

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN .....	xi
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	2
I.1. Latar Belakang .....	2
I.2. Perumusan Masalah .....	2
I.2.1. Batasan Masalah .....	3
I.3. Tujuan Penelitian .....	3
I.4. Manfaat Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
II.1. Isi Tinjauan Pustaka .....	4
BAB III DASAR TEORI .....	6
III.1. <i>Boron Neutron Capture Therapy</i> .....	6
III.1.1. Agen Pembawa Boron-10 .....	7
III.1.2. Tampang Lintang Mikroskopis Boron-10.....	8
III.2. Reaksi Emisi Neutron .....	9
III.3. Interaksi Neutron.....	10
III.3.1. Hamburan Neutron.....	11
III.3.2. Tangkapan Neutron.....	12
III.4. BSA ( <i>Beam Shaping Assembly</i> ).....	12
III.4.1. Target BSA .....	13
III.4.2. Moderator BSA .....	13
III.4.3. Filter neutron cepat dan epitermal.....	14
III.4.4. Reflektor.....	15
III.4.5. Kolimator dan Perisai Gamma .....	15



III.5. <i>Particle Heavy Ion Transport (PHITS)</i> .....	16
BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN.....	24
IV.1. Pemodelan <i>Beam Shaping Assembly</i> .....	24
IV.2. Alat dan Bahan Penelitian.....	23
IV.3. Tata Laksana Penelitian .....	24
IV.4. Analisis Hasil Penelitian .....	26
IV.4.1. Model BSA .....	27
IV.4.2. Reflektor .....	27
IV.4.3. Moderator.....	28
IV.4.4. <i>Thermal Neutron Filter</i> .....	29
IV.4.5. Perhitungan Karakteristik Sinar Radiasi .....	29
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
V.1. Geometri BSA .....	32
V.2. Reflektor.....	33
V.3. Moderator .....	36
V.4. <i>Thermal Neutron Filter</i> .....	41
V.5. Perhitungan Karakteristik Radiasi.....	44
V.5.1. Fluks Neutron Epitermal .....	44
V.5.2. Dosis <i>Gamma</i> dan Neutron Cepat.....	46
V.5.3. Arus dan Fluks Neutron .....	49
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	51
VI.1. Kesimpulan .....	51
VI.2. Saran .....	51
DAFTAR PUSTAKA .....	52
LAMPIRAN.....	55
LAMPIRAN A INPUT LISTING PHITS CODE SIMULATION.....	56
LAMPIRAN B OUTPUT <i>T-CROSS FLUX</i> .....	68
LAMPIRAN C	OUTPUT
<i>T-CROSS CURRENT</i> .....	76

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Material Reflektor .....	28
Tabel 4. 2 Material Moderator .....	28
Tabel 4. 3 Material <i>thermal neutron filter</i> .....	29
Tabel 4. 4 IAEA TECDOC-1223 recommended values of neutron beam characteristics .....	30
Tabel 5. 1. Perhitungan Fluks Neutron. ....	45
Tabel 5. 2. Perhitungan Dosis Gamma.....	47
Tabel 5. 3. Perhitungan dosis neutron cepat.....	48



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Rasio $f_{epithermal} / f_{fast}$ untuk ketebalan yang berbeda dari moderator [5].	4
Gambar 3. 1. Reaksi yang berlangsung di dalam BNCT [6].	6
Gambar 3. 2. Proses yang terjadi dalam BNCT [8]	7
Gambar 3. 3. Berbagai kategori interaksi neutron [14].	11
Gambar 4. 1. Diagram Alir Penelitian.	24
Gambar 4. 2. Diagram Alir Pemrograman BNCT	25
Gambar 4. 3. Model BSA [4].	27
Gambar 5. 1. Geometri BSA	32
Gambar 5. 2. Neutron <i>track scattering</i> dengan material reflektor Pb dan PbF <sub>2</sub>	33
Gambar 5. 3. Neutron <i>track scattering</i> dengan material reflektor Pb dan Bi	34
Gambar 5. 4. Neutron <i>track scattering</i> dengan material reflektor Pb B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	35
Gambar 5. 5. Neutron <i>track scattering</i> dengan material reflektor PbF <sub>2</sub> dan Bi	35
Gambar 5. 6. Neutron <i>track scattering</i> dengan material PbF <sub>2</sub> dan B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	36
Gambar 5. 7. Grafik fluks terhadap energi neutron dengan material komponen moderator 2 MgO <sub>2</sub>	37
Gambar 5. 8. Grafik fluks terhadap energi neutron dengan material komponen moderator 2 NaI	38
Gambar 5. 9. Grafik fluks terhadap energi neutron dengan material komponen moderator 2 MgF <sub>2</sub>	39
Gambar 5. 10. Grafik fluks terhadap energi neutron dengan material komponen moderator 2 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	40
Gambar 5. 11. Grafik fluks terhadap energi neutron dengan material komponen moderator 2 AlF <sub>3</sub>	40
Gambar 5. 12. Grafik fluks terhadap energi neutron pada material <i>thermal neutron filter</i> <sup>10</sup> B	42
Gambar 5. 13. Grafik fluks terhadap energi neutron pada material <i>thermal neutron filter</i> <sup>6</sup> Li	42
Gambar 5. 14. Grafik fluks terhadap energi neutron pada material <i>thermal neutron filter</i> <sup>14</sup> N	43
Gambar 5. 15. Grafik fluks terhadap energi neutron pada material <i>thermal neutron filter</i> Cd	43
Gambar 5. 16. Grafik fluks neutron terhadap energi pada <i>aperture</i>	44
Gambar 5. 17. Grafik dosis gamma terhadap kedalaman	46
Gambar 5. 18. Grafik dosis neutron cepat terhadap kedalaman	48
Gambar 5. 19. Grafik fluks neutron terhadap energi pada BSA	49



Gambar 5. 20. Grafik arus terhadap energi.....	50
--	----



## DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

### Lambang Romawi

<i>Lambang</i>	<i>Kuantitas</i>	<i>Satuan</i>
$\dot{D}$	Laju dosis	$\mu\text{Sv/jam}$
$J$	Fluks neutron	$\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$
$N$	Neutron	-
$P$	Proton	-
$E$	Energi	J
$P(t)$	Laju produksi neutron	neutron/s
$X$	Ketebalan materi	m
$E$	Faktor fisi cepat	-
$A$	Radiasi Alfa	
$\Phi$	Fluks	
$\Gamma$	Radiasi gamma	
$\Sigma$	Penampang lintang mikroskopik	barn ( $10^{-24} \text{ cm}^2$ )
$\Sigma$	Penampang lintang makroskopik	$\text{cm}^{-1}$
$\sigma_f$	Penampang lintang mikroskopik reaksi fisi	barn ( $10^{-24} \text{ cm}^2$ )
Ext	Eksternal	
In	<i>Inlet</i>	
F	<i>Fuel</i>	
J	Indeks koordinat	



## Singkatan

BATAN	Badan Tenaga Nuklir Nasional
BSA	<i>Beams Shaping Assembly</i>
BRIN	Badan Riset dan Inovasi Nasional
CNG	<i>Compact Neutron Generator</i>
IAEA	<i>International Atomic Energy Agency</i>
PHITS	<i>Particle and Heavy Ion Transport code System</i>
PSTA	Energi Terbarukan
WHO	<i>World Health Organization</i>

