

## PENGARUH BLOK INDIVIDUAL BERBAHAN CERROBEND PADA DISTRIBUSI DOSIS SERAP BERKAS FOTON 6 MV LINEAR ACCELERATOR (LINAC)

Afrio Rika. R<sup>(1)</sup>, Eko Hidayanto<sup>(1)</sup>, Zaenal Arifin<sup>(1)</sup>, Sanggam Ramantisan<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

<sup>(2)</sup>Rumah Sakit Ken Saras, Semarang.

E-mail: afrio.rika@st.fisika.undip.ac.id

### ABSTRACT

Individual blocks were often used as accessories irradiation in radiotherapy to protect organs at risk (OR). Therefore, the study was examined distribution of absorbed dose on the phantom horizontal axis due to the effect of using individual blocks made of cerrobend with variations of individual blocks surface area and variation form individual blocks divergent and non-divergent then determined whether exceeding the tolerance limit.

The used of Irradiation technique was a Linear Accelerator (LINAC) with 6 MV photons at  $d_{max}$  of 1.5 cm with SSD 100 cm, wide field irradiation by 20 cm x 20 cm, with the considered organs protected by 10 cm x 10 cm. Individual block made of cerrobend was shaped divergent and non-divergent with variations of surface area projections by 9 cm x 9 cm, 9.5 cm x 9.5 cm and 10 cm x 10 cm.

The use of divergent and non-divergent blocks at the Organ at Risk (OR) and irradiation target exceeded the tolerance limit of the absorbed dose was on the OR transmission dose over the maximum permitted limit of 5%, while the results obtained from the study ranged from 6,0% - 6.8%, on irradiation target results obtained ranged from 101.3% - 109.6% while the tolerance permitted by ICRU (The International Commission on Radiation Units and Measurements) Report 62 was -5% and +7%. In the transition area doses below 50%, remained <50%. Moreover, the distribution dose on the divergent block was better than the non divergent.

**Keywords:** Absorbed dose distribution, divergent block, non-divergent block, transmission dose, target dose, transition dose, cerrobend.

### ABSTRAK

Blok Individual sering digunakan sebagai aksesoris penyinaran di dalam radioterapi untuk melindungi Organ at Risk (OR). Karena itu, penelitian ini mengkaji tentang distribusi dosis serap pada sumbu horizontal fantom karena pengaruh penggunaan blok individual berbahan cerrobend dengan variasi luas permukaan blok individual dan variasi bentuk blok individual divergen dan non-divergen kemudian diketahui apakah melebihi batas toleransi.

Teknik penyinaran menggunakan Linear Accelerator (Linac) dengan foton 6 MV di  $d_{max}$  1,5 cm dengan Source to Surface Distance (SSD) 100 cm, luas lapangan penyinaran sebesar 20 cm x 20 cm, dengan dianggap organ yang dilindungi sebesar 10 cm x 10 cm. Blok individual berbahan cerrobend berbentuk divergen dan non-divergen dengan variasi luas permukaan proyeksinya sebesar 9 cm x 9 cm, 9,5 cm x 9,5 cm dan 10 cm x 10 cm.

Penggunaan blok divergen maupun non divergen di bagian OR dan target penyinaran melebihi batas toleransi dosis serap yaitu pada OR dosis transmisi lebih dari batas maksimum yang diizinkan 5% sedangkan hasil yang di dapat dari penelitian berkisar antara 6,0% - 6,8 %, pada target penyinaran hasil yang didapat berkisar antara 101,3 % - 109,6 % sedangkan toleransi yang diizinkan oleh Report ICRU (The International Commission on Radiation Units and Measurements) 62 adalah -5% dan +7%. Pada daerah transisi dosis di bawah 50%, masih berada <50%. Selain itu distribusi dosis pada blok divergen lebih baik dari pada blok non divergen.

**Kata kunci :** Distribusi dosis serap, blok divergen, blok non-divergen, dosis transmisi, dosis target, dosis transisi, cerrobend.

### PENDAHULUAN

Pada radiasi eksterna diperlukan adanya ketepatan dosis pada target penyinaran radiasi. Namun, pada kenyataannya setiap organ tubuh manusia

memiliki batas ambang dosis yang berbeda-beda dalam penerimaan radiasi dan terkadang terdapat kasus dimana tumor berada disekitar *Organ at Risk (OR)* yang seharusnya tidak ikut terpapar radiasi, karena

itulah dibutuhkan peralatan yang dapat melindungi *Organ at Risk (OR)* dalam proses penyinaran radiasi pengion pada pasien, salah satu alatnya yaitu blok individual berbahan *cerrobend*.

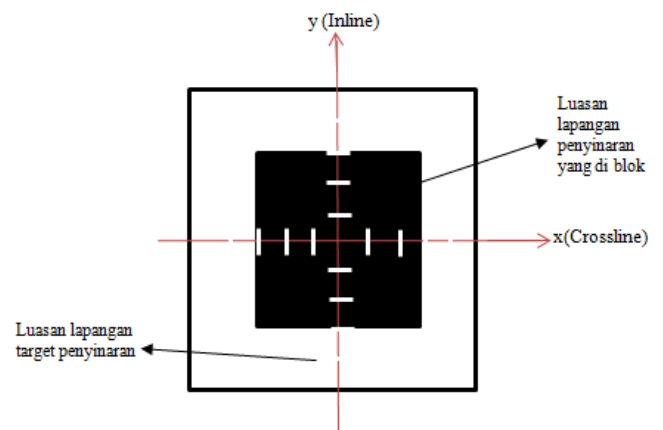
## DASAR TEORI

Hasil pengukuran dibawah blok diperoleh nilai transmisi dosis 5.9 % - 19.93% dengan menggunakan pada lapangan asimetri [1]. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan lapangan teratur dengan variasi jarak blok ke target penyinaran menggunakan ukuran blok yang berbeda. serta membandingkan penggunaan blok bentuk geometri yang berbeda, yaitu divergen dan non divergen. Idealnya menggunakan penyinaran menggunakan Blok individual dengan geometri divergen [2]. Penelitian ini mengkaji seberapa besar pengaruh blok dengan geometri yang berbeda terhadap dosis serap khususnya pada *organ at risk*, daerah transisi dan pada trget penyinaran. tentang distribusi dosis serap pada sumbu horizontal fantom karena pengaruh penggunaan blok individual berbahan *cerrobend* dengan variasi luas permukaan blok individual dan variasi bentuk blok individual divergen dan non-divergen kemudian mengetahui apakah melebihi batas toleransi. *Cerrobend* merupakan bahan campuran terdiri dari 50% bismuth, 27% timbal, 13% tin dan 10% cadmium dan mempunyai titik lebur 69<sup>0</sup>C. Dalam kebanyakan situasi digunakan blok berbentuk persegi panjang, segitiga atau blok non-divergen yang biasanya disediakan oleh unit radioterapi [3]. Sebagian besar dari studi dan pedoman memiliki disebutkan bahwa 7 sampai 8 cm ketebalan Blok individual berbahan *cerrobend* cukup untuk melindungi biasa jaringan untuk energi foton. Tidak ada bukti bahwa lebih blok individual berbahan *cerrobend* tebal, misalnya 9 atau 10 cm, dievaluasi [4]. Transmisi berkas primer melalui ketebalan

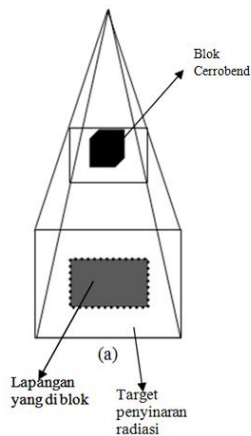
blok dapat diterima secara klinis, seharusnya kurang dari 5 % [2].

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di RS. Kensas Semarang. Pengukuran dosis serap menggunakan pesawat *Linear Accelerator (Linac)* dan dengan detektor condensor chamber tipe SN-9970 dan SN-9976 Diawali dengan pembuatan blok berbahan *cerrobend*. Kemudian pengukuran dosis serap tanpa blok individual berbahan *cerrobend* pada *water phantom* posisi *inline* (sumbu-y) maupun *crossline* (sumbu-x) menggunakan energi 6 MV pada kedalaman 1,5 cm, dengan luas lapangan 20 cm x 20 cm, dengan SSD 100 cm. Setelah itu dipasang blok individual berbahan *cerrobend* bentuk divergen dengan luas blok penyinaran 10 cm x 10 cm dimana sumbu pusat blok individual berbahan *cerrobend* berada pada sumbu pusat luas lapangan. Seperti yang terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Posisi Blok



**Gambar 2.** Berkas Penyinaran pada Blok

Kemudian diganti dengan blok individual berbahan *cerrobend* dengan luas blok penyinaran 9,5 cm x 9,5 cm dan selanjutnya 9 cm x 9 cm seperti pada gambar 2. Setelah itu pengukuran dosis serap dengan posisi *inline* maupun *crossline* menggunakan blok individual berbahan *cerrobend* dengan bentuk non-divergen dengan luas blok penyinaran berturut-turut 10 cm x 10 cm, 9,5 cm x 9,5 cm dan 9 cm x 9 cm. Kemudian dari data dosis serap dapat ditampilkan pada *software omnipro 7*.

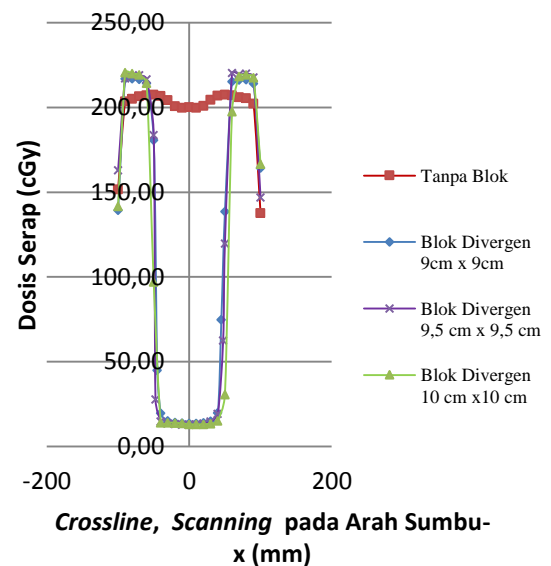
Berdasarkan teknik pengambilan data maka penelitian ini akan menghasilkan distribusi dosis serap dalam bentuk kurva *profile dose crossline* maupun *inline* pada lapangan penyinaran tanpa blok, dan menggunakan blok individual berbahan *cerrobend* dengan variasi luas penampang dan bentuk blok divergen dan non divergen. Dari kurva tersebut dievaluasi perbedaan distribusi dosis serap di titik pusat 0 mm, pada titik transisi (batas blok), dan pada penyinaran dititik -70 mm dan 70 mm), dan pengaruh blok individual berbahan *cerrobend* pada distribusi radiasinya. Lalu evaluasi nilai toleransi untuk dosis serap yang mengenai target atau tidak, karena menurut ICRU Report 62 bahwa distribusi dosis pada target diperbolehkan mempunyai deviasi +7% dan -5% [5]. selain itu di evaluasi dosis pada organ yang dilindungi

memenuhi batas toleransi yaitu di bawah 5 %.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengukuran Dosis Serap Blok *Cerrobend* Berbentuk Divergen

Hasil pengukuran dosis serap blok *cerrobend* berbentuk divergen ditampilkan pada gambar 4 dan 5, dengan menganggap dosis 100% yang diberikan adalah 200 cGy. Pada profil dosis (gambar 4 dan 5), terlihat bahwa penggunaan blok *cerrobend* dengan geometri divergen dapat meningkatkan dosis serap.

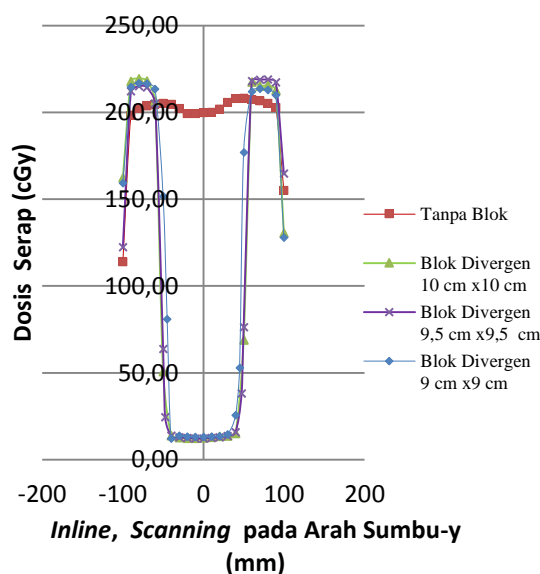


**Gambar 3.** Profil Dosis sinar -X 6 MV Menggunakan Blok *Cerrobend* Bentuk Divergen pada Posisi *Scanning Crossline* pada Berbagai Macam Variasi Luas Blok Penyinaran

Pada lapangan penyinaran yang diblok 10 cm x 10 cm, 9,5 cm x 9,5 cm, 9 cm x 9 cm pada titik 0 mm jika diubah kedalam bentuk persen menghasilkan dosis serap berturut turut 12,4 cGy – 13 cGy (6,2% - 6,5 %), 12,2 cGy -13 cGy ( 6,1 % - 6,5 %) dan 13 cGy – 13,6 cGy (6,5 % - 6,8 %).

Pada Lapangan penyinaran yang diblok 10 cm x 10 cm, 9,5 cm x 9,5 cm dan 9 cm x 9 cm, di titik batas blok, menghasilkan dosis

serap berturut-turut adalah 30,8 cGy - 97 cGy (15,4 % - 48,5 %), 19,4 cGy - 62,2 cGy (9,7 % - 31,3 %), 45 cGy - 81 cGy (22,5 % - 40,5 %). Pada Lapangan penyinaran yang diblok 10 cm x 10 cm, 9,5 cm x 9,5 cm, 9 cm x 9cm, dosis serap di titik lapangan penyinaran yang tidak diblok (-70,70) mm menghasilkan dosis serap berturut-turut 211,8 cGy - 218,2 cGy (105,9% - 109,1 %), 213,6 cGy - 219,2 cGy (106,8 % - 109,6 %) dan 213,6 cGy - 216,6 cGy (106,8 % - 108,3 %).



**Gambar 4.** Profil Dosis sinar -X 6 MV Menggunakan Blok *Cerrobend* Bentuk Divergen pada Posisi *Scanning Inline* pada Berbagai Macam Variasi Luas Blok Penyinaran

Lapangan penyinaran yang diblok 10 cm x 10 cm, 9,5 cm x 9,5 cm dan 9 cm x 9 cm, pada titik 0 mm menghasilkan dosis serap jika berturut turut 12,4 cGy - 13 cGy (6,2 % - 6,5 %), 12,2 cGy - 13 cGy (6,1 % - 6,5 %) dan 13 cGy - 13,6 cGy (6,5 % - 6,8%) .

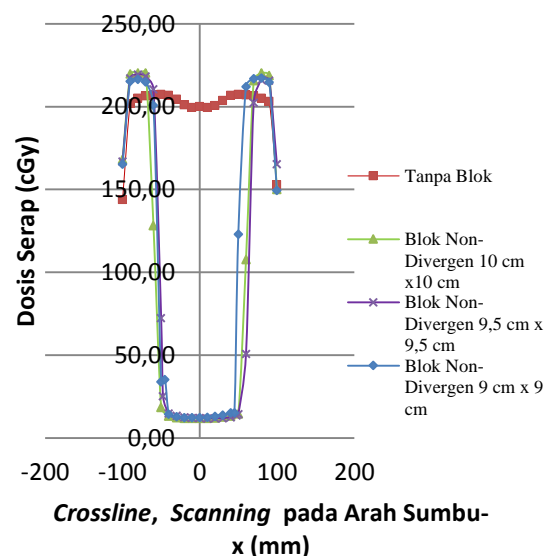
Pada profil dosis, ternyata terlihat dengan penggunaan blok *cerrobend* dapat meningkatkan dosis serap pada daerah lapangan penyinaran yang tidak di blok (target penyinaran), hal tersebut dapat dikarenakan oleh dosis hambur karena interaksi antara foton dengan materi.

### Hasil Pengukuran Dosis Serap Blok *Cerrobend* Berbentuk Non Divergen

Hasil pengukuran dosis serap blok *cerrobend* berbentuk non divergen ditampilkan pada gambar 6 dan 7, dengan menganggap dosis 100% yang diberikan adalah 200 cGy.

Pada lapangan penyinaran yang diblok 10 cm x 10 cm, 9,5 cm x 9,5 cm, 9 cm x 9 cm pada titik 0 mm jika diubah kedalam bentuk persen menghasilkan dosis serap berturut turut 12 cGy (6,0%), 12,2 cGy -13 cGy (6,1% - 6,5%) dan 12 cGy - 13 cGy (6,0 % - 6,5%).

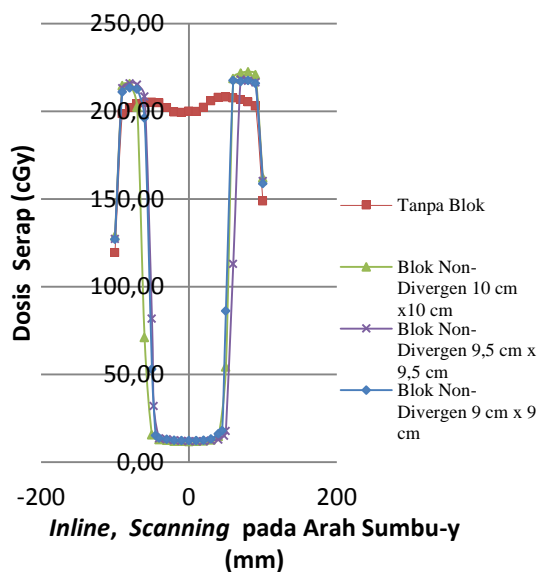
Lapangan penyinaran yang diblok 10 cm x 10 cm, 9,5 cm x 9,5 cm dan 9 cm x 9 cm, di titik batas blok, menghasilkan dosis serap berturut-turut adalah 14,6 cGy - 54,4 cGy (7,3 %- 27,2 %), 12,8 cGy - 32 cGy (6,4 %- 16,0 %) dan 15,2 cGy - 35,4 c Gy (7,6 % - 17,7 %).



**Gambar 5.** Profil Dosis sinar -X 6 MV Menggunakan Blok *Cerrobend* Bentuk Non-Divergen pada Posisi *Scanning Crossline* pada Berbagai Macam Variasi Luas Blok Penyinaran

Pada Lapangan penyinaran yang diblok 10 cm x 10 cm, 9,5 cm x 9,5 cm, 9 cm x 9cm, dosis serap di titik lapangan penyinaran yang

tidak diblok (-70,70) mm dalam bentuk dosis serap berturut-turut adalah 202,6 cGy - 222 cGy (101,3 %- 111,0 %), 202,6 cGy - 218,2 cGy (101,3 %- 109,1 %) dan 212,8 cGy - 217,2 cGy (106,4 %- 108,6 %). Pada profil dosis untuk penggunaan blok dengan geometri non divergen juga dapat meningkatkan dosis serap pada daerah lapangan penyinaran yang tidak di blok (target penyinaran), hal tersebut dapat dikarenakan oleh dosis hambur karena interaksi antara foton dengan materi.



**Gambar 6.** Profil Dosis sinar -X 6 MV Menggunakan Blok Cerrobend Bentuk Non-Divergen pada Posisi Scanning Inline pada Berbagai Macam Variasi Luas Blok Penyinaran

## KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Pada penggunaan blok divergen maupun non divergen di titik pusat blok penyinaran melebihi batas toleransi karena masih menghasilkan dosis serap  $>5\%$ , sedangkan toleransi untuk transmisi dosis di bawah blok adalah  $5\%$ .
2. Pada penggunaan blok divergen maupun non divergen di titik batas

blok penyinaran  $<50\%$ , akan tetapi, untuk blok non divergen pada titik batas terjadi pelebaran pemblokkan area.

3. Pada penggunaan blok divergen maupun non divergen di titik lapangan penyinaran yang tidak diblok masih ada yang melebihi batas toleransi yaitu memiliki deviasi dosis  $> +7\%$ . Sedangkan, menurut ICRU Report bahwa distribusi dosis pada target diperbolehkan mempunyai deviasi  $+7\%$  dan  $-5\%$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Purba, J.. 2010. Dosis Transmisi Berkas Sinar-X 6 MV untuk Lapangan Tidak Teratur dengan Variasi Blok. Tesis. Jakarta: Jurusan Fisika FMIPA Universitas Indonesia.
- [2]. Khan, F. M.. 2003. *The Physics of Radiation Therapy 2nd edition*. Baltimore, Maryland, USA: Lippincott Williams and Wilkins.
- [3]. Avadhani, J.S., Pradhanb A.S., Sankara, Viswanathan P.S.. 1995. A concave tray with divergent block for desired dose distribution around shielded region in megavoltage radiation therapy. *Jurnal Bhabha Atomic Research Centre* Vol 37 Hal. 71-73, 1995.
- [4]. Taherkhani. A, Mohammadi, Saboori, Changizi.V.. 2010. Evaluation of The Physical Characteristic of Cerrobend Blocks Used For Radiation Therapy ran. *Jurnal*. Volume 8 No. 2. P. 93-101. Iran: Universitas Azad.
- [5]. ICRU Report 62, *Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Therapy (Supplement to ICRU Reports 50)*, The International Commission on Radiation Units and Measurements, 1999.

