

SKRIPSI

**METODE ESTIMASI RISIKO KANKER PADA ORGAN BERISIKO
PEMERIKSAAN RADIOGRAFI KEPALA DI RSUD KABUPATEN
BEKASI DENGAN METODE MONTE CARLO**

*Estimation Method of Cancer Risk at Organ at Risk on Head Radiographic
Examination in Bekasi District Hospital Using Monte Carlo Method*

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar
Sarjana Sains**



Oleh:

Surachman
183112600120021

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL
JAKARTA
2023**

**METODE ESTIMASI RISIKO KANKER PADA ORGAN BERISIKO
PEMERIKSAAN RADIOGRAFI KEPALA DI RSUD KABUPATEN
BEKASI DENGAN METODE MONTE CARLO**

*Estimation Method of Cancer Risk at Organ at Risk on Head Radiographic
Examination in Bekasi District Hospital Using Monte Carlo Method*



Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar **Sarjana Sains** pada
Program Studi Fisika

Oleh:

Surachman
183112600120021

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL
JAKARTA
2023**

**PERNYATAAN
BEBAS PRAKTIK PLAGIARISME**

Dengan ini saya nyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi dan seluruh isinya berjudul:

Metode Estimasi Resiko Kanker Pada Organ Berisiko Pemeriksaan Radiografi Kepala di RSUD Kabupaten Bekasi Dengan Metode Monte Carlo.

Adalah benar karya saya sendiri yang ditulis dibawah arahan dan bimbingan dosen pembimbing. Sepanjang pengetahuan saya, didalamnya 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 saya dan rujukan dalam karya ini baik yang terpublikasikan maupun tidak, telah dengan jelas saya sebutkan dalam daftar pustaka.

Jika dalam karya 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, 25 Februari 2023
Yang menyatakan



Nama : Surachman
NPM : 183112600120021

**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:

Metode Estimasi Resiko Kanker Pada Organ Berisiko Pemeriksaan Radiografi Kepala di RSUD Kabupaten Bekasi Dengan Metode Monte Carlo

Kepada Program Studi Fisika Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional untuk menyimpan, mengalihmediakan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), dan merawat, serta mempublikasikan skripsi saya sepanjang tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemlik Hak Cipta.

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

Jakarta, 25 Februari 2023

Yang menyatakan



Nama : Surachman

NPM : 183112600120021



HALAMAN PERSETUJUAN

**METODE ESTIMASI RISIKO KANKER PADA ORGAN BERISIKO
Pemeriksaan Radiografi Kepala di RSUD Kabupaten Bekasi
dengan Metode Monte Carlo**

SKRIPSI

Ditulis dan dipersiapkan oleh :


Surachman

183112600120021


Disetujui untuk diajukan pada sidang
skripsi Program Studi Fisika
25 Februari 2023

Disetujui Oleh :

Pembimbing I


Dr. Muzilman Muslim, M.Si
NIDN . 0302106001

Pembimbing II


Dr. rer. Biol. Hum. Heru Prasetyo
NIP. 197703152000121001

UNIVERSITAS NASIONAL
Mengetahui,

Ketua Program Studi Fisika



Dr. Ari Mutanto, M.Pd

NIDN. 0330076702

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI

METODE ESTIMASI RISIKO KANKER PADA ORGAN BERISIKO
Pemeriksaan Radiografi Kepala di RSUD Kabupaten Bekasi
dengan Metode Monte Carlo

Ditulis oleh :

Surachman

183112600120021

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

LULUS

Jakarta 25 Februari 2023

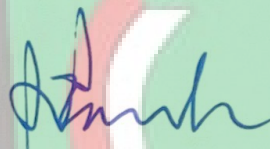
Penguji I



Purwantiningsih, S.Si, M.Sc

NIDN . 0613078501

Penguji II



Prof. Dr. H. Budi Santoso, M.Sc

NIDN 050090569

Penguji III



Prof. Dr. Susilo Widodo

NIP. 195804141980031005

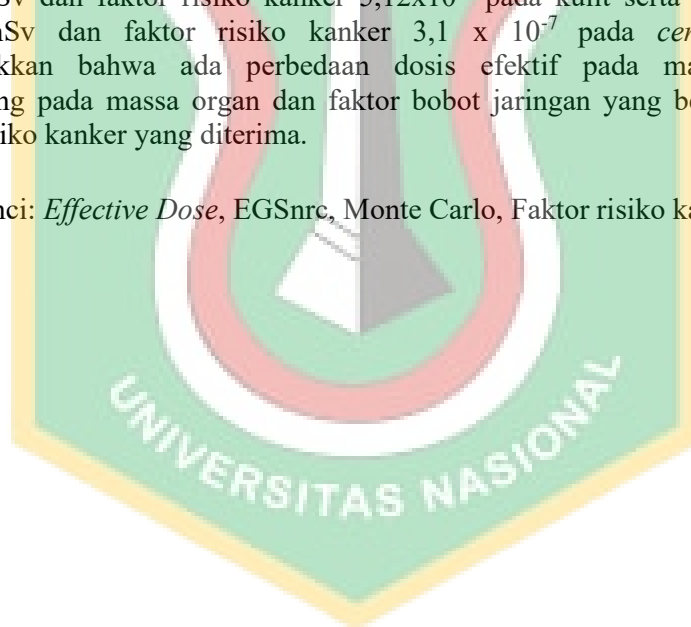


ABSTRAK

Surachman. 2023. “*Metode Estimasi Risiko Kanker Pada Organ Berisiko Pemeriksaan Radiografi Kepala di RSUD Kabupaten Bekasi Menggunakan Metode Monte Carlo*”, Pembimbing: Drs. Muzilman Muslim, M.Si. dan Dr. rer. Biol Hum. Heru Prasetyo.

Semakin meningkatnya pemeriksaan sinar-x untuk keperluan medis, dosis yang diterima oleh pasien juga semakin meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis efektif dan pengaruhnya terhadap faktor risiko kanker yang mungkin diterima oleh pasien pada pemeriksaan radiografi kepala. Penelitian menggunakan simulasi Monte Carlo menggunakan *phantom* yang dibuat dari hasil pengolahan citra pasien yang diperoleh dari Instalasi Radiologi RSUD Kabupaten Bekasi. Simulasi menggunakan program EGSnrc yang disimulasikan pada jarak 100 cm dari sumber sinar-X dengan faktor eksposi 80 kV dan 20 mAs. Hasil diperoleh dosis efektif senilai 0,003 mSv dan faktor risiko kanker $7,7 \times 10^{-7}$ pada lensa mata, dosis efektif senilai 0,008 mSv dan faktor risiko kanker 8×10^{-8} pada *thyroid*, dosis efektif senilai 0,003 mSv dan faktor risiko kanker $7,7 \times 10^{-7}$ pada kelenjar pituitari, dosis efektif senilai 0,004 mSv dan faktor risiko kanker $5,12 \times 10^{-7}$ pada kulit serta dosis efektif senilai 0,002 mSv dan faktor risiko kanker $3,1 \times 10^{-7}$ pada *cerebellum*. Penelitian menunjukkan bahwa ada perbedaan dosis efektif pada masing-masing organ bergantung pada massa organ dan faktor bobot jaringan yang berpengaruh terhadap faktor risiko kanker yang diterima.

Kata Kunci: *Effective Dose*, EGSnrc, Monte Carlo, Faktor risiko kanker

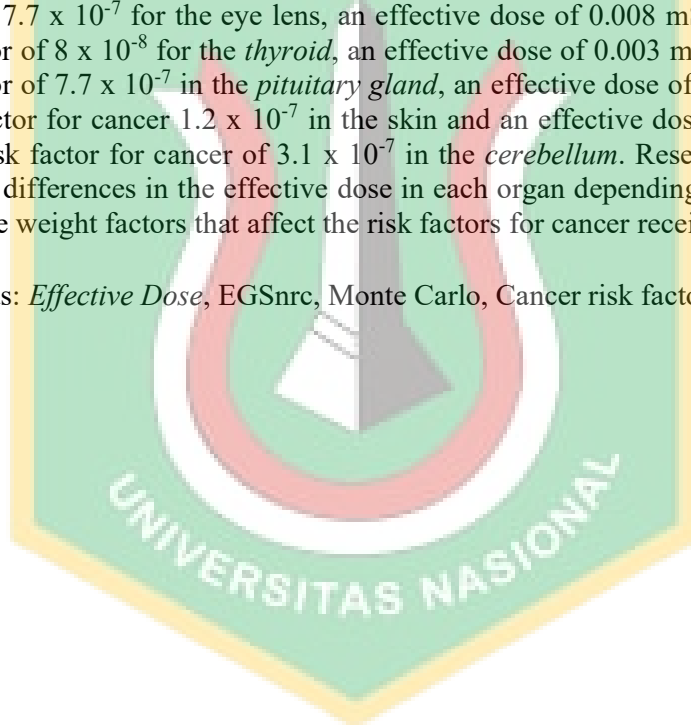


ABSTRACT

Surachman. 2023. “*Estimation Method of the Risk at Organ at Risk on Head Radiographic Examination in Bekasi District Hospital Using Monte Carlo Method*”, Report Supervisors: Drs. Muzilman Muslim, M.Sc. and Dr. err. Biol Hum. Heru Prasetyo.

As x-ray examinations for medical purposes increase, the doses received by patients also increase. This study aims to determine the effective dose and its effect on cancer risk factors that may be received by patients on head radiography examination. The study used a Monte Carlo simulation using a *phantom* created from the results of patient image obtained from the Radiology Installation of the Bekasi District Hospital. The simulation uses the EGSnrc program which is simulated at 100 cm from an X-ray source, with exposure factors at 80 kV and 20 mAs. The results obtained were an effective dose of 0.003 mSv and a cancer risk factor of 7.7×10^{-7} for the eye lens, an effective dose of 0.008 mSv and a cancer risk factor of 8×10^{-8} for the *thyroid*, an effective dose of 0.003 mSv and a cancer risk factor of 7.7×10^{-7} in the *pituitary gland*, an effective dose of 0.004 mSv and a risk factor for cancer 1.2×10^{-7} in the skin and an effective dose of 0.002 mSv with a risk factor for cancer of 3.1×10^{-7} in the *cerebellum*. Research shows that there are differences in the effective dose in each organ depending on organ mass and tissue weight factors that affect the risk factors for cancer received.

Keywords: *Effective Dose*, EGSnrc, Monte Carlo, Cancer risk factors



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'aalamiin. Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains Program Studi Fisika pada Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Drs. Muzilman Muslim, M.Si. selaku Pembimbing I yang telah memberikan waktu, tenaga, dan pikiran dalam proses pembuatan skripsi ini hingga selesai.
2. Bapak Dr. rer. Biol. Hum. Heru Prasetyo, selaku dosen pembimbing II atas kesabarannya membimbing penulis dan telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.
3. Untuk keluarga penulis, Ibu Sugiarti, istriku Dyah Astri Caturningsih dan anak-anakku, terima kasih atas dukungan dan pengertiannya. Semoga Allah SWT senantiasa melindungi kita semua. Aamiin.
4. Seluruh Dosen Pengajar Program Studi Fisika Universitas Nasional atas ilmu dan bimbingannya selama menjalani perkuliahan.
5. Seluruh karyawan dan staf Universitas Nasional yang sudah memberikan bantuan serta dukungannya kepada penulis baik selama perkuliahan hingga terselesaikannya skripsi ini.
6. Seluruh teman-teman seangkatan, terutama kelas fisika karyawan angkatan 2018 yang telah bersama-sama menempuh perkuliahan.
7. Seluruh Pimpinan dan staf RSUD Kabupaten Bekasi terutama di lingkungan Instalasi Radiologi yang telah membantu kegiatan pekerjaan sehari-hari.

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi perbaikan masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bekasi, 14 Februari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	2
HALAMAN PERSETUJUAN.....	3
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	4
HALAMAN PENGESAHAN.....	5
KATA PENGANTAR	6
ABSTRAK.....	8
ABSTRACT.....	9
DAFTAR ISI	10
DAFTAR GAMBAR	11
DAFTAR TABEL.....	13
DAFTAR LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Landasan Teori.....	4
2.1.1 Organ berbahaya pada pemeriksaan radiografi kepala.....	4
2.1.2 Dosimetri Radiasi.....	7
2.1.3 Efek Radiasi.....	13
2.1.4 Simulasi Monte Carlo.....	15
2.2 Penelitian Terdahulu.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Desain Penelitian.....	19
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	20
3.3 Alat Penelitian.....	21
3.4 Metode Penelitian.....	21
3.4.1 Variabel Penelitian.....	22
3.4.2 Metode Pengumpulan Data.....	22
3.4.3 Metode Pengolahan Data.....	23
3.4.4 Metode Analisis Data.....	25
3.4.5 Diagram Alir Pengambilan Data dan Diagram Alir Penelitian.....	26
3.5 Prosedur Penelitian.....	27

3.5.1	Pemodelan Eksperimen.....	27
3.5.2	Pemilihan energi	28
3.5.3	Permodelan Geometri Sinar-X dan Spektrum Sinar-X.....	28
3.5.4	Pembuatan Phantom.....	29
3.5.5	Simulasi EGSnrc	30
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1	Nilai INAK dan ESAK dari hasil pengukuran langsung.....	31
4.1.1	Nilai Laju Dosis	31
4.1.2	HVL	31
4.1.3	Nilai ESAK.....	34
4.2	Nilai Dosis Serap Organ Hasil Simulasi EGSnrc.....	35
4.3	Nilai Dosis Ekuivalen dan Dosis Efektif.....	39
BAB V	PENUTUP.....	42
5.1	Kesimpulan	42
5.2	Saran.....	42



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Anatomi Kulit [8].	4
Gambar 2.2 Struktur Anatomi Mata [9]	5
Gambar 2.3 Struktur Anatomi Tiroid [10].	6
Gambar 2.4 Struktur Anatomi Otak [11]	7
Gambar 2.5 Pengukuran <i>Incident Air Kerma</i> [12].	9
Gambar 2.6 Skema Simulasi Monte Carlo [13]	15
Gambar 2.7 Tampilan Software EGSnrc [14]	16
Gambar 3.1 Grafik Hubungan antara INAK dengan kV	19
Gambar 3.2 Bagab Pengukuran INAK dan ESD.	24
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 3.3 Geometri Eksperimen yang Diterapkan untuk Simulasi Monte Carlo.	28
Gambar 3.4 Geometri sinar-X pada simulasi Monte Carlo	29
Gambar 4.1 Grafik hubungan antara dosis serap dengan kV Pada Tegangan 50 kV, 60 kV, 70 kV, 80 kV, 90 kV dan 100 kV	31
Gambar 4.2 Grafik hubungan antara HVL dengan kV Pada Tegangan 50 kV, 60 kV, 70 kV, 80 kV, 90 kV dan 100 kV	32
Gambar 4.3 Grafik hubungan antara laju dosis dengan kV Pada Tegangan 50 kV, 60 kV, 70 kV, 80 kV, 90 kV dan 100 kV	32
Gambar 4.4 Grafik hubungan antara kV dengan INAK[15]	34
Gambar 4.5 Pengukuran dosis serap lensa mata[36]	36
Gambar 4.6 Pengukuran dosis serap thyroid	36
Gambar 4.7 Pengukuran dosis serap kelenjar pituitari	37
Gambar 4.8 Pengukuran dosis serap kulit	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Daftar Bobot Radiasi[31]	10
Tabel 2.1 Tabel Daftar Bobot Jaringan[31].....	10
Tabel 3.1 Tabel estimasi kerugian akibat paparan radiasi pada sepesifik populasi jenis kelamin	25
Tabel 4.1 Tabel hubungan antara kV, laju dosis dan HVL	33
Tabel 4.2 Nilai dosis serap organ	38
Tabel 4.3 Nilai dosis efektif dengan faktor risiko kanker	40

