

PENENTUAN KARAKTERISASI CERROBEND SEBAGAI “WEDGE FILTER” PADA PESAWAT TELETERAPI ^{60}Co

M. Azam, K. Sofjan Firdausi, Sisca Silvani
Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas diponegoro

ABSTRACT

Wedge filter usually used in cavum nasi ossa maxillaris tumor therapy. And usually it is made of timbal. However, cerrobend as the alternative material is possible and needed too.

The material characterization is done through determining the linear absorption coefficient of cerrobend and the proportion of the thickness of cerrobend to timbal, and as well as comparing the total treatment dose rate of timbal wedge filter with cerrobend wedge filter.

Based on the result of the research, it is found that the linear absorption coefficient value of cerrobend wedge filter with energy of 1.33 MeV is $0.43\% \text{ cm}^{-1}$. The average ratio of the thickness of cerrobend to timbal is 1.485 ± 0.002 , and the difference of the total treatment dose rate between those two wedge filter is only a little, that is 0.72 cGy/minutes.

Keywords : cerrobend, wedge filter and the linear absorption coefficient

INTISARI

Telah dilakukan karakterisasi bahan cerrobend sebagai bahan alternatif dalam pembuatan wedge filter pada pesawat teleterapi ^{60}Co .

Karakterisasi bahan dilakukan dengan menentukan koefisien serapan linear dari cerrobend dan perbandingan ketebalan bahan cerrobend terhadap timbal dan selisih laju dosis total treatment antara bahan wedge filter cerrobend dengan timbal

Dari hasil penelitian diketahui bahwa nilai koefisien serapan linear bahan cerrobend pada energi 1,33 MeV adalah $0,43 \text{ cm}^{-1}$. Rata-rata perbandingan ketebalan bahan cerrobend terhadap timbal yaitu sebesar $1,485 \pm 0,002$ dan selisih laju dosis total treatment antara bahan wedge filter cerrobend dengan wedge filter timbal sebesar 0,72 cGy/menit.

Kata kunci: cerrobend, wedge filter dan koefisien serapan linear

PENDAHULUAN

Radioterapi sebagai salah bentuk pengobatan dengan menggunakan radiasi pengion di antaranya adalah dengan menggunakan sinar γ yang berasal dari ^{60}Co . Radioterapi untuk suatu tumor dikatakan berhasil apabila dapat membunuh sel tumor secara maksimal dengan efek samping minimal pada jaringan normal di sekitarnya. Tingkat keberhasilan pengobatan dengan menggunakan radiasi pengion dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya letak topografi tumor, besar atau volume tumor dan jenis radiosensitivitas sel tumor terhadap radiasi pengion. Untuk mendapatkan hasil terapi radiasi yang maksimal diperlukan teknik penyinaran

langsung misalnya teknik penyinaran dengan menggunakan *wedge filter*.

Bahan yang digunakan untuk *wedge filter* merupakan bahan padat yang memiliki daya serap tinggi terhadap radiasi sampai tingkat radiasi megavolt. Aluminium, tembaga, kuningan, timbal, *cerrobend* dan bahan-bahan yang lain dapat digunakan sebagai bahan *wedge filter* dengan ketebalan sesuai dengan fisik bahan tersebut. Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi *cerrobend* sebagai *wedge filter* pada pesawat Teleterapi ^{60}Co .

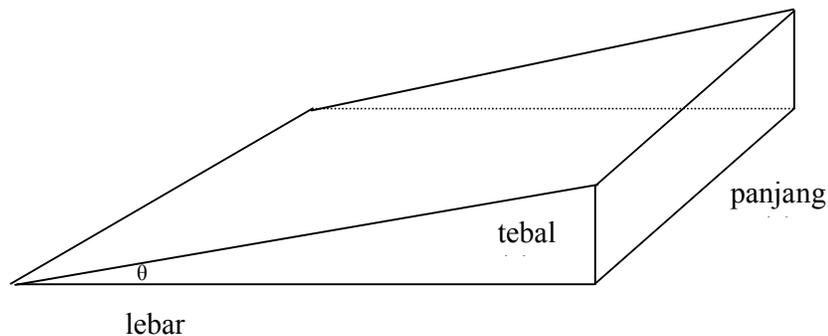
Cerrobend merupakan bahan campuran terdiri dari 50,0% bismuth, 26,7% timbal, 13,3% tin dan 10,0% cadmium. Bahan *cerrobend* lebih mudah dibentuk karena mempunyai titik lebur

sekitar 70°C dan mempunyai densitas yang setara dengan 83% densitas timbal, sehingga *cerrobend* dapat digunakan sebagai bahan alternatif pembuat *wedge filter* jika dibuat pada ketebalan dan sudut *wedge filter* yang berbeda dengan *wedge filter* standar yaitu *wedge filter* dari bahan timbal [1].

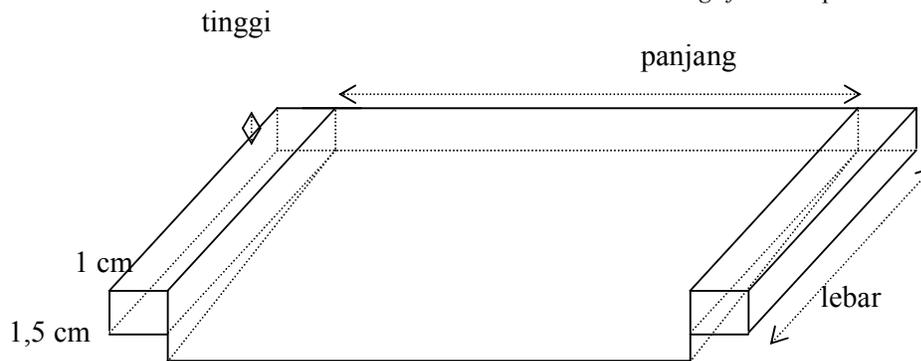
Wedge filter adalah suatu materi yang dapat mempengaruhi bentuk gambaran kurva isodosi yang dapat terbuat dari materi aluminium, tembaga, kuningan atau timbal yang dimodifikasi dengan lapangan penyinaran. *Wedge filter* digunakan pada tumor yang letaknya jauh di dalam tubuh dan mempunyai kedalaman yang tidak sama, agar mendapatkan homogenitas dosis yang diperlukan [2].

Saat penyinaran *wedge filter* ini diletakkan pada jarak 10 cm dari permukaan *tray* dengan berbagai sudut yang tertulis pada *wedge*. Sudut ini menunjukkan sudut pada kurva isodosi dengan menggunakan *wedge filter* yaitu sudut kemiringan kurva isodosi terhadap pusat sinar pada kedalaman tertentu. Sudut ini terbentuk sebagai akibat dari

penyerapan radiasi oleh bahan *wedge filter* dan telah ditetapkan oleh *International Commission on Radiological Units*. Besarnya sudut kurva isodosi tersebut ada 4 macam yaitu 15°, 30°, 45°, dan 60°. Pemberian sudut *wedge* tergantung pada kedalaman tumor, semakin dalam tumor tersebut maka semakin besar sudut yang diberikan. Ukuran lapangan penyinaran maksimum pada *wedge filter* adalah sebesar (10 x 15) cm², sehingga jika ukuran lapangan penyinaran lebih besar dari ukuran lapangan yang telah ditetapkan maka pemberian *wedge filter* tidak diperlukan lagi karena volume tumor yang besar bentuk kurva isodosinya rata atau sama dengan bentuk kurva isodosi tanpa menggunakan *wedge filter*. *Wedge filter* diletakkan pada bingkai yang terbuat dari *stainless-steel* yang berfungsi sebagai *tray*. Pada sisi kanan dan kiri terdapat balok dengan ukuran (1,5 x 1) cm² yang berfungsi untuk meletakkan *wedge* pada bingkainya [2]. Gambar 1 dan gambar 2 merupakan ilustrasi bentuk *wedge filter* yang dilihat dari sisi samping dan sisi depan.



Gambar 1. Bentuk *wedge filter* tampak sisi samping



Gambar 2. Bentuk *wedge filter* tampak sisi depan

Wedge filter terbuat dari bahan yang dimodifikasi sesuai dengan lapangan penyinaran agar diperoleh suatu distribusi dosis yang homogen. Nilai sudut bahan *wedge filter* dapat ditentukan dengan tahap sebagai berikut :

1. Koefisien serapan linear (μ) bahan *cerrobend* sebagai bahan pembuat *wedge filter* ditentukan terlebih dahulu, karena bahan yang digunakan tidak 100% murni melainkan bahan campuran. Penentuan nilai μ tergantung pada bahan penahan radiasi dan energi radiasi (energi ^{60}Co), melalui hubungan antara tebal bahan dengan cacah logaritmik dalam suatu persamaan regresi linear berikut:

$$I_x = I_0 \cdot e^{-\mu x} \quad (1)$$

Dalam hal ini, I_x menyatakan intensitas radiasi setelah melewati bahan (cpm), I_0 menyatakan intensitas radiasi sebelum melewati bahan (cpm), x adalah ketebalan bahan (cm), μ adalah koefisien serapan linear (per cm).

2. Dengan diketahuinya nilai koefisien serapan linear masing-masing bahan dan ketebalan bahan *wedge filter* perbandingan, maka ketebalan bahan yang digunakan dalam pembuatan *wedge filter* alternatif dapat ditentukan. Berikut ini persamaan yang digunakan dalam penentuan ketebalan *wedge filter* tersebut :

$$x_{(l)} = \frac{\mu_{(Pb)} \cdot x_{(Pb)}}{\mu_{(l)}} \quad (2)$$

Dalam hal ini, $\mu_{(Pb)}$ adalah koefisien serapan linear Pb (per cm), $\mu_{(l)}$ adalah koefisien serapan linear bahan (*cerrobend*) (per cm), $x_{(Pb)}$ adalah ketebalan bahan *wedge filter* dari bahan timbal (cm), $x_{(l)}$ adalah ketebalan bahan *wedge filter* (*cerrobend*).

3. Sudut *wedge filter* (θ), yaitu sudut yang menunjukkan derajat kemiringan *wedge filter*, dapat ditentukan melalui perbandingan ketebalan dan lebar suatu bahan dengan menggunakan persamaan trigonometri sebagai berikut :

$$\text{tg } \theta = \frac{x}{l} \quad (3)$$

4. Laju dosis pada kedalaman, SSD dan luas lapangan penyinaran tertentu dapat dihitung dengan persamaan [3]:

$$D_{80\text{cm}} = C \times N_D \quad (4)$$

Dalam hal ini, C adalah cacah netto data pengukuran, N_D adalah Faktor kalibrasi dosis.

5. Perhitungan dosis total dengan menggunakan *wedge filter* dapat ditentukan dengan persamaan:

$$\text{Treatment Time} = \frac{TD}{\text{LajuDosisSerap}} \quad (5)$$

Dalam hal ini TD adalah Total dosis tumor (Gy).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Sub. Instalasi Radioterapi RSUP Dr. Kariadi Semarang. Penelitian diawali dengan pembuatan *wedge filter cerrobend* sesuai ketebalan dan sudut *wedge* yang dibutuhkan. Tahap berikutnya koefisien serapan linear (μ) *cerrobend* diukur dengan menggunakan sumber radiasi ^{60}Co dan detektor NaI(Tl) . Kemudian dilakukan pengukuran faktor kalibrasi dosis pada pesawat teleterapi ^{60}Co untuk luas lapangan tertentu. Pengukuran faktor kalibrasi dosis radiasi dilakukan dengan menggunakan fantom dan detektor farmer yang ditempatkan pada pusat berkas radiasi.

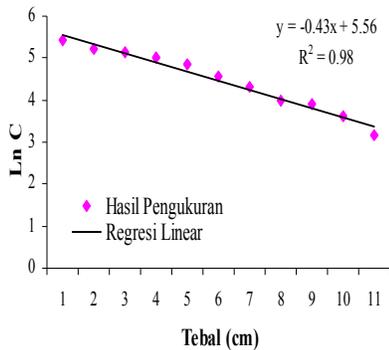
Berikut ini tahap-tahap pengukuran faktor kalibrasi dosis :

- a. Detektor dirangkaikan ke dosimeter farmer.
- b. Kolimator pesawat ^{60}Co diatur untuk luas lapangan penyinaran yang ditentukan (10×10) cm^2 pada jarak 80cm dari berkas pusat sumber radiasi ke pusat objek.
- c. Penyinaran radiasi dilakukan dan dicatat nilai cacahnya.
- d. Mengulangi penyinaran seperti di atas sehingga didapatkan 5 data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Koefisien Serapan Linear (μ)

Koefisien serapan linear dari bahan *cerrobend* ditentukan dari gradien kemiringan pada grafik hubungan antara \ln (cacah) terhadap ketebalan bahan *cerrobend* hasil penelitian.



Gambar 3 Grafik variasi ketebalan bahan *cerrobend* terhadap \ln dari cacah sinar gamma yang terdeteksi.

Pada gambar 3 terlihat grafik berupa garis lurus dengan gradien sebesar $(0,43 \pm 0,02) \text{ cm}^{-1}$. Kemiringan tersebut menunjukkan besarnya nilai koefisien serapan linear dari bahan *cerrobend*, yang artinya terjadi pengurangan laju dosis radiasi gamma sebesar $0,43 \text{ cm}^{-1}$. Nilai tersebut lebih kecil jika dibandingkan dengan koefisien serapan linear dari bahan timbal yaitu sebesar $0,642 \text{ cm}^{-1}$. Hal ini menunjukkan bahwa daya serap timbal terhadap sinar gamma lebih baik dibanding *cerrobend*.

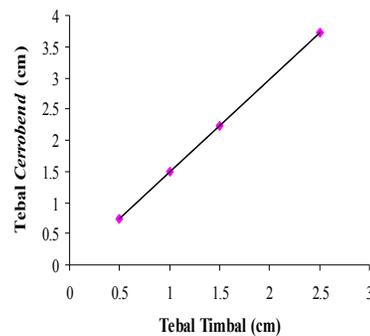
Penentuan Ketebalan Masing-Masing Bahan

Ketebalan bahan dapat ditentukan dengan membandingkan ketebalan bahan sebagai bahan pembuat *wedge filter* alternatif dengan ketebalan bahan *wedge filter* yang dipengaruhi oleh koefisien serapan linear tiap bahan. Dengan menggunakan persamaan (2), diperoleh ketebalan masing-masing bahan yang ditunjukkan pada tabel.1.

Tabel.1 Hasil perhitungan dari nilai ketebalan masing-masing bahan pembuat *wedge filter*

Tebal Timbal (cm)	Tebal Cerrobend (cm)
0,5	0,75
1	1,49
1,5	2,23
2,5	3,72

Dari hasil perhitungan tersebut dibuat grafik, dan diperoleh nilai perbandingan ketebalan bahan *cerrobend* terhadap timbal sebesar $1,485 \pm 0,002$.



Gambar 4. Grafik perbandingan ketebalan bahan *cerrobend* terhadap timbal

Berdasarkan gambar 4 dapat diketahui bahwa untuk mereduksi sinar gamma dalam dosis yang sama maka dibutuhkan bahan *wedge filter cerrobend* yang lebih tebal dibandingkan bahan timbal dengan perbandingan 1,485. Hal ini disebabkan karena koefisien serapan linear *wedge filter* dari bahan *cerrobend* lebih kecil daripada koefisien serapan linear *wedge filter* dari bahan timbal.

Selisih Dosis Total Treatment Wedge Filter Cerrobend Terhadap Wedge Filter Timbal

Berdasarkan hasil perhitungan, laju dosis serap dengan menggunakan *wedge filter* dari bahan yang berbeda menghasilkan laju dosis yang berbeda, sehingga didapatkan nilai dosis *treatment*

yang berbeda pula. Semakin besar nilai laju dosis serap dengan menggunakan *wedge filter* yang berbeda maka semakin kecil nilai laju dosis *treatment*-nya. Hal ini dapat dipengaruhi oleh densitas bahan, komposisi bahan yang digunakan dan kerapatan bahan saat pengecoran. Laju dosis serap dengan menggunakan bahan *wedge filter* yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel. 2. Laju dosis serap dengan menggunakan *wedge filter* pada telecobalt-60

Jenis Bahan <i>Wedge Filter</i>	Laju Dosis Serap (cGy/menit)	Dosis Total Treatment (cGy/menit)
Timbal	89,45	202,91
<i>Cerrobend</i>	89,92	202,19

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahan *cerrobend* mempunyai dosis total *treatment* yang mendekati dosis total *treatment* dengan menggunakan *wedge filter* dari bahan timbal, hal ini dikarenakan komposisi dari bahan *cerrobend* yang digunakan mempunyai bahan yang hampir sama dengan komposisi bahan timbal. Selisih laju dosis total *treatment* antara bahan *wedge filter cerrobend* dengan *wedge filter* timbal sebesar 0,72 cGy/menit.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Nilai koefisien serapan linear dari bahan *cerrobend* terhadap sinar gamma pada

energi 1,33 MeV sebesar: (0,43 ± 0,02) cm⁻¹.

2. Rata-rata perbandingan ketebalan bahan *cerrobend* terhadap timbal yaitu sebesar 1,485 ± 0,002
3. Selisih laju dosis total *treatment* antara bahan *wedge filter cerrobend* dengan *wedge filter* timbal sebesar 0,72 cGy/menit.
- 4.

Saran

Untuk penelitian dan keperluan yang lebih lanjut disarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Pentingnya tingkat ketelitian dalam melakukan pembuatan *wedge filter* karena sangat mempengaruhi kerapatan bahan tersebut.
2. Dalam menentukan bahan pembuat *wedge filter* hendaknya diperhatikan komposisi bahan tersebut dan diharapkan komposisinya mendekati bahan *wedge filter* yang sudah ada yaitu *wedge filter* dari bahan timbal.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Khan. F. M., 1994, "The Physics of Radiation Therapy", 2nd edition, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, New York.

[2] Mould. R.F, 1981, "Radiotherapy Treatment Planning", Departement of Medical Physics, Westminster Hospital, London.

[3] Cember. H., 1994, "The Physics of Radiation Therapy", 2nd edition, Pergamon Perss, New York.