

**PENENTUAN RESOLUSI CITRA *PHANTOM* MODE KAMERA GAMMA  
DENGAN PESAWAT SPECT MENGGUNAKAN  $Tc^{99m}$  TERHADAP  
VARIASI JARAK DETEKTOR**



Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat pendidikan Strata Dua (S-2) sebagai Magister Sains Ilmu Fisika pada Departemen Fisika

**Disusun Oleh:**  
**Nofrita Angelina Metungku**  
**24040116410010**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU FISIKA  
DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
MARET 2019**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, atau secara tertulis diacu dalam masalah ini dan disebut dalam daftar.

Semarang,      Maret 2019

The image shows a handwritten signature in black ink over a rectangular official stamp. The stamp is yellow and green with some text and a logo, but it is partially obscured by the signature. The signature appears to be 'Nefrita Angelina Metungku'.

Nefrita Angelina Metungku

NIM. 24040116410010

HALAMAN PENGESAHAN  
TESIS

PENENTUAN RESOLUSI CITRA *PHANTOM* MODE KAMERA GAMMA  
DENGAN PESAWAT SPECT MENGGUNAKAN  $Tc^{99m}$  TERHADAP  
VARIASI JARAK DETEKTOR

Disusun oleh :

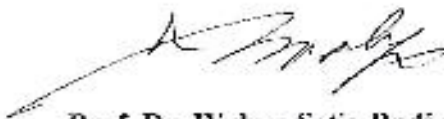
Nofrita Angelina Metungku  
24040116410010

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh tim penguji

Pada tanggal           Maret 2019

Tim penguji

Pembimbing I,



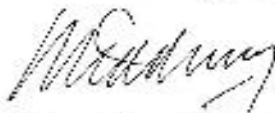
Prof. Dr. Wahyu Setia Budi, MS  
NIP. 195806151985031002

penguji I,



Dr. Muhammad Nur, DEA  
NIP. 195711261990011001

Pembimbing II,



Dr. Catur Edi Widodo, M.T  
NIP. 196405181992031002

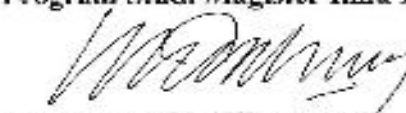
Penguji II,



Dr. Choirul Anam, M.Si  
NIP. 197901042006041001

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh  
gelar Magister Sains (M.Si)

Semarang,   Maret 2019  
Ketua Program Studi Magister Ilmu Fisika,



Dr. Catur Edi Widodo, M.T  
NIP 196405181992031002

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nofrita Angelina Metungku

NIM : 24040116410010

Program Studi : Magister Ilmu Fisika

Fakultas : Sains dan Matematika

Jenis Kerja : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**PENENTUAN RESOLUSI CITRA *PHANTOM* MODE KAMERA GAMMA  
DENGAN PESAWAT SPECT MENGGUNAKAN  $Tc^{99m}$  TERHADAP  
VARIASI JARAK DETEKTOR**

Beserta perangkat yang ada. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Magister Ilmu Fisika Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih, media/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database) merawat dan mempublikasikan tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta/ dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Dibuat : Semarang

Pada tanggal: Maret 2019

Yang menyatakan

  
Nofrita Angelina Metungku

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat dan kasih karunia-Nya, sehingga dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “penentuan resolusi citra *phantom* mode kamera gamma dengan pesawat spect menggunakan  $^{99m}\text{Tc}$  terhadap variasi jarak detektor”. Hasil penulisan ini diharapkan mampu memberikan manfaat terutama dalam melengkapi perkembangan teknologi kesehatan di bidang kedokteran nuklir.

Penyusunan tesis ini tentunya tidak lepas dari bantuan berbagai pihak baik berupa saran, bimbingan, dukungan, maupun bantuan dalam bentuk lain. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Wahyu Setia Budi.MS selaku Dosen Pembimbing I yang tak henti-hentinya memberikan bimbingan, arahan, saran, dan motivasi kepada penulis selama penyusunan tesis.
2. Dr. Catur Edi Widodo, M.T., selaku Dosen Pembimbing II dan Ketua Program Studi Magister Ilmu Fisika, Universitas Diponegoro atas bimbingan, motivasi dan arahnya
3. Seluruh dosen dan staf akademik Program Studi Magister Ilmu Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro Semarang.
4. Staff Sub-Instalasi Kedokteran Nuklir, Pak Edi Prasetyono, Bu Dian, dan Mas Rozy, yang telah menerima, membantu dan membimbing penulis selama masa penelitian.
5. Teristimewa Ayahanda Theo Metungku dan Ibunda Darima Ancura serta papa Wagirin dan mm pea, yang senantiasa memberi dukungan, kasih sayang, doa, serta memberi dan menjadi motivasi yang sangat besar selama ini.
6. Sahabat-sahabat MIF Undip angkatan 10 dan kakak serta adik angkatan yang selalu bisa menjadi teman diskusi.

7. Adik-adik perantauan di salatiga deys, grivin, elsa, agri, putri, tinsi dan Ronald serta doggy Milangogo yang selalu membantu dalam menulis tesis dan selalu menjadi tempat menghilangkan jenuh selama menulis tesis.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tesis ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa proposal tesis ini masih jauh dari kesempurnaan. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya, lembaga, masyarakat, dan pembaca pada umumnya. Kritik dan saran dari pembaca yang membangun akan penulis terima untuk perbaikan penulis di masa mendatang.

Semarang, Maret 2019

Penulis

## ABSTRAK

Kedokteran nuklir merupakan salah satu ilmu kedokteran yang menggunakan sumber radiasi terbuka dalam menilai fungsi organ tubuh. Salah satu modalitas dalam kedokteran nuklir yaitu kamera gamma. Sangat penting untuk memperhatikan resolusi spasial kamera gamma yang secara rutin setiap minggu untuk memastikan pesawat kamera gamma bekerja secara optimal sehingga dapat menghasilkan kualitas citra yang lebih akurat dan citra yang lebih tajam. Dengan menentukan nilai FWHM dengan dibantu oleh program matlab sehingga diperoleh nilai resolusi spasial. Pada program matlab untuk dihitung nilai FWHM dengan metode ESF dan PSF. Metode ESF dan PSF memberikan informasi mengenai besarnya nilai FWHM yang diakibatkan pengkaburan di sekitar obyek tepi. Pada penelitian digunakan beberapa jarak detektor untuk mendapatkan nilai resolusi spasial yang terbaik. Dengan variasi jarak detektor mempengaruhi hasil citra yang semakin membesar dan terjadi pengkaburan citra. Nilai resolusi spasial yang diperoleh pada jarak 15 cm yaitu 0.047 lp/mm, 20 cm yaitu 0.055 lp/mm dan pada jarak 25 cm yaitu 0.054 lp/mm. Untuk nilai yang paling optimum diperoleh yaitu pada jarak 20 cm dari detektor dengan nilai resolusi spasial 0.055 lp/mm. Pada jarak 20 cm dengan variasi sudut diperoleh nilai resolusi spasial  $0^\circ$  yaitu 0.023 lp/mm, pada sudut  $90^\circ$  adalah 0.055, pada sudut  $180^\circ$  yaitu 0.018 lp/mm dan  $270^\circ$  adalah 0.058 lp/mm. diperoleh nilai resolusi spasial optimum yaitu pada sudut  $270^\circ$  yaitu 0.058 lp/mm. *Quality Control* resolusi spasial citra melalui perhitungan FWHM dapat dihitung menggunakan metode ESF dan PSF pada program Matlab. Pentingnya *Quality Control* resolusi spasial citra *phantom* mode kamera gamma pada alat SPECT atau kamera gamma secara optimal.

Kata kunci: kamera gamma, resolusi spasial, FWHM, metode ESF dan PSF.

## ABSTRACT

Nuclear medicine is one of the medical sciences that uses open radiation sources in assessing organ function. One of the modalities in nuclear medicine is gamma cameras. It is important to pay attention to the spatial resolution of gamma cameras that are routinely every week to ensure the gamma camera plane works optimally so that it can produce more accurate image quality and sharper images. By determining the value of FWHM assisted by the matlab program so that the value of spatial resolution is obtained. In the matlab program, the FWHM value is calculated using the ESF and PSF method. The ESF and PSF methods provide information about the magnitude of the FWHM value caused by blurring around the edge object. In this study we used several detector distances to get the best spatial resolution values. With variations in the distance of the detector affect the image that is getting bigger and there is image blurring. The value of spatial resolution obtained at a distance of 15 cm is 0.047 lp / mm, 20 cm which is 0.055 lp / mm and at a distance of 25 cm which is 0.054 lp / mm. The most optimum value is obtained at a distance of 20 cm from the detector with a spatial resolution value of 0.055 lp / mm. At a distance of 20 cm with angular variation obtained a spatial resolution value of 0° is 0.023 lp / mm, at an angle of 90° is 0.055, at an angle of 180° that is 0.018 lp / mm and 270° is 0.058 lp / mm. The optimum spatial resolution value is obtained at an angle of 270° which is 0.058 lp / mm. Quality Control of spatial resolution of images through FWHM calculations can be calculated using the ESF and PSF methods in the Matlab program. The Importance of Quality Control Phantom image spatial resolution of gamma camera mode on SPECT devices or gamma cameras optimally.

Keywords: gamma cameras, spatial resolution, FWHM, ESF and PSF methods.



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN TESIS</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II : DASAR TEORI</b> .....	5
2.1 Kedokteran Nuklir.....	5
2.2 Radiofarmaka Tc <sup>99m</sup> .....	5
2.3 Kamera Gamma .....	7
2.4 <i>Single Photon Emission Tomography (SPECT)</i> .....	12
2.5 <i>Dose Calibrator</i> .....	12
2.6 Pengolahan Citra Digital .....	13
2.7 Resolusi Spasial .....	14
<b>BAB III : METODE PENELITIAN</b> .....	17
3.1 Lokasi dan waktu pengambilan data .....	17
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	17
3.2.1 Alat Penelitian.....	17
3.2.2 Bahan Penelitian .....	18
3.3 Prosedur Penelitian .....	19

<b>BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	25
4.1 <i>Scanning Phantom</i> .....	25
4.2 Pengukuran Hasil FWHM dan Resolusi Spasial .....	26
4.3 Pengukuran Hasil FWHM dan Resolusi Spasial dengan Rotasi detektor pada Jarak 20 cm .....	33
<b>BAB V : PENUTUP</b> .....	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	40

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Kristal sintilasi pada kamera gamma. ....	10
---	----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Generator Radiofarmaka $Tc^{99m}$ .....	6
Gambar 2.2 Skema peluruhan $Tc^{99m}$ dari $Mo^{99}$ .....	6
Gambar 2.3 Kamera Gamma .....	7
Gambar 2.4 Ilustrasi <i>photonmultiplier tubes</i> (PMT) .....	10
Gambar 2.5 Kepala Kamera SPECT.....	12
Gambar 2.6 Skema <i>Dose Calibrator</i> .....	13
Gambar 2.7 Gambar digital dapat dianggap sebagai objek tiga dimensi yang terdiri dari sejumlah kubus kecil, yang masing-masing berisi digit biner (bit) .....	14
Gambar 3.1 Foto <i>phantom acrylic</i> .....	18
Gambar 3.2 Skema dimensi <i>phantom acrylic</i> .....	19
Gambar 3.3 Contoh citra yang telah di ROI.....	21
Gambar 3.4 penentuan nilai FWHM .....	22
Gambar 3.5 Diagram alur prosedur penelitian .....	24
Gambar 4.1 Hasil citra <i>scanning phantom acrylic</i> .....	26
Gambar 4.2 Metode ESF terhadap perubahan jarak .....	27
Gambar 4.3 Metode PSF terhadap jarak yang berbeda.....	29
Gambar 4.4 Fungsi gaussian dari citra dengan variasi jarak detektor (PSF).....	30
Gambar 4.5 Grafik pengaruh jarak detektor terhadap nilai FWHM .....	31
Gambar 4.6 Grafik nilai Resolusi spasial pada perubahan jarak detektor.....	32
Gambar 4.7 Hasil Citra Scanning <i>phantom acrylic</i> pada jarak 20 cm dari detektor .....	33
Gambar 4.8 Metode PSF terhadap variasi sudut dengan jarak detector sebesar 20 cm .....	35
Gambar 4.9 fungsi Gaussian (PSF) pada jarak 20 cm dengan sudut yang berbeda .....	37
Gambar 4.10 Grafik pengaruh nilai resolusi spasial terhadap perubahan sudut pada jarak 20 cm .....	37

## DAFTAR LAMPIRAN

Data Hasil Penelitian.....	43
----------------------------	----