

**TRANSMISI BERKAS SINAR-X 6 MV  
UNTUK LAPANGAN TIDAK TERATUR  
SHIELDING BLOK TIPIS DENGAN  
VARIASI BLOK**

Juni Sinarinta Purba  
(Dosen Radiodiagnostik dan Radioterapi  
Fakultas Kesehatan Universitas Efarina)

**ABSTRAK**

Penelitian ini membahas dosis transmisi pada lapangan yang diblok dengan cerrobend untuk berkas sinar- X 6 MV, pesawat linear accelerator Siemens Primus 2D Plus dengan lapangan dasar 20 cm x 20 cm. Pengukuran dilakukan dengan ionisasi chamber PTW 2D Array seven29 pada titik dalam phantom akrilik untuk lapangan yang diblok dan lapangan yang tidak dilindungi blok dengan bentuk blok yang divariasikan. Panjang Blok 10 cm dengan lebar variasi 1, 2, 3 cm dengan kedalaman pengukuran 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 cm, dari hasil pengukuran diperoleh nilai transmisi dosis 5.9 % - 19.93%, transmisi dosis akan semakin menurun dengan kenaikan lebar blok cerrobend dan sedikit meningkat dengan kenaikan kedalaman. Hasil pengukuran dibandingkan dengan hasil TPS.

*Kata kunci:*  
Blok cerrobend, persentase transmisi dosis, daerah transisi

**PENDAHULUAN**

Penggunaan radiasi pengion dari pesawat linac untuk radioterapi menjadi pilihan tersendiri dalam dunia kedokteran. Sinar pengion pada radioterapi untuk pengobatan kanker disebabkan kemampuan dari sinar pengion bila mengenai suatu materi akan menyebabkan ionisasi pada materi tersebut. Pada radioterapi akibat proses ionisasi tersebut akan terjadi kerusakan sel dan jaringan kanker sehingga akan menyebabkan kematian dan kehilangan kemampuan hidup pada siklus pembelahan sel. Disamping efek sampingnya yang lebih rendah dibandingkan kemoterapi, energy dan jenis radiasi pengion yang dihasilkan oleh linac juga dapat diatur melalui ruang control dengan menggunakan software yang diberikan oleh pabrik.

Seluruh proses reaksi biokimia yang terjadi dalam tubuh manusia akan terkena dampak paparan radiasi pengion. Kerusakan tersebut tergantung pada sifat ekstrinsik, meliputi dosis dan jenis radiasi yang diterima oleh sel, serta sifat intrinsik sel itu sendiri, yaitu radiosensitivitas sel. Pengaruh radiasi pengion bukan hanya terjadi pada sel – sel kanker, tetapi terjadi pula pada sel – sel normal. Istilah kematian sel itu sendiri ada dua, pertama kematian sel proliferasi yaitu kematian sel pada saat sedang melakukan pembelahan, dan kedua kematiansel terdiferensiasi yaitu kematian sel yang telah matang, pada keadaan ini biasanya sel lebih bertahan terhadap radiasi. Kematian sel diharapkan lebih banyak terjadi, karena pada saat itulah sel sedang memasuki fase M dan G2 yang sensitif terhadap paparan radiasi pengion (Dwi, 2002). Semakin cepat sel mengalami proses pembelahan semakin besar probabilitas terpajannya sel.

Berdasarkan teori target yang menyatakan bahwa “ sel akan mati bila molekul target yang berada pada sel tersebut terinaktivasi (tidak aktif) akibat paparan radiasi”. Semakin sensitif sel terhadap radiasi, semakin banyak sel tersebut yang mati, dan semakin rendah sel yang survival (Dwi, 2002). Dengan demikian sel kanker diharapkan mengalami penyusutan volume secara kontiniu yang pada akhirnya akan hilang. Sel kanker lebih sensitif dibandingkan dengan jaringan sehat. Permasalahannya jaringan kanker

tidak diterapi dalam keadaan terisolasi dari jaringan normal. Hal ini disebabkan karena sel kanker terletak pada jaringan yang fungsinya harus dipertahankan setelah radioterapi dan sel kanker menyebar dalam jaringan sehat.

Morphology kanker yang tidak simetri (*iregular*) menyebabkan jaringan sehat tersebut tidak dapat terhindar dari radiasi, sehingga dalam pelaksanaan terapi kanker dengan radioterapi selalu diusahakan optimasi dosis, yaitu memberikan dosis tinggi pada jaringan kanker dan dosis rendah pada jaringan normal. Salah satu cara optimasi ini adalah memproteksi jaringan normal dengan menggunakan blok. Blok pembentuk lapangan yang sering disebut cut-out aplikator yang tersedia pada pesawat hanya ukuran lapangan yang teratur. Padahal dalam klinisnya daerah perlakuan sering ditemukan lapangan yang tidak teratur, maka perlu dibuat blok yang dapat menyaring pajanan radiasi untuk lapangan tidak teratur (*iregular*). Blok ini terbuat dari campuran beberapa logam yang dikenal dengan *cerrobend* yang bentuk dan ukurannya disesuaikan dengan volume kanker. Penggunaan blok *cerrobend* ini akan berpengaruh dalam perhitungan dosis radiasi yang akan diberikan dalam terapi.

Dosis radiasi dalam jaringan terdiri atas 2 komponen, yaitu : dosis primer dan dosis sekunder. Dosis primer merupakan dosis radiasi langsung dari sumber radiasi, dan dalam perhitungan dianggap sebagai dosis berkas radiasi dengan lapangan radiasi nol. Dosis hambur merupakan dosis yang berasal dari hamburan kolimator dan jaringan. Besarnya dosis hambur bergantung pada luas lapangan radiasi dan volume jaringan yang terkena radiasi. Penggunaan blok *cerrobend* dalam penyinaran akan mempengaruhi dosis hambur, karena blok *cerrobend* akan mengurangi luas lapangan radiasi, sehingga akan berpengaruh pada besarnya dosis hambur. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian pengaruh blok *cerrobend* pada distribusi dosis dalam jaringan.

Sesuai dengan apa yang telah dijelaskan diatas, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menghitung persentase dosis transmisi pada lapangan radiasi yang diblok guna melindungi organ sehat disekitar target tumor dan distribusi

dosis diluar daerah blok, kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan dengan TPS. Dengan mengetahui persentase dosis transmisi blok diharapkan akan memperoleh grafik hubungan antara dosis transmisi dan lebar blok, dan hubungan antara variasi kedalaman dan lebar blok, sehingga dari grafik tersebut dapat ditarik kesimpulan.

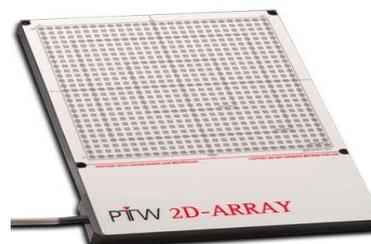
## METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan pesawat Linear accelerator (LINAC) jenis Siemens Primus 2D di Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Pertamina Pusat (RSPP). Thermometer digital untuk mengukur suhu ruangan dan barometer untuk mengukur tekanan udara. Perlengkapan lain yang dipakai dalam pengukuran adalah fantom akrilik berukuran 30 cm x 30 cm dengan ketebalan 1 cm dan 0.5 cm, dan blok individual yang terbuat dari bahan *cerrobend*, untuk proteksi berbagai organ disekitar target tumor, *blocking tray* untuk meletakkan blok individual, *Styrofoam* bahan yang digunakan sebagai negative blok individual,

*Hot wire cutter* mesin otomatis untuk memotong *Styrofoam* otomatis dikontrol oleh komputer. Pengukuran dosis dilakukan dengan menggunakan PTW 2D Array seven 29 seperti gambar berikut:



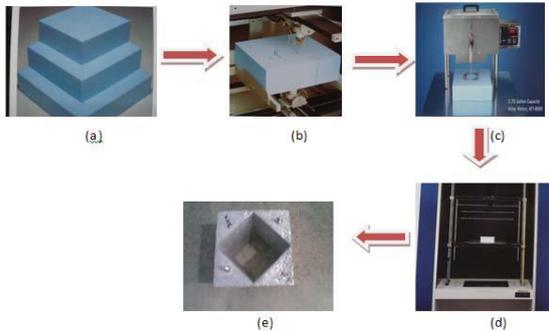
Gambar 1. Sisi Belakang Interface



Gambar 2. PTW 2D-Array<sup>1</sup>

Pembuatan blok *cerrobend* didahului oleh pembuatan blok negative dari bahan *Styrofoam* yang dikontrol dengan komputer dengan memperhatikan berbagai factor

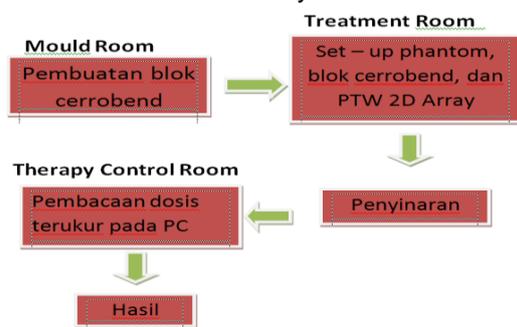
perlakuan klinis seperti SSD, bentuk blok, luas lapangan bentuk dan ukuran blok. Proses pembuatan blok cerrobend dapat dilihat dalam gambar 3.2 dibawah ini:



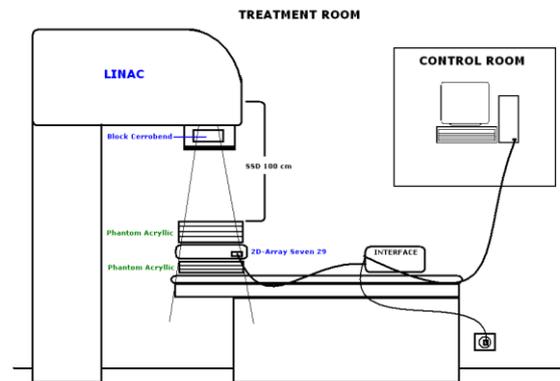
Gambar 3. Proses Pencetakan Block Cerrobend

Pengukuran dosis serap dengan peasawat Linac dengan modalitas sinar-x 6 MV pada lapangan tidak teratur (*irregular*) dengan SSD = 100 cm. Pengukuran dilakukan dengan fantom akrilik pada lapangan dasar 20 cm x 20 cm. pengukuran dilakukan dengan bentuk blok tipis *cerrobend*. Blok untuk melindungi daerah tenggorokan, lebar blok di variasi dari 1 cm, 2 cm, 3 cm, dengan panjang yang sama 10 cm. pengukuran dilakukan pada kedalaman 2 cm, 2.5 cm, 3 cm, 3.5 cm dan 4 cm.

Dengan Setiap pengukuran dosis ditentukan sesuai dengan dosis 200 MU. Koreksi tekanan udara, suhu ruangan, dan factor koreksi dimasukkan langsung ke dalam system komputasi dosimeter yang mengakibatkan bacaan dosimeter terkoreksi secara otomatis. Gambar 4 menunjukkan blok diagram pengukuran transmisi dosis pada pesawat linac dengan ionisasi chamber 2D array seven29.



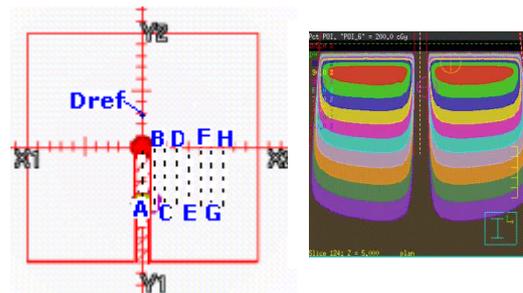
Gambar 4. Block Diagram Pengukuran persentase dosis transmisi pada pesawat Linac dengan ionisasi chamber 2D Arrat Senven29



Gambar 5. Skema Pengukuran di Lapangan

Pengukuran dosis masing masing dilakukan pada setiap blok yang telah ditentukan yaitu:

1. Pengukuran dosis dengan ukuran blok 10 cm x 1 cm dengan titik pengukuran seperti gambar 6.



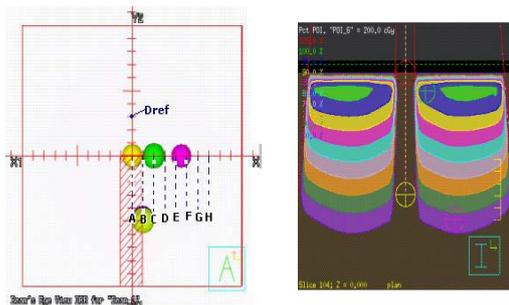
Gambar 6. Skema Penutupan Blok 10 cm x 1 cm dan penentuan titik pengukuran

Pengukuran dilakukan pada setiap titik yang telah ditentukan, titik A : dosis diukur tepat pada lapangan yang dilindungi dengan blok, titik B, C, D, E, F, G, H : dosis diukur pada lapangan yang tidak dilindungi blok dan Dref adalah dosis referensi. Dosis refrensi adalah dosis yang diukur pada lapangan yang tidak dilindungi oleh blok.

2. Pengukuran dosis dengan ukuran blok 10 cm x 2 cm dengan titik pengukuran seperti gambar 7.

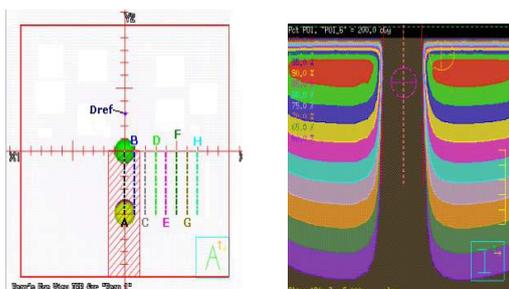
Pengukuran dilakukan pada kedalaman 2 cm, 2.5 cm, 3 cm, 3.5 cm, 4 cm pada setiap titik titik A : dosis diukur tepat pada lapangan yang dilindungi dengan blok, titik B : dosis diukur 0.5 cm dari tepi blok, titik C, D, E, F, G, H : dosis diukur pada lapangan yang tidak

dilindungi blok dan Dref adalah dosis referensi.



Gambar 7. Skema Penutupan Blok 10 cm x 2 cm dan penentuan titik pengukuran.

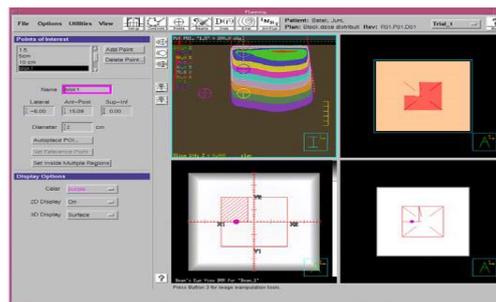
3. Pengukuran dosis dengan ukuran blok 10 cm x 3 cm dengan titik pengukuran seperti gambar berikut:



Gambar 8. Skema Penutupan Blok 10 cm x 3 cm.

Pengukuran dilakukan pada kedalaman 2 cm, 2.5 cm, 3 cm, 3.5 cm, 4 cm pada setiap titik titik A,B : dosis diukur tepat pada lapangan yang dilindungi dengan blok, titik C, D, E, F, G, H : dosis diukur pada lapangan yang tidak dilindungi blok dan Dref adalah dosis referensi.

4. Kalkulasi dosis serap dengan Treatments Planning System (TPS) *Treatment planning system* digunakan untuk merekonstruksi volumetrik dari citra CT, setelah direkonstruksi kemudian dilakukan simulasi perlakuan radioterapi dan kalkulasi distribusi dosis. Semua kondisi pengukuran yang telah dilaksanakan disimulasikan dalam TPS, kemudian distribusi dosis dalam medium dikalkulasi selanjutnya hasil pengukuran dibandingkan dengan kalkulasi TPS. Tampilan pada system computer TPS dapat dilihat gambar 9.



Gambar 9. Tampilan Pada Komputer TPS Pinnacle

## HASIL PENELITIAN

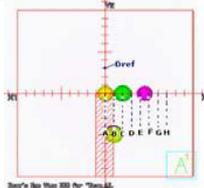
Keberhasilan radioterapi sangat dipengaruhi oleh akurasi pengukuran dan perhitungan dosimetri. Pengukuran transmisi dosis pesawat Linac pada umumnya dilakukan untuk lapangan teratur. Padahal dalam klinis ukuran lapangan yang digunakan dalam terapi tidak teratur, tergantung kepada bentuk dan letak kanker. Disamping itu untuk optimasi dosis terapi sering pula proteksi organ yang dekat dengan kanker perlu dilakukan dengan cara menutup sebagian lapangan yang dekat organ risk, maka perlu dibuat blok yang dapat menyaring pajanan radiasi sehingga lapangan menjadi asimetri dan sesuai dengan kondisi kanker. Penggunaan blok *cerrobend* ini akan berpengaruh dalam perhitungan dosis radiasi yang akan diberikan dalam terapi (perhitungan dosimetri).

Dalam penelitian ini telah dilakukan pengukuran dosis transmisi pada medium akrilik, pengukuran pada lapangan dengan *shielding* blok tipis simulasi untuk proteksi daerah tenggorokan. Hasil pengukuran dapat langsung dibaca pada tayangan computer yang dihubungkan dengan PTW 2D Array.

Hasil pengukuran dan kalkulasi TPS dapat dilihat dalam Tabel 1 dan Tabel 2 untuk ukuran blok dengan lebar 1 cm. Tabel 3 menunjukkan selisih dari data pengukuran dan kalkulasi TPS (Tabel 1 dan Tabel 2). Dengan cara yang sama dibuat Tabel 4 dan 5 untuk lebar blok 2 cm dan Tabel 6 dan Tabel 7 untuk lebar blok 3 cm.

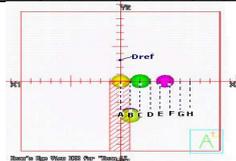
Tabel 1. Hasil pengukuran dosis di berbagai titik dan kedalaman dari berkas sinar-x 6 MV pada lapangan tidak teratur (lap.dasar 20x20 cm<sup>2</sup>) dengan lebar shielding 1 cm

Lebar Blok	Titik Pengukuran	Dosis (cGray) / perentase transmisi dosis pada kedalaman (cm).				
		2	2,5	3	3,5	4
1 cm	Dref	204.60	199.47	195.33	191.53	187.00
	A	32.67 (16.0)	33.57 (16.8)	34.70 (17.8)	35.73 (18.7)	36.53 (19.5)
	B	181.87 (88.9)	175.83 (88.2)	171.20 (87.6)	167.37 (87.4)	162.80 (87.1)
	C	202.47 (99.0)	197.13 (98.8)	192.60 (98.6)	188.43 (98.4)	183.70 (98.2)
	D	205.33 (100.4)	199.97 (100.3)	195.57 (100.1)	191.40 (99.9)	186.67 (99.8)
	E	206.00 (100.7)	200.83 (100.7)	196.30 (100.5)	192.23 (100.4)	187.43 (100.2)
	F	207.83 (101.6)	201.50 (101)	197.27 (101)	193.87 (101.2)	189.53 (101.4)
	G	206.50 (100.9)	201.20 (100.9)	196.67 (100.7)	192.33 (100.4)	187.73 (100.4)
	H	206.03 (100.7)	200.70 (100.6)	196.07 (100.4)	191.93 (100.2)	187.10 (100.1)



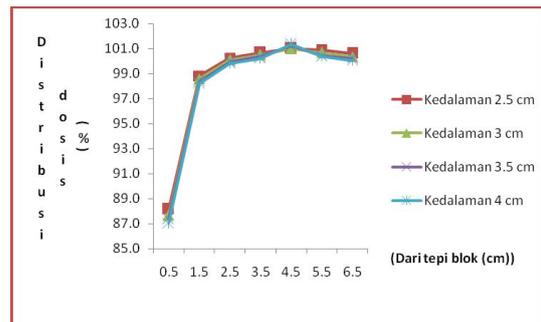
Tabel 2. Kalkulasi TPS di berbagai titik dan kedalaman dari berkas sinar-x 6 MV pada lapangan tidak teratur (lap. Dasar 20 x 20 cm) dan lebar shielding 1 cm

Lebar Blok	Titik Pengukuran	Dosis (cGray) / perentase transmisi dosis pada kedalaman (cm).				
		2	2,5	3	3,5	4
1 cm	Dref	195.5	194.1	190.3	186.1	184.5
	A	28.09 (14.3)	30 (15.5)	31.3 (16.4)	32.4 (17.4)	33.4 (18.1)
	B	192.2 (97.8)	187.7 (96.7)	183.8 (96.6)	178.8 (95.8)	174.6 (94.6)
	C	199.6 (101.6)	196.6 (101.3)	192.5 (101.2)	188.6 (101.1)	185.5 (100.5)
	D	200.4 (102.0)	197.7 (101.0)	193.5 (101.8)	189.4 (101.6)	186.3 (101.4)
	E	200.5 (102.0)	197.9 (101.0)	193.7 (101.8)	189.6 (101.6)	187 (101.4)
	F	200.4 (102.0)	197.6 (101.8)	193.6 (101.7)	189.5 (101.6)	187.1 (101.4)
	G	200.6 (102.1)	197.8 (101.9)	193.6 (101.7)	189.5 (101.6)	187.1 (101.4)
	H	200.2 (101.9)	197.2 (101.6)	192.9 (101.4)	188.8 (101.2)	187 (101.4)



Tabel 3. Selisih hasil pengukuran dan kalkulasi TPS (Tabel 1 dan 2)

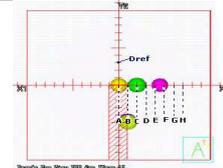
Lebar Blok	Titik Pengukuran	Dosis (cGray) / perentase transmisi dosis pada kedalaman (cm).				
		2	2,5	3	3,5	4
1 cm	A	1.67	1.37	1.32	1.32	1.43
	B	-8.92	-8.55	-8.94	-8.44	-5.35
	C	-2.62	-2.46	-2.56	2.69	1.27
	D	-1.63	-1.60	-1.56	-1.57	-0.07
	E	-1.35	-1.27	-1.29	-1.24	-0.26
	F	-0.40	-0.78	-0.74	-0.39	-0.92
	G	-1.16	-1.04	-1.05	-1.14	-0.20
	H	-1.18	-0.98	-0.99	-0.97	-0.33



Gambar 10. Persentase Distribusi dosis sinarx 6 MV lapangan rectangular (ukuran Blok 10 cm x 1 cm)

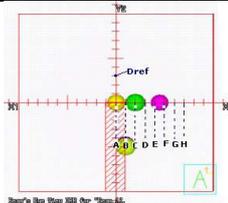
Tabel 4. Hasil pengukuran dosis diberbagai titik dan kedalaman dari berkas sinar-x 6 MV pada lapangan tidak teratur (lap. Dasar 20 x 20 cm) dengan lebar shielding blok 2 cm

Lebar Blok	Titik Pengukuran	Dosis (cGray) / perentase transmisi dosis pada kedalaman (cm).				
		2	2,5	3	3,5	4
2 cm	Dref	202.20	198.47	194.47	189.57	186.13
	A	21.13 (10.5)	22.20 (11.2)	23.20 (11.9)	24.10 (12.7)	25.17 (13.5)
	B	66.97 (33.1)	65.03 (32.8)	63.07 (32.4)	60.97 (32.2)	58.70 (31.5)
	C	197.40 (97.6)	193.07 (97.3)	188.53 (96.9)	183.17 (96.6)	179.23 (96.3)
	D	202.10 (100.0)	198.20 (99.9)	193.87 (99.7)	188.57 (99.5)	184.73 (99.2)
	E	203.67 (100.7)	199.53 (100.5)	195.30 (100.4)	190.03 (100.2)	186.27 (100.1)
	F	203.60 (100.7)	199.53 (100.5)	195.33 (100.4)	190.03 (100.2)	187.00 (100.1)
	G	204.57 (101.2)	200.43 (101.0)	196.17 (100.9)	190.87 (100.7)	186.33 (100.5)
	H	203.90 (100.8)	200.00 (100.8)	195.63 (100.6)	190.27 (100.4)	187.00 (100.2)



Tabel 5. Kalkulasi TPS diberbagai titik dan kedalaman dari berkas sinar-x 6 MV pada lapangan tidak teratur (lap. Dasar 20 x 20 cm<sup>2</sup>) dan lebar shielding blok 2 cm

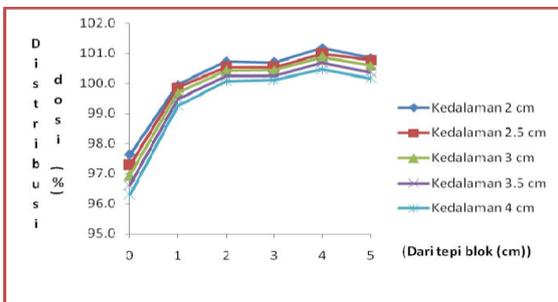
Lebar Blok	Titik Pengukuran	Dosis (cGray) / perentase transmisi dosis pada kedalaman (cm).				
		2	2,5	3	3,5	4
2 cm	Dref	196.7	194.1	190.5	186.8	184.7
	A	17	17.9	18.8	19.7	20.7
		(8.6)	(9.2)	(9.9)	(57.5)	(57.5)
	B	112.8	109.7	108.4	107.4	106.2
		(57.3)	(56.5)	(56.9)	(57.5)	(57.5)
	C	199.0	195.2	191.1	186.8	182.6
		(101.2)	(100.6)	(100.4)	(100.0)	(98.9)
	D	202.2	197.3	193.2	189.5	185.4
		(101.8)	(101.6)	(101.4)	(101.4)	(100.4)
	E	200.6	197.8	193.6	189.5	185.4
		(102.0)	(101.9)	(101.6)	(101.4)	(100.4)
	F	200.5	197.7	193.7	189.7	185.6
		(101.9)	(101.9)	(101.7)	(101.6)	(100.5)
	G	200.6	197.8	193.5	189.3	185.1
		(102.0)	(101.9)	(101.6)	(101.3)	(100.2)
	H	200.3	197.3	192.9	186.6	184.5
(101.8)		(101.6)	(101.3)	(101.0)	(99.9)	



Tabel 6. Selisih hasil pengukuran dan kalkulasi TPS (Tabel 4 dan 5)

Lebar Blok	Titik Pengukuran	Dosis (cGray) / perentase transmisi dosis pada kedalaman (cm).				
		2	2,5	3	3,5	4
2 cm	A	1.81	1.96	2.06	2.11	2.31
	B	-	-	-	-	-
	C	-3.54	-3.29	-3.42	-3.38	-2.57
	D	-1.83	-1.78	-1.73	-1.97	-1.13
	E	-1.26	-1.37	-1.20	-1.20	-0.31
	F	-1.24	-1.32	-1.23	-1.31	-0.38
	G	-0.81	-0.92	-0.70	-0.65	-0.25
	H	-0.99	-0.88	-0.66	-0.59	-0.27

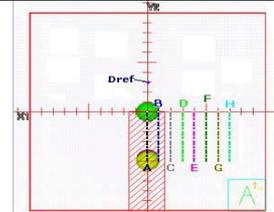
Untuk lebih jelasnya data dalam Tabel 6 dapat di lihat pada gambar 11.



Gambar 11. Persentase distribusi dosis sinar-x 6 MV lapangan rectangular (ukuran blok 10 cm x 2 cm)

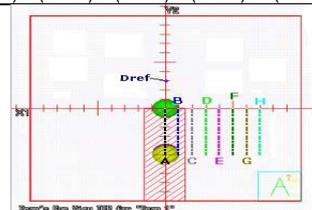
Tabel 7. Hasil pengukuran dosis diberbagai titik dan kedalaman dari berkas sinar-x 6 MV pada lapangan tidak teratur (lap. dasar 20x20 cm), lebar shielding blok 3 cm

Lebar Blok	Titik Pengukuran	Dosis (cGray) / perentase transmisi dosis pada kedalaman (cm).				
		2	2,5	3	3,5	4
3 cm	Dref	203.77	199.30	194.27	190.30	186.37
	A	16.8	17.63	18.40	19.13	19.93
		(8.2)	(8.8)	(9.5)	(10.1)	(10.7)
	B	19.87	20.50	21.33	22.13	22.83
		(9.7)	(10.3)	(11.0)	(11.6)	(12.3)
	C	15.60	160.23	153.93	149.20	144.73
		(81.3)	(80.4)	(79.2)	(78.4)	(77.7)
	D	201.53	198.20	193.87	188.57	184.73
		(100.0)	(99.9)	(99.7)	(99.5)	(99.2)
	E	203.67	196.67	191.10	186.57	182.13
		(100.2)	(100.1)	(99.9)	(99.97)	(99.4)
	F	204.67	200.00	194.73	190.43	186.03
		(100.7)	(100.5)	(100.4)	(100.2)	(100.1)
	G	205.87	201.20	195.90	191.50	187.03
		(101.0)	(101.0)	(100.8)	(100.6)	(100.4)
	H	205.60	200.90	195.53	190.10	186.60
(100.9)		(100.8)	(100.7)	(100.4)	(100.1)	



Tabel 8. Kalkulasi TPS diberbagai titik dan kedalaman dari berkas sinar-x 6 MV pada lapangan tidak teratur (lap. Dasar 20 x 20 cm<sup>2</sup>) dan lebar shielding blok 3 cm

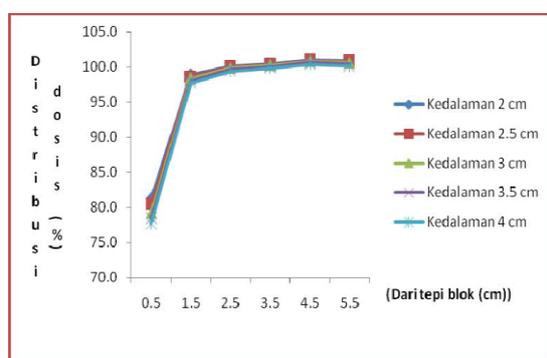
Lebar Blok	Titik Pengukuran	Dosis (cGray) / perentase transmisi dosis pada kedalaman (cm).				
		2	2,5	3	3,5	4
3 cm	Dref	197.2	194.8	190.8	187	184.9
	A	14.2	14.9	15.6	16.3	17
		(7.2)	(7.6)	(8.2)	(8.7)	(9.2)
	B	21.1	21.7	22.1	22.5	23
		(10.7)	(11.56.5)	(56.9)	(57.5)	(57.5)
	C	199.0	195.2	191.1	186.8	182.6
		(101.2)	(100.6)	(100.4)	(100.0)	(98.9)
	D	202.2	197.3	193.2	189.5	185.4
		(101.8)	(101.6)	(101.4)	(101.4)	(100.4)
	E	200.6	197.8	193.6	189.5	185.4
		(102.0)	(101.9)	(101.6)	(101.4)	(100.4)
	F	200.5	197.7	193.7	189.7	185.6
		(101.9)	(101.9)	(101.7)	(101.6)	(100.5)
	G	200.6	197.8	193.5	189.3	185.1
		(102.0)	(101.9)	(101.6)	(101.3)	(100.2)
	H	200.3	197.3	192.9	186.6	184.5
(101.8)		(101.6)	(101.3)	(101.0)	(99.9)	



Tabel 9. Selisih hasil pengukuran dan kalkulasi TPS (Tabel 7 dan 8)

Lebar Blok	Titik Pengukuran	Dosis (cGray) / perentase transmisi dosis pada kedalaman (cm).			
		2	2,5	3	3,5 4
3 cm	A	1.04	1.20	1.30	1.34 1.50
	B	-0.95	-0.85	-0.60	-0.40 -0.19
	C	-16.04	-15.34	-15.63	-15.55 -15.31
	D	-2.67	-2.50	-2.50	-2.66 -1.89
	E	-1.59	-1.52	-1.52	-1.85 -0.82
	F	-1.38	-1.24	-1.24	-1.37 -0.56
	G	-0.85	-0.74	-0.74	-0.76 -0.07
	H	-0.82	-0.63	-0.63	-0.65 -0.13

Untuk lebih jelasnya data dalam Tabel 9 dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Persentase distribusi dosis sinar-x 6 MV lapangan rectangular (ukuran blok 10 cm x 3 cm)

## PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan blok cerrobend untuk proteksi organ sekitar target tumor sangat berpengaruh dengan lebar blok yang digunakan. Untuk penutupan lapangan yang divariasikan dari lebar 1 cm, 2 cm dan 3 cm menghasilkan persentase dosis yang berbeda. Lapangan ini umumnya digunakan untuk penyinaran jaringan supraklavikula untuk memproteksi tenggorokan pada kedalaman 2.5 cm. Dengan pengandaian tenggorokan pada kedalaman 2.5 cm akan menerima dosis transmisi 16.8 %, untuk lebar blok 1 cm, 11.2 %, untuk lebar blok 2 cm dan 8.8 % untuk lebar blok 3 cm. Untuk lebar blok 1 cm dan 2 cm dosis transmisi masih jauh dari yang diharapkan, sedangkan untuk blok yang lebar 3 cm hampir mendekati dari batas dosis transmisi yang diijinkan yaitu dibawah 5 % (Susworo, 2007). Dilain pihak

daerah diluar blok terutama pada daerah di tepi blok untuk kedalaman 2.5 cm ternyata menerima dosis untuk blok 1 cm 88.2 %, untuk blok 2 cm 32.8 %, untuk blok 3 cm 80.4 %. Penelitian ini penting untuk diketahui oleh oncologist, dalam ICRU Report 62 bahwa distribusi dosis pada target diperbolehkan mempunyai deviasi +7% dan -5%. Panjang transisi yang didefinisikan mulai dari pinggir blok sampai pencapaian dosis referensi sekitar 2 cm dari tepi blok, dan ternyata tidak bergantung pada lebar blok.

Dosis transmisi hasil kalkulasi TPS menunjukkan nilai yang tidak jauh berbeda dengan hasil pengukuran, ini dapat dilihat dari nilai ratio kalkulasi TPS dan hasil pengukuran masih dibawah 2 %, nilai ini masih diperbolehkan dari batas yang diijinkan dibawah 3 % (Papatheodorou, et al., 1999). Tetapi untuk distribusi dosis di luar blok perbedaannya cukup tinggi terutama pada daerah tepati di tepati blok. Dosis transmisi pada tengah daerah yang blok bergantung pada kedalaman dan lebar blok. Untuk lebar blok 1 cm dosis transmisi masih cukup tinggi disebabkan karena hamburan dari medium, sedangkan untuk lebar blok 2 cm dosis transmisi semakin berkurang dibandingkan dengan lebar blok 1 cm. Penutupan lapangan dengan lebar blok 3 cm dosis transmisi hampir mendekati dari yang diharapkan yaitu dibawah 5% (William, et al., 1993). Dari grafik tersebut diatas untuk blok yang semakin lebar maka dosis transmisi akan semakin menurun, dilain pihak dosis transmisi hampir tidak dipengaruhi kenaikan kedalaman, hal ini dilihat dari nilai linearitas  $R^2 = 0.999$  untuk semua lebar blok.

## KESIMPULAN

Persentase dosis transmisi untuk proteksi organ risk disekitar target tumor bergantung pada lebar blok cerrobend. Bentuk dan ukuran yang optimum blok untuk proteksi daerah yang beresiko antara lain untuk blok yang lebarnya 3 cm optimum untuk memproteksi organ yang berukuran 2 cm. Blok cerrobend sempit dibawah 3 cm masih menghasilkan persentase transmisi dosis lebih dari 10 %. Persentase dosis transmisi akan menurun dengan kenaikan lebar blok cerrobend dan meningkat dengan kenaikan kedalaman

## DAFTAR PUSTAKA

- Attix F.H. (1986). "Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetri", University of Wisconsin Medical School, Madison, Wisconsin.
- G.Luxton and Melvin.A.A, (1988.) "Output Factor constituents of a highenergy photon beam". Medical Physics 15 (1).
- Hall. Eric J, "Radiobiology for the Radiologist", 4th ed. J.B Lippincott Company, Philadelphia.
- ICRU Report 62, Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Therapy (Supplement to ICRU Reports 50), The International Commission on Radiation Units and Measurements, 1999.
- Jerrold TB., J Anthony S., Edwin ML., dan John M Boone, (2001). "The essential physics of medical imaging", Lippincott Williams &Wilkins.
- Johns.H.E, Cunningham, John. R,( 1983 ). "The Physics of Radiology", Charles C Thomas Publisher, Springfield, Illinois, U.S.A.
- Khan.F.M. (1984), "The Physics of Radiation Therapy", Lippincott Williams and Wilkins, Baltimore.
- Kron Thomas, et. Al, (1997). "The Physics of Radiotherapy X-ray and Electrons", Medical Physics Publishing, Madison, Wisconsin.
- Medicartel SDN.BHD, (2005). "Sourcebook Medtec Radiation Oncology Accessories, Malaysia.
- P. Huang, J. Chu, and B. Bjarngard, (1987)"The effect of collimator backscatter radiation on photon output of linier accelerators," Medical Physics. 14, 268.
- Podgorsak, E. B. (2003)"Review of Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students", International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.
- Spiridon papatheodorou et al., (1999) "Dose calculation and verification of intensity modulation generate by dynamic MLC".
- S.K.Dwi, (2002) "Faktor Hamburan Maksimum Berkas Sinar-X 6 MV and 10 MV", Jurnal Fisika HFI Vol A5 No: 0531
- S. Djarwani. (2008), " buku Panduan Kuliah Radioterapi ", Fisika Medis, Universitas Indonesia
- Sprawls, Perry, Physical principles of medical imaging second edition,
- Susworo. R, (2007), "Dasar – dasar Radioterapi", Penerbit Universitas Indonesia. UI Press
- Williams, J. R., et. al. (1993), "Radiotherapy Physics in Practice", Oxford University Press Inc., New York, U.S.A.