

**PERBANDINGAN DOSIS PADA SIMULASI RADIOTERAPI
PARU-PARU ANTARA HASIL KALKULASI TPS DENGAN
PENGUKURAN**



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Fisika

OLEH

WAHYU EDY WIBOWO

0304020795



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK
2008**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Wahyu Edy Wibowo

NPM : 0304020795

Tanda Tangan :

Tanggal :

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Wahyu Edy Wibowo
NPM : 0304020795
Program Studi : Sarjana Reguler Fisika
Peminatan : Fisika Medis
Judul Skripsi : Perbandingan Dosis pada Simulasi Radioterapi Paru-Paru antara Hasil Kalkulasi TPS dengan Pengukuran

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Sarjana Reguler Fisika, Fakultas Matemática dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Prof. Dr. Djarwani S. Soejoko (

)

Pembimbing 2 : Sugiyantari, M.Si (

)

Penguji 1 : Dr. Musaddiq Musbach (

)

Penguji 2 : Dwi Seno K, M.Si (

)

Penguji 3 : Heru Prasetyo, M.Si (

)

Ditetapkan di :

Tanggal :

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Perbandingan Dosis pada Simulasi Radioterapi Paru-Paru antara Hasil Kalkulasi TPS dengan Pengukuran”.

Skripsi ini disusun guna memenuhi sebagian syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains Jurusan Fisika pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Indonesia.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, baik ditinjau dari segi bahasan maupun teknik penyajian. Untuk itu, penulis dengan senang hati menerima kritik maupun saran yang membangun guna mewujudkan suatu karya tulis yang lebih sempurna.

Dalam kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, penulis ucapkan terima kasih terutama kepada:

1. Ibunda (Nurlismar), ayahanda (Agus Maryanto, S.Sos), dan kakakku (Purnamasari Prasetia Amaliya, S.Sos) tercinta atas dukungan, dorongan, doa, perjuangan, dan pengorbanan yang diberikan sejak penulis lahir sampai hari ini baik moril dan materil.
2. Prof. Dr. Djarwani S. Soejoko dan Sugiantari, M.Si selaku dosen pembimbing 1 dan 2 telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
3. Dr. Musaddiq sebagai dosen penguji I dalam sidang skripsi.
4. Dwi Seno K, M.Si sebagai dosen penguji II pada sidang skripsi.
5. Heru Prasetio M.Si. sebagai dosen penguji III pada sidang skripsi dan “pembimbing”. ”Mas, terima kasih ya atas bimbingan dan bantuannya. Maaf saya sering bikin mas repot”.
6. Alm. Dr Rachmat W.A yang telah memberikan bimbingan dan arahan serta mengajarkan makna hidup dan kehidupan.
7. Supriyanto Ardjo Pawiro, M.Si dan Hibah Bersaing XV tahun 2008 yang dengan kesabaran dan sudah banyak meluangkan waktunya dalam mendampingi mengambil data, memberikan arahan,

bimbingan, dan bantuan materil sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

8. Mas Ali, M.Si dan mba Gati, M.Si yang telah mengajarkan TPS PLATO, mas Anton, mas Pur, mas Ucan, dan seluruh Staf Instalasi Radioterapi Persahabatan Jakarta yang telah banyak membantu dalam pngambilan data, pembelajaran klinis, dan pengetahuan tetang radioterapi.
9. Ibu Helfi, ibu Diah, ibu Yati, mas Eka seta seluruh karyawan PTKMR BATAN Pasar Jumat atas pelatihan dan penyediaan TLD pada penelitian ini.
10. Teman-temaku tercinta Fadli, Fahri, Yoga, Tulus dan “The Builder Famz” Auto Club (Doniey ”Staniya Band”, Parta, Anas, Firman, dan Heru) beserta keluarga atas semangat dan doa kepada penulis.
11. Widy Astuti, SE dan Wahyu Amanati, SH beserta keluarga atas dukungan, doa, dan selalu setia menemani penulis di saat – saat susah dan senang.
12. Teman-teman senasib dan seperjuangan fisika 2004 dan fisika medis 2004 khususnya cenmi dan vian terimakasih atas terjemahannya selama ini.
13. Seluruh pihak yang telah membantu dan tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis berdoa mudah-mudahan bantuan, pengarahan, bimbingan, dan dorongan tersebut mendapat imbalan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca pada umumnya.

Depok, Desember 2008

Penulis,

Wahyu Edy Wibowo

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wahyu Edy Wibowo
NPM : 0304020795
Program Studi : Sarjana Reguler Fisika
Departemen : Fiska
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Perbandingan Dosis pada Simulasi Radioterapi Paru-Paru antara Hasil Kalkulasi
TPS dengan Pengukuran

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan , mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di :

Pada tanggal :

Yang menyatakan

(.....)

ABSTRAK

Nama : Wahyu Edy Wibowo
Program Studi : Sarjana Reguler Fisika
Judul : Perbandingan Dosis pada Simulasi Radioterapi
Paru-Paru antara Hasil Kalkulasi TPS dengan
Pengukuran

Telah dilakukan simulasi radioterapi paru-paru untuk verifikasi dosis kalkulasi TPS dengan pengukuran. fantom IMRT CIRS yang terdiri dari material jaringan lunak, paru-paru, dan tulang belakang digunakan sebagai objek dalam simulasi ini. Dosimeter yang digunakan dalam pengukuran adalah, bilik ionisasi Farmer tipe PTW 30013 dan NE 2571, serta Thermoluminisence Dosimeter (TLD). Fantom diradiasi menggunakan sinar-X 10 MV, ukuran lapangan 15 x 15 cm² dengan 2 lapangan *plane parallel* metode Anterior-Posterior dan Posterior-Anterior (AP/PA) dan oblig Medio-Lateral dan Lateral-Medial (ML/LM) teknik SAD (*Source to Axis Distance*) 100 cm. Dosis pada jaringan lunak, paru-paru, dan tulang belakang dikalkulasi mengikuti protokol IAEA TRS 277 khusus untuk pengukuran dengan bilik ionisasi, sedangkan untuk pengukuran dengan TLD kalkulasi dosis pada ketiga medium menggunakan hasil kalibrasi. Dari 27 data deviasi antara hasil pengukuran dan kalkulasi TPS yang dievaluasi, untuk metode AP/PA diperoleh 18 data (66,67%) berada pada daerah antara -4 % sampai 6% dan 9 data (33,33%) berada diluarnya. Sedangkan untuk metode ML/LM, 20 data (74,07%) mempunyai deviasi berada dalam daerah $\pm 6\%$, selebihnya 7 data (25,93%) memiliki deviasi lebih dari $\pm 6\%$. Dalam penelitian ini, diperkirakan faktor koreksi ketidakhomogenan pada TPS kurang akurat terutama untuk jaringan paru.

Kata kunci : material tidak homogen, metode AP/PA, metode ML/LM

ABSTRACT

Name : Wahyu Edy Wibowo
Study Programe : Physics Undergraduate
Title : **The Dose Comparison on Lung Radiotherapy
Simulation between TPS Calculation Result with
Measurement**

A radiotherapy simulation of the lung for TPS verification dosage has been conducted by measurement. An IMRT CIRS phantom, that consisted of soft tissue, lung, and spine material, was used for this simulation. The dosimetry that were used in measurements are 30013 PTW Farmer-type and NE 2571 ionization chamber and also Thermoluminisence Dosimeter (TLD). Phantom was irradiated using a 10 MV X-ray with plane dimensions of 15 x 15 cm² using 2 plane parallel field Anterior-Posterior method and oblique Lateral-Medial (ML/LM) technique where SAD (*Source to Axis Distance*) is 100 cm. Dosage at soft tissue, lung, and spine were calculated following the IAEA TRS 277 protocol specifically for ionization chamber measurement while measurements using TLD, dosage for those three areas was calculated using calibration result. Out of 27 deviation datas regarding the evaluation of measurements and TPS calculation, for AP/PA method 18 datas (66.67%) were between -4% and 6%, while 9 datas (33,33%) were beyond it. Whereas for ML/LM method, 20 data (74,07%) have deviation between $\pm 6\%$, remainder 7 data (25,93%) deviation have more than $\pm 6\%$. In this study it is estimated that inhomogeneity correction factor for the TPS is not accurate especially for lung tissue.

Keyword : inhomogenous matter, AP/PA method, ML/LM method

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah	1
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Sistematika Penulisan	2
BAB 2 TINJAUAN TEORI	3
2.1 Dosis serap Dalam Material Biologi	3
2.2 Penentuan Dosis Serap Dalam Air	4
2.3 Ketidakhomogenan Jaringan	10
2.4 Dosimeter Bilik Ionisasi	13
2.4 Dosimeter Thermoluminesensi	16
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Bahan dan Peralatan	20
3.2 Metoda Penelitian	21
3.3 Pengukuran Verifikasi	21
3.4 Gambar Pengukuran Verifikasi	22
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Metode Anterior-Posterior (AP) dan Posterior-Anterior (PA) (AP/PA)	24
4.2 Metode Medio-Lateral (ML) dan Lateral-Medial (LM) (ML/LM)	28
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Ilustrasi <i>Set Up</i> Penyinaran Untuk Penentuan Dosis Serap Dibawah Kondisi Acauan	6
Gambar 2.2 Ilustrasi Berkas Radiasi Pencil Pada Keberadaan Material Tidak Homogen Paru-Paru	10
Gambar 2.3 Simulasi Jaringan dengan Densitas Berbeda Ditempatkan Diantara Dua Lapisan Jaringan Ekuivalen Air	12
Gambar 2.4 Skema dari Langkah-Langkah Proses dalam Penentuan Ionomerik Foton Menggunakan Bilik Ionisasi	14
Gambar 2.5 Disain Dasar dari Sebuah Bilik Ionisasi Farmer	16
Gambar 2.6 Ilustrasi proses kerja TLD	17
Gambar 3.1 Foto fantom CIRS	20
Gambar 3.2 Foto Penyinaran Metode AP	22
Gambar 3.3 Foto Penyinaran Metode ML	23
Gambar 3.4 Foto Peletakan TLD pada Fantom	23
Gambar 3.5 Foto Peletakan Bilik Ionisasi Farmer pada Fantom	23
Gambar 4.1 Pengelompokan Nilai Deviasi Teknik AP/PA	25
Gambar 4.2 Diagram Batang Dosis Kalkulasi TPS dan Pengukuran pada Tulang Belakang untuk Metode AP/PA	26
Gambar 4.3 Diagram Batang Dosis Kalkulasi TPS dan Pengukuran pada Jaringan Lunak untuk Metode AP/PA	27
Gambar 4.4 Diagram Batang Dosis Kalkulasi TPS dan Pengukuran pada Paru-Paru untuk Metode AP/PA	27
Gambar 4.5 Pengelompokan Nilai Deviasi Teknik ML/LM	29
Gambar 4.2 Diagram Batang Dosis Kalkulasi TPS dan Pengukuran pada Tulang Belakang untuk Metode ML/LM	30
Gambar 4.3 Diagram Batang Dosis Kalkulasi TPS dan Pengukuran pada Jaringan Lunak untuk Metode ML/LM	31
Gambar 4.4 Diagram Batang Dosis Kalkulasi TPS dan Pengukuran pada Paru-Paru untuk Metode ML/LM	31

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tabel Kondisi Acuan dari Geometri Penyinaran Untuk Pengukuran Dosis Serap Menggunakan Sebuah Bilik Ionisasi Dalam Sebuah Fantom Data	7
Tabel 2.2 Tabel Nisbah Daya Henti Masa atau <i>Stopping Power</i> Air Relatif Terhadap Udara	9
Tabel 4.1 Dosis pada Berbagai Jaringan Dibandingkan dengan Kalkulasi TPS Metode AP/PA	25
Tabel 4.2 Dosis pada Berbagai Jaringan Dibandingkan dengan Kalkulasi TPS Metode ML/LM	28

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Gambar Hasil Kalkulasi TPS
- Lampiran 2 Data Massa Material Simulasi Berbagai Jaringan
- Lampiran 3 Data Hasil Pengukuran Farmer
- Lampiran 4 Data Hasil Pengukuran TLD
- Lampiran 5 Data Hasil Kalibrasi TLD
- Lampiran 6 Salah Satu Perhitungan Dosis Pengukuran