

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kerangka dan Ruang Lingkup Penelitian	4
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Batasan Masalah	5

1.5	Tujuan Penelitian	6
1.6	Metode Pengumpulan Data	6
1.7	Keterbaruan	7
1.8	Sistematika penulisan	9
2	TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1	Pesawat <i>Linear Accelerator</i>	11
2.2	Bagian-bagian Kepala <i>Linac</i>	16
2.3	Interaksi Partikel Radiasi dengan Materi	18
2.4	Kerma	21
2.5	Persentase Dosis Kedalaman	23
2.6	Ketidakhomogenan Jaringan	24
2.7	Metode Koreksi Untuk Jaringan tidak Homogen	28
2.7.1	Metode <i>Tissue Air Ratios</i>	29
2.7.2	Metode <i>Power Law</i>	31
2.7.3	Metode <i>Tissue Air Ratios</i> Ekuivalen	31
2.7.4	Metode Pergeseran Isodosis	32
2.8	Metode Monte Carlo	32
2.9	<i>Transport</i> partikel dalam simulasi Monte Carlo	35
2.10	<i>Fluence</i> dan <i>Energi Fluence</i>	42
2.11	Program EGSnrc	44
2.12	Simulasi <i>Head Linac</i>	46
2.13	Pemodelan <i>Phantom</i> dan Perhitungan Dosis	51
3	METODOLOGI PENELITIAN	56
3.1	Peralatan	56

3.2	Prosedur Penelitian	56
3.2.1	Desain <i>Head Linac</i> untuk Berkas Foton	61
3.2.2	Desain <i>phantom</i> dan Penentuan PDD	64
3.2.3	Faktor Koreksi Akibat Ketidakhomogenan Jaringan Tubuh	70
4	HASIL DAN PEMBAHASAN	71
4.1	Hasil Desain <i>Head Linac</i>	71
4.2	<i>Fluence</i> dan Distribusi Spektral	73
4.3	Hasil Penentuan PDD	78
4.4	Hasil <i>Commissioning</i>	79
4.5	Karakteristik Distribusi Dosis pada <i>Phantom</i> Nonhomogen	83
4.6	Faktor Koreksi Inhomogenitas Jaringan	87
5	PENUTUP	94
5.1	Kesimpulan	94
5.2	Saran	95
	DAFTAR PUSTAKA	96
	LAMPIRAN A	100
	LAMPIRAN B	132
	RIWAYAT HIDUP	147

DAFTAR GAMBAR

2.1	Pesawat <i>Linear Accelerator</i>	12
2.2	Prinsip kerja Pesawat <i>Linear Accelerator</i>	14
2.3	Proses Terjadinya Sinar-X Pada Pesawat <i>Linac</i>	15
2.4	Bagian-bagian kepala Pesawat <i>Linac</i>	17
2.5	Foton memasuki tubuh manusia	19
2.6	Produksi Pasangan	20
2.7	Grafik Kerma terhadap kedalaman medium	22
2.8	Perbandingan persentase dosis pada titik D_{d0} maksimum dan titik D_d	24
2.9	Ilustrasi Berkasi radiasi Pengion pada Keberadaan Material tidak Homogen (paru-paru)	26
2.10	Ilustrasi efek inhomogenitas paru terhadap kurva PDD berkas elektron	28
2.11	Pengukuran Geometri <i>TAR</i> (a) Dosis dititik Q pada <i>phantom</i> (b) Dosis dititik Q pada udara	30
2.12	Letak titik P pada jaringan yang tidak homogen	30
2.13	<i>Transport</i> foton dalam simulasi Monte carlo	36
2.14	Grafik <i>cross-section</i> total	38
2.15	Grafik komponen <i>cross-section</i> interaksi foton dengan karbon.	42
2.16	Grafik efek <i>atomic binding</i> dalam Compton <i>cross-section</i>	42

2.17	Struktur EGSnrc, terdiri atas <i>user code</i> dan <i>EGS code</i>	45
2.18	Langkah yang terlibat dalam penggunaan <i>BEAMnrc</i>	49
2.19	Sumber partikel menggunakan <i>ISOURCE=19</i> atau <i>Parallel Circular Beamwith 2-D Gaussian X-Y Distribution</i>	51
2.20	Contoh Pemodelan <i>phantom</i>	52
2.21	<i>Source number</i> yang terlibat dalam penggunaan program DO-SXYZ	54
3.1	Skema Proses Simulasi	57
3.2	Desain lengkap <i>Head Linac</i> hasil simulasi	61
3.3	Sumber partikel menggunakan <i>ISOURCE=19</i> atau <i>Parallel Circular Beamwith 2-D Gaussian X-Y Distribution</i>	62
3.4	Hasil desain <i>phantom</i> homogen (air)	65
3.5	Bentuk sumber <i>photon beam</i> yang digunakan dalam simulasi Monte Carlo	66
3.6	Gambar penyusunan <i>voxel</i> pada <i>phantom</i> nonhomogen paru-paru atau tulang	68
4.1	Spektrum berkas radiasi untuk variasi energi elektron datang, yaitu 5.7, 6.0, 6.3 dan 6.6 MeV. Intensitas radial berkas elektron dengan FWHM 0.1 mm.	74
4.2	Profil <i>Fluence</i> Terhadap Posisi pada permukaan medium untuk luas lapangan 10 x 10 cm ² . Simulasi dilakukan untuk intensitas radial berkas elektron pada nilai FWHM 0.1 mm dan variasi energi elektron 5.7, 6.0, 6.3, dan 6.6 MeV.	76
4.3	Grafik Energi <i>fluence</i> Terhadap Posisi pada permukaan medium untuk Variasi Energi Elektron datang yaitu 5.7, 6.0, 6.3, 6.6 MeV. Intensitas radial berkas elektron pada nilai FWHM 0.1 mm.	77

4.4	Grafik PDD untuk variasi energi kinetik elektron datang. Intensitas radial berkas elektron dengan FWHM 0.1 mm, ukuran lapangan radiasi 10 x 10 cm ² dan SSD 100 cm.	81
4.5	Grafik PDD untuk perbandingan hasil simulasi dan hasil pengukuran, lapangan 10 x 10 cm ² , SSD 100 cm, Energi 6 MV . . .	82
4.6	Grafik perbandingan PDD pada <i>phantom</i> homogen (air) dan nonhomogen (jaringan homogen dan paru-paru)	85
4.7	Grafik perbandingan PDD pada <i>phantom</i> homogen (air) dan nonhomogen (jaringan homogen dan tulang)	87
4.8	Grafik faktor koreksi terhadap kedalaman pada medium nonhomogen (paru-paru) berkas foton 6 MV	89
4.9	Grafik faktor koreksi terhadap kedalaman pada medium nonhomogen tulang berkas foton 6 MV	91



DAFTAR TABEL

1.1	<i>Keterbaruan Penelitian</i>	9
2.1	Komponen-komponen Umum didalam kepala <i>Linac</i>	16
3.1	Nilai dosis berkas foton 6 MV hasil pengukuran	58
3.2	Komponen <i>Linac</i> dan modul yang digunakan dalam BEAMnrc untuk pemodelanya	59
3.3	Spesifikasi untuk menentukan <i>fluence, fluence energy</i> dan <i>spectral distribution</i>	64
3.4	Ukuran dan jumlah voxel pada daerah dose zone untuk penentuan PDD	67
3.5	Ukuran dan jumlah <i>voxel</i> pada daerah dose zone untuk penentuan PDD	69
3.6	Definisi <i>phantom</i> pada daerah dose zone untuk penen- tuan PDD	69
3.7	Definisi <i>phantom</i> pada daerah dose zone untuk penen- tuan PDD	69
4.1	Hasil simulasi program BEAMnrc untuk variasi energi elektron datang	72
4.2	Hasil simulasi program DOSXYZnrc untuk penentuan PDD dengan variasi energi kinetik elektron	78

4.3	Dosis relatif pada berbagai kedalaman dari hasil Pengukuran dan simulasi Monte Carlo untuk variasi energi elektron datang (<i>incident electron</i>), luas lapangan radiasi 10 x 10 cm ² , SSD 100 cm.	80
4.4	Dosis untuk berbagai kedalaman pada <i>phantom</i> homogen (jaringan air) dan nonhomogen (jaringan air dan paru-paru) serta faktor koreksi pada jaringan inhomogen	88
4.5	Dosis untuk berbagai kedalaman pada <i>phantom</i> homogen (jaringan air) dan nonhomogen (jaringan air dan tulang) serta faktor koreksi pada jaringan inhomogen . .	90
4.6	Perbedaan (Δ) pada berbagai kedalaman dari hasil Pengukuran dan simulasi Monte Carlo untuk variasi energi elektron datang (<i>incident electron</i>), luas lapangan radiasi 10 x 10 cm ² , SSD 100 cm.	93

