

## Paparan radiasi dari pekerja radiasi sejak tahun 1997 – 2006 berdasarkan kriteria dan lama kerja

### Radiation exposure of radiation workers from 1997 – 2006 based on the criteria and working period

Toto Trikasjono<sup>1\*</sup> dan Zainul Kamal<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir BATAN Yogyakarta.

<sup>2</sup>. Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan BATAN Yogyakarta

---

#### Abstrak

Telah dilakukan analisis paparan radiasi pada pekerja radiasi di Yogyakarta mulai periode tahun 1997 sampai dengan tahun 2006. Penelitian dilakukan di bidang A,B,C karena para pekerjanya mempunyai probabilitas tinggi terkena paparan radiasi. Paparan radiasi pada pekerja diambil dari setiap pekerja yang memakai *thermoluminisensi detector* (TLD) dan dosimeter film (*film badge*). Pembacaan hasil paparan radiasi setiap tahun dilakukan di Laboratorium Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi, BATAN. Penelitian bertujuan untuk mengetahui berapa besar dosis paparan radiasi yang diterima pekerja radiasi dan telah dipenuhi atau tidaknya sistem pembatasan dosis yang telah ditetapkan oleh *International Commission on Radiological Protection (ICRP)* ataupun Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) serta menentukan langkah lebih lanjut untuk menjamin keselamatan dan kesehatan kerja pada pekerja radiasi. Jumlah pekerja radiasi yang menjadi subyek penelitian sebanyak 45 orang pekerja radiasi pada ketiga bidang tersebut. Alat pengumpul data yang digunakan dalam penelitian adalah *personil monitor radiasi*. Hasil analisis menunjukkan bahwa distribusi penerimaan dosis tahunan personil mengelompok pada interval 0-2 mSv, dan penerimaan dosis tertinggi 6,09 mSv pada tahun 1998 dari bidang A. Secara keseluruhan penerimaan dosis eksterna perorangan pada pekerja dari ketiga bidang yang dimonitor masih dibawah Nilai Batas Dosis (NBD) yang direkomendasikan BAPETEN (SK No.01/Ka.BAPETEN/V/99) yang besarnya 50 mSv per tahun dan ICRP 1990 sebesar 20 mSv per tahun.

**Kata kunci** : paparan radiasi personil, pekerja radiasi, bahaya radiasi,

#### Abstract

The external acceptance dose of radiation worker in Yogyakarta have been studied. This research was done in this three specific areas A,B,C, because of worker in this trihedral have hit high probability radiation exposure. Radiation exposure worker were taken from each worker who wears *Thermoluminescent Dosimeter* on period 1997-2006. Exposure result of radiation is done every year in Laboratory Safety, Health and Environment, Centre of Research and Development Safety Radiation, National Nuclear Energy Agency. This research aim is to know how much exposure dose of radiation accepted by worker radiation weather have been fulfilled or not the system limitation of dose which have been specified by *International Commission on Radiological Protection (ICRP)* and or Nuclear Energy Regulation Agency and also determine furthermore step to guarantee health and safety worker radiation worker. Radiation worker that chosen as sample of research are 45 workers that are radiation worker. Data collection which is used in this research using personnel radiation monitors. The result of this analysis indicate that distribution acceptance of annual dose personal of group interval 0-2 mSv, and acceptance

of highest dose 6.09 mSv in the year 1998 from section A. Whole acceptance of dose of external personal at worker from third monitored area, still below the dose of limitation Nuclear Energy Regulation Agency which is recommended is 50 mSv/year and ICRP 1990 is 20 mSv/year.

**Key words :** personal radiation exposure, radiation worker, radiation

## Pendahuluan

Aspek keselamatan radiologis mendapatkan prioritas tinggi dalam kegiatan pemanfaatan teknik nuklir di bidang kedokteran karena pada prinsipnya paparan radiasi yang tidak dikehendaki terhadap tubuh manusia dapat memberikan efek negatif terhadap kesehatan. Perlindungan Radiologis membagi efek radiasi pengan terhadap tubuh menjadi dua, yaitu efek stokastik (*stochastic effect*) dan efek deterministik (*deterministic effect*).

Salah satu persyaratan standar keamanan adalah ketebalan dinding ruangan sehingga kebocoran radiasi dari dalam fasilitas itu tidak melampaui nilai batas yang telah ditentukan, dalam hal ini, dinding ruangan akan berperan sebagai perisai radiasi.

Untuk keperluan medis, sumber radiasi sebenarnya sudah didesain sedemikian rupa sehingga aman bagi pekerja dan masyarakat umum. Jika tidak terjadi kecelakaan, peluang terjadinya kebocoran radiasi boleh dikatakan tidak ada.

Dalam radioterapi digunakan sumber-sumber terbungkus beraktivitas sangat tinggi yang memerlukan penanganan khusus karena mempunyai potensi bahaya radiasi terhadap lingkungan sekitar. Salah satu aspek yang perlu diperhatikan adalah fasilitas ruangan sumber yang akan digunakan, karena itu desain ruangan harus memenuhi standar keamanan yang sudah ditentukan (IAEA, 1999).

Efek stokastik adalah efek yang kemunculannya pada individu tidak bisa dipastikan, tetapi tingkat kebolehan munculnya efek tersebut dapat diperkirakan berdasarkan data statistik yang ada. Efek stokastik berkaitan dengan penerimaan radiasi dosis rendah dan tidak dikenal adanya dosis ambang. Jadi, sekecil apapun dosis radiasi yang diterima tubuh, ada kemungkinannya akan menimbulkan kerusakan sel, baik sel somatik maupun genetik. Sedangkan efek deterministik adalah efek yang pasti muncul apabila jaringan

tubuh terkena paparan radiasi dengan dosis tertentu. Efek determinasi bisa berupa eritema kulit, kemandulan, baik sementara maupun permanen, katarak bahkan kematian (Suatmadjie, 1993).

Karena mengandung risiko radiologis yang berbahaya bagi kesehatan maka berbagai upaya harus dilakukan untuk mengurangi atau meniadakan risiko tersebut, salah satunya adalah dengan mengontrol penerimaan dosis para pekerja radiasi. Ada banyak cara yang dapat dilakukan untuk mengontrol dosis yang diterima, antara lain pemantauan dosis dengan dosimeter perorangan, pemantauan radiasi daerah kerja dengan surveymeter, maupun pemetaan radiasi daerah kerja dengan dosimeter pasif (Purwaningtyas, 2000).

Selain keuntungan yang diperoleh, teknologi nuklir menimbulkan radiasi yang mengandung potensi bahaya bagi manusia dan lingkungan, apabila dalam pelaksanaannya tidak mengikuti prosedur K3 radiasi yang telah ditentukan. Ada 2 (dua) macam pemantauan untuk dapat memberikan jaminan perlindungan kepada manusia dari paparan radiasi yaitu pemantauan paparan radiasi terhadap tempat kerja dan pemantauan paparan radiasi terhadap personil yang bekerja (Cember, 1992). Paparan radiasi harus dikaji secara menyeluruh tentang potensi bahaya yang dapat terjadi untuk melindungi keselamatan dan kesehatan pekerja, karena dalam kondisi normal atau dalam kondisi kecelakaan, pekerja radiasi merupakan orang pertama terkena dampak radiasi. Salah satu bentuk pengawasan terhadap pekerja adalah pembatasan penyinaran radiasi yang tidak boleh melebihi Nilai Batas Dosis, (Purwaningtyas, 2000). Penerimaan dosis paparan radiasi eksterna pada pekerja di instalasi nuklir harus dimonitor untuk menentukan jumlah radiasi yang diterima seseorang dan selanjutnya diusahakan agar jumlah radiasi yang diterima tidak melebihi dari NBD yang telah ditentukan.

Di Yogyakarta terdapat berbagai instalasi nuklir dan laboratorium penunjang yang karena kegiatannya merupakan sumber paparan radiasi bagi pekerja sehingga dalam aktivitas kegiatannya, mempunyai potensi peningkatan paparan radiasi pada pekerja ataupun masyarakat umum/lingkungannya. Untuk menjamin paparan radiasinya aman bagi pekerja, maka perlu dilakukan penelitian tentang paparan radiasi pada pekerja tersebut. Oleh karena itu diperlukan suatu studi terhadap penerimaan dosis pekerja radiasi untuk menunjukkan dipenuhi atau tidaknya sistem pembatasan dosis yang direkomendasikan oleh ICRP tahun 1990 maupun Bapeten tahun 1999 tersebut.

## Metodologi

Penelitian dilakukan secara observasional dengan rancangan studi kasus kontrol (*case yacontrol*), dengan populasi pekerja radiasi di bidang A,B dan C di kawasan BATAN Yogyakarta selama periode tahun 1997 s/d tahun 2006 . Ketiga bidang tersebut dipilih karena mempunyai potensi paparan radiasi yang tinggi dibandingkan dengan bidang lain. Jumlah sampel dalam penelitian adalah keseluruhan populasi dari pekerja radiasi di ketiga bidang tersebut yaitu 45 pekerja radiasi. Pemantau Dosis Perorangan yang digunakan adalah TLD berbentuk kartu dan Dosimeter Saku. Dosis radiasi yang berasal dari sinar  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  dan X dimonitor dengan TLD700 dan TLD-600. Dosimeter Saku untuk memonitor radiasi  $\gamma$  pada daerah radiasi tinggi. TLD bentuk kartu dibaca dengan alat baca TLD (*TLD-Reader*) model 6600 buatan *Harshaw*. Variabel penelitian terdiri dari variabel bebas yaitu pekerja radiasi dan masa kerja; dan variabel terikatnya adalah dosis paparan radiasi personil dan kriteria tempat kerja. Analisis data dilakukan dengan langkah-langkah ; 1) Analisis *univariabel*, analisis yang dilakukan secara *diskriptif* dengan menggunakan gambar dan tabel yang memuat besar paparan radiasi pada pekerja, dan 2) Analisis *bivariabel*, analisis yang dilakukan untuk mengetahui hubungan variabel bebas dengan masing-masing variabel terikat. Adapun Uji statistik yang digunakan adalah Uji-t Student (*student's t-test*), untuk menguji signifikansi perbedaan rerata antar pasangan kelompok dan Analisis Variansi (*analysis of variance*) untuk menguji perbedaan rerata antar kelompok yang satu dengan kelompok lainnya (*analisis komparatif*), (Hadi, 2000).

## Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan program komputer dengan analisis Uji-t Student untuk melihat hubungan dosis paparan radiasi eksternal untuk masing-masing bidang selama 5 tahun.

Analisis uji-t dosis paparan radiasi dalam periode 5 (lima) tahun dengan menggunakan *paired sample t-test* untuk masing-masing bidang. Dengan uji tersebut maka dari masing-masing bidang akan diketahui sebaran dosis paparan radiasi yang diterima pekerja pada tahun tertentu (Tabel I, II, dan III).

### Bidang A

Analisis uji beda dosis paparan radiasi dilakukan untuk menilai tingkat kenaikan atau penurunan dosis paparan radiasi personal di bidang A selama periode 1997-2006 dengan interval lima tahunan (Tabel I).

Dosis paparan radiasi periode tahun 1997-2001 mengalami penurunan sebesar 0,1195 (0,9642–0,8447). Nilai tersebut menunjukkan tidak adanya perbedaan dosis paparan radiasi yang signifikan antara tahun 1997 dan tahun 2001. Dosis paparan radiasi periode tahun 1998-2002 mengalami penurunan sebesar 0,3958 (1,8258–1,4300). Nilai tersebut menunjukkan tidak adanya perbedaan dosis paparan radiasi yang signifikan antara tahun 1998 dan tahun 2002. Dosis paparan radiasi periode tahun 1999-2003 mengalami peningkatan sebesar 0,2168 (1,1816–1,3984), nilai t-hitung 1,485 dan  $p=0,155$  ( $p>0,05$ ). Nilai tersebut menunjukkan tidak adanya perbedaan dosis paparan radiasi yang signifikan antara tahun 1999 dan tahun 2003. Dosis paparan radiasi periode tahun 2000-2004 mengalami peningkatan sebesar 0,1911 (0,9689–1,1600), nilai t-hitung 1,298 dan  $p=0,211$  ( $p>0,05$ ). Nilai tersebut menunjukkan tidak adanya perbedaan dosis paparan radiasi yang signifikan antara tahun 2000 dan tahun 2004. Dosis paparan radiasi periode tahun 2001-2005 mengalami peningkatan sebesar 0,5979 (0,8447–1,4426), nilai t-hitung 4,278 dan  $p=0,000$  ( $p<0,05$ ).

Tabel I. Analisis uji beda dosis paparan radiasi eksterna periode lima tahunan di bidang A periode tahun 1997 – 2006

| Tahun      | Rerata | SD     | T     | p     | Ket     |
|------------|--------|--------|-------|-------|---------|
| Dosis 1997 | 0,9642 | 0,4145 | 1,106 | 0,283 | nir-sig |
| Dosis 2001 | 0,8447 | 0,2058 |       |       |         |
| Dosis 1998 | 1,8258 | 1,6982 | 1,085 | 0,292 | nir-sig |
| Dosis 2002 | 1,4300 | 0,4138 |       |       |         |
| Dosis 1999 | 1,1816 | 0,3538 | 1,485 | 0,155 | nir-sig |
| Dosis 2003 | 1,3984 | 0,5995 |       |       |         |
| Dosis 2000 | 0,9689 | 0,1732 | 1,298 | 0,211 | nir-sig |
| Dosis 2004 | 1,1600 | 0,6559 |       |       |         |
| Dosis 2001 | 0,8447 | 0,2058 | 4,278 | 0,000 | s-sig   |
| Dosis 2005 | 1,4426 | 0,5818 |       |       |         |
| Dosis 2002 | 1,4300 | 0,4138 | 1,866 | 0,078 | nir-sig |
| Dosis 2006 | 1,7353 | 0,4101 |       |       |         |

Catatan : s-sig = sangat signifikan dan nir-sig = nirsignifikan

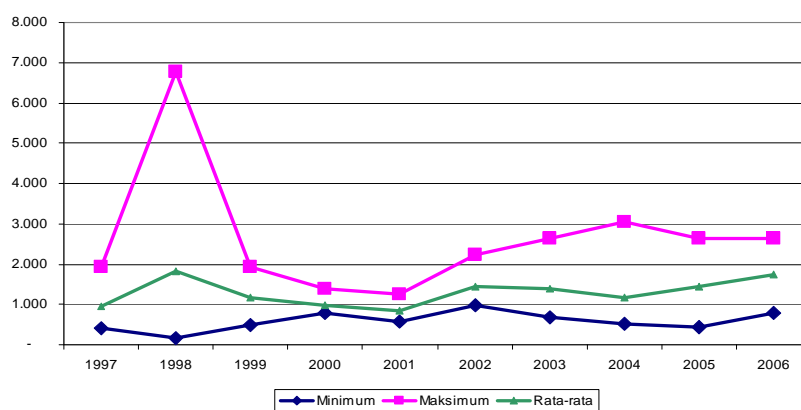
Tabel II. Hasil uji minimum, maksimum dan rerata dosis paparan radiasi eksterna periode tahun 1997–2006

| Hasil Uji | Hasil Analisis Dosis/ Tahun |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 1997                        | 1998  | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  |
| Minimum   | 0,400                       | 0,150 | 0,500 | 0,790 | 0,580 | 0,970 | 0,680 | 0,510 | 0,430 | 0,800 |
| Maksimum  | 1,930                       | 6,780 | 1,920 | 1,400 | 1,240 | 2,240 | 2,640 | 3,060 | 2,640 | 2,630 |
| Rerata    | 0,954                       | 1,826 | 1,182 | 0,969 | 0,845 | 1,430 | 1,398 | 1,160 | 1,443 | 1,735 |

Tabel III. Analisis uji beda dosis paparan radiasi eksterna periode lima tahunan yang dimonitor di bidang B kawasan BATAN Yogyakarta periode 1997 – 2006

| Tahun      | Rerata | SD     | T     | p     | Ket     |
|------------|--------|--------|-------|-------|---------|
| Dosis 1997 | 0,4450 | 0,3047 | 4,749 | 0,000 | s-sig   |
| Dosis 2001 | 0,7585 | 0,1243 |       |       |         |
| Dosis 1998 | 0,9735 | 0,2846 | 2,172 | 0,043 | Sig     |
| Dosis 2002 | 1,1890 | 0,4769 |       |       |         |
| Dosis 1999 | 1,0135 | 0,2036 | 0,254 | 0,802 | nir-sig |
| Dosis 2003 | 1,0290 | 0,2310 |       |       |         |
| Dosis 2000 | 1,0670 | 0,1527 | 1,736 | 0,099 | nir-sig |
| Dosis 2004 | 0,9835 | 0,1446 |       |       |         |
| Dosis 2001 | 0,7585 | 0,1243 | 4,672 | 0,000 | s-sig   |
| Dosis 2005 | 1,0855 | 0,2788 |       |       |         |
| Dosis 2002 | 1,1890 | 0,4769 | 1,965 | 0,064 | nir-sig |
| Dosis 2006 | 1,4180 | 0,2679 |       |       |         |

Catatan : s-sig = sangat signifikan, sig= signifikan dan nir-sig = nirsignifikan



Gambar 1. Hubungan dosis paparan radiasi terhadap tahun di bidang A.

Tabel IV. Hasil uji minimum, maksimum dan rerata dosis paparan radiasi eksterna

| Hasil Uji | Hasil Analisis Dosis /Tahun |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 1997                        | 1998  | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  |
| Minimum   | 0,220                       | 0,150 | 0,540 | 0,890 | 0,470 | 0,700 | 0,780 | 0,690 | 0,740 | 1,180 |
| Maksimum  | 1,310                       | 1,690 | 1,340 | 1,600 | 1,030 | 2,500 | 1,840 | 1,180 | 1,810 | 2,400 |
| Rerata    | 0,457                       | 0,974 | 1,014 | 1,067 | 0,759 | 1,189 | 1,029 | 0,984 | 1,086 | 1,418 |

Tabel V. Analisis uji beda dosis paparan radiasi eksterna periode 1997–2006

| Tahun      | Rerata | SD     | T     | p     | Ket     |
|------------|--------|--------|-------|-------|---------|
| Dosis 1997 | 0,6767 | 0,2596 | 0,816 | 0,452 | nir-sig |
| Dosis 2001 | 0,5750 | 0,1106 |       |       |         |
| Dosis 1998 | 1,0283 | 0,3139 | 0,473 | 0,656 | nir-sig |
| Dosis 2002 | 1,0567 | 0,2092 |       |       |         |
| Dosis 1999 | 0,8017 | 0,2232 | 3,016 | 0,030 | Sig     |
| Dosis 2003 | 1,1533 | 0,4157 |       |       |         |
| Dosis 2000 | 0,7483 | 0,2493 | 2,499 | 0,055 | nir-sig |
| Dosis 2004 | 1,1067 | 0,2420 |       |       |         |
| Dosis 2001 | 0,5750 | 0,1106 | 2,901 | 0,034 | Sig     |
| Dosis 2005 | 1,6633 | 0,9991 |       |       |         |
| Dosis 2002 | 1,0567 | 0,2092 | 4,144 | 0,009 | s-sig   |
| Dosis 2006 | 1,5417 | 0,1338 |       |       |         |

Catatan : s-sig = sangat signifikan, sig= signifikan dan nir-sig = nirsignifikan

Nilai tersebut menunjukkan adanya perbedaan dosis paparan radiasi yang sangat signifikan antara tahun 2001 dan tahun 2005. Dosis paparan radiasi periode tahun 2002-2006 mengalami peningkatan sebesar 0,3053

(1,4300–1,7353), nilai t-hitung 1,866 dan  $p=0,078$  ( $p>0,05$ ). Nilai tersebut menunjukkan tidak adanya perbedaan dosis paparan radiasi yang signifikan antara tahun 2002 dan tahun 2006.

Untuk mengetahui dosis paparan radiasi yang diterima oleh pekerja setiap tahunnya maka ditentukan besar dosis minimum dan besar dosis maksimum kemudian dihitung harga reratanya setiap tahun (Tabel II).

Gambar 1 terlihat rerata paparan radiasinya cenderung mengelompok di bawah 2 mSv per tahun, kecuali pada tahun 1998 ditemukan harga ekstrim yaitu mendapat paparan radiasi lebih besar dari 5 mSv. Dosis paparan ini masih dibawah ketentuan ICRP 1990 sebesar 20 mSv per tahun. Pekerja radiasi tersebut dapat dikurangi waktu bekerja di daerah radiasi atau dialih tugaskan tidak bekerja di daerah radiasi, sehingga tahun berikutnya risiko paparan radiasi lebih kecil.

#### **Bidang B**

Analisis uji beda dosis paparan radiasi eksterna menguji signifikansi perbedaan rerata antara amatan waktu dibandingkan dengan amatan waktu berikutnya untuk menilai tingkat kenaikan atau penurunan dosis paparan radiasi personal. Dengan uji ini dapat diketahui perbedaan dosis paparan radiasi yang signifikan atau tidak (Tabel III).

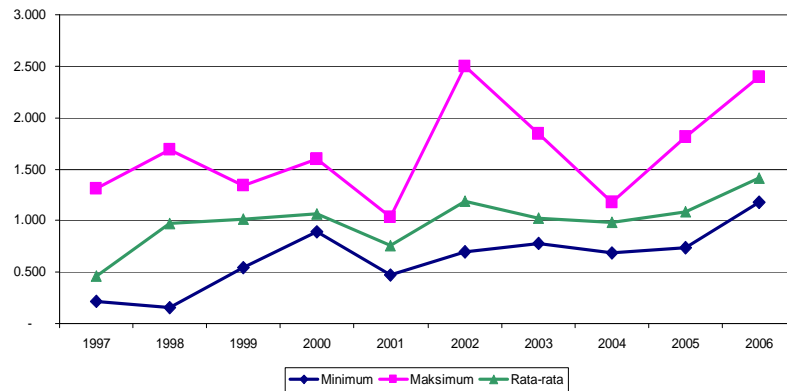
Dosis paparan radiasi periode tahun 1997-2001 mengalami peningkatan sebesar 0,3135 (0,4450–0,7585). Nilai tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan dosis paparan radiasi yang sangat signifikan antara tahun 1997 dan tahun 2001. Dosis paparan radiasi periode tahun 1998-2002 mengalami peningkatan sebesar 0,2155 (0,9735–1,189). Nilai tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan dosis paparan radiasi yang signifikan antara tahun 1998 dan tahun 2002. Dosis paparan radiasi periode tahun 1999-2003 mengalami peningkatan sebesar 0,0155 (1,0135-1,0290). Nilai t-hitung 0,254 dan  $p=0,802$  ( $p>0,05$ ). Nilai tersebut menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan dosis paparan radiasi yang signifikan antara tahun 1999 dan tahun 2003. Dosis paparan radiasi periode tahun 2000-2004 mengalami penurunan sebesar 0,0835 (1,0670–0,9835), nilai t-hitung 1,736 dan  $p=0,099$  ( $p>0,05$ ). Nilai tersebut menunjukkan bahwa tidak ada

perbedaan dosis paparan radiasi yang signifikan antara tahun 2000 dan tahun 2004. Dosis paparan radiasi periode tahun 2001-2005 mengalami peningkatan sebesar 0,3270 (0,7585–1,0855), nilai t-hitung 4,672 dan  $p=0,000$  ( $p<0,05$ ). Nilai tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan dosis paparan radiasi yang sangat signifikan antara tahun 2001 dan tahun 2005. Dosis paparan radiasi periode tahun 2002-2006 mengalami penurunan sebesar 0,2290 (1,1890–1,4180), nilai t-hitung 1,965 dan  $p=0,064$  ( $p>0,05$ ). Nilai tersebut menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan dosis paparan radiasi yang signifikan antara tahun 2002 dan tahun 2006, untuk mengetahui dosis paparan radiasi yang diterima oleh pekerja setiap tahunnya maka ditentukan besar dosis minimum dan besar dosis maksimum kemudian dihitung harga reratanya setiap tahun (Tabel IV).

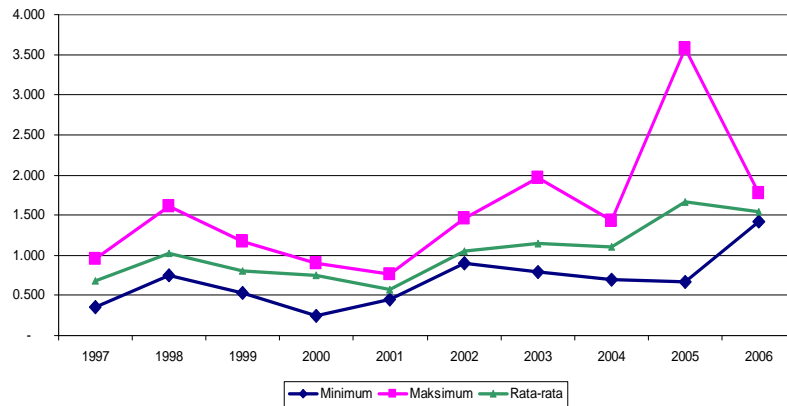
Berdasarkan Gambar 2, diatas dapat dilihat bahwa pekerja radiasi di bidang B setiap tahunnya rerata dosis paparan dibawah 2 mSv per tahun, kecuali pada tahun 2002 terlihat ada pekerja yang mendapat paparan radiasi sebesar 2,5 mSv. Sedangkan rerata setiap tahunnya cenderung naik, tetapi tidak melebihi batas yang diizinkan. Walaupun demikian karena pekerja radiasi dari bidang B merupakan petugas proteksi yang harus mengawasi pemanfaatan sumber radioaktif di bidang lain maka pekerja radiasi dari bidang B harus selalu mentaati aturan dan prosedur kerja, sehingga pekerja radiasi tersebut akan terkena paparan radiasi yang sekecil-kecilnya.

#### **Bidang C**

Analisis uji beda dosis paparan radiasi eksterna menguji signifikansi perbedaan rerata antara amatan waktu dibandingkan dengan amatan waktu berikutnya untuk menilai tingkat kenaikan atau penurunan dosis paparan radiasi personal dengan interval lima tahunan. Dengan uji ini dapat diketahui masing-masing amatan terdapat perbedaan dosis paparan radiasi yang signifikan atau tidak (Tabel V).



Gambar 2. Hubungan dosis paparan radiasi terhadap tahun di bidang B.



Gambar 3. Hubungan dosis paparan radiasi terhadap tahun di bidang C.

Tabel VI. Hasil uji minimum, maksimum dan rerata dosis paparan radiasi eksterna periode tahun 1997–2006.

| Hasil Uji | Hasil Analisis Dosis /Tahun |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 1997                        | 1998  | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  |
| Minimum   | 0,350                       | 0,750 | 0,530 | 0,250 | 0,450 | 0,900 | 0,790 | 0,690 | 0,670 | 1,420 |
| Maksimum  | 0,950                       | 1,610 | 1,170 | 0,900 | 0,760 | 1,460 | 1,970 | 1,430 | 3,570 | 1,780 |
| Rerata    | 0,677                       | 1,028 | 0,802 | 0,748 | 0,575 | 1,057 | 1,153 | 1,107 | 1,663 | 1,542 |

Dosis paparan radiasi periode tahun 1997-2001 mengalami peningkatan sebesar 0,1017 (0,6767–0,5750). Nilai t-hitung 0,16 dan  $p=0,452$  ( $p>0,05$ ). Nilai tersebut menunjukkan bahwa tidak ada

perbedaan dosis paparan radiasi yang signifikan antara tahun 1997 dan tahun 2001, hal yang sama terjadi pada periode tahun 1998-2002 yang mengalami peningkatan sebesar 0,0284 (1,0283–1,0567).

Dosis paparan radiasi periode tahun 1999-2003 mengalami peningkatan sebesar 0,3516 (0,8017-1,1533). Nilai t-hitung 3,016 dan  $p=0,030$  ( $p<0,05$ ).

Nilai tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan dosis paparan radiasi yang signifikan antara tahun 1999 dan tahun 2003. Dosis paparan radiasi periode tahun 2000-2004 mengalami penurunan sebesar 0,3584 (0,7483-1,1067). Nilai t-hitung 2,499 dan  $p=0,055$  ( $p>0,05$ ). Nilai tersebut menunjukkan tidak adanya perbedaan dosis paparan radiasi yang signifikan antara tahun 2000 dan tahun 2004. Dosis paparan radiasi periode tahun 2001-2005 mengalami peningkatan sebesar 1,0883 (0,5750-1,6633). Nilai t-hitung 2,901 dan  $p=0,034$  ( $p<0,05$ ). Nilai tersebut menunjukkan adanya perbedaan dosis paparan radiasi yang signifikan antara tahun 2001 dan tahun 2005. Dosis paparan radiasi periode tahun 2002-2006 mengalami penurunan sebesar 0,4850 (1,0567-1,5417). Nilai t-hitung 4,144 dan  $p=0,009$  ( $p<0,05$ ). Nilai tersebut menunjukkan adanya perbedaan dosis paparan radiasi yang sangat signifikan antara tahun 2002 dan tahun 2006, untuk mengetahui dosis paparan radiasi yang diterima oleh pekerja setiap tahunnya maka ditentukan besar dosis minimum dan besar dosis maksimum kemudian dihitung harga reratanya (Tabel VI).

Rerata paparan radiasinya cenderung mengelompok di bawah 2 mSv per tahun,

kecuali pada tahun 2005 terlihat ada yang mendapat paparan radiasi lebih besar dari 3,57 mSv (Gambar 3.). Hal ini tidak jauh berbeda dengan penelitian Purwangingtyas (2000) dosis tahunan antara 1,02 mSv-2,40 mSv. Dalam tahun ini paparan radiasi yang mengenai pekerja cenderung naik karena pada tahun tersebut penggunaannya relatif tinggi. Dosis paparan ini masih dibawah ketentuan ICRP 1990 sebesar 20 mSv per tahun, tetapi walaupun demikian karena pekerja tersebut mendapat dosis relatif tinggi, maka pekerja perlu direkomendasi untuk dikurangi bekerja di daerah radiasi sehingga tahun berikutnya akan terkena paparan radiasi lebih kecil.

## Kesimpulan

Tingkat penerimaan dosis paparan radiasi yang dikelompokkan berdasarkan tempat pekerjaan, bidang A merupakan tempat kerja yang mengandung resiko paparan radiasi eksterna paling tinggi, dengan penerimaan dosis tertinggi 6,09 mSv pada tahun 1998.

Secara keseluruhan penerimaan dosis eksterna perorangan pada pekerja dari ketiga bidang yang dimonitor tersebut, masih jauh dibawah Nilai Batas Dosis yang diberlakukan yaitu dibawah batas maksimum yang direkomendasikan BAPETEN (SK No.01/Ka.BAPETEN/V/ 99) yang besarnya 50 mSv per tahun dan ICRP 1990 sebesar 20 mSv per tahun.

## Daftar Pustaka

- Cember, H., 1992, *Introduction to Health Physics*, Second Edition, Revised and Enlarged, Mc Graw-Hill, Inc., New York, USA.
- Hadi, S and Parmadiningsih Y, 2000, *Manual SPS Paket Midi, Seri Program Statistik Versi*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta..
- IAEA, 1999, Safety Series International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, *International Atomic Energy Agency*, Vienna. No. 115-1,
- Purwangingtyas, 2000, Evaluasi Penerimaan Dosis Paparan Radiasi Pekerja, di Bidang Akselerator, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju, *Badan Tenaga Nuklir Nasional*, Yogyakarta.



Suatmadji, A, 1993, Efek Radiasi terhadap Materi Biologi, Pelatihan Proteksi Radiasi, Pusat Pendidikan dan Pelatihan, *Badan Tenaga Nuklir Nasional*, Yogyakarta.

---

\*Koresponden : Zainul kamal  
PTAPB Batan babarsari kotakpos 6101 yogyakarta  
email surosohadi@yahoo.com