

## **PENENTUAN DOSIS RADIASI EKSTERNAL PADA PEKERJA RADIASI DI RUANG PENYINARAN UNIT RADIOTERAPI RUMAH SAKIT DR.KARIADI SEMARANG**

*Dewi Widyaningsih<sup>1)</sup> dan Heri Sutanto<sup>2)</sup>*

*<sup>1)</sup>Unit Radioterapi, Rumah Sakit dr. Kariadi Semarang*

*<sup>2)</sup>Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang*

*Korespondensi Penulis: herisutanto@undip.ac.id*

### **Abstract**

*Application of nuclear technology is very usefull but it is very risk for human health and safety, therefore necessary to control of radiation for humans and the environment. For it has been done on the monitoring of external radiation dose to radiations workers in the examination room of radiotherapy unit Dr.Kariadi Semarang hospital. The study was conducted by measuring radiation dose rate of examianation room and operator's room using Surveymeter and monitoring external radiation dose of radiation workers using alarm personal dosimeter Rados. The results showed that the highest radiation dose rate is below the head source is equal to 20  $\mu\text{Sv} / \text{h}$ . External radiation dose in radiation workers every month on average 33.84  $\mu\text{Sv}$ , then for one year is estimated to be 0.406 mSv. This value is within the allowable limit according to the dose limit value set by ICRP and BAPETEN which should not exceed 20 mSv a year.*

**Keywords:** *external radiation dose, dose limit value, radiation protection.*

### **Abstrak**

*Pemanfaatan teknologi nuklir sangat berguna tapi juga sangat beresiko bagi kesehatan dan keselamatan manusia, maka perlu pengawasan radiasi bagi manusia dan lingkungan. Untuk itu telah dilakukan pemantauan dosis radiasi eksternal pada pekerja radiasi di ruang penyinaran unit radioterapi rumah sakit dr.Kariadi Semarang. Penelitian dilakukan dengan mengukur laju dosis radiasi di ruang penyinaran dan ruang operator menggunakan surveymeter serta memantau dosis radiasi eksternal pekerja radiasi menggunakan dosimeter alarm personal Rados. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju dosis radiasi tertinggi di bawah head source yaitu sebesar 20  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ . Dosis radiasi eksternal pada pekerja radiasi rata-rata setiap bulan 33,84  $\mu\text{Sv}$ , untuk satu tahun diperkirakan sebesar 0,406 mSv. Nilai ini masih sesuai dengan Nilai Batas Dosis yang ditetapkan oleh ICRP dan BAPETEN yang tidak boleh melebihi 20 mSv setahun.*

**Kata kunci :** *dosis radiasi eksternal, Nilai Batas Dosis, proteksi radiasi.*

### **Pendahuluan**

Perkembangan teknologi nuklir yang menggunakan berbagai sumber radiasi semakin dirasakan manfaatnya dalam berbagai bidang, namun juga mengandung bahaya radiasi bagi manusia dan lingkungan, apabila dalam pelaksanaannya tidak mengikuti prosedur kerja radiasi yang telah ditentukan. Setiap pemanfaatan radiasi pengion harus diusahakan agar

penerimaan dosis radiasi oleh pekerja radiasi selalu serendah mungkin sehingga nilai batas dosis (NBD) yang telah ditetapkan tidak terlampaui. Ketentuan tentang NBD yang diizinkan dimaksudkan untuk mengatur dengan lebih tegas nilai penyinaran dan dosis radiasi tertinggi yang masih diizinkan untuk diterima oleh pekerja radiasi dalam menjalankan pekerjaannya.

Untuk itu diperlukan suatu jaminan keselamatan dalam melakukan pekerjaan di bidang radiasi yang tertuang dalam suatu program pemantauan dosis radiasi eksternal pekerja radiasi, yang disusun sedemikian rupa sehingga mampu mendeteksi setiap kelalaian operasional sekecil apapun yang dapat mengarah kepada terjadinya kecelakaan radiasi yang dapat menyebabkan jumlah paparan radiasi berlebih terhadap pekerja radiasi. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk menjamin keselamatan dan kesehatan pekerja radiasi adalah dengan mengontrol penerimaan dosis radiasi eksternal pekerja radiasi secara rutin. Adapun cara yang dapat dilakukan untuk mengontrol dosis radiasi eksternal yang diterima para pekerja radiasi tersebut, antara lain melalui pemantauan dosis radiasi dengan dosimeter perorangan, pemantauan radiasi daerah kerja dengan surveymeter, maupun pemetaan radiasi daerah kerja (Purwaningtyas, 2000).

### Tinjauan Pustaka

Radiasi memiliki dua sifat yang khas, yaitu tidak dapat dirasakan secara langsung oleh panca indra manusia dan beberapa jenis radiasi dapat menembus berbagai jenis bahan. Pada saat melewati suatu bahan, radiasi pengion dapat mengalami proses ionisasi dan/atau proses eksitasi yang dapat menimbulkan efek foto listrik, hamburan Compton, juga efek produksi pasangan. (Zubaedah, 2006).

Radiasi yang mengenai tubuh manusia dapat menimbulkan kerugian. Efek radiasi dapat terjadi karena paparan akut yaitu paparan yang terjadi karena dosis paparan berlebih tunggal yang besar dan paparan kronis yaitu paparan yang dapat terjadi karena dosis kecil yang terus menerus dikenakan secara menahun. (Hiswara, 2002).

Berdasarkan jenis sel yang terkena paparan radiasi efek radiasi dapat

dibedakan atas efek genetik yaitu efek radiasi yang dirasakan oleh keturunan dari individu terpapar radiasi dan efek somatik yaitu efek radiasi yang dirasakan oleh individu terpapar radiasi itu sendiri. Waktu yang dibutuhkan sampai terlihatnya gejala efek somatik ini sangat bervariasi sehingga dikenal efek segera yang secara klinik sudah dapat teramati dalam hitungan hari/minggu dan efek tertunda yang baru timbul setelah waktu tunda yang lama setelah terpapar radiasi. (Wiryosimin, 1995). Ditinjau dari dosis radiasi (untuk kepentingan proteksi radiasi), efek radiasi dibedakan atas efek stokastik yaitu efek radiasi yang munculnya tidak memerlukan dosis ambang yang artinya dosis radiasi serendah apapun mempunyai kemungkinan untuk menimbulkan perubahan pada sistem biologi dan efek deterministik yaitu efek radiasi yang timbul bila dosis yang diterima melebihi dosis ambang (*threshold dose*) dengan kualitas keparahannya bervariasi menurut dosis yang diterima dan hanya timbul bila dosis ambang dilampaui. (Zubaedah, 2006).

Proteksi radiasi diperlukan untuk mencegah terjadinya efek deterministik dan mengurangi terjadinya efek stokastik serendah mungkin. Faktor utama untuk melindungi seseorang dari paparan radiasi adalah dengan sesingkat mungkin dan sejauh mungkin berada di sekitar sumber radiasi, serta memakai penahan radiasi, dengan prinsip proteksi radiasi yaitu justifikasi, optimasi dan limitasi. Penerimaan dosis radiasi pekerja radiasi dikendalikan dengan azas limitasi dengan batasan Nilai Dosis yang ditetapkan 20mSv/tahun. (Rr. Djarwanti, 2012). Sementara paparan radiasi yang diterima oleh pekerja radiasi yang bekerja dengan sumber radiasi tidak melebihi 25  $\mu$ Sv/jam. (Wahyuningsih, 2009).

Pengawasan NBD dilakukan dengan :

1. Pemantauan Dosis Perorangan

Pemantauan dosis perorangan dilakukan secara eksternal dan internal. Pemantauan eksternal dilakukan dengan menggunakan dosimeter perorangan dan pemantauan internal dilakukan secara in-vivo dan/atau in-vitro.

2. Pemantauan Paparan Radiasi Daerah Kerja

Pemantauan paparan radiasi daerah kerja dilakukan untuk mencegah terlampauinya NBD, maka dilakukan pemantauan paparan radiasi daerah kerja, pengaturan waktu (lama) kerja dan pengaturan pekerja radiasi.

3. Pembatas dosis (Dose Constraint)

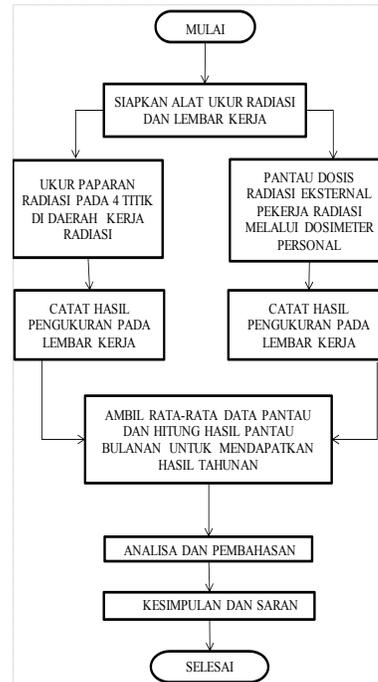
Pembatas dosis untuk penerapan optimasi proteksi radiasi dan keselamatan radiasi, agar besar dosis yang diterima pekerja radiasi serendah mungkin sesuai dengan prinsip ALARA. (BATAN, 2009).

Metode dan Tata Cara Penelitian

Pertama menentukan titik-titik pengukuran pada daerah kerja yang berpotensi memberikan paparan radiasi eksternal sesuai ruang gerak pekerja seperti di bawah *Gantry*, sisi meja pemeriksaan, pintu ruang penyinaran, dan ruang operator.

Pengukuran laju dosis radiasi sumber radioaktif yang dimanfaatkan pada titik-titik pengukuran yang telah ditentukan dengan menggunakan surveymeter. Pemantauan dosis radiasi eksternal pekerja radiasi dilakukan setiap hari kerja efektif dengan menggunakan dosimeter alarm personal.

Langkah-langkah kerja penelitian kami ditunjukkan oleh diagram alir seperti pada gambar berikut ini :



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Hasil Dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengukuran dengan surveymeter pada titik-titik yang telah ditentukan diperoleh data-data laju dosis paparan radiasi seperti pada tabel 1 untuk pengukuran pada saat tidak ada tindakan penyinaran dan tabel 2 untuk pengukuran saat ada tindakan penyinaran. Faktor kalibrasi surveyeter yang digunakan adalah 1. Artinya laju dosis radiasi yang terukur sama dengan laju dosis radiasi yang sebenarnya.

Tabel 1 Hasil pengukuran surveymeter di beberapa titik pengukuran pada saat tidak ada tindakan penyinaran rata-rata setiap minggu

Titik Pengukuran	Laju Dosis (µSv/jam)
Bawah <i>Head Source</i>	20
Sisi Meja Pemeriksaan	1,62
Pintu Penyinaran	0
Ruang Operator	0

Pada tabel 1 tampak bahwa angka laju dosis paparan radiasi terbesar yang ditunjukkan oleh jarum surveymeter adalah di bawah *head source* yang merupakan wadah dari sumber radioaktif yang dimanfaatkan, yaitu 20  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ .

Tabel 2 Hasil pengukuran surveymeter di beberapa titik pengukuran pada saat ada tindakan penyinaran

Titik Pengukuran	Laju Dosis ( $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ )
Pintu Penyinaran	0,35
Ruang Operator	0,3

Pada tabel 2, tampak bahwa saat ada kegiatan penyinaran ada paparan radiasi di depan pintu penyinaran dan ruang operator sebesar 0,35  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$  dan 0,3  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ .

Dengan demikian dapat dipastikan bahwa pada kondisi apa pun, selama berada di wilayah kerja dengan zat radioaktif, pekerja radiasi beresiko terkena paparan radiasi eksternal yang bisa memberikan efek-efek biologi yang tidak diharapkan.

Berdasarkan kenyataan itu maka dilakukan pencatatan dosis radiasi yang diterima oleh pekerja radiasi melalui dosimeter alarm personal Rados. Hasil pencatatan yang dilakukan selama tiga bulan tersebut disajikan dalam tabel 3, tabel 4 dan tabel 5 berikut ini.

Tabel 3 Dosis radiasi eksternal yang terukur oleh dosimeter personal bulan Januari 2013

Tgl (jam,menit)	Waktu Kerja	Dosis Terukur ( $\mu\text{Sv}$ )
2	9.15	1
3	10.45	1
4	9.30	1
7	10.50	1
8	10.45	2
9	9.20	1
10	9.30	1
11	9.15	1
14	10.45	1
15	11	1
16	11.20	1
17	11	2
18	10.30	2
21	11.05	2
22	10.20	1
23	11	2
25	10.50	2
26	4.45	0
28	9.30	2
29	9	2
30	9.50	2
31	10.10	2
Total	220.15	

Dari tabel 3 dapat diketahui bahwa selama bulan Januari total waktu kerja pekerja radiasi adalah 220 jam 15 menit, dosis radiasi eksternal yang terukur oleh dosimeter personal mencatat perubahan angka dari 252  $\mu\text{Sv}$  pada awal bulan dan 338  $\mu\text{Sv}$  pada akhir bulan, maka dosis radiasi eksternal yang terakumulasi 31  $\mu\text{Sv}$ .

Dosis radiasi eksternal yang sebenarnya dapat diketahui dengan mengkalikan dosis radiasi terukur dengan faktor kalibrasi alat. Karena faktor kalibrasi dosimeter personal 1,08 maka dosis radiasi eksternal yang sebenarnya untuk bulan Januari adalah 33,48  $\mu\text{Sv}$ .

Tabel 4 Dosis radiasi eksternal yang terukur oleh dosimeter personal bulan Pebruari 2013

Tgl (jam,menit)	WaktuKerja	Dosis Terukur ( $\mu\text{Sv}$ )
1	9.15	1
4	10.30	2
5	10.25	1
6	10.30	1
7	11	2
8	10.30	1
11	10.30	2
12	10.30	1
13	12.40	3
14	11.55	2
15	11.40	1
18	12.20	3
19	11.30	1
20	11.30	2
21	11	2
22	10.45	2
25	11.40	2
26	12	1
27	11.30	1
28	11.05	2
<b>Total</b>	<b>222.45</b>	<b>33</b>

Dari tabel 4 dapat diketahui bahwa selama bulan Pebruari total waktu kerja 222 jam 45 menit, tercatat perubahan angka pada dosimeter personal dari 339  $\mu\text{Sv}$  pada awal bulan dan 421  $\mu\text{Sv}$  pada akhir bulan, total 33  $\mu\text{Sv}$ . Dosis sebenarnya untuk bulan Pebruari 35,64  $\mu\text{Sv}$ .

Tabel 5 Dosis radiasi eksternal yang terukur oleh dosimeter personal bulan Maret 2013

Tgl (jam,menit)	Waktu Kerja	Dosis Terukur ( $\mu\text{Sv}$ )
1	10.30	2
4	10.50	1
5	11.15	1
6	11.50	1
7	12	1
8	11.10	2
11	10.55	1
13	10.45	2
14	11.20	2
15	10.40	1
18	10.30	2
19	11.05	2
20	11.45	2
21	11	2
22	10.20	2
25	10.30	1
26	10.30	2
27	10.30	2
28	10.10	1
<b>Total</b>	<b>207.35</b>	<b>30</b>

Dari tabel 5 dapat diketahui bahwa selama bulan Maret total waktu kerja 207 jam 35 menit, dosis radiasi eksternal tercatat 422  $\mu\text{Sv}$  pada awal bulan dan 544  $\mu\text{Sv}$  pada akhir bulan, dengan total dosis radiasi yang terakumulasi 30  $\mu\text{Sv}$ . Dosis sebenarnya pada bulan Maret adalah 32,4  $\mu\text{Sv}$ .

Selain itu dilakukan pula pengukuran khusus di ruang operator dan ruang penyinaran dengan meletakkan dosimeter personal di dekat meja kontrol pesawat teleterapi cobalt-60 Shinva dan pada meja perlengkapan dalam ruang penyinaran. Masing-masing pengukuran dilakukan selama dua hari (48 jam) pada saat ada tindakan penyinaran, dan dua hari pada saat tidak ada tindakan penyinaran, yaitu hari sabtu dan minggu. Hasilnya ada kenaikan nilai dosis radiasi terukur sekitar 0,01 mSv (dari 2,36 mSv menjadi 2,37 mSv) saat ada tindakan penyinaran dan 0,007 mSv (dari 0,426 mSv menjadi 0,433 mSv) saat tidak ada tindakan penyinaran di ruang operator. Sementara pada ruang penyinaran kenaikan dosis terukur yang terjadi cukup tinggi, yaitu sekitar 8,73 mSv (dari 2,37 mSv menjadi 11,1 mSv) saat ada tindakan penyinaran dan 0,1 mSv (dari 11,1 mSv menjadi 11,2 mSv) saat tidak ada tindakan penyinaran. Dosis radiasi yang sebenarnya dapat diketahui dengan mengkalikan dosis radiasi terukur dengan faktor kalibrasi alat yang digunakan, yaitu 1,08.

### Kesimpulan

Laju dosis radiasi terbesar yaitu di bawah *head source/gantry* sebesar 20  $\mu$ Sv/jam,

1. Paparan radiasi sumber radioaktif terukur baik saat ada tindakan maupun tidak, dengan laju dosis radiasi yang lebih besar pada saat ada tindakan.
2. Dosis radiasi eksternal pekerja radiasi rata-rata selama satu bulan adalah sebesar 33,84  $\mu$ Sv.
3. Pemantauan dosis radiasi eksternal pada pekerja radiasi selama satu tahun diprediksi sebesar 0,406 mSv.
4. Dosis radiasi eksternal pekerja radiasi masih dalam batas aman.

### Daftar Pustaka

- BATAN, 2009, Pedoman Keselamatan dan Proteksi Radiasi Kawasan Nuklir Serpong Tangerang, BATAN, Jakarta.
- Hiswara, E., 2002, Pokok Pokok Dosimetri, *Lokakarya Proteksi Radiasi*, Pusat Standarisasi dan Penelitian Keselamatan Radiasi (PSPKR), Badan Tenaga Nuklir Nasional, Jakarta.
- ICRP, 1990, Recommendation of the International Commission on Radiological Protection Publications 60, Pergamon Press, Oxford and New York, USA.
- Purwaningtyas, 2000, Evaluasi Penerimaan Dosis Paparan Radiasi Pekerja, di Bidang Akselerator, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju, BATAN, Yogyakarta.
- Rr. Djarwanti, R.P.S., Suhaedi, Nugroho, A.I. dan Barron B.P., 2012, Kajian Aspek Keselamatan dalam Penanganan Penerimaan Dosis Radiasi Eksterna Berlebih di PRR, *Seminar Nasional VIII SDM Teknologi Nuklir Yogyakarta 31 Oktober 2012*, Yogyakarta.
- Wahyuningsih, S. dan Suliyanto, 2009, Evaluasi Paparan Radiasi Terhadap Dosis Eksterna Yang Diterima Pekerja Radiasi di IEBE Tahun 2008, *Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir – BATAN, Seminar Nasional V SDM Teknologi Nuklir*.
- Wiryosimin, S., 1995, Mengenal Azas Proteksi Radiasi, FMIPA Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Zubaedah, 2006, Efek Radiasi Pada Sistem Biologi, Asian Nuclear Safety Network, Pendidikan dan Pelatihan BAPETEN-BATAN, Jakarta.