

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN TUGAS.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
HALAMAN MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN .....	xiii
INTISARI .....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang .....	1
I.2. Perumusan Masalah .....	4
I.3. Batasan Masalah .....	4
I.4. Tujuan .....	4
I.5. Manfaat .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
BAB III DASAR TEORI.....	10
III.1. Interaksi Radiasi dengan Materi.....	10
III.1.1. Interaksi Neutron dengan Materi .....	10
III.1.2. Interaksi Gamma dengan Materi .....	13
III.2. Program MCNPX ( <i>Monte Carlo N-Particle Extended</i> ).....	17
III.3. Faktor Kualitas Radiasi .....	21
III.4. <i>Soft Tissue</i> .....	22
BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN .....	24

IV.1. Alat dan Bahan Penelitian .....	24
IV.2. Tata Laksana Penelitian .....	24
IV.2.1. Studi Pustaka .....	24
IV.2.2. Penggunaan MCNPX dalam Pembuatan Code .....	25
IV.2.3. Variabel Penelitian .....	27
IV.2.4. Rencana Analisis Hasil.....	27
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....	28
V.1. Pemodelan <i>Beam Shaping Assembly</i> .....	28
V.2. Pemodelan Ruangan .....	28
V.3. Pemodelan Perisai Radiasi .....	30
V.4. Desain Perisai Radiasi .....	34
V.4.1. Desain 1 .....	34
V.4.2. Desain 2 .....	36
V.4.2. Desain 3 .....	38
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	42
VI.1. Kesimpulan .....	42
VI.2. Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA .....	43
LAMPIRAN.....	45

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1.</b> Persentase asal dosis radiasi yang diterima seseorang selama setahun.....	2
<b>Tabel 3.1.</b> Tampang Lintang Mikroskopik Berbagai Reaksi Neutron. ....	13
<b>Tabel 3.2.</b> Format <i>Tally</i> pada MCNPX. ....	20
<b>Tabel 3.3.</b> Jenis <i>Tally</i> pada MCNPX.....	21
<b>Tabel 3.4.</b> Faktor Kualitas Radiasi Foton dan Neutron untuk Menghitung Dosis .....	22
<b>Tabel 3.5.</b> Fraksi Massa dari Unsur Penyusun <i>Soft Tissue</i> .....	22
<b>Tabel 5.1.</b> Hasil simulasi laju dosis awal tanpa perisai .....	30
<b>Tabel 5.2.</b> Laju Dosis Radiasi Desain 1 .....	35
<b>Tabel 5.3.</b> Laju Dosis Radiasi Desain 2 .....	37
<b>Tabel 5.4.</b> Laju Dosis Radiasi Desain 3 .....	38
<b>Tabel 5.5.</b> Rangkuman Ketiga Desain Perisai Radiasi.....	40
<b>Tabel 5.6.</b> Harga Material Perisai Per Kg .....	41
<b>Tabel 5.7.</b> Estimasi Harga Tiap Desain.....	41

<b>Gambar 2.1.</b> Skematik Interaksi antara Neutron dengan $^{10}\text{B}$ .....	6
<b>Gambar 3.1.</b> Interaksi Neutron ketika Melewati Sebuah Materi.....	19
<b>Gambar 5.1.</b> <i>Beam Shaping Assembly</i> .....	28
<b>Gambar 5.2.</b> Pemodelan yang digunakan dalam simulasi untuk menghitung laju dosis radiasi: (a) tampak Samping (b) tampak Atas .....	29
<b>Gambar 5.3.</b> Simulasi ketebalan bahan terhadap laju dosis radiasi yang keluar: (a) tampak samping (b) tampak atas .....	31
<b>Gambar 5.4.</b> Grafik penurunan laju dosis radiasi terhadap ketebalan bahan: (a) sel 171 (b) sel 171 (c) sel 173 (d) sel 174 (e) sel 175 .....	34
<b>Gambar 5.5.</b> Desain Perisai Radiasi dengan Bahan Borated Polyethylene dan Beton Barit: (a) Tampak Samping (b) Tampak Depan (dalam satuan cm).....	36
<b>Gambar 5.6.</b> Desain Perisai Radiasi dengan Bahan Parafin dan Beton Barit: (a) Tampak Samping (b) Tampak Depan (dalam satuan cm) .....	37
<b>Gambar 5.7.</b> Desain Perisai Radiasi dengan Bahan Borated Polyethylene, Parafin, dan Beton Barit: (a) Tampak Samping (b) Tampak Depan (dalam satuan cm).....	39

## DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

<u>Lambang</u>	<u>Keterangan</u>	<u>Satuan</u>
$h$	Konstanta Plank	eV.s
$N$	Densitas atom	atom.cm <sup>-3</sup>
$I$	Intensitas	n.cm <sup>-2</sup> .s <sup>-1</sup>
$X$	Tebal bahan	cm
$E$	Energi	J
$c$	Kecepatan cahaya	3×10 <sup>8</sup> m.s <sup>-1</sup>
$f$	Frekuensi radiasi	s <sup>-1</sup>
$\sigma$	Tampang lintang mikroskopik	barn=10 <sup>-24</sup> cm <sup>2</sup>
$\Sigma$	Tampang lintang makroskopik	cm <sup>-1</sup>
$\lambda$	Panjang gelombang	cm
$\mu$	Koefiesien atenuasi gamma	cm <sup>-1</sup>
$\gamma$	Radiasi gamma	-
$\alpha$	Radiasi alfa	-

## SINGKATAN

<u>Singkatan</u>	<u>Arti</u>
UNSCEAR	<i>United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation</i>
ICRP	<i>International Commission on Radiological Protection</i>
BSA	<i>Beam Shaping Assembly</i>
ALARA	<i>As Low As Reasonably Achieveable</i>
BAPETEN	Badan Pengawas Tenaga Nuklir
BNCT	<i>Boron Neutron Capture Therapy</i>
MCNPX	<i>Monte Carlo N-Particle version Extended</i>
LET	<i>Linear Energy Transfer</i>
DS02	Dosimetry System 2002

MCNP	<i>Monte Carlo N-Particle</i>
MCNP-4C	<i>Monte Carlo N-Particle version 4C</i>
NCRP	<i>National Council on Radiation Protection &amp; Measurement</i>
BATAN	Badan Tenaga Nuklir Nasional
VISED	<i>Visual Editor</i>

### SUBSKRIP

<u>Lambang</u>	<u>Deskripsi</u>
n	<i>neutron</i>
p	<i>photon</i>
t	<i>total</i>
s	<i>scattering (hamburan)</i>
el	<i>elastic</i>
i	<i>inelastic</i>
ne	<i>nonelastic</i>
a	<i>absorption</i>
c	<i>capture</i>
f	<i>fission</i>
e	<i>electron</i>
pe	<i>photoelectric (fotolistrik)</i>
pp	<i>pair production (produksi pasangan)</i>
C	<i>Compton scattering (hamburan Compton)</i>