
ANALISIS DOSIS EKSTERNA PEKERJA RADIASI DI RSG-GAS

Sunarningsih, Pande Made Udiyani, Yosep Susantiyono
Pusat Pengembangan Teknologi Reaktor Riset - BATAN

ABSTRAK

ANALISIS DOSIS EKSTERNA PEKERJA RADIASI DI RSG-GAS. Telah dilakukan analisis dosis eksterna pekerja radiasi di RSG-GAS. Untuk menghitung dan menganalisa dosis yang diterima oleh pekerja radiasi RSG-GAS, diambil data dosis dari tahun 1995 sampai dengan 2004. Data dosis tersebut didata, diolah dan dievaluasi dengan menggunakan software PHP, Apache Web server, Ms Window Server 2000 yang telah didapat dan dipresentasikan pada USPEN sub bidang Pengendalian Personil tahun lalu. Data dosis dari hasil evaluasi selama rentang waktu 10 tahun tersebut, dosis tertinggi adalah 19,8 mSv yang diterima oleh salah satu pekerja radiasi pada tahun 1995. Pekerja radiasi tersebut mendapat dosis melebihi dosis rata-rata pekerja lainnya, baik dalam satu bidang ataupun bidang lainnya, walaupun masih dibawah dosis maksimum yang diijinkan sebesar 50 mSv. Hal tersebut dikarenakan yang bersangkutan melakukan banyak kegiatan didalam gedung reaktor yang berpotensi mempunyai paparan radiasi yang jauh lebih tinggi dibandingkan tempat lainnya. Dari hasil evaluasi tersebut dapat disimpulkan bahwa untuk rentang waktu 10 tahun terakhir, dosis yang diterima pekerja radiasi RSG-GAS, masih dibawah dari batas yang diijinkan meskipun ada beberapa pekerja radiasi yang mendapat dosis diatas rata-rata pekerja lainnya.

ABSTRACT

EXTERNAL DOSE ANALYSE OF RADIATION WORKER IN RSG-GAS. External dose analyse of radiation worker in RSG-GAS have been done. To count and analyse the accepted dose by the radiation worker and environment taken dose data from last year 1995 to 2004. The data dose was already processed and evaluated by using PHP, Apache web Server, MS window 2000 softwares that was already presented at USPEN of the Control Personnel sub.Operation last year. The dose data of evaluation result during the last 10 year, the highest dose is 19,8 mSv which was accepted by one of the radiation worker in the last 1995. The radiation worker received more dose compared to the others dose, in the same division or another ones, eventhough it's still under the maximum allowed dose, 50 mSv. It is because of the worker had so many activities inside the reactor building which has much higher radiation exposures compared to another places. From the evaluation result, it can be summerized that during the last 10 years. The accepted dose by the radiation worker in RSG-GAS still under the allowed limitation, eventhough some of them received more dose compared to the avarage worker.

PENDAHULUAN

RSG-GAS sebagai salah satu instalasi reaktor nuklir adalah suatu fasilitas yang sangat vital dan strategis. Oleh karena itu diperlukan sekali adanya pengendalian radiasi dari pengoperasian reaktor yang berhubungan dengan dosis radiasi yang akan diterima oleh personil, sebagai salah satu pengaman dan kendali yang berguna untuk mencegah dan mengatasi dampak bagi personil, pekerja radiasi maupun lingkungan. Sistem proteksi yang menyangkut perhitungan radiasi dan perkiraan dosis yang diterima personil. Dengan menyadari betapa pentingnya sistem proteksi yang menyangkut

perhitungan radiasi, dan perkiraan dosis yang diterima oleh personil maka diperlukan dosis yang diterima oleh pekerja radiasi RSG-GAS.

Data dosis pekerja radiasi RSG-GAS diambil dalam rentang waktu 10 tahun terakhir, yaitu dari tahun 1995 sampai dengan 2004. Data dosis tersebut didata, diolah dan dievaluasi dengan menggunakan software PHP, Apache Web server, Ms Window Server 2000 yang telah didapat dan dipresentasikan pada USPEN sub, bidang Pengendalian Personil Bidang Keselamatan tahun lalu. Data tersebut sebelum diolah dengan menggunakan software yang baru, didata diolah dan dievaluasi secara manual.

Selama rentang waktu 10 tahun terakhir tersebut, reaktor beroperasi dari 0 – 30 Mw dan pekerja radiasi melakukan segala kegiatan yang ditugaskan kepadanya. Dari data dosis tersebut, bagi karyawan yang mendapat dosis akan tertulis besaran dosis yang diterima dalam mSv, sedangkan untuk karyawan yang mendapat besaran 0 mSv, berarti yang bersangkutan tidak terdeteksi adanya paparan radiasi.

Dari hasil evaluasi data dosis pekerja radiasi RSG-GAS selama rentang waktu 10 tahun tersebut didapat ada beberapa pekerja radiasi yang mendapat dosis melebihi rata-rata lainnya, walaupun masih dibawah batas yang diijinkan. Diharapkan pula untuk waktu yang akan datang dosis pekerja radiasi terpantau dan masih dalam batas yang diijinkan, sehingga kesehatan pekerja radiasi, personil dan lingkungan dalam batas aman. Begitu pula dengan penggunaan software baru tersebut dapat membantu untuk mempermudah pendataan, pengolahan dan evaluasi data dosis pekerja radiasi RSG-GAS.

TEORI

Dosis radiasi adalah jumlah radiasi yang terdapat dalam medan radiasi atau jumlah energi radiasi yang diserap atau diterima materi yang dilaluinya. Sedangkan catatan dosis pekerja radiasi adalah catatan tentang nilai dosis yang diterima pekerja radiasi selama bekerja di medan radiasi, dengan menggunakan alat dosimeter. Pemilihan dosimeter perorangan tergantung pada jenis radiasi dan nilai dosis ekuivalen perorangan Hp(d) yang akan dipantau. Menurut jenis radiasi yang akan dipantau, dosimeter perorangan terbagi dalam :

1. Dosimeter foton, yang menunjukkan nilai ekuivalen perorangan Hp(10)
2. Dosimeter beta-foton, yang menunjukkan nilai dosis ekuivalen perorangan Hp(0,07) dan Hp(10)

3. Dosimeter foton jenis diskriminasi, kecuali Hp(10), memberikan informasi jenis radiasi dan energi efektif, serta deteksi elektron energi tinggi.
4. Dosimeter ekstrinitas, biasanya berupa berupa dosimeter jari tangan (TLD cincin), menunjukkan nilai dosis radiasi beta-foton Hp(0,07), dan neutron bila terdapat sumber neutronnya.
5. Dosimeter neutron, yang menunjukkan nilai dosis ekivalen perorangan Hp(10).
Metode dosimeter radiasi yang dapat digunakan antara lain.

Metode dosimetri yang dapat digunakan antarlain :

1. dosimetri film fotografi,
2. dosimetri termoluminesensi,
3. dosimeter lainnya, seperti radiofotoluminesensi, dosimetri luminesensi yang dipicu dengan optik, dosimetri gelembung, dan lainnya.

Data dosis eksternal pekerja radiasi P2TRR dipantau dengan menggunakan dosimetri *termoluminesense*.

Dosimetri Termoluminesense (TLD)

a. Prinsip kerja

TLD didasarkan pada eksitasi elektron oleh radiasi pengion, diikuti oleh proses terperangkap dan pelepasan elektron yang terperangkap dengan pemanasan, menyebabkan pancaran cahaya yang jumlahnya sebanding dengan dosis radiasi pengion yang diterima oleh bahan TLD tersebut. Pengukuran kuantitas pengukuran cahaya oleh alat baca TLD dilakukan dengan menggunakan tabung pengganda cahaya (*photomultiplier*) dan keluarannya digambarkan sebagai fungsi temperatur yang disebut kurva pancar (*glow curve*). Pelepasan elektron yang tertangkap sebelum pembacaan dilakukan disebut pemudaran. Hubungan antara bacaan TLD dengan dosis yang diterimanya harus ditentukan dengan kalibrasi.

b. Kemampuan pengukuran

TLD dapat digunakan sebagai dosimeter foton, beta, neutron, diskriminasi. Ekstremiti TLD lebih peka dan mempunyai rentang pengukuran yang relatif lebih lebar, yaitu 0,01 mSv – 2 Sv. Pengukuran pemudaran pada TLD umumnya lebih kecil dibandingkan dosimeter film. TLD juga mampu mengukur besaran Hp(10) dan Hp(0,07). Kombinasi TLD ${}^6\text{LiF}$ dan ${}^7\text{LiF}$ digunakan untuk mendeteksi neutron dalam sistem dosimeter albedo, yaitu mengukur dosis neutron lambat yang

dihambur-balikkan oleh tubuh manusia dan dosis gamma yang menyertai dalam medan radiasi tersebut. TLD $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ dalam kombinasi dengan filter disebut sebagai dosimeter diskriminatif, yaitu dosimeter yang memungkinkan pengujian energi yang diterima pemakai. Bila TLD digunakan untuk radiasi beta maka harus dengan ketebalan yang sangat tipis yaitu 0,015 inci atau $\sim 4\text{mgcm}^{-2}$ dan dilapisi dengan lapisan pelindung $\sim 4\text{mgcm}^{-2}$. Periode pemakaian TLD untuk pemantauan dosis eksternal perorangan dapat mencapai 3 bulan.

c. Keuntungan dan kerugian TLD

Keuntungan

1. TLD relatif lebih ekuivalen dengan jaringan tubuh sehingga mempunyai tingkat ketelitian yang lebih baik
2. Mempunyai kepekaan dan ketelitian tinggi
3. Karena ukurannya kecil, dapat digunakan sebagai dosimeter ekstrimitas.
4. Alat baca yang manual ataupun otomatis banyak diperdagangkan.
5. Mempunyai kestabilan jangka panjang yang baik terhadap berbagai kondisi.
6. Mudah pemrosesannya dan dapat digunakan ulang
7. Linear terhadap dosis dan laju dosis untuk rentang yang lebar.

Kerugian

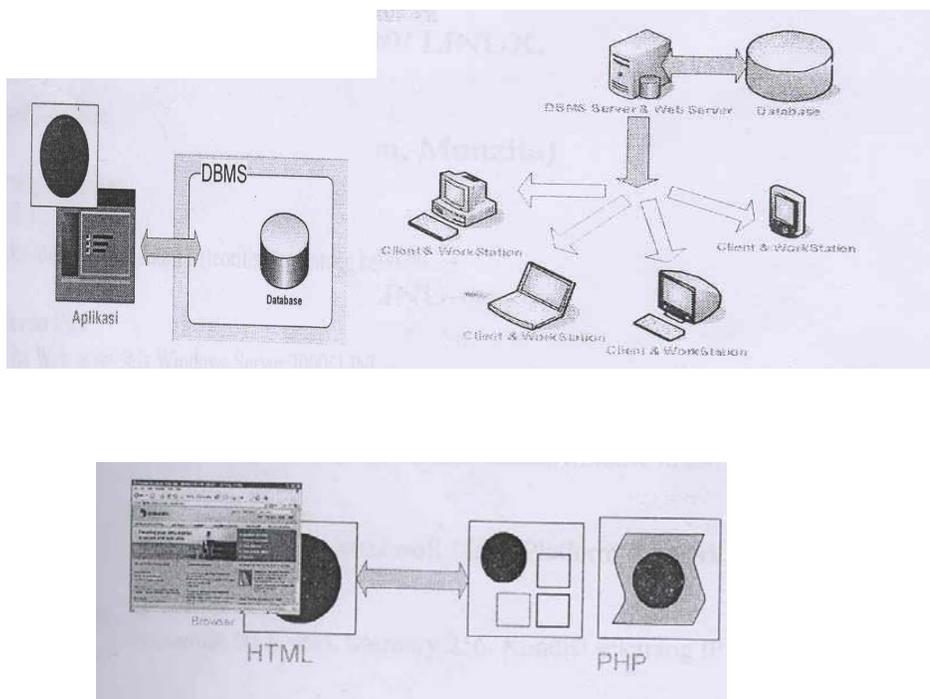
1. Memerlukan modal yang relatif besar
2. Perawatan dan pemeliharaan peralatan memerlukan staf teknis tingkat tinggi
3. Kegagalan proses pembacaan pertama tidak dapat diulang, sehingga informasi akan hilang
4. Tidak ada pencatatan permanen karena proses pembacaan tidak dapat diulang

Alat dosimetri yang digunakan di PRSG yaitu Thermoluminisensi (TLD), yang dikelola oleh PTLR. TLD digunakan dan dibaca setiap tiga bulan sekali oleh PTLR, kemudian hasilnya dikirimkan ke PRSG untuk diketahui dan digunakan.

Sistem informasi dosis pekerja radiasi dibuat berdasarkan kebutuhan akan pengelolaan dosis pekerja radiasi RSG-GAS dengan kemampuan yang sanggup menjawab kebutuhan masa depan. Program ini disusun berbasis *client-server database* dengan kompatibilitas terhadap platform client maupun server yang tinggi. Server bisa dijalankan di atas Linux maupun Microsoft window. Demikian juga client, hanya membutuhkan browser biasa seperti IE, Netscape, Opera, Mozilla dll, baik itu dengan

sistem operasi Linux maupun dengan MS Window. Untuk mencetak printer yang dibutuhkan bisa saja asalkan sudah terinstal drivernya dengan baik didalam sistem operasinya. Program terdiri atas blok-blok dan modul yang telah mencakup kebutuhan dari sebuah pengelolaan data yang terintegrasi bagi sebuah kebutuhan informasi. Sistem informasi mencakup fasilitas untuk pengolahan data karyawan , rak penyimpanan TLD, bidang, dosis dan percetakan. Sistem ini dibuat dengan sudah mencakup keamanan pengguna dengan meletakkan hak penggunaan suatu fasilitas hanya pada yang berkepentingan. Pengguna lain tidak dapat menginterferensi tanpa wewenang yang disepakati dan diketahui oleh administrator.

Gambaran Sistem



1. Data Base Managemen Sistem dan Basis Data terpisah dengan aplikasi
2. Web/Internet DBMS
3. Arsitektur Sistim Client Server
4. Orientasi banyak user
5. Server side scripting language
6. Open source & freeware
7. Free platform client & server

METODE ANALISIS

Analisis dosis eksterna pekerja radiasi di RSG-GAS dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Dilakukan pendataan hasil dosis pekerja radiasi setiap periodanya dengan menggunakan software PHP yang telah ada, sejak mulai 1995 sampai dengan 2004.
2. Dengan data dan software yang telah ada dilakukan penjumlahan dosis yang diterima setiap pekerja radiasi untuk setiap tahunnya.
3. Jumlah dosis setiap tahunnya untuk seorang pekerja radiasi dijumlahkan dalam setiap bidangnya dan juga untuk seluruh pekerja radiasi RSG-GAS.
4. Dari hasil data tersebut , kemudian dihitung rerata dosis perbidang pertahun dan juga rerata dosis seluruh pekerja radiasi pertahun.
5. Kemudian kita evaluasi dosis untuk setiap pekerja radiasi pertahunnya dengan rerata dalam bidangnya dan juga rerata seluruh pekerja radiasi RSG-GAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data dosis pekerja radiasi selama rentang waktu 10 tahun terakhir, yaitu mulai tahun 1995 sampai dengan tahun 2004, sudah didapat. Data tersebut kemudian didata, diolah dan dievaluasi dengan bantuan program data base (PHP) dan juga manual. Untuk rentang waktu tersebut, setiap tahunnya ada satu atau lebih pekerja radiasi RSG-GAS yang mendapat dosis diatas dosis rata-rata pekerja lainnya, baik dalam satu bidang atau bidang lainnya.

Data dosis perorang pertahun dapat dilihat dengan software PHP, seperti contoh table dibawah, kemudian secara manual kita hitung rerata perbidang dan rerata RSG-GAS.

Contoh dibawah adalah data dosis seorang pekerja radiasi diambil dari software, yang mendapat dosis tertinggi selama rentang waktu 10 tahun terakhir.

Tgl Awal	Tgl Akhir	Kode Rak	DEK	DEST
07-12-2004	14-03-2005	2	0	0.06
08-03-2005	14-06-2005	6	0	0.1
03-06-2005	03-09-2005	6	0	0
30-01-1995	30-04-1995	3	2.88	1.82
30-04-1995	08-08-1995	3	3.74	2.61
08-08-1995	27-10-1995	3	7.78	6.11
27-10-1995	23-01-1996	3	12.3	9.26
23-01-1996	23-04-1996	3	2.48	1.57

Contoh lain dari data dosis seorang pekerja radiasi RSG-GAS yang mendapat dosis tertinggi pada tahun yang berbeda, seperti pada table dibawah. Contoh

Tgl Awal	Tgl Akhir	Kode Rak	DEK	DEST
05-04-2002	24-01-2003	3	0	2.53
24-06-2003	13-10-2003	3	0	1.05
13-10-2003	14-01-2004	3	0	10.65
14-01-2004	16-03-2004	3	0	0
16-03-2004	25-06-2004	3	0	0
27-06-2004	15-09-2004	4	0	0
02-06-1999	27-09-1999	4	0.94	0.94
09-09-2004	10-12-2004	4	0	0
07-12-2004	14-03-2005	4	0	0.08
01-01-1988	30-12-1988	6	1.02	0.43

Berdasarkan data dosis dari software tersebut, kemudian dihitung secara manual, maka berikut ini tabel pekerja radiasi RGS-GAS yang mendapat dosis melebihi dosis rata-rata pekerja lainnya setiap tahunnya selama rentang waktu 1995 sampai dengan 2004

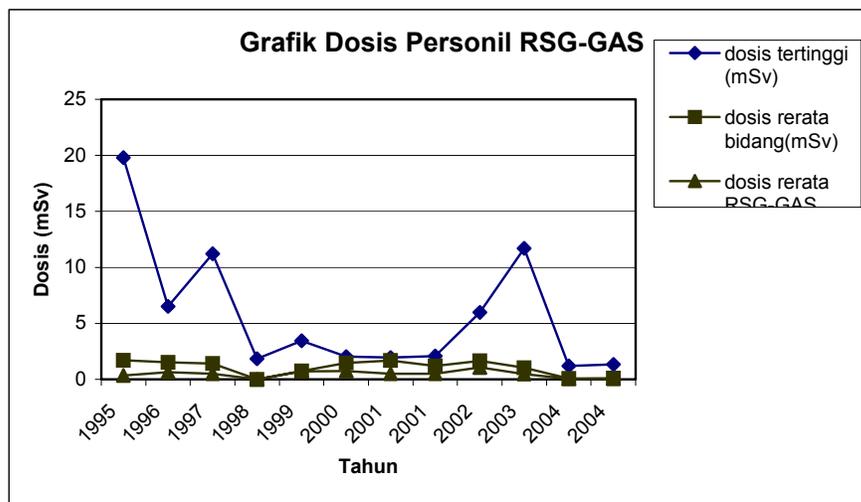
No.	Nama (samaran)	Tahun	Dosis (mSv)	Dosis rata-rata dlm satu bidang (mSv)	Dosis rata-rata RGS-GAS (mSv)
1.	Mr. A	1995	19,8	1,71	0,35
2.	Mr. A	1996	6,51	1,52	0,64
3.	Mr. B	1997	11,23	1,41	0,52
4.	Mr. A	1998	1,85	0,9	0,4
5.	Mr. C	1999	3,44	0,74	0,73
6.	Mr. D	2000	2,04	1,47	0,76
7.	Mr. D	2001	1,95	1,69	0,51
8.	Mr. E	2001	2,07	1,19	0,51
9.	Mr. F	2002	5,97	1,65	1,08
10.	Mr. C	2003	11,7	1,05	0,47
11.	Mr. A	2004	1,19	0,08	0,06
12.	Mr. G	2004	1,33	0,1	0,06

Dari data dosis hasil evaluasi diatas dapat dilihat bahwa dosis yang didapat oleh seorang pekerja radiasi RSG-GAS masih jauh dibawah dosis yang diijinkan NDB yaitu 50 mSv dalam satu tahun, meskipun yang bersangkutan mendapat dosis lebih dibandingkan pekerja lainnya. Untuk nama samaran dimaksudkan untuk mengetahui bahwa ada beberapa pekerja radiasi mendapat dosis melebihi rata-rata lainnya yang terulang pada tahun berikutnya atau beberapa tahun kemudian. Meskipun yang bersangkutan mendapat dosis melebihi rata-rata terulang untuk tahun berikutnya, tetapi dalam satu tahun yang bersangkutan masih dalam NBD yang diijinkan tiap tahunnya.

Ada beberapa orang yang terus menerus atau sering mendapat dosis diatas rata-rata karena memang yang bersangkutan mempunyai pekerjaan yang selalu berhubungan dengan materi dan tempat yang mempunyai paparan tinggi.

Dosis tertinggi terjadi pada tahun 1995, karena pada tahun tersebut, banyak sekali pekerjaan yang berhubungan dengan materi dan tempat yang mempunyai paparan tinggi.

Hubungan antara tahun pengevaluasian data dengan data hasil evaluasi dosis personil RSG – GAS dapat digambarkan pada grafik dibawah.



Grafik : Hubungan antara tahun dan dosis tertinggi personil (mSv), dosis rerata bidang yang bersangkutan, dan dosis rerata RSG-GAS

Dari grafik tersebut diatas terlihat jelas adanya perbandingan yang jauh berbeda antara dosis tertinggi pekerja radiasi dan dosis rerata bidang yang bersangkutan serta dosis rerata RSG-GAS. Untuk tiap tahunnya dosis tertinggi pekerja radiasi dapat mencapai 10 kali atau lebih dari dosis rerata bidang yang bersangkutan, dan jauh lebih tinggi lagi kelipatannya bila dibandingkan dengan dosis rerata RSG-GAS.

KESIMPULAN

Untuk rentang waktu 10 tahun terakhir, yaitu 1995 sampai dengan tahun 2004, dosis tertinggi terjadi pada tahun 1995 sebesar 19,8 mSv kepada salah seorang pekerja radiasi. Pekerja radiasi tersebut mendapat dosis 11,58 kali dari dosis rerata bidang, dan 56,57 kali dari rerata pekerja radiasi RSG-GAS. Pekerja radiasi tersebut mendapat dosis jauh diatas rata-rata, walaupun masih dibawah dosis yang diijinkan pertahunnya (NDB) yaitu 50 mSv, karena yang bersangkutan bekerja didaerah dan materi yang mempunyai paparan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

1. SK Kepala Bapeten No. 2-p / Ka. Bapeten 03 dan PP No. 63 / 2000 / ps. 16, Tentang Sistem Pelayanan Pemantauan Dosis Eksterna Perorangan , Hal 13 – 18.
2. Syaiful Bakhri, Sistem Informasi Dosis Radiasi Karyawan RSG-G.A. Siwabessy, 2004.