

STUDI DISTRIBUSI DOSIS  
NEUTRON TERMAL PADA LINAC MEDIS 10 MV  
DENGAN MENGGUNAKAN DETEKTOR JEJAK NUKLIR CR-39

oleh

Awang Febri Ciptani

11/319904/TK/38935

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 7 Januari 2016  
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat  
sarjana S-1 Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

Pesawat *Linear Accelerator* (Linac) dapat menghasilkan foton sinar-X energi tinggi yang digunakan dalam upaya penyembuhan tumor atau kanker dalam Radioterapi. Akan tetapi penggunaan dalam energi lebih dari 8 MV dapat menimbulkan radiasi tambahan yaitu radiasi neutron. Radiasi neutron ini berasal dari reaksi foto nuklir yang disebabkan energi foton melebihi energi ambang dari material yang berada di dalam kepala Linac. Neutron yang dihasilkan adalah neutron cepat yang kemudian termoderasi oleh medium yang dilaluinya sehingga menjadi neutron termal. Neutron termal tidak mampu mengionisasi langsung, akan tetapi kehadirannya tidak dapat diabaikan karena hasil interaksinya dengan materi dapat menghasilkan radiasi sekunder, radiasi sekunder itulah yang kemudian dapat memberikan dosis tambahan bagi pasien, pekerja radiasi dan keluarga pasien (masyarakat).

Pengukuran neutron termal dilakukan dengan menggunakan detektor pasif yaitu detektor jejak nuklir CR-39 dengan bahan pengonversi  $^{10}\text{B}$  (BN-1). Boron yang memiliki nilai tangkap lintang tangkapan yang besar akan menangkap neutron termal sehingga terjadi reaksi  $^{10}\text{B}(n,\alpha)^7\text{Li}$ , hasil dari reaksi ini kemudian akan mengionisasi permukaan detektor sehingga membentuk jejak laten. Jejak yang terbentuk sangat kecil, detektor harus mengalami proses pengetsaan terlebih dahulu agar jejak dapat terbaca pada mikroskop.

Berdasarkan kurva distribusi dosis neutron termal yang merupakan distribusi dosis saat berlangsungnya terapi pasien diperoleh dosis pada ruang terapi Linac Varian Trilogy adalah sekitar 0,5-1,3  $\mu\text{Sv/Gy}$  dan pada bagian labirin sebesar 0,1-0,2  $\mu\text{Sv/Gy}$  dengan toleransi 2,2%, pada ruang terapi Linac Varian Clinac dosis neutron termal berkisar 1,6-2,1  $\mu\text{Sv/Gy}$  dan untuk bagian labirinnya adalah 0,1-0,3  $\mu\text{Sv/Gy}$  dengan toleransi 1,3% dan untuk Linac Precise Electa besar dosis pada ruang terapi adalah 0,8-2,0  $\mu\text{Sv/Gy}$  pada bagian labirin adalah 0,1-0,2  $\mu\text{Sv}$  dengan toleransi 0,2%. Kontribusi dosis untuk pekerja radiasi pada ruang operator dan masyarakat pada ruang tunggu sementara berada di bawah nilai batas dosis (NBD).

Kata kunci : Linac, neutron termal, detektor CR-39 dengan bahan pengonversi boron-10 (BN-1), dosis dan fluks, etsa

## STUDY ON THERMAL NEUTRON DISTRIBUTION IN MEDICAL LINAC 10 MV USING CR-39 NUCLEAR TRACK DETECTOR

by

Awang Febri Ciptani  
11/319904/TK/38935

Submitted to Department of Physics Engineering  
Faculty of Engineering, Universitas Gadjah Mada on January 7<sup>th</sup>, 2016  
In Partial Fulfillment of the Degree of  
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

### ABSTRACT

Linear accelerator (Linac) proven to be able to produce x-ray photon with high energy which is used in tumour or cancer treatment in radiotherapy. Nevertheless, the usage has to be kept in minimum exposure because if it is more than 8 MV, it can cause additional radiation which is neutron radiation. This radiation is created by photo-nuclear reaction, which occurs when photon energy exceeds threshold energy of material in the upper body of Linac. The created neutron is fast neutron which by then would undergo moderation so that it becomes thermal neutron. Although thermal neutron could not ionize directly, but its presence could not be ignored due to its interaction with materials could result to secondary reaction which would put an additional dose to the patient, radiation worker and other individual who works closely to Linac.

The measurement of thermal neutron has been conducted using passive detector CR-39 which has boron (BN-1) as the radiator. Boron which has neutron cross-section, would capture thermal neutron so that  $^{10}\text{B}(n,\alpha)^7\text{Li}$  occurs, the result of that reaction then would ionize the surface of the detector and create latent traces. The created latent traces would be small, the detector needs to undergo an etching process so the trace could be read by microscope. This detector is calibrated with californium-252 ( $^{252}\text{Cf}$ ) and the gained detector sensitivity number is 54,409 trace/cm<sup>2</sup>.μSv with correlation factor is 0,9981.

Based on the curve, neutron dose distribution in Linac Varian Trilogy treatment room is 0,5-1,3 μSv with the calculated number on labyrinth is 0,1-0,2 μSv with tolerance level around 2,2%, while on Linac Varian Clinac is around 1,6-2,1 μSv with the calculated number on labyrinth is 0,1-0,3 μSv with tolerance level around 1,3% and on Linac Precise Electra is 0,8-2,0 μSv with calculated number on labyrinth is 0,1-0,2 μSv with tolerance level around 0,2%. Dose contribution to radiation worker and individuals are still under Dose Limit Value.

Key word: linac, thermal neutron, detector CR-39, boron-10 converter (BN-1), thermal neutron dose and flux.