

**EVALUASI *PLUG-IN* IMAGEJ SEBAGAI ALTERNATIF
INTEGRATED SOFTWARE INTERVIEWXP DALAM
MENENTUKAN FAKTOR ATENUASI
RADIONUKLIDA ^{99m}Tc DAN ^{153}Sm**

*ImageJ Plug-in Evaluation as Alternative of Integrated Software
InterviewXP in Detemining Attenuation Factor of
 ^{99m}Tc and ^{153}Sm Radionuclides*



Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Sains** pada
Program Studi Fisika

Oleh

Adni
183112600150019

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL**

Jakarta
2022

PERNYATAAN BEBAS PRAKTIK PLAGIARISME

Dengan ini saya nyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi dan seluruh isinya berjudul "**Evaluasi Plug-in ImageJ Sebagai Alternatif Integrated Software InterviewXP dalam Menentukan Faktor Atenuasi Radionuklida ^{99m}Tc dan ^{153}Sm** " adalah benar karya saya sendiri yang ditulis dibawah arahan dan bimbingan dosen pembimbing. Sepanjang pengetahuan saya, di dalamnya tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika penulisan karya ilmiah yang berlaku dari karya ilmiah sejenis yang pernah ditulis atau diajukan oleh penulis lain untuk memperoleh gelar kesarjanaan di lembaga pendidikan lain, kecuali semua kutipan dan rujukan dalam karya ini baik yang terpublikasikan maupun tidak, telah dengan jelas saya sebutkan dalam daftar pustaka. Jika dalam karya tulis ini nantinya masih ditemukan adanya unsur-unsur penjiplakan, maka saya bersedia mempertanggungjawabkannya dan diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sejujur-jujurnya.

Jakarta, 22 Agustus 2022

Yang menyatakan



Adni

183112600150019

**PERNYATAAN
PELIMPAHAN HAK PUBLIKASI SKRIPSI**

Untuk kepentingan penyebarluasan dan kemajuan ilmu pengetahuan, maka dengan ini saya menyatakan bersedia dan menyetujui untuk melimpahkan hak cipta atas karya tulis saya beserta perangkat prototipenya, yang berjudul : **Evaluasi *Plugin ImageJ* Sebagai Alternatif *Integrated Software InterviewXP* dalam Menentukan Faktor Atenuasi Radionuklida ^{99m}Tc dan ^{153}Sm** kepada Program Studi Fisika Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional untuk menyimpan, mengalihmediakan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), dan merawat, serta memublikasikan skripsi saya sepanjang tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan tanpa tekanan dari pihak manapun.

Jakarta, 11 Agustus 2022

Yang menyatakan

Agni

183112600150019



HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**EVALUASI PLUG-IN IMAGEJ SEBAGAI ALTERNATIF INTEGRATED
SOFTWARE INTERVIEWXP DALAM MENENTUKAN FAKTOR
ATENUASI RADIONUKLIDA ^{99m}Tc DAN ^{153}Sm**

Ditulis dan dipersiapkan oleh :

Adni

183112600150019

Disetujui untuk diajukan pada sidang skripsi Program Studi Fisika

Disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

Drs. Muzilman Muslim, M.Si.
NID. 0302106001

Syarifatul Ulya, S.Si., M.Si.
NIP. 199208102020122008

Mengetahui

Ketua Program Studi



Drs. Ari Mutanto, S.Si., M.Pd.
NID. 0330076702

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**Evaluasi *Plug-in* ImageJ Sebagai Alternatif Integrated Software InterviewXP
dalam Menentukan Faktor Atenuasi Radionuklida ^{99m}Tc dan ^{153}Sm**

Ditulis oleh :

Adni

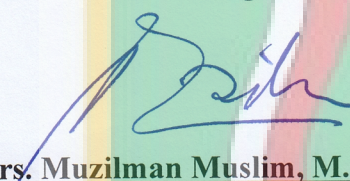
183112600150019

Telah dipertahankan dan diuji oleh dewan penguji skripsi, dan dinyatakan:

LULUS

Jakarta, 27 Agustus 2022

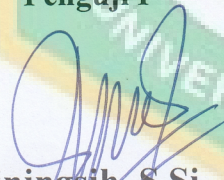
**Ketua Dewan Penguji
Pembimbing I**


Drs. Muzilman Muslim, M.Si.
NID. 0302106001

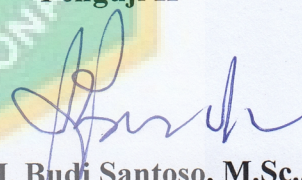
Pembimbing II


Syarifatul Ulya, M.Si.
NIP. 199208102020122008

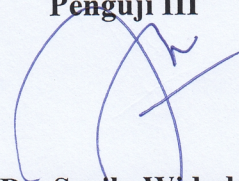
Penguji I


Purwantiningsih, S.Si., M.Sc.
NIDN. 0613078501

Penguji II


Prof. Dr. H. Budi Santoso, M.Sc., APU
NIDN.050090569

Penguji III


Dr. Susilo Widodo
NIP. 195804141980031005

ABSTRAK

Adni, 2022. Evaluasi *Plug-in ImageJ* Sebagai Alternatif Integrated Software InterviewXP dalam Menentukan Faktor Atenuasi Radionuklida ^{99m}Tc dan ^{153}Sm . Pembimbing : Drs. Muzilman Muslim, M.Si.dan Syarifatul Ulya, M.Si.

Kuantifikasi pencitraan planar merupakan metode dalam studi dosimetri interna yang diperlukan dalam tahap persiapan dan evaluasi pasca terapi. Faktor koreksi atenuasi dibutuhkan dalam *Conjugate view method* untuk mendapatkan hasil kuantifikasi citra yang akurat. Pada Instalasi kedokteran nuklir, tingginya beban kerja pada *integrated software* memperlambat proses kuantifikasi, sehingga perlu dikembangkan *software* alternatif yang *portable* dan memiliki akurasi tinggi. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan hasil analisis faktor atenuasi menggunakan *integrated InterviewXP* dan *In-house software*. Penelitian dilaksanakan dengan mengamati atenuasi ^{99m}Tc dan ^{153}Sm yang memiliki rentang aktivitas 1, 2, 4, dan 25 mCi pada slab water phantom dengan variasi ketebalan 1 – 10 cm menggunakan kamera gamma Mediso Anyscan S yang dilengkapi dengan kolimator *Low-Energy High-Resolution*. Pengukuran aktivitas radionuklida dilakukan menggunakan dose calibrator yang terkalibrasi. Kuantifikasi citra dilakukan menggunakan *Mediso InterviewXP* dan *Plug-in ImageJ*. Faktor atenuasi diperoleh dari grafik hubungan antara nilai cacah pada citra dan ketebalan slab. Nilai faktor atenuasi, yang dihasilkan dari analisis *Mediso InterviewXP* dan *In-house software* secara berturut-turut yaitu $0.140 \pm 0.007 \text{ cm}^{-1}$ dan $0.140 \pm 0.009 \text{ cm}^{-1}$ untuk ^{99m}Tc serta $0.128 \pm 0.004 \text{ cm}^{-1}$, dan $0.128 \pm 0.004 \text{ cm}^{-1}$ untuk ^{153}Sm pada rentang aktivitas 1–25 mCi. Berdasarkan hasil uji beda *Paired Samples t-test*, tidak terdapat perbedaan signifikan antara hasil dari *plug-in ImageJ* dan hasil dari *InterviewXP*. Disimpulkan bahwa *plug-in ImageJ* cukup akurat dalam menentukan nilai faktor atenuasi.

Keywords: aktivitas radionuklida, dosimetri internal, faktor atenuasi, *plug-in ImageJ*

ABSTRACT

Adni, 2022. *Plug-in ImageJ Plug-in Evaluation as Alternative of Integrated Software InterviewXP in Detemining Attenuation Factor of ^{99m}Tc and ^{153}Sm Radionuclides.*
Supervisors : Drs. Muzilman Muslim, M.Si. dan Syarifatul Ulya, M.Si.

Planar imaging quantification is a method in internal dosimetry studies which is needed in the preparation and post-therapy evaluation stages. The attenuation factors are needed in **Conjugate View Method** to obtain accurate image quantification results. In nuclear medicine installation, the high workload of integrated software slows the quantification process, so it is necessary to develop alternative software that is portable and has high accuracy. This study aims to compare the result of attenuation factors using integrated and ImageJ Plug-in. The study was conducted by observing the attenuation of ^{99m}Tc and ^{153}Sm , which have 1, 2, 4, and 25 mCi activities on water phantom slabs with thickness variations of 1–10 cm using a Mediso Anyscan S gamma camera equipped with Low-Energy High-Resolution collimator. Radionuclides activity measurement was performed using a calibrated dose calibrator. Image quantification was executed with integrated InterviewXP and ImageJ Plug-in. The attenuation factor was obtained by plotting a graph between count versus slab thickness. Analysis results using InterviewXP and ImageJ Plug-in respectively are $0.140 \pm 0.007 \text{ cm}^{-1}$ and $0.140 \pm 0.009 \text{ cm}^{-1}$ for ^{99m}Tc , and $0.128 \pm 0.004 \text{ cm}^{-1}$ and $0.128 \pm 0.004 \text{ cm}^{-1}$ for ^{153}Sm at activity range of 1–25 mCi. Based on Paired Samples t-test, there is no significant different results between the ImageJ Plug-in and the InterviewXP. It is concluded that ImageJ Plug-in is quite accurate in determining the value of attenuation factors.

Keywords: radionuclide activity, attenuation factor, internal dosimetry, ImageJ Plug-in.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah saya haturkan. Karena atas berkat rahmat dan hidayahnya, saya masih diberi kesempatan untuk hidup hingga hari ini. Salawat serta salam marilah kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menyampaikan wahyu-Nya, sehingga kita bisa menjadi manusia yang lebih baik.

Dalam kata pengantar ini, saya ingin mengucapkan terimakasih kepada seluruh orang yang telah membuat saya mampu untuk menyelesaikan Skripsi, antara lain yaitu :

1. Kepada Bapak Drs. Muzilman Muslim, M.Si, selaku Pembimbing Satu, yang telah meluangkan waktunya dalam mengarahkan, memberi saran dan masukan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Kepada Ibu Syarifatul Ulya, S.Si., sebagai Pembimbing Dua yang telah membimbing jalannya penelitian dan terus menyemangati penulis untuk bisa menyelesaikan skripsi ini.
3. Kepada Bapak Prasetyo Widodo, M.Si. staf peneliti pada PRTKMMN-BRIN yang telah membantu penulis dalam pengambilan data pengamatan di Ruang Kamera Gamma.
4. Kepada Ibu Nur Rahmah Hidayati, M.Sc., Bapak Dr. Rer. Biol. Hum. Heru Prasetyo dan Bapak Prasetyo Widodo, M.Si. sebagai peneliti senior di PRTKMMN-BRIN, yang telah memungkinkan penulis menggunakan sarana penelitian di Ruang Kamera Gamma PRTKMMN-BRIN.
5. Kepada kedua orang tua penulis, Pak Ahyani dan Ibu Ohan Handayani, yang selalu mendukung baik itu dalam bentuk kasih sayang, waktu dan doa. Serta selalu meyakinkan penulis untuk tetap memiliki mimpi yang besar, berusaha dan pantang menyerah dalam menjalani kehidupan.
6. Kepada Bapak Ari Mutanto, M.Pd. dan seluruh staff dosen di Program Studi Fisika Universitas Nasional yang telah memberikan ilmunya yang bermanfaat kepada penulis selama masa perkuliahan
7. Kepada seluruh staf administrasi di Fakultas Teknik dan Sains yang telah membantu dalam memperlancar urusan administrasi untuk penulis

8. Kepada teman-teman seangkatan, Fadhia Fitri Annisaa, Dyah Nuriska Haerunnisa, Hulfi Azmy Saukah, Reza Yuliutami dan Resti Nuriah, yang telah kebersamaan dari awal perkuliahan hingga hari ini
9. Kepada sahabat-sahabat saya, Meuthia Fatih Awliya dan Umi Amanah Awaliah, Lafira, Ustadzah dan santri di asrama Quran Daarut Tarbiyah Jagakarsa (Khoiriyah, Hanni Funica G, Arina Fidayani, Athiyah, Ghina, Rahma), M. Ahlan Bestari, Ahmad Nur Fauji, Ramadhan Yusuf Setiawan yang selalu mendengarkan keluh kesah serta memberikan dukungan moril kepada saya.
10. Seluruh pihak yang telah membantu penulis, yang tidak dapat disebutkan semuanya.
11. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing this hardwork, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting, I wanna tank me for just being me at all times.*

Saya sadar bahwa skripsi yang saya buat masih sangat jauh dari kata sempurna, dan saya sangat menerima masukan mengenai perbaikan yang perlu saya lakukan untuk membuat skripsi ini menjadi lebih baik.

Jakarta, 23 Juni 2022

Adni

DAFTAR ISI

PERNYATAAN BEBAS PRAKTIK PLAGIARISME	ii
PERNYATAAN PELIMPAHAN HAK PUBLIKASI SKRIPSI	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
ABSTRAK-ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 Kedokteran Nuklir	5
2.1.2 Kamera Gamma	5
2.1.3 Teknisium-99m (^{99m}Tc)	14
2.1.4 Samarium-153 (^{153}Sm).....	16
2.1.5 <i>Dose calibrator</i>	16
2.1.6 Faktor Atenuasi.....	17
2.1.7 <i>Conjugate View Method</i>	18
2.1.8 <i>Integrated Software InterviewXP</i>	20

2.1.1	<i>Plug-in ImageJ</i>	21
2.1	Hasil Penelitian Terkini	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		25
3.1	Desain Penelitian	25
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	25
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	26
3.3.1	Alat Penelitian	26
3.3.2	Bahan Penelitian	28
3.4	Metode Penelitian.....	30
3.4.1	Variabel Penelitian.....	30
3.4.2	Metode Pengambilan Data.....	30
3.4.3	Metode Pengumpulan Data.....	30
3.4.4	Metode Analisa Data	30
3.4.5	Metode Pengolahan Data.....	31
3.5	Langkah Kerja Penelitian	31
3.5.1	Preparasi sumber.....	31
3.5.2	Positioning dan Akuisisi Citra	32
3.5.3	Pembuatan <i>Plug-in ImageJ</i>	33
3.5.4	Nilai cacah pada hasil citra	34
3.5.5	Penentuan Nilai Faktor Atenuasi	34
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		36
4.1	Hasil Penelitian.....	36
4.1.1	Preparasi Sumber	36
4.1.2	<i>Positioning</i> dan Akuisisi Citra	37
4.1.3	Pembuatan <i>Plug-in ImageJ</i>	38
4.1.4	Penentuan Nilai Cacah pada Citra	40
4.1.5	Penentuan Nilai Faktor Atenuasi	42

4.1.6	Evaluasi <i>Plug-in</i> ImageJ	44
4.2	Pembahasan	45
4.2.1	Nilai cacah terhadap ketebalan slab	45
4.2.2	Nilai Faktor Atenuasi	46
4.2.3	Evaluasi <i>Plug-in</i> ImageJ	47
BAB V KESIMPULAN		48
5.1	Kesimpulan.....	48
5.2	Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA.....		49
LAMPIRAN		52
Lampiran A.	Hasil akuisisi citra ^{153}Sm 1,7 mCi.....	52
Lampiran B.	Hasil akuisisi citra $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 1,068 mCi.	53
Lampiran C.	Hasil Kuantifikasi Citra ^{153}Sm	54
Lampiran D.	Hasil Kuantifikasi Citra $^{99\text{m}}\text{Tc}$	62
Lampiran E.	Grafik hubungan antara Av. ln cps dan ketebalan slab	70



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skematik alat ukur radiasi kamera gamma	6
Gambar 2. 2 Struktur Photomultiplier Tube (PMT)	8
Gambar 2. 3 Prinsip Dasar Kolimator	9
Gambar 2. 4 Kolimator dengan bentuk lubang Heksagonal	10
Gambar 2. 5 Bentuk Kolimator berdasarkan Jenis Pemfokusan	11
Gambar 2. 6 Hasil tampilan spektrum dengan menggunakan MCA	14
Gambar 2. 7 Skematik Generator Molybdenum-99 atau ^{99m}Tc	15
Gambar 2. 8 Dose calibrator	17
Gambar 2. 9 Ilustrasi <i>conjugate view methods</i>	19
Gambar 2. 10 <i>Integrated Software InterviewXP</i> menghitung nilai cacah	21
Gambar 3. 1 Dose Calibrator Comcer IBC-Lite	26
Gambar 3. 2 Kamera Gamma Dual Head Anyscan S by Mediso	27
Gambar 3. 3 Tampilan Pengguna pada <i>Integrated Software Nuclei</i>	27
Gambar 3. 4 Tampilan <i>Integrated Software InterviewXP, Plug-in ImageJ</i>	28
Gambar 3. 5 Sumber ^{99m}Tc	29
Gambar 3. 6 Slab Water Phantom	29
Gambar 3. 7 Pengolahan data pada Excel	31
Gambar 3. 8 Preparasi Sumber dengan Dose calibrator	32
Gambar 3. 9 Preparasi radionuklida	32
Gambar 3. 10 Ilustrasi Positioning dan akuisisi citra	33
Gambar 3. 11 Akuisisi citra dengan attenuator (<i>slab water phantom</i>)	33
Gambar 3. 12 Diagram Alir Penelitian	35
Gambar 4. 1 Citra ^{99m}Tc 3,8 mCi dengan ketebalan attenuator 0, 3, 7, 10 cm	37
Gambar 4. 2 Citra ^{153}Sm 1,73 dengan ketebalan attenuator 0, 3, 7, 10 cm	37

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis Kolimator dan Radioaktifnya	12
Tabel 2. 2 Penggunaan radiofarmaka ^{99m}Tc dalam pencitraan	16
Tabel 2. 3 Besar Energi dan nilai faktor atenuasi	18
Tabel 4. 1 Aktivitas radionuklida	36
Tabel 4. 2 Nilai <i>cacah</i> ^{153}Sm aktivitas 1,7 mCi pada InterviewXP	40
Tabel 4. 3 Nilai <i>cacah</i> ^{153}Sm aktivitas 1.7 mCi pada <i>Plug-in ImageJ</i>	41
Tabel 4. 4 Hasil analisis faktor atenuasi menggunakan InterviewXP	43
Tabel 4. 5 Hasil analisa Faktor atenuasi menggunakan <i>Plug-in ImageJ</i>	44
Tabel 4. 6 Data uji normalitas Shapiro-Wilk	45
Tabel 4. 7 Data uji beda paired Sample t-test	45

