UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimasi Arah Penyinaran Pada Kanker Hati Dengan Terapi Ion Karbon Menggunakan Program PHITS Versi 3.341
Agung Ari Saputro, Dr.Ing. Ir. Sihana, IPU.;Prof. Ir. Yohannes Sardjono, APU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JDUDUL i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
KATA PENGANTAR v
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN xii
INTISARI xvi
ABSTRACT xvii
BAB I PENDAHULUAN 18

I.1. Latar Belakang 18
I.2. Perumusan Masalah 20
I.3. Batasan Masalah 21
I.4. Tujuan Penelitian 22
I.5. Manfaat Penelitian 22
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 23

BAB III DASAR TEORI 27

III.1. Anatomi dan Kanker Hati 27
III.1.1. Anatomi Hati 27
III.1.2. Kanker Hati 28
III.2. Interaksi Partikel Bermuatan dengan Materi 29
III.2.1 Jenis Interaksi Partikel Bermuatan 29
III.2.2 *Stopping Power* dan *Mass Stopping Power* 31
III.3. Pengaruh Radiasi terhadap Sel 33
III.4. *Carbon Ion Radiotheraphy* (CIRT) 34
III.4.1. Modalitas Terapi Ion Karbon 34
III.4.2. Karakteristik Terapi Ion Karbon 38
III.4.3. Teknik Penyinaran Terapi Ion Karbon 41

Optimasi Arah Penyinaran Pada Kanker Hati Dengan Terapi Ion Karbon Menggunakan Program PHITS Versi 3.341
Agung Ari Saputro, Dr.Ing. Ir. Sihana, IPU.;Prof. Ir. Yohannes Sardjono, APU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

III.5. Perencanaan Radioterapi 42
III.6. Dosimetri 44
III.6.1. Eksposur (X) 44
III.6.2. Fluensi Partikel 44
III.6.3. Dosis Serap (D) 45
III.6.4. Dosis Biologis 45
III.7. *Particle and Heavy Ion Transport Code System* (PHITS) 46
BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN 49

IV.1. Alat dan Bahan Penelitian 49
IV.2. Tata Laksana Penelitian 49
IV.2.1. Pelaksanaan Penelitian 49
IV.2.2. Pemodelan Geometri Fantom 50
IV.2.3. Simulasi Terapi Ion Karbon 55
IV.2.4. Pembuatan *Spread-Out Bragg Peak* (SOBP) 57
IV.2.5. Optimasi Terapi Ion Karbon 59
IV.3. Rencana Analisis Hasil Penelitian 63
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 65

V.1. Hasil dan Analisis Simulasi Terapi Ion Karbon 65
V.2. Hasil dan Analisis Optimasi Terapi Ion Karbon 67
V.3. Hasil dan Analisis Waktu Iradiasi 70
V.4. Hasil dan Analisis DVH dan Indeks Penyinaran 71
V.5. Hasil dan Analisis Dosis yang diterima Target Kanker dan OAR 76
V.6. Analisis Penentuan Sudut Penyinaran Optimum 78
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 82
VI.1. Kesimpulan 82
VI.2. Saran 82
DAFTAR PUSTAKA 84
LAMPIRAN 92
CONTOH LISTING PROGRAM INPUT PHITS 92
LAMPIRAN HASIL SIMULASI DAN STANDAR DEVIASI 102