

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	x
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.1.1 Perkembangan radioterapi proton.....	1
1.1.2 Latar belakang medis.....	5
1.1.3 Latar belakang komputasional.....	8
1.2 Rumusan Masalah.....	9
1.3 Tujuan Penelitian.....	10
1.4 Manfaat Penelitian.....	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	12
2.1 Riset tentang radioterapi dengan proton.....	12
2.2 Program-program komputer untuk simulasi interaksi ion dengan materi.....	15
2.3 Program SRIM.....	19
2.4 Keaslian penelitian.....	20
BAB III LANDASAN TEORI.....	23
3.1 Mekanisme interaksi foton dengan materi.....	24
3.2 Mekanisme interaksi antara elektron dengan materi.....	27
3.3 Mekanisme interaksi antara ion berat dengan materi.....	29
3.4 Energi eksitasi rerata.....	31
3.5 Karakteristik daya henti medium terhadap ion berat, kurva Bragg.....	32
3.6 Aturan Bragg untuk daya henti ion di dalam senyawa.....	32
3.7 <i>Linear Energy Transfer</i> (LET).....	33
3.8 <i>Range</i> (jangkauan).....	34
3.9 Hubungan antara energi dan <i>range</i>	35
3.10 <i>Range Straggling</i>	36
3.11 Waktu perlambatan.....	38
3.12 Dosimetri.....	39
3.13 Kurva SOBP (<i>Spread Out Bragg Peak</i>).....	43
3.14 Interaksi proton dengan materi.....	44

3.14.1	<i>Stopping power</i> proton di dalam medium	44
3.14.2	<i>Range</i> proton	46
3.14.3	Simulasi lintasan proton dengan Metode Monte Carlo	46
3.15	Modul TRIM (<i>Transport of Ions in Matters</i>)	48
BAB IV CARA DAN METODE PENELITIAN.....		50
4.1	Model jaringan kanker tiroid	52
4.2	Persamaan <i>range</i> -energi proton.....	54
4.3	Modulasi <i>range</i> pada jaringan tumor.....	54
4.4	Simulasi TRIM	54
4.5	Menentukan faktor bobot tiap kurva Bragg.....	55
4.6	Menentukan jumlah proton pada tiap berkas.....	56
4.7	Otomatisasi desain terapi radiasi proton.....	56
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....		58
5.1	Antarmuka grafis (<i>graphical user interface</i>) program	58
5.2	Kurva <i>stopping power</i>	60
5.3	Kurva ionisasi	62
5.4	Hasil pengujian pada model tumor kelenjar tiroid	65
5.4.1	Persamaan energi- <i>range</i> proton	65
5.4.2	Penentuan <i>range</i> dan energi proton.....	68
5.4.3	Waktu simulasi.....	69
5.4.4	Nilai <i>range</i> proton hasil simulasi	70
5.4.5	Kurva SOBP hasil simulasi	72
5.4.6	Perhitungan jumlah proton	77
5.4.7	Perbandingan dengan hasil penelitian yang lalu	79
5.4.8	Perhitungan dosis	79
5.5	Cacah proton untuk simulasi Monte Carlo dalam TRIM	82
BAB VI SIMPULAN DAN SARAN.....		84
DAFTAR PUSTAKA		85
LAMPIRAN A Daftar Jenis Dan Komposisi Jaringan Tubuh Manusia		91
LAMPIRAN B Kode program GUI dan automasi proses		98
LAMPIRAN C File SR.IN, input untuk modul SRModule		127
LAMPIRAN D File keluaran SRModule.....		129
LAMPIRAN E Kode program untuk mencari persamaan <i>range</i> -energi		132
LAMPIRAN F Kode program untuk membaca data ionisasi		134
LAMPIRAN G Kode program untuk mencari faktor bobot SOBP		136