

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Penggunaan Kamera Gamma dengan Sestamibi  $Tc^{99m}$  untuk Mendiagnosis Penyakit Jantung Koroner (Studi Kasus di Rumah Sakit Jantung "Harapan Kita" Jakarta).

Nama : Yurnelly

NIM : J 2D2 96 011

Telah diujikan pada ujian sarjana tanggal 30 Nopember 1998 dan dinyatakan lulus.



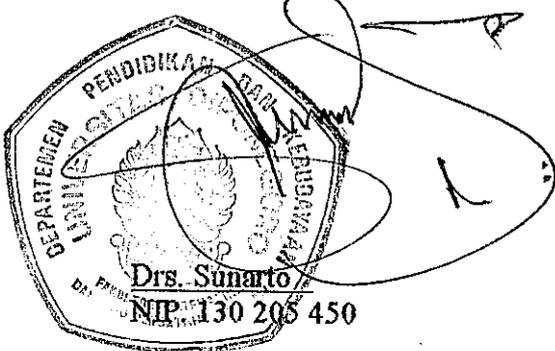
Semarang, 30 Nopember 1998

Jurusan Fisika

Tim Penguji

Ketua

Ketua



Drs. M. Dahlan  
NIP. 130 219 407

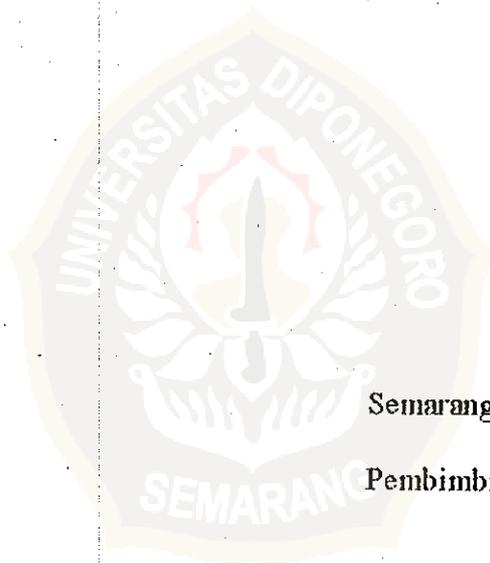
## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Penggunaan Kamera Gamma dengan Sestamibi  $Tc^{99m}$  untuk Mendiagnosis Penyakit Jantung Koroner (Studi Kasus di Rumah Sakit Jantung "Harapan Kita" Jakarta).

Nama : Yurnelly

NIM : J 2D2 96 011

Telah layak untuk mengikuti ujian sarjana pada Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Diponegoro.



Semarang, 16 Nopember 1998

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Drs. Dwi P. Sasongko, MSi  
NIP. 131 672 950

dr. Susatyo Pranoto, Sp KN  
NIP. 140 112 000

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis telah dapat menyelesaikan penelitian dan menyusun skripsi dengan judul *“Penggunaan Kamera Gamma dengan Sestamibi Tc<sup>99m</sup> untuk Mendiagnosis Penyakit Jantung Koroner (Studi Kasus di Rumah Sakit Jantung “Harapan Kita” Jakarta).*

Skripsi ini penulis susun sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar S-1 pada Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Diponegoro.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Prof. Ir. Eko Budihardjo, MSc, selaku Rektor Universitas Diponegoro.
2. Ibu Dra. Hj. Sriani Hendarko, SU, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Diponegoro.
3. Bapak Drs. Soenarto, selaku Ketua Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Diponegoro.
4. Bapak Drs. Dwi P. Sasongko, MSi, selaku Pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama penelitian dan penulisan skripsi ini sampai selesai.
5. Bapak dr. Susatyo Pranoto, Sp KN selaku Pembimbing Pendamping yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama penelitian dan penulisan skripsi ini sampai selesai.

6. Bapak Ir. Iyos. R. Subki, MSc Direktur Jendral Badan Tenaga Atom Nasional, beserta staf atas bantuannya selama penelitian ini berlangsung
7. Seluruh Staf Pengajar Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Diponegoro.
8. Direktur Rumah Sakit Jantung "Harapan Kita" Jakarta beserta staf atas izin yang diberikan selama penulis kuliah, hingga penulisan berlangsung.
9. dr Manoefris Kasim, DSJP, Adang, Titing, Aris serta teman-teman yang telah memberikan semangat dan bantuan dalam penulisan skripsi ini.
10. Papa luthan Ibrahim, Mama Rosna Luthan dan adik-adik, atas dorongan dan do'anya selama penulis kuliah, penelitian, dan penulisan skripsi ini .
11. Abang Rustian yang memberikan semangat dan dorongan dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi khalayak yang berminat pada bidang Fisika Medis. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, sekiranya ada saran dan kritik yang membangun akan penulis terima dengan senang hati.

Semarang, 30 Nopember 1998

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN .....	ix
DAFTAR LAMBANG BESARAN / ISTILAH .....	x
DAFTAR SINGKATAN SATUAN .....	xi
ABSTRACT .....	xiii
INTISARI .....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan .....	3
BAB II DASAR TEORI .....	4
2.1. Generator Radioisotop .....	4
2.2. Radiofarmaka $Tc^{99m}$ .....	5
2.3. Sestamibi .....	8
2.4. Kamera Gamma .....	8
2.4.1. Resolusi Kamera Gamma .....	11
2.4.1.1. Resolusi Spasial .....	13
2.4.1.2. Resolusi Energi .....	14
2.4.2. Keseragaman Medan Aliran .....	17
2.4.3. Linieritas .....	18
2.4.4. laju Cacah .....	19
2.4.5. Sensitifitas .....	21
2.5. Pencitraan .....	21

2.5.1. Pencitraan dengan plannar .....	23
2.5.2. Tomografi Emisi Foton Tunggal Terkomputerisasi .....	23
2.6. Proteksi Radiasi .....	23
<b>BAB III METODA PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
3.1. Lokasi Penelitian .....	26
3.2. Populasi Pasien .....	26
3.3. Bahan Penelitian .....	26
3.4. Alat .....	27
3.4.1. Kolimator .....	27
3.4.2. Detektor Sintilator NaI(Tl) .....	29
3.4.3. Tabung Pengganda Elektron .....	30
3.4.4. Penguat Sinyal Listrik .....	33
3.4.5. Sirkuit Pulsa Logika .....	33
3.4.6. Sirkuit Pemroses Data .....	36
3.4.7. Penentu Skala dan Waktu .....	38
3.4.8. Alat Penampil .....	38
3.4.9. Komputer .....	38
3.5. Spesifikasi Alat .....	39
3.6. Cara Kerja .....	40
3.6.1. Penyiapan Radiofarmaka Sestamibi $Tc^{99m}$ .....	40
3.6.2. Persiapan Pasien .....	40
a. Posisi Pasien .....	40
b. Pasien dengan protokol istirahat (resting) .....	40
c. Pasien dengan protokol uji latih jantung (exercise) .....	41
d. Pasien dengan protokol obat dipyridamole .....	41
3.6.3. Pencitraan .....	42
3.7. Akuisisi Data .....	44
3.8. Cara Analisis .....	44
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>45</b>
4.1. Hasil Pencitraan .....	45
4.2. Kasus dan Hasil .....	47
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>52</b>
5.1. Kesimpulan .....	52
5.2. Saran .....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>53</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>54</b>
<b>GLOSARI .....</b>	<b>60</b>

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1. Skema Peluruhan $Tc^{99m}$ .....	6
Gambar 2.2. Skema dasar prinsip dan formasi piranti Kamera Gamma.....	12
Gambar 2.3. Spektrum Sinar Gamma .....	14
Gambar 2.4. Puncak Energi Gamma .....	16
Gambar 2.5. Spektrum tinggi pulsa untuk berbagai PMT .....	18
Gambar 2.6. 2 Titik sumber dengan aktivitas relatif tinggi .....	20
Gambar 3.1. Tipe-tipe kolimator .....	29
Gambar 3.2. Skema 1 PMT .....	31
Gambar 3.3. 7 Buah Tabung Pengganda Elektron .....	33
Gambar 3.4. Sirkuit Pulsa Logika .....	34
Gambar 3.5. Komputer Kamera Gamma .....	39
Gambar 3.6. Skema sistem kontrol proses pencitraan .....	43
Gambar 4.1. Horizontal long axis .....	45
Gambar 4.2. Vertical long axis .....	46
Gambar 4.3. Short axis .....	46

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar alat kamera gamma merk SOPHY buatan Prancis 1993

Lampiran 2. Absorpsi dosis pada protokol *stress*

Lampiran 3. Absorpsi dosis pada protokol *rest*

Lampiran 4. Pasien dengan protokol dipyridamole

Lampiran 5. Pasien dengan PTCA

Lampiran 6. Pasien dengan hasil perfusi normal



## DAFTAR LAMBANG BESARAN / ISTILAH

$R_s$	= Resolusi spasial
$R_i$	= Resolusi intrinsik
$R_c$	= Resolusi kolimator
$D_o$	= Dosis tanpa penahan
$D$	= Dosis dengan penahan
$t$	= Tebal penahan
$T$	= waktu paro
$\mu$	= Koefisien absorpsi linier
$k$	= Faktor skala pada alat tampilan
$D_t$	= Dosis penahan dalam waktu $t$
HVT	= <i>Half Value Thickness</i> (tebal paro)
X	= Sinyal X
X-	= Sinyal X negatif
X <sup>+</sup>	= Sinyal X positif
Y	= Sinyal Y
Y-	= Sinyal Y negatif
Y <sup>+</sup>	= Sinyal Y positif
Z	= Sinyal Z
PMT	= <i>Photo Multiplier Tube</i> (Tabung Penguanda Elektron)
PHA	= <i>Pulse High Analyzer</i> (Penganalisa Tinggi Pulsa)

- ADC = *Analog to Digital Converter* (Pengubah Sinyal Analog ke Digital)
- CRT = *Cathoda Ray Tube* (Tabung Sinar Katoda)
- FWHM = *Full Wide at Half Maximum* (Setengah Tinggi Koordinat Puncak dibagi dengan letak pusat spektrum)
- LAD = *Left Anterior Descending* (Cabang pembuluh koroner bagian kiri)
- RCA = *Right Coronary Artery* (Cabang pembuluh koroner bagian kanan)
- LCX = *Left Circumflex* (Cabang kecil dari pembuluh koroner kiri).
- EKG = Elektro Kardiogram (merekam irama jantung)
- SPECT = *Single Photon Emission Computerized Tomography* (Tomografi Emisi Foton Tunggal Terkomputerisasi)
- PTCA = *Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty* (pelebaran pembuluh darah koroner)
- CABG = *Coronary Artery Bypass Graft* (operasi pintas pembuluh koroner)
- $Tl^{201}$  = Thallium  $^{201}$
- $Tc^{99m}$  = Technitium  $^{99m}$
- $Mo^{99}$  = Molibdenum  $^{99}$
- $NaTcO_4$  = Natrium perteknetat
- $NaTI$  = Natrium Iodida dengan pengotor Thallium
- MCI = *Myocardial infark* (matinya otot jantung)
- CHF = *Congestive Heart Failure* (gagal jantung)
- LDL = *Low Density Lipoprotein* (kolesterol densitas rendah)
- HDL = *High Density Lipoprotein* (kolesterol densitas tinggi)

## DAFTAR SINGKATAN SATUAN

MeV	= mega elektron volt = $10^6$ eV (Satuan energi)
keV	= kilo elektron volt = $10^3$ eV ( Satuan energi)
Sv	= sievert = 100 rem ( Satuan dosis ekivalen)
mSv	= milli sievert = 100 mrem (satuan nilai batas dosis )
mCi	= milli currie = $10^{-3}$ Ci ( aktivitas suatu sumber radiasi )
Ci	= currie = $3,7 \times 10^{10}$ Bq (aktivitas suatu sumber radiasi)
R (röntgen)	= $2,56 \times 10^{-4}$ C/kg = 0,077 rad
rad	= 100 erg/g: udara
Gy (gray)	= 1 joule/kg = 100 rad (sistem international, besaran dosis)
mGy (milli Gray)	= $10^{-3}$ Gy
MBq (Mega Becquerel)	= $2,7 \mu$ Ci
Bq (becquerel)	= $27,027 \times 10^{-12}$ Ci ( 1 peluruhan per detik )
mg (milli gram )	= $10^{-3}$ gram (satuan berat untuk pemberian obat)
cc	= $10^{-6}$ m <sup>3</sup> ( satuan volume pemberian cairan)
mm ( milli meter)	= $10^{-3}$ m ( satuan panjang untuk menyatakan kedalaman dari gambar depresi otot jantung )
°	= derajat (satuan sudut)
W (watt)	= satuan daya untuk beban uji latih jantung
Bq (Becquerel)	= 1 disintegrasi per detik

Ci (Curie) = aktivitas suatu sumber radiasi yang meluruh sejumlah  
 $3,7 \times 10^{10}$  Bq

rad = Energi rata-rata yang diserap bahan per satuan massa  
bahan

