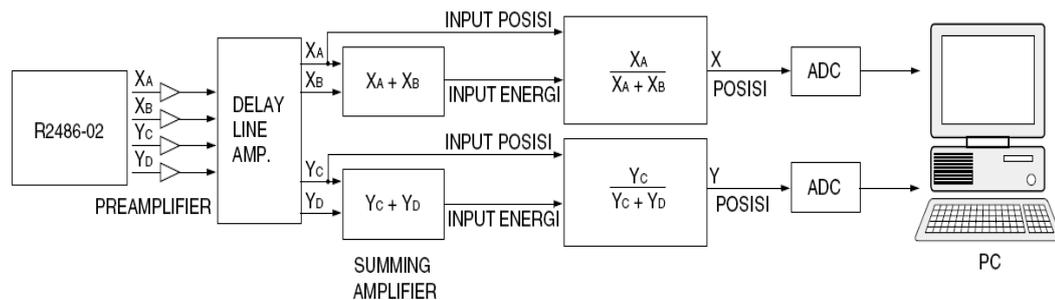


- b) Waktu pengamatan dapat disesuaikan dengan keperluan medis yang ditetapkan oleh dokter.
- c) Hasil yang didapatkan berupa citra organ tiroid pada rentang waktu yang ditetapkan.

Spesifikasi Teknis

Spesifikasi teknis perangkat scintigraphy adalah sebagai berikut :

Detektor	: NaI(Tl) diameter 3"
PMT	: Position Sensitive PMT
Waktu Operasi	: disesuaikan dengan keperluan medis
Isotop	: Tc99m
Penguat Awal	: Charge sensitive
Penguat Linear	
- Masukan	: pulsa positif/negatif
- waktu bangkit	: 0.5 – 2 mdetik
- penguatan	: 6 kali
Operating Mode	: Automatis
Catu daya	
- tegangan rendah	: +5 V, -12 V, +12 V dan ground
- tegangan tinggi	: - 1000 V
Komputer	: komputer PC pentium 4 atau lebih tinggi



Gambar 3. Blok diagram perangkat scintigraphy untuk tiroid



Desain perangkat scintigraphy untuk tiroid yang akan direkayasa terdiri dari: Sistem Deteksi, Sistem Elektronik, dan Sistem Pengolah Data.

A. Sistem Deteksi

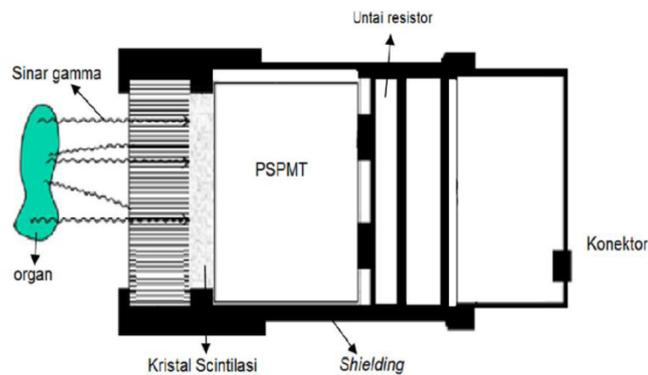
1. Kristal sintilasi

Kristal sintilasi yang akan digunakan adalah NaI(Tl).

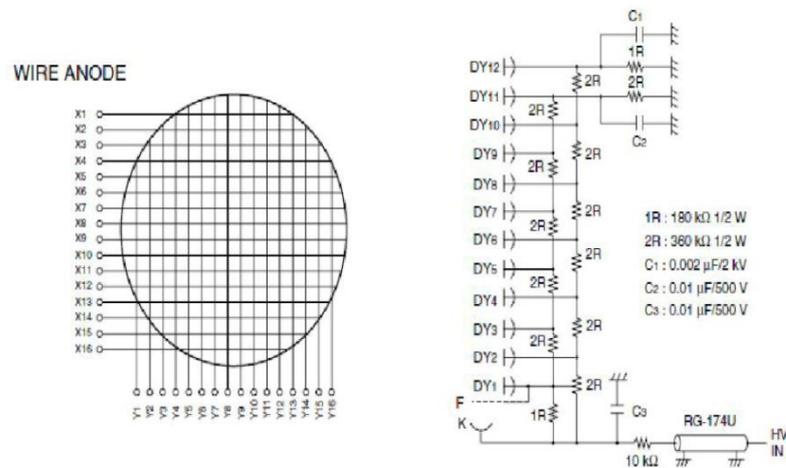
2. *Photo Multiplier Tube (PMT)*

Jenis PMT yang digunakan adalah PMT yang sensitif terhadap posisi datangnya radiasi. **Resistor chain**

Merupakan rangkaian resistor yang memberikan bobot terhadap posisi datangnya radiasi pada detektor.



Gambar 4. Blok diagram sistem deteksi perangkat scintigraphy untuk tiroid.



Gambar 5. Rangkaian pembagi tegangan pada sistem deteksi perangkat scintigraphy untuk tiroid.



B. Sistem Elektronik

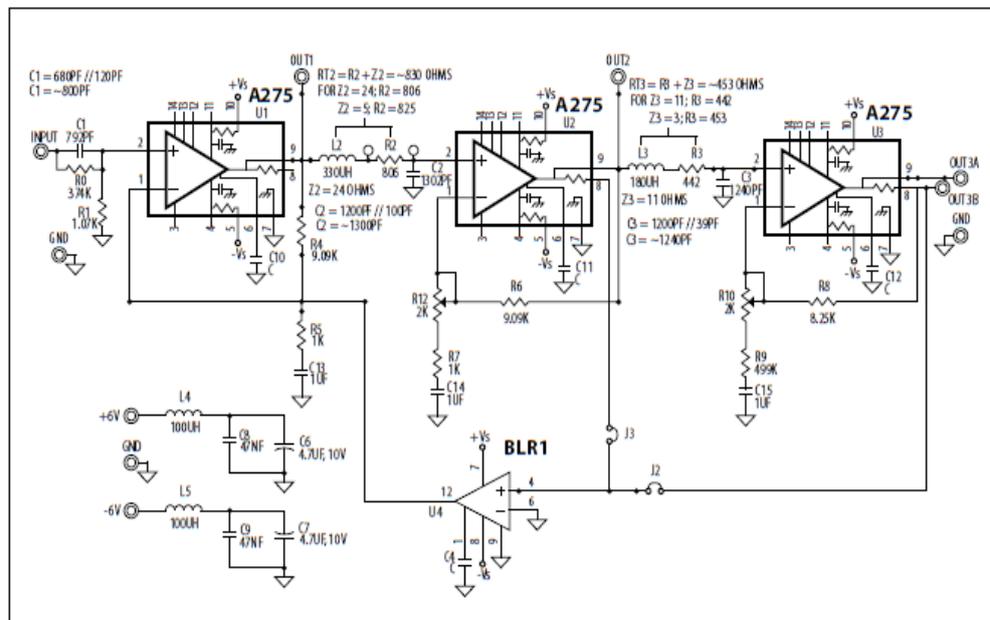
1. Modul Pengolah Sinyal

Fungsi Modul Pengolah Sinyal yang dirancang pada perangkat scintigraphy harus dapat berfungsi sebagai :

- Penganalisa tinggi pulsa dari suatu detektor
- Melewatkan pulsa yang puncaknya masuk pada daerah ΔE (antara daerah LLD dan ULD) telah diolah oleh pengkondisi sinyal
- Melakukan analisa terhadap energi radiasi
- Memblokir pulsa yang puncaknya di luar daerah ΔE

2. Modul Penguat Sinyal

Amplifier mempunyai fungsi utama sebagai penguat dan pembentuk pulsa masukan dari *Preamplifier*. Sinyal yang dihasilkan berbentuk *Gaussian Unipolar*. Agar pulsa ini dapat dianalisa berdasar tingginya dengan daya urai yang memadai maka diperkuat kembali sampai keluarannya dalam orde beberapa volt.



Gambar 6. Rangkaian pembentuk pulsa pada perangkat scintigraphy untuk tiroid.

3. Modul ADC

Modul ini berfungsi untuk mengubah sinyal analog menjadi data digital.



4. Modul High Voltage

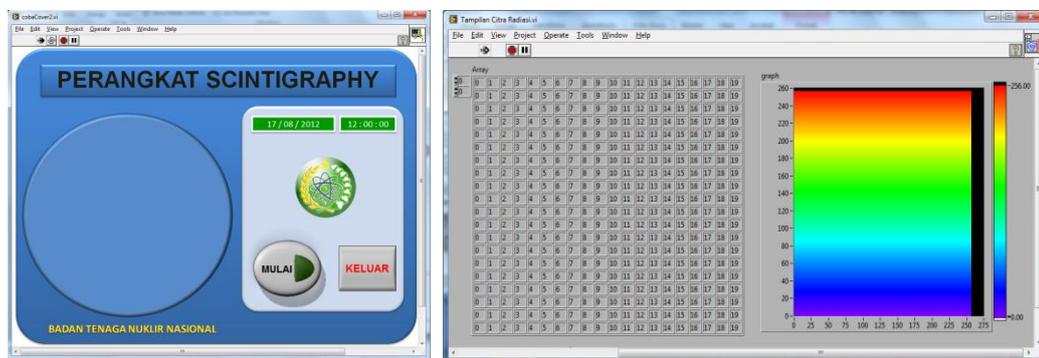
Penggunaan catu daya tegangan tinggi pada sistem pencacah gama sangat menentukan kualitas pulsa yang dihasilkan oleh detektor. Banyak detektor nuklir memerlukan catu daya tegangan tinggi minimal 1000 voltDC. Polaritas catu daya tegangan tinggi yang digunakan adalah negatif.

5. Modul Tegangan Rendah

Fungsi untuk mencatu tegangan rendah untuk pengoperasian modul-modul elektronik yang lain.

C. Sistem Pengolah Data

Sistem akusisi data menggunakan program LabView dengan menggunakan komunikasi data melalui jalur PCI ke komputer.



Gambar 7. Tampilan sistem pengolah data perangkat scintigraphy untuk tiroid.

5. KESIMPULAN

Telah dihasilkan desain dasar perangkat scintigraphy yang menggunakan komponen-komponen yang terdapat di pasaran. Hal ini merupakan rangkaian kegiatan rekayasa perancangan perangkat scintigraphy untuk tiroid. Perangkat scintigraphy untuk tiroid yang akan direkayasa diharapkan dapat dilaksanakan dengan lebih terencana.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih pada 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.

7. DAFTAR PUSTAKA

1. Wikipedia, "Thyroid", Available at: <http://en.wikipedia.org/wiki/Thyroid>, diunduh pada 28 September 2007
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. FIDLER, V; PREPADNIK, M; XIE, Y.; Upgading of Gamma Cameras for Developing Countries, Radiol Oncol Vol. 35(1), pp 53-61 (2001).

TANYA JAWAB

Pertanyaan

1. Apa perbedaan antara persyaratan teknis dan persyaratan design dan pointnya dimana? (BANDI PARAPAK)
2. Apa pengaruh kolimator paralel terhadap efisiensi? (RIFAI)

Jawaban

1. Mengacu pada definisi Jaminan Mutu PRPN. Persyaratan desain menguraikan persyaratan yang harus dipenuhi oleh perangkat yang akan dibuat termasuk persyaratan fungsi. Sedangkan persyaratan teknis menguraikan persyaratan teknis yang harus dipenuhi perangkat
2. Kolimator paralel tidak mempengaruhi efisiensi . Kolimator ini berfungsi untuk mengarahkan radiasi gamma dari posisi tertentu dan mengurangi atau meniadakan pengaruh radiasi gamma dari posisi yang lain