

Verifikasi Lapangan Radiasi Linac Menggunakan Kaset *Non Screen* yang Dimodifikasi Lapisan Pb dan Zn pada Film Sinar X

Sulistyo Warjono

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang
E-mail: kaklist123@gmail.com

Abstrak

Verifikasi lapangan radiasi pada radioterapi diperlukan untuk memastikan bahwa radiasi yang dipaparkan pada tubuh pasien sudah sesuai dengan yang direncanakan oleh bagian Treatment Planning System untuk memperhitungkan luas dan kedalaman serta dosis radiasi yang diberikan kepada pasien. Pada penelitian ini yang digunakan untuk verifikasi adalah film sinar x yang biasa digunakan pada radiografi konvensional (*roentgen*), sedangkan verifikasi lapangan pada radioterapi linac seharusnya menggunakan film gamma grafi (harganya mahal). Dari beberapa eksperimen, akhirnya alat yang dipilih dan digunakan untuk mengambil data adalah kaset dengan screen diganti seng (0,3mm) dan diluarnya dilapisi timbal (2mm). Paparan radiasi diberikan kepada pasien dengan pesawat teleterapi Linac, setiap pasien diberikan energi 6MV dan 10MV, sedangkan dosis radiasinya 1MU, 3MU, 5MU, dan 7MU. Hasil paparan radiasi berupa film sinar x diukur kepekaannya pada luar dan dalam obyek, serta dengan kuesioner yang diberikan kepada responden (dokter, dan ahli radiografi), data dianalisis menggunakan software program SPSS. Analisis ini untuk membandingkan pemberian dosis radiasi yang berbeda pada energi yang sama terhadap kepekaan film pada obyek yang sama, dan membandingkan pemberian energi yang berlainan pada dosis radiasi dan obyek yang sama. Hasil penelitian menyatakan bahwa verifikasi lapangan radiasi dapat dilakukan pada film sinar x dengan menggunakan seng (tebal 0,3mm) untuk mengganti screen pada kaset berlapis timbal (2mm). Dalam pemberian energi dan dosis radiasi ternyata memberikan hasil yang berbeda, semakin besar energi dan atau dosis yang diberikan hasil paparan radiasi pada film semakin gelap (hitam).

Kata kunci : film, linac, sinar x, teleterapi

Abstract

Radiation in the radiotherapy field verification is required to ensure that the radiation is presented in accordance with the patient's body has been planned by the Treatment Planning System to account for the breadth and depth as well as the radiation dose administered to the patient. In this research, which is used for verification is the x-ray films commonly used in conventional radiography (x-ray), while the field verification in linac radiotherapy should be using film gamma grafi (expensive). From some experiments, the instrument finally selected and used to retrieve data screen is replaced with zinc tape (0.3 mm) and coated on its outer lead (2mm). Radiation exposure is given to patients with linac teletherapy plane, each patient is given 6MV energy and 10mV, while the radiation dose 1MU, 3MU, 5MU, and 7MU. The results of the radiation exposure of x-ray films were measured sensitivity on the outside and inside the object, and a questionnaire given to the respondent (doctor, radiographer), data were analyzed using SPSS software. This analysis is to compare the different radiation doses at the same energy to the film's sensitivity to the same object, and comparing different energizing the radiation dose and the same object. The study states that the radiation field verification can be performed on x-ray films using zinc (0.3 mm thick) to replace the screen on a tape-coated lead (2mm). In the provision of energy and radiation dose were giving different results, the greater the energy and the dose administered or the results of radiation exposure on the film darker (black).

Keywords: film, linac, teletherapy, x-ray

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ilmu pengetahuan dan teknologi kedokteran dan kesehatan, saat ini memberikan sumbangan yang sangat berharga baik dalam diagnosis maupun terapi berbagai penyakit. Pemanfaatan radiasi pengion yang sudah berkembang pesat saat ini terutama sinar x dapat digunakan untuk diagnosis serta pengobatan (terapi) berbagai macam penyakit. Dengan memanfaatkan elemen yang sensitif terhadap cahaya yaitu film, maka proses fotografi, radiografi, serta radioterapi penyakit dapat berlangsung.

Banyaknya jenis dan merek film sinar x yang beredar di pasaran, sehingga diperlukan pengetahuan yang cukup mengenai film sinar x yang digunakan. Menurut Pedoman Peningkatan *Quality Assurance* Fasilitas Pelayanan Radiologi (Depkes RI, 1999), tolok ukur film radiografi yang bagus adalah tidak kadaluwarsa, jenis/kecepatan atau sensitifitas film harus sesuai dengan karakteristik *intensifying screen* [1].

Verifikasi lapangan radiasi pada radioterapi sangat diperlukan, yaitu untuk mencocokkan/membuktikan apakah radiasi yang dipaparkan pada tubuh pasien sudah sesuai dengan yang direncanakan oleh bagian *Treatment Planning System*.

Treatment Planning System merupakan kegiatan yang sangat penting dalam pelaksanaan terapi radiasi, yaitu untuk menentukan homogenitas radiasi pada daerah target yang dituju. Kemajuan dalam bidang teknologi elektronik dan komputer memungkinkan pemberian berkas sinar dengan bentuk distribusi dosis yang diinginkan sesuai target radiasi melalui *computer controlled multileaf collimator* bahkan *beam intensity modulation* [2].

Verifikasi lapangan radiasi ini diperlukan agar jaringan yang sehat tidak terkena radiasi yang akan mengakibatkan terganggunya pertumbuhan jaringan tubuh. Verifikasi lapangan radiasi pada penelitian ini menggunakan film sinar x yang biasa digunakan pada radiografi konvensional (*roentgen*), sedangkan verifikasi lapangan pada radioterapi linac dan cobalt seharusnya menggunakan film gamma grafi yang harganya cukup mahal.

Konstruksi kaset sinar x yang di dalamnya dilapisi dengan *intensifying screen (IS)* pada bagian depan dan belakang bersifat akan berpendar bila dikenai sinar x. Dengan menggantikan *intensifying screen* dengan seng (Zn) yang mempunyai sifat meneruskan dan

memantulkan sinar, dan melapisi timbal (Pb) pada luar kaset dengan ketebalan tertentu, apakah paparan radiasi pada film sinar x biasa masih memenuhi syarat (luas, bentuk, serta ketepatan)?

Penelitian ini menggunakan dua unit pesawat radioterapi yaitu Linac dan Cobalt, harapannya adalah dengan kedua pesawat ini akan dihasilkan lapangan radiasi yang baik walaupun keduanya mempunyai sumber yang berbeda.

Pesawat Linac (*Linear Accelerator*) yang mengeluarkan sinar x dan partikel elektron berenergi tinggi yang dipancarkan bila diperlukan [3]. Pesawat ini digunakan untuk mendapatkan data primer dari pasien. Sedangkan pesawat Cobalt menggunakan sumber radiasi bahan radioaktif Cobalt 60 (Co 60) yang selalu memancarkan sinar gamma, digunakan untuk mendapatkan data sekunder yang fungsinya untuk menentukan instrument penelitian yang akan dipakai.

Menurut standart Badan Tenaga Atom Internasional (*International Atomic Energy Agency IAEA*), setiap tindakan yang berhubungan dengan radiasi harus diadakan verifikasi. Peraturan Pemerintah RI nomor 33 Tahun 2007 tentang keselamatan radiasi pengion dan keamanan sumber radioaktif (Pasal 44:1): Pemegang izin, untuk menjamin keselamatan sumber radiasi wajib melakukan verifikasi keselamatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4:3 (Persyaratan Keselamatan Radiasi salah satunya meliputi verifikasi keselamatan) [4].

Dari uraian di atas, agar film sinar x dapat dipergunakan untuk menggantikan film gamma grafi, maka diperlukan penelitian apakah dengan menggantikan *intensifying screen* dengan seng pada kaset sinar x yang dilapisi timbal akan didapatkan verifikasi lapangan radiasi yang cocok.

Penelitian ini juga diharapkan memperoleh tingkat intensitas lapangan radiasi pada film sinar x yang paling baik dan jelas, sehingga memberikan hasil terapi yang optimal.

1.2 Perumusan masalah

Dari pernyataan di atas timbul permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah mengganti film gamma grafi dengan film sinar x biasa dan mengganti *screen* dengan seng (0,3mm) dan memberi lapisan timbal dengan ketebalan tertentu (2mm) dapat digunakan untuk membuat verifikasi lapangan radiasi (luas, bentuk, serta ketepatan) pada pesawat radioterapi linac dan cobalt?

2. Apakah terdapat perbedaan kepekaan (densitas) film dalam pemberian energi (6MV dan 10MV), serta pemberian dosis (1, 3, 5, 7MU) pada obyek radiasi yang berupa jaringan dan tulang?

1.3 Faedah yang akan didapat

Faedah dari penelitian ini adalah:

1. Penghematan biaya pembelian film gamma grafi yang lebih mahal dari pada film sinar x, karena film yang digunakan untuk verifikasi radiasi pada teleterapi linac dan cobalt bisa menggunakan film sinar x yang lebih murah.
2. Penghematan biaya dalam pembelian kaset, cukup mengganti *intensifying screen* dengan seng berlapis timbal sebagai *portal imaging devices* yang harganya terjangkau.
3. Didapat hasil verifikasi lapangan radiasi pada pesawat teleterapi linac dan cobalt seperti yang diinginkan (citra dan intensitas yang bagus).

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengganti film gamma grafi dengan film sinar x biasa pada kaset dengan screen diganti seng (0,3mm) serta melapiskan timbal setebal 2mm untuk verifikasi lapangan radiasi yang memenuhi syarat (luas, bentuk, serta ketepatan) pada pesawat radioterapi linac dan cobalt.
2. Menghitung perbedaan kepekaan (densitas) film dalam pemberian energi (6MV dan 10MV), serta pemberian dosis (1, 3, 5, 7MU) pada obyek radiasi yang berupa jaringan dan tulang?

1.5 Hipotesis

Dari beberapa pernyataan di atas, timbul hipotesis sebagai berikut:

1. Verifikasi lapangan radiasi (luas, bentuk, serta ketepatan) pada pesawat radioterapi linac dan cobalt dengan mengganti film gamma grafi dengan film sinar x biasa pada kaset dengan screen diganti seng (0,3mm) serta memberi lapisan timbal dengan ketebalan tertentu (2mm), dapat dilakukan.
2. Terdapat perbedaan kepekaan (densitas) film dalam pemberian energi (6MV dan 10MV), serta pemberian dosis (1, 3, 5, 7MU) pada masing-masing obyek radiasi.

II. METODE PENELITIAN

Dengan menggunakan peralatan penelitian yang berupa: pesawat Cobalt 60, Linac, alat ukur Densitometer, serta alat pengolah data yang lain. Sedangkan bahan yang digunakan antara lain: Kaset ukuran (30 x 40) cm, Film sinar x ukuran (30 x 40), Seng ukuran (30 x 40) cm dan tebal 0,3 mm, Timbal (30 x 40) cm tebal 2mm, *Intensifying screen*, tulang, lilin dan akrelik, serta Pasien radioterapi.

2.1 Cara melakukan penelitian:

Dengan mengoperasikan pesawat teleterapi Cobalt data sekunder akan didapat, dengan berbagai obyek radiasi (tanpa pasien) dan dengan kaset ber *screen* maupun tanpa *screen*, serta sumber radiasi dihalangi dengan bahan timbal. Pertama-tama radiasi diberikan pada kaset dengan *intensifying screen* dan diamati pada monitor di ruang kontrol, terlihat bahwa *intensifying screen* yang diberi radiasi akan memancarkan sinar biru kehijauan. Kemudian dilanjutkan dengan memberikan radiasi pada obyek yang berbeda-beda.

Dari beberapa eksperimen ditetapkan yang digunakan sebagai alat pengambil data adalah kaset dengan screen diganti seng (0,3mm) dan di luarnya dilapisi timbal (2mm).

2.2 Pengambilan data:

Data dalam penelitian ini diambil menggunakan pesawat teleterapi linac. Kaset dengan screen diganti seng dan dilapisi timbal yang telah berisi film sinar x dipasang pada *holder* kaset diletakkan di bawah menempel pada tempat tidur pasien. Dengan mengoperasikan pesawat Linac dari ruang kontrol, energi dan radiasi diberikan.

Dalam penelitian ini energi yang diberikan kepada pasien adalah 6MV dan 10MV, sedangkan radiasinya 1MU, 3MU, 5MU, dan 7MU.

Langkah pengambilan data dilakukan sebagai berikut:

- a. Mula-mula mempersiapkan peralatan, kaset yang telah berisi film diletakkan di bawah tempat tidur pasien.
- b. Dengan pasien yang telah siap, paparan radiasi diberikan energi 6MV dan dosis radiasi 1MU, untuk mendapatkan data satu film.
- c. Berikutnya setelah film diganti yang baru di ruang gelap, masih dengan pasien yang sama diberikan paparan dosis radiasi 3MU untuk mendapatkan data film yang kedua.

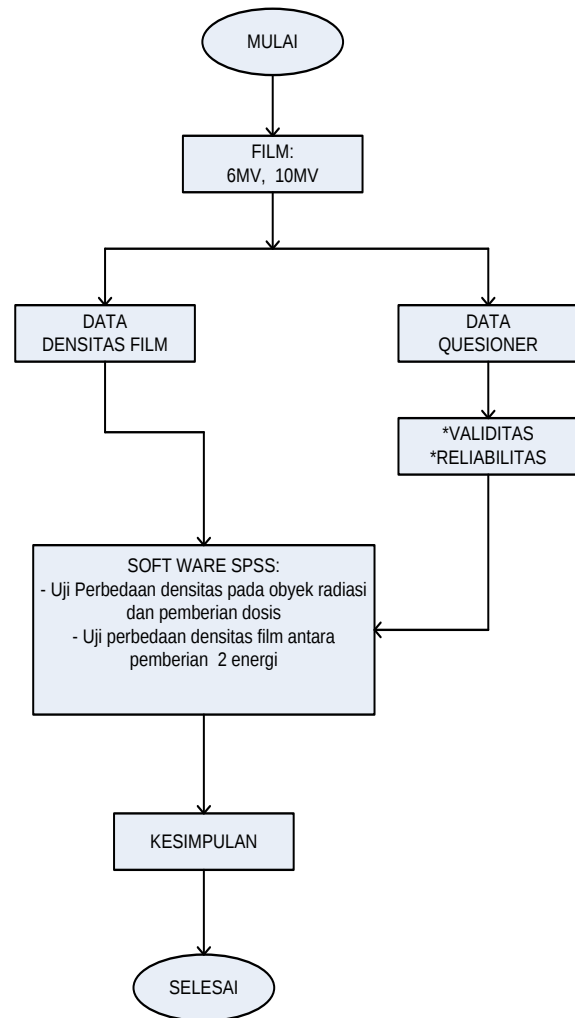
- d. Dan seterusnya, terhadap pasien yang sama diberikan paparan radiasi energi 6MV dan 10MV, serta dosis radiasi 1MU, 3MU, 5MU, dan 7MU. Setiap penggantian paparan dosis radiasi dan energi harus pula dilakukan penggantian film dengan yang baru, sementara film yang telah diberi paparan radiasi diproses (cuci) di ruang gelap untuk mendapatkan gambar pada film.
- e. Pada penelitian ini sampel diambil sejumlah tiga pasien, masing-masing diberi paparan radiasi dengan energi 6MV dan 10MV, serta dosis radiasi 1MU, 3MU, 5MU, dan 7MU.
- f. Film yang didapat dari paparan radiasi di atas setelah dicuci kemudian diukur densitasnya. Alat yang digunakan untuk melakukan pengukuran ini adalah Densitometer, merk Victoreen S/N C 1902 112100 Model 07 – 424 Made in USA [5].

2.3 Rencana Pengolahan

Data akan diolah secara kualitatif (diskriptif) dan secara kuantitatif (angka). Pengolahan data kualitatif yaitu penelitian yang bersifat diskriptif dan cenderung menggunakan analisis berdasarkan fakta yang ada di lapangan, serta memuat penjelasan tentang proses-proses yang terjadi. Data kualitatif bisa didapat dalam bentuk gambar yang diperoleh melalui pemotretan atau rekaman video. Dalam penelitian ini data dalam bentuk gambar film yang didapat dari penyinaran radiasi pada pesawat teleterapi Linac. Sedangkan pengolahan data kuantitatif yaitu pengolahan data yang sistematis terhadap bagian-bagian yang berbentuk angka atau bilangan yang diolah atau dianalisis menggunakan teknik perhitungan matematika atau statistika [6].

Data diperoleh dari hasil pengukuran terhadap suatu variabel, yaitu diperoleh dari pengukuran densitas masing-masing film serta kuesioner untuk menilai validitas dan reliabilitas keadaan film. Data kuantitatif diolah dengan menggunakan program olah data *software SPSS* (*Statistical Product and Service Solutions*) versi 13.0.

Diagram pengolahan data ditunjukkan pada Gambar 1 berikut :



Gambar 1 Blok diagram pengolahan data

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Verifikasi Lapangan radiasi

TABEL 1
FILM HASIL FERIFIKASI LAPANGAN

Dosis	Energi 6 MV	Energi 10 MV
1MU		
3 MU		
5 MU		
7 MU		

Hasil Penelitian Verifikasi Lapangan seperti terlihat pada Tabel 1. untuk salah satu pasien, dapat diberikan keterangan sebagai berikut:

1. Hasil pemberian radiasi pada film sinar x untuk salah satu pasien seperti terlihat pada Tabel 1. di atas, bahwa di dalam obyek radiasi lebih hitam daripada di luar obyek radiasi untuk semua dosis radiasi (1, 3, 5, 7MU) dan energi (6MV dan 10MV) yang diberikan. Semakin besar pemberian dosis radiasi maka gambar yang ada pada film semakin hitam, begitu pula pemberian energi 10MV tampak gambar lebih hitam daripada pemberian energi 6MV, tetapi pada luar obyek radiasi tidak tampak perbedaan antara pemberian dosis radiasi yang berbeda maupun pemberian energi yang berbeda.
2. Hal ini juga terjadi pada pasien yang lain, setelah dosis radiasi dinaikkan ke 3MU detail tidak lagi terlihat yang tampak hanyalah hitam, begitu juga untuk dosis radiasi yang lebih tinggi.
3. Jadi dapat disimpulkan bahwa semakin besar pemberian dosis radiasi maupun energi maka bagian dalam obyek radiasi pada film akan semakin hitam, tetapi pada luar obyek radiasi untuk semua pemberian dosis maupun energi tidak terlihat perbedaannya.

3.2 Perbandingan verifikasi lapangan radiasi

TABEL 2
PERBANDINGAN VERIFIKASI
LAPANGAN RADIASI

Penyinaran menggunakan EPID (Materi Kuliah)	Penyinaran Hasil Penelitian Energi 10MV
	
	
	

Jika film hasil penelitian dibandingkan dengan verifikasi yang menggunakan Pesawat Linac yang dilengkapi dengan *EPID (Electronic Portal Imaging Device)* terlihat pada Tabel 2.

Pada kedua penyinaran terlihat bahwa obyek radiasi tidak tampak detail tulang dan jaringan, batas obyek juga tidak tampak perbedaan pada kedua penyinaran. Pada penyinaran dengan *EPID* tampak latar belakang putih, sedang penyinaran hasil penelitian latar belakang tampak biru, ini karena pada *EPID* langsung terlihat pada monitor, sedangkan hasil penelitian film dipindai (*scan*) dengan *scanner* sehingga film yang tidak terkena radiasi akan berwarna biru ikut dipindai. Verifikasi menitikberatkan pada ukuran obyek radiasi, meliputi luas, dan kedalaman, serta banyaknya dosis yang diberikan. Berbeda dengan film yang dihasilkan dari pesawat rontgen yang digunakan untuk menganalisis kelainan pada tulang ataupun jaringan tubuh, sehingga diperlukan ketajaman dan kontras radiografi yang tegas [7].

EPID (Electronic Portal Imaging Device) adalah perlengkapan pesawat Linac yang dipergunakan untuk menangkap hasil radiografi dari penyinaran dengan sistem elektronik/digital yang dapat langsung dilihat pada monitor

komputer (di RS DR Sarjito Yogyakarta pesawat Linac belum dilengkapi dengan *EPID* ini) [8].

Verifikasi lapangan radiasi menggunakan pesawat teleterapi Linac seharusnya pada film gamma grafi, tetapi karena harganya cukup mahal maka dalam penelitian ini digantikan dengan film sinar x dengan memodifikasi kasetnya. Verifikasi menggunakan *EPID* dapat langsung terlihat di monitor komputer, sedang verifikasi dengan film gamma hasilnya harus melalui proses pencucian terlebih dulu untuk dapat dilihat.

Jika membandingkan antara penyinaran menggunakan *EPID* dan penyinaran hasil penelitian tampak adanya kesamaan.

3.3 Pengukuran Kepekaan (densitas) Film

TABEL 3
DENSITAS FILM

Do sis (MU)	Pa si en	Kepekaan film pada obyek Radiasi (gr/cm^3)			
		Energi 6MV		Energi 10MV	
		Luar obyek	Dalam obyek	Luar obyek	Dalam obyek
1	Ind Jk Yy	0,09	0,29	0,11	0,34
		0,10	0,41	0,13	0,41
		0,15	0,25	0,14	0,43
3	Ind Jk Yy	0,11	0,63	0,14	0,74
		0,18	0,53	0,13	0,64
		0,14	0,52	0,29	0,74
5	Ind Jk Yy	0,15	0,95	0,18	1,10
		0,21	0,70	0,19	0,82
		0,15	0,76	0,15	0,94
7	Ind Jk Yy	0,18	1,20	0,24	1,30
		0,34	0,74	0,26	1,12
		0,29	0,92	0,23	0,95

Dari tabel di atas terlihat bahwa kepekaan film di dalam obyek lebih besar dari kepekaan film di luar obyek, kepekaan film pada pemberian dosis yang rendah mempunyai nilai rata-rata yang lebih kecil daripada pemberian dosis yang lebih tinggi.

Menggunakan energi yang lebih tinggi (10MV) akan memberikan kepekaan film yang lebih besar dibandingkan dengan menggunakan energi yang kecil (6MV).

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan pada bagian depan dapat disimpulkan bahwa:

1. Mengganti *screen* dengan seng (0,3mm) pada kaset berlapis timbal (2mm) dan menggunakan film sinar x dapat untuk melakukan verifikasi lapangan radiasi pada pesawat teleterapi Linac dan Cobalt. Ini terlihat pada film hasil paparan radiasi mengenai lapangan radiasi, baik dengan pemberian energi 6MV maupun pemberian energi 10MV, begitu pula dengan pemberian dosis radiasi (1, 3, 5, dan 7MU). Terlihat pula bahwa pemberian energi 6MV lebih terang dari pada pemberian energi 10MV, pemberian dosis radiasi 1MU lebih terang dari pada pemberian dosis 3MU, dan seterusnya. Jadi semakin besar energi yang diberikan hasil paparan radiasi pada film semakin gelap (hitam), semakin besar dosis radiasi yang diberikan hasil paparan radiasi pada film juga semakin gelap (hitam).
2. Terdapat perbedaan kepekaan (densitas) film dalam pemberian energi (6MV dan 10MV), serta pemberian dosis (1, 3, 5, 7MU) di dalam obyek radiasi.
3. Sedangkan untuk luar obyek radiasi tidak terdapat perbedaan rata-rata densitas antara energi 6MV dan 10MV pada setiap pemberian dosis yang berbeda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. DR. dr. Maesadjie Tjokronagoro, Sp Rad (K)Onk, dan Prof. DR. Ir. Thomas Sri Widodo, DEA., Dipl. Ing yang telah memberi bimbingan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Soedardjo, "Penahan Radiasi Sinar X Untuk Keperluan Radiodiagnostik Suatu Puskesmas", *Buletin ALARA*, Volume 3 Nomor 1/2, Agustus/Desember 1999.
- [2] Ball John, "Chesneys Radiographic Imaging", Cambridge: *The University Press*, 2000.
- [3] Meredith WJ dan Massey JB, "Fundamental Physics Of Radiology", Bristol: *John Wright & Sons LTD*, 1977.
- [4] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 33 Tahun 2007, "Tentang: Keselamatan Radiasi Pngion dan Keamanan Sumber Radioaktif", *Lembaran Negara Republik Indonesia* Tahun 2007, Nomor 74.

- [5] E. Bezak, M. Mohammadi, “The Physical Characteristics of a Slic-Epid for Transmitted Dosimetry”, Iran, *J .Radiat. Res*, 2005; 2(4): 175-183.
- [6] Myers Raymond & Walpole Ronald, “Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan (terjemahan)”, Bandung: Penerbit ITB, 1986.
- [7] K A Langmack, “Portal Imaging”, *The British Journal of Radiology*, 74 (2001), 789–804 E 2001 The British Institute of Radiology.
- [8] M C Kirby, and A G Glendinning, “Growth of Image System of Portal Electronic”, *The British Journal of Radiology*, 79 (2006), S50–S65.