

# Pengaruh Ketidakhomogenan Medium pada Radioterapi

SUPRIYANTO A. PAWIRO<sup>1</sup>, SUGIYANTARI<sup>2</sup>, DAN TIRTO WAHONO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departemen Fisika, FMIPA, Universitas Indonesia, Depok, 16424

<sup>2</sup>Bagian Radioterapi RSUP Persahabatan, Jakarta Timur

<sup>3</sup>Instalasi Radiologi, Rumah Sakit Jiwa Bandung, Jawa Barat

## ABSTRACT

The measurements of percentage depth dose (PDD) were done by using plan parallel ionization Markus chamber in homogenous and heterogeneity medium. Homogenous phantom was made from slicing of acrylic materials up to thickness of 30 cm, and heterogeneity phantom was modified homogenous phantom with insert 4 cm lung equivalent material (cork). Experiments were performed using 6 and 10 MV X-ray produce from linear accelerator LINAC Varian 2100C. The mean difference of percentage depth dose (PDD) in between homogeneous and heterogeneity phantom are 4.3% of 6 MV and 3.7% of 10 MV X-ray. The presence of lung equivalent material of acrylic medium increase the dose up to 11.7% for 6 MV and 10.2 for 10 MV X-ray. The correction factor of lung equivalent medium of acrylic medium are in the range up to 1.19 for 6 MV and 1.15 for 10 MV X-ray.

**Key words:** heterogeneity medium, Markus chamber, correction factor.

## ABSTRAK

Telah dilakukan pengukuran *Percentage Depth Dose* (PDD) pada medium homogen dan nonhomogen dengan menggunakan bilik ionisasi plan paralel Markus. Phantom homogen dibuat dari susunan lapisan akrilik setebal 30 cm, dan phantom nonhomogen dibuat dengan menyisipkan lapisan gabus ekivalen paru-paru setebal 4 cm yang dimasukkan ke dalam susunan akrilik. Penyinaran dilakukan dengan sinar-X 6 MV dan 10 MV yang diproduksi oleh LINAC Varian 2100C. Perbedaan prosentase dosis kedalaman (PDD) pada medium homogen dan nonhomogen rata-rata sebesar 4,3% pada sinar-X 6 MV dan 3,7% pada sinar-X 10 MV. Pemberian gabus pada akrilik mengakibatkan peningkatan dosis sampai 11,7% pada sinar-X 6 MV dan 10,2% pada sinar-X 10 MV. Faktor koreksi yang dihasilkan sebagai akibat adanya material ekivalen paru-paru/gabus mencapai 1,19 pada sinar-X 6 MV dan 1,15 pada sinar-X 10 MV.

**Kata kunci:** Medium tak homogen, Markus chamber, faktor koreksi

## PENDAHULUAN

International Commission on Radiation Unit and Measurement (ICRU) merekomendasikan bahwa dosis yang diberikan dalam terapi pasien mempunyai ketidakakuratan yang diperbolehkan berada pada jangkauan -5% sampai +7%. Untuk mengikuti rekomendasi ini, setiap langkah yang terlibat dalam radioterapi seperti perhitungan dosis radiasi, peletakan pasien, kalibrasi pesawat, dan kalibrasi keluaran radiasi harus memiliki akurasi yang kurang lebih 5%, sehingga dalam perhitungan dosis sedapat mungkin memiliki keakuratan 2-3%.<sup>1-3</sup>

Dalam perspektif dosimetri radiasi, keberadaan medium tidak homogen seperti paru-paru, tulang, dan jaringan lunak harus diperhitungkan mengingat pada awalnya dosimetri dilakukan dengan medium homogen (air).<sup>1-4</sup> Dari eksperimen yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti menunjukkan bahwa keberadaan medium tidak homogen seperti paru-paru akan mengubah data dosis pada medium air lebih dari 30%, sehingga dosis harus dihitung dengan asumsi pertama semua target adalah air dan kemudian dikoreksi dengan keberadaan medium tidak homogen.<sup>2-3</sup>

## ALAMAT

### KORESPONDENSI

Supriyanto A. Pawiro,  
Dep. Fisika, Fakultas  
Matematika & Ilmu  
Pengetahuan Alam  
Universitas Indonesia  
Depok 16424 e-mail:  
supriyanto.p@ui.edu

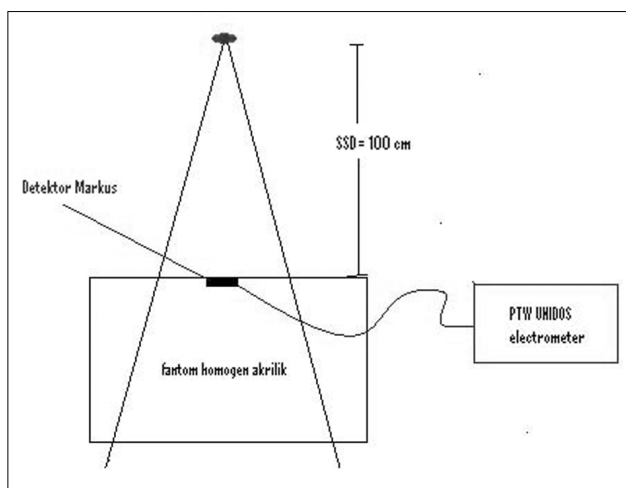
Dalam penelitian ini, permasalahan yang akan diungkap adalah besar nilai prosentase dosis kedalaman/*percentage depth dose* (PDD) pada medium akrilik homogen dan nonhomogen, serta faktor koreksi akibat medium nonhomogen tersebut.

**MATERI DAN METODE**

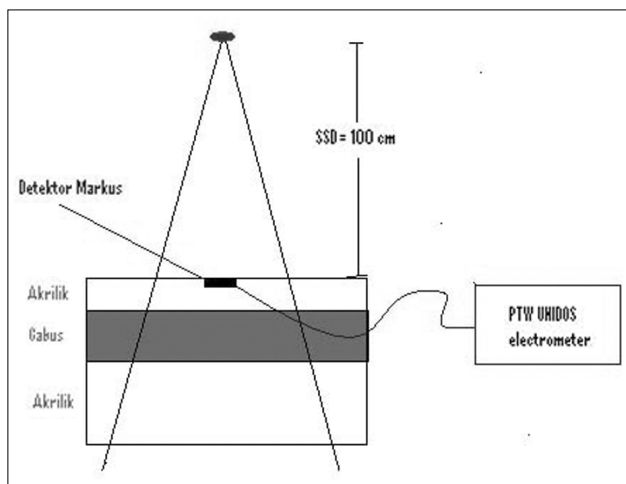
Eksperimen dilakukan di Instalasi Radioterapi RSUP Persahabatan, Jakarta Timur, menggunakan pesawat linear accelerator Varian 2100C yang memiliki modalitas sinar-X 6 dan 10 MV serta berkas elektron 6, 9, 12, 16, dan 20 MeV. Pengukuran menggunakan detektor Markus PTW dan elektrometer PTW Unidos.

**Pengukuran *Percentage Depth Dose* (PDD) pada Medium Akrilik Homogen**

Pengukuran dilakukan menggunakan susunan medium ekuivalen air (akrilik densitas 1,12 gram/cm<sup>3</sup>) dengan ketebalan 0,15 cm; 0,5 cm; dan 1 cm serta berukuran 30



**Gambar 1:** Skema pengukuran pada medium homogen



**Gambar 2:** Skema pengukuran pada medium nonhomogen

cm x 30 cm setebal 30 cm. Dua buah akrilik masing-masing dengan tebal 0,5 cm dan 1 cm dilubangi bagian tengahnya untuk tempat bilik ionisasi plan paralel Markus. Bilik ionisasi ini kemudian dihubungkan dengan elektrometer PTW unidos yang berada di ruang kontrol.

Jarak antara sumber radiasi dengan permukaan fantom/*source skin distance* (SSD) 100 cm dengan luas lapangan penyinaran 10 cm x 10 cm. Penyinaran menggunakan sinar-X 6 MV dan 10 MV dan dilakukan hanya pada kedalaman 0 sampai 10 cm dengan alasan keamanan detektor. Pengukuran dilakukan pada tiap-tiap kedalaman yang diukur dengan dua kali penyinaran untuk masing-masing modalitas. Setiap penyinaran dipilih dosis yang sesuai dengan lama waktu penyinaran 200 monitor unit.

**Pengukuran PDD pada Medium Akrilik Nonhomogen**

Pengukuran dilakukan dengan menyisipkan medium nonhomogen (gabus khusus dengan densitas 0.19 gram/cm<sup>3</sup>) berukuran 30 cm x 30 cm setebal 4 cm di kedalaman 5 sampai 9 cm pada medium akrilik. Dua buah gabus masing-masing dengan tebal 0,5 cm dan 1 cm bagian tengahnya dilubangi untuk tempat bilik ionisasi Markus.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

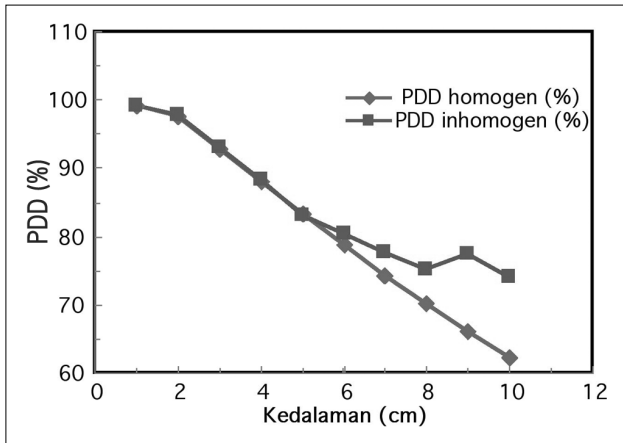
Tabel 1 menunjukkan bahwa perbedaan pengukuran PDD pada medium homogen dan nonhomogen pada sinar-X 6 MV rata-rata 4,3% dengan perbedaan terkecil pada kedalaman 5 cm sebesar 0,3% dan perbedaan terbesar pada kedalaman 9 cm sebesar 11,2%. Sedangkan pada sinar-X 10 MV rata-rata perbedaan 3,7% dengan perbedaan terkecil pada kedalaman 5 cm sebesar 0,5% dan perbedaan terbesar pada kedalaman 9 cm sebesar 9,2%.

Pemberian medium nonhomogen setebal 4 cm pada kedalaman 5 cm sampai 9 cm, mengakibatkan penerimaan dosis mengalami peningkatan mulai 0,3% cm sampai 11,7% (pada sinar-X 6 MV) dan 0,5 % sampai 10,2% pada 10 cm (pada sinar-X 10 MV). Hal ini disebabkan oleh energi yang mengalami penurunan atenuasi karena melewati material yang berbeda, dari material dengan densitas yang cukup tinggi ke densitas yang rendah. Peningkatan dosis akan semakin besar jika ketebalan gabus bertambah. Terjadi kenaikan yang cukup signifikan pada batas meterial paru dan akrilik yang disebabkan oleh hamburan yang cukup tinggi pada permukaan akrilik.<sup>4</sup>

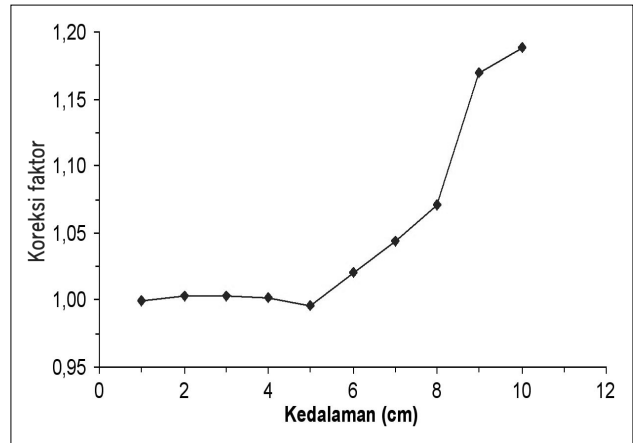
Faktor koreksi dihitung dengan membandingkan nilai PDD pada medium nonhomogen dengan medium homogen. Nilai faktor koreksi yang terlihat pada grafik 3 dan 4 menunjukkan bahwa terdapat faktor koreksi akibat keberadaan material ekuivalen paru-paru. Pada berkas

Tabel 1: Perbandingan PDD antara medium homogen dan nonhomogen

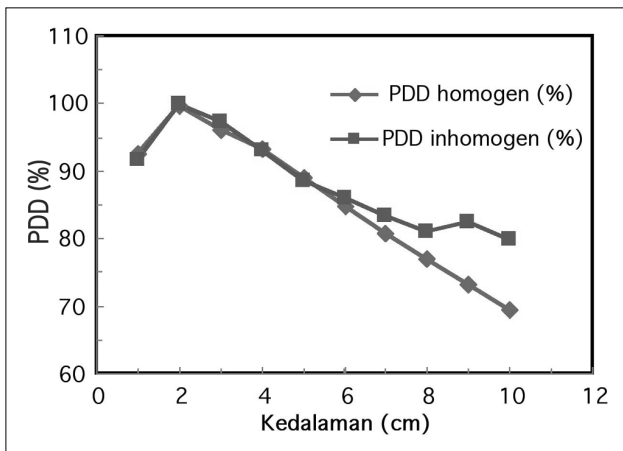
Kedalaman (cm)	Sinar-X 6 MV			Sinar-X 10 MV		
	PDD homogen (%)	PDD inhomogen (%)	deviasi (%)	PDD homogen (%)	PDD inhomogen (%)	deviasi (%)
1	99,2	99,1	0,1	92,6	91,6	1,0
2	97,5	97,8	-0,3	99,6	99,9	-0,3
3	92,7	92,9	-0,2	96,0	97,4	-1,3
4	88,0	88,2	-0,2	93,3	93,1	0,2
5	83,3	83,0	0,3	89,0	88,5	5
6	78,8	80,3	-1,6	84,8	86,0	-1,3
7	74,4	77,7	-3,3	80,7	83,4	-2,7
8	70,2	75,2	-5,0	76,9	80,9	-4,0
9	66,2	77,4	-11,2	73,1	82,3	-9,2
10	62,2	73,9	-11,7	69,5	79,7	-10,2



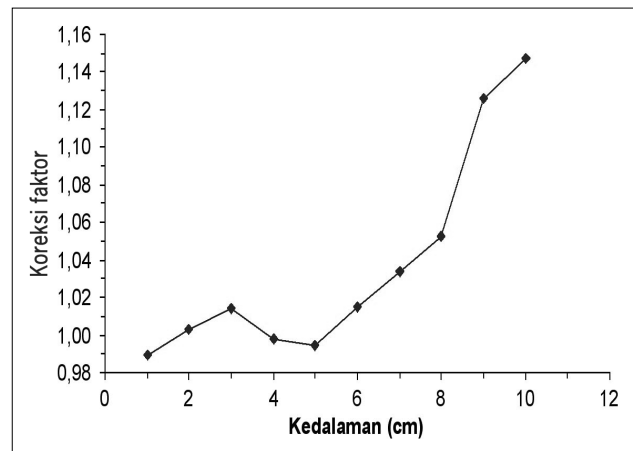
Grafik 1: Perbandingan PDD antara medium homogen dan nonhomogen pada sinar-X 6 MV



Grafik 3: Koreksi faktor medium nonhomogen terhadap medium homogen pada sinar-X 6 MV



Grafik 2: Perbandingan PDD antara medium homogen dan nonhomogen pada sinar-X 10 MV



Grafik 4: Koreksi faktor medium nonhomogen terhadap medium homogen pada sinar-X 10 MV

sinar-X 6 MV, faktor koreksi berada pada interval 1,00 – 1,19. Sedangkan pada berkas sinar-X10 MV terdapat faktor koreksi pada jangkauan 0,99 – 1,15. Hal ini

menunjukkan bahwa keberadaan gabus khusus akan mengoreksi dosis pada medium akrilik sampai 19% pada sinar-X 6 MV dan 15% pada 10 MV.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemberian medium nonhomogen setebal 4 cm pada kedalaman 5 cm sampai 9 cm mengakibatkan penerimaan dosis mengalami peningkatan mulai 0,3% sampai 11,7% pada sinar-X 6 MV dan 0,5% sampai 10,2% pada sinar-X 10 MV.
2. Keberadaan material tidak homogen mengoreksi dosis pada medium akrilik sampai 19% pada sinar-X 6 MV dan 15% pada sinar-X 10 MV.
3. Seyogyanya, dalam terapi radiasi konvensional untuk kanker paru-paru menggunakan energi yang lebih tinggi jika terdapat lebih dari satu modalitas sinar-X.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh jajaran staf instalasi radioterapi RSUP Persahabatan,

khususnya kepada Dr. Juniarti, Sp.Rad.Onk(K). Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional yang telah mendanai penelitian melalui Hibah Bersaing XV. ❖

### DAFTAR PUSTAKA

1. Papanikolaou N *et al.*,(2004). *AAPM report No. 85 : Tissue Inhomogeneity Corrections for Megavoltage Photon Beams*, Medical Physics Publishing, August 2004
2. Kappas C and Rosenwald JC, (1995). *Quality Control of Inhomogeneity Corection Algoritmis Used in Treatment Planning System*, Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys. Vol. 32, NO. 3. pp. 847 -859
3. E.B Podgorsak, (2003). *Review Radiation Oncology Physics : A handbook for Teacher and Students*, IAEA Publishing
4. Johns HE and Cunningham JR, (1983). *The Physics of Radiology 4<sup>th</sup> Edition*, Charles C Thomas Publisher