

PEMANTAUAN DOSIS PEKERJA RADIASI REAKTOR G.A. SIWABESSY TAHUN 2008

Sunarningsih

ABSTRAK

PEMANTAUAN DOSIS PEKERJA RADIASI REAKTOR G.A. SIWABESSY TAHUN 2008. Hasil pemantauan penerimaan dosis radiasi dengan TLD badge selama periode tahun 2008, menunjukkan bahwa Dosis Ekivalen Seluruh Tubuh (DEST) atau Hp 10, rata-rata tertinggi terjadi pada tri wulan III, untuk Bidang Operasi Reaktor yaitu $0,19 \pm 0,14$ mSv, dan terendah untuk bidang Unit Pengamanan Nuklir (UPN), yaitu tak terdeteksi. Dosis tertinggi, terjadi pada tri wulan I yaitu 2,18 mSv untuk pekerja radiasi bidang operasi reaktor, sedangkan dosis terendah yaitu tak terdeteksi. Untuk dosis tahunan tertinggi adalah pekerja radiasi dari bidang operasi reaktor PRSG yaitu 5,38 mSv. Untuk pemantauan dosis interna yang dilakukan dengan menggunakan alat Whole Body Counting (WBC) menunjukkan bahwa tingkat kontaminasi radionuklida hasilaktivasi dan fisi didalam tubuh tidak terdeteksi. Dosis personal yang diterima pekerja radiasi tersebut masih jauh dibawah Nilai Batas Dosis (NDB) pertahun yang diperkenankan oleh IAEA dan juga BAPETEN yaitu (20 mSv/tahun), maka tingkat keselamatan radiasi personal PRSG masih dapat dipertanggungjawabkan.

Kata kunci : Dosis radiasi personal

ABSTRACT

DOSES MONITORING OF THE GA.SIWABESSY REACTOR RADIATION WORKERS IN YEAR 2008. Monitoring result of radiation doses acceptance by TLD badge indicated that the highest mean of equivalent doses in the entire body (DEST) or Hp 10 was 0.19 ± 0.14 mSv which was received by personal working at the reactor operation division during the third quarter of 2008. While the lowest mean, undetectable, which was received by people working at the security group (UPN). The highest radiation doses during the first quarter was received by worker at the reactor operation division by the magnitude of 2,18 mSv, and the lowest of radiation doses was undetected. The highest doses in year 2008 of 5,38 mSv was received by personal at the reactor operation division. Internal doses at the body monitored by whole body counting (WBC) shown that nuclides contamination level of activated products and fission products were undetected. Fortunately those radiation doses received by radiation workers were still under the IAEA and BAPETEN limit value of 20 mSv/year then radiation safety to the workers pretty assured

Key Words : Personnel doses radiation

PENDAHULUAN

Reaktor Serba Guna G.A. Siwabessy adalah reaktor yang dirancang, dibangun, dioperasikan sesuai yang dipersyaratkan oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) maupun IAEA, sehingga memenuhi aspek keselamatan reaktor dan keselamatan radiasi personil.

RSG-G.A. Siwabessy dengan daya 30 Mw, dan daya nominal 15 Mw, merupakan reaktor pembelahan inti Uranium karena bereaksi dengan neutron, yang akan menghasilkan nuklida-nuklida tidak stabil yang memancarkan energi gamma, beta, alpha, dan juga neutron (radiasi α , β , γ , n), yang berpeluang mengkontaminasi udara di dalam gedung reaktor. Besarnya radiasi yang diterima pekerja tergantung dari beberapa faktor yaitu : besarnya aktivitas sumber, jarak dan juga waktu kita bekerja di daerah radiasi.

Untuk menjamin keselamatan dari adanya kegiatan pengoperasian reaktor, diperlukan pengendalian paparan radiasi yang intensif terhadap personil berdasarkan atas prinsip ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), salah satunya dengan menggunakan alat pemantauan dosis personil yaitu: Termoluminescence (TLD) untuk eksterna, dan *Whole Body Counter* (WBC) untuk interna.

Hasil bacaan dosis personil selama melakukan kegiatan di dalam gedung reaktor akan dikendalikan dengan mengacu pada peraturan IAEA dan BAPETEN dimana Nilai Batas Dosis (NBD) yang diijinkan yaitu 20 mSv/th atau 5,0 mSv/triwulan .

Pada makalah ini akan dibahas hasil pemantauan dosis eksterna dengan bacaan TLD badge pekerja radiasi, dan juga dosis interna dengan pemeriksaan WBC, selama tahun 2008 untuk pekerja radiasi RSG-G.A Siwabessy, sehingga akan diketahui, apakah dosis radiasi yang diterima pekerja radiasi tersebut masih dalam batas yang diijinkan, pada saat pengoperasian reaktor

masih dalam kondisi normal

TEORI

Beberapa faktor yang berpengaruh pada besarnya dosis personil yang diterima selama bekerja di daerah radiasi, antara lain : Aktivitas sumber (A), Jarak (r), Waktu (t) dan juga penahan radiasi

Faktor besarnya Aktivitas Sumber (A)

Semakin besar aktivitas suatu sumber, maka akan semakin besar laju dosisnya

$$\text{Rumus } D = \frac{A \Gamma t}{r^2} \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

- D = laju paparan, dalam satuan R/jam
- A = Aktifitas suatu sumber, dalam satuan Ci
- R = Jarak, dalam satuan meter
- T = Waktu, dalam satuan jam
- Γ = torsi (faktor aktivitas tergantung dari jenis radiasi) dalam satuan R m²/jam Ci

sedangkan untuk dosis ekuivalen , digunakan rumus :

$$\begin{aligned} H &= D \times Q \times N, & (Q \times N = W_R) \\ H &= D \times W_R \dots\dots\dots (2) \\ H &= \frac{A \Gamma t}{r^2} \times Q \times N \dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

dimana :

- H = Dosis Ekuivalen, dalam satuan Sv (1 R = 87,7 μ Sv)
- W_R = Faktor modifikasi
- Q = Faktor kualitas
- N = Faktor proteksi

Dari rumus diatas jelas terlihat bahwa besarnya laju paparan dan juga dosis ekuivalen akan berbanding lurus dengan besarnya aktifitas suatu sumber.

Faktor Jarak (r)

Laju paparan radiasi akan berkurang dengan bertambahnya jarak dari sumber radiasi, maka laju paparan radiasi pada

jarak r dari sumber berbanding terbalik dengan kuadrat jarak (1). Untuk mengatasi penerimaan dosis radiasi dalam pekerjaan, maka harus diusahakan berada pada jarak yang sejauh mungkin.(2)

$$\text{Rumus } D_1 r_1 = D_2 r_2 \dots\dots\dots (4)$$

dimana :

D_1 = laju dosis pada jarak r_1 , dalam satuan Sv/jam

D_2 = laju dosis pada jarak r_2 , dalam satuan Sv/jam

r = Jarak, dalam satuan meter

Faktor Waktu (t)

Besarnya dosis radiasi yang diterima seseorang yang berada di medan radiasi dengan laju dosis tertentu, adalah berbanding lurus dengan lama waktu orang berada ditempat tersebut (1), ini berarti bahwa apabila seseorang ingin agar dosis radiasi yang diterima serendah mungkin, maka waktu yang digunakan untuk mengerjakan sesuatu harus sesingkat mungkin (3)

$$\text{Rumus } D_t = D_o \times t, \dots\dots\dots (5)$$

dimana :

D_t = Dosis total yang diterima, dalam satuan Sv

D_o = Laju dosis awal, dalam satuan Sv/jam

T = Waktu penyinaran, dalam satuan jam

Faktor Penahan Radiasi

Laju dosis dapat dikurangi dengan penahan radiasi diantara sumber radiasi dengan pekerja radiasi. Dengan cara ini maka pekerja radiasi dapat bekerja pada jarak yang tidak terlalu jauh dari sumber radiasi dengan dosis yang tidak melebihi batas yang ditetapkan. Tebal dan jenis bahan penahan yang diperlukan

bergantung pada jenis dan energi radiasi, aktivitas sumber, dan laju dosis yang diinginkan setelah radiasi menembus penahan.

Pemantauan Dosis radiasi Eksterna

Pemantauan dosis radiasi eksterna untuk pekerja radiasi di RSG-GAS dilakukan dengan menggunakan Dosimeter Thermoluminescence (TLD badge) . dan ditambah dengan pemantau radiasi gamma kumulatif yang disebut Direct Reading Pocket Dosimeter (Pendusimeter), untuk pekerjaan yang insidental. TLD badge yang digunakan tipe BG-0110 dan BGN-7767 untuk pemantauan dosis ekivalen seluruh tubuh (DEST) atau Hp 10, yang berasal dari radiasi sinar X, beta, gamma dan juga neutron, dan dievaluasi oleh PTLR setiap tiga bulan sekali (triwulan)

Pemantauan Dosis Radiasi Interna

Untuk pemantauan radiasi interna pekerja radiasi RSG-GAS dilakukan secara in-vivo dengan menggunakan alat Whole body Counting (WBC), yaitu terhadap radionuklida yang mempunyai daya tembus tinggi (pemancar gamma) . Setiap pekerja radiasi Reaktor G.A.Siwabessy yang sering bekerja di daerah radiasi disarankan untuk melakukan pemeriksaan minimal satu tahun sekali.

METODA

Dosis Eksterna Dengan TLD Badge

1. Bidang Keselamatan (BK) menyusun daftar semua pekerja radiasi yang akan menggunakan TLD.
2. Daftar pekerja radiasi dikirim ke PTLR untuk dimintakan alat pemantau dosis eksterna TLD, misal seri A.
3. Setelah TLD didapat, dan dikirim ke PRSG, maka BK mendistribusikan ke pekerja radiasi yang bersangkutan, agar

- digunakan apabila bekerja di daerah radiasi, dan disimpan kembali pada tempatnya apabila tidak digunakan di daerah radiasi.
- Setelah kurun waktu penggunaan 3 bulan, maka BK mengirim daftar pekerja radiasi kembali ke PTLR, agar diberikan TLD seri B untuk mengganti TLD seri A, yang akan dianalisa/dibaca nilai dosisnya.
 - Apabila TLD seri B sudah dikirim ke PRSG, maka BK mengganti TLD seri A pekerja radiasi yang sudah waktunya dianalisa/dibaca, dengan TLD seri B.
 - BK mengumpulkan dan mendata TLD seri A, apabila ada yang belum terkumpul, sehingga semua TLD bisa dikembalikan ke PTLR untuk dianalisa/dibaca dosisnya.
 - Apabila semua TLD sudah selesai dianalisa/dibaca dosisnya, maka PTLR akan mengirim hasil pembacaan TLD ke PRSG dan juga ke BAPETEN sebagai laporan.

- BK-PRSG menyusun jadwal pemantauan disesuaikan dengan jadwal shift yang berlaku
- Jadwal pemantauan dikirim ke PTLR, dan BK mengkoordinir pelaksanaannya.
- PTLR akan mengirim hasil cacah pemantauan dosis ke PRSG dan juga ke Bapeten sebagai laporan, setelah hasil pemantauan dianalisa terlebih dahulu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dosis Radiasi Eksterna

Hasil pemantauan dosis radiasi eksternal dengan menggunakan TLD selama kurun waktu tahun 2008, terlihat pada tabel 1, menunjukkan dosis yang diterima pekerja radiasi tiap bidang, untuk tri wulan 1,2,3 dan 4.

Pemeriksaan Dosis Interna Dengan WBC

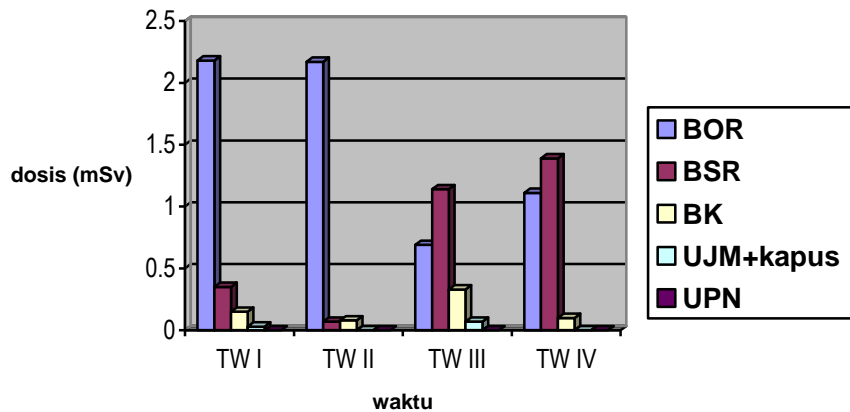
- PTLR memberikan jadwal untuk pemeriksaan dosis interna WBC untuk pekerja radiasi di PRSG

Tabel 1. Dosis ekuivalent seluruh tubuh (Hp 10) pekerja radiasi RSG-GAS tahun 2008 (mSv)

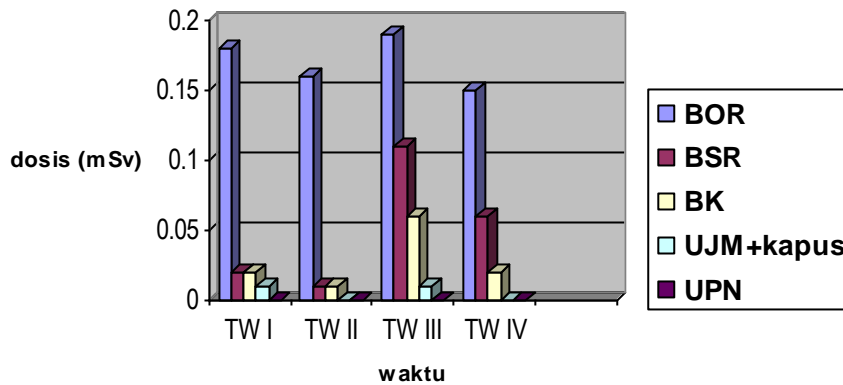
waktu	BOR			BSR			BK			UJM+Kapus			UPN		
	rrt	tt	th	rrt	tt	th	rrt	tt	Th	rrt	tt	th	rrt	tt	th
TW I	0,18 ± 0,29	2,18	ttd	0,02 ± 0,06	0,35	ttd	0,02 ± 0,04	0,15	Ttd	0,01±0,01	0,03	ttd	ttd	ttd	ttd
TW II	0,16 ± 0,28	2,17	ttd	0,01 ± 0,15	0,07	ttd	0,01 ± 0,02	0,08	Ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
TW III	0,19 ± 0,14	0,69	ttd	0,11 ± 0,27	1,14	ttd	0,06 ± 0,07	0,33	ttd	0,01± 0,03	0,07	ttd	ttd	ttd	ttd
TW IV	0,15 ± 0,19	1,11	ttd	0,06 ± 0,31	1,39	ttd	0,02 ± 0,03	0,1	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd

Keterangan :

BOR = Bidang Operasi Reaktor, BSR = Bidang Sistem Reaktor, BK = Bidang Keselamatan, UJM = Unit Jaminan Mutu, UPN = Unit Pengamanan Nuklir, rrt = rerata, tt = tertinggi, th = terendah, ttd = tak terdeteksi



Gambar 1a. Grafik data dosis tertinggi pekerja radiasi tiap triwulan vs bidang bidang di RSG-GAS



Gambar 1 b. Grafik data dosis rerata pekerja radiasi setiap triwulan vs bidang bidang di RSG-GAS

Dari tabel 1, gambar 1a. dan juga gambar 1b. dapat dilihat, bahwa untuk triwulan I, dosis tertinggi untuk bidang Operasi reaktor (2,18 mSv) begitu juga dengan rerata tertinggi ($0,18 \pm 0,29$ mSv), sedangkan dosis terendah untuk sebagian besar dari Unit Pengamanan Nuklir. Hal tersebut juga terjadi untuk Triwulan II. Pada triwulan III dan juga triwulan IV, dosis tertinggi dari bidang Sistem Reaktor

(1,14 mSv), tetapi rerata tertinggi dari bidang Operasi Reaktor ($0,19 \pm 0,14$ mSv) sedangkan dosis terendah sebagian besar dari Unit Pengamanan Nuklir. Pada perhitungan dosis rerata bidang diperoleh faktor deviasi yang melebihi besaran reratanya, hal tersebut karena dari data yang diperoleh, banyak besaran tak terdeteksi yang berarti sama dengan dosis latar, yang tetap dimasukkan dalam

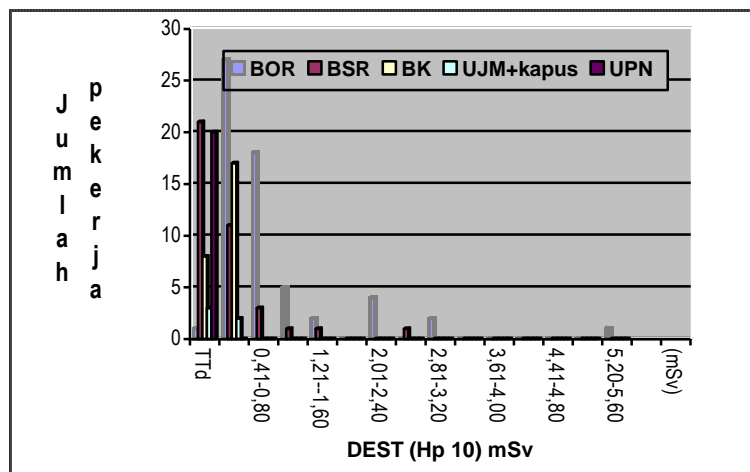
perhitungan. Dosis tak terdeteksi lebih banyak diperoleh pekerja radiasi dari pada yang mendapat dosis, hal tersebut dikarenakan kurang meratanya distribusi pekerjaan pada setiap pekerja radiasi di bidang tersebut.

Tabel 2 dan gambar 2 dibawah ini adalah menunjukkan Dosis Ekuivalen seluruh Tubuh (DEST) pekerja radiasi PRSG tahun 2008. Dosis tahunan DEST, adalah jumlah

dosis yang diterima pekerja radiasi selama tahun 2008, yang didapat dari penjumlahan perolehan dosis triwulan 1,2,3 dan 4. Pada tabel 3 dan juga gambar 1, adalah dosis seluruh tubuh tahunan untuk pekerja radiasi PRSG tahun 2008 dikelompokkan berdasarkan jumlah dosis yang diterima oleh pekerja radiasi.

Tabel 2. Evaluasi tahunan dosis ekuivalen seluruh tubuh (Hp 10) pekerja radiasi RSG-GAS tahun 2008 (mSv)

Pengelompokan jumlah dosis(mSv)	Jumlah karyawan dengan dosis ekuivalen seluruh tubuh					
	BOR	BSR	BK	UPN	UJM+ Kapus	Jumlah
Ttd	1	21	8	20	3	53
0,00 – 0,40	27	11	17	0	2	57
0,41 – 0,80	18	3	0	0	0	21
0,81 – 1,20	5	1	0	0	0	6
1,21 – 1,60	2	1	0	0	0	3
1,61 – 2,00	0	0	0	0	0	0
2,01 – 2,40	4	0	0	0	0	4
2,41 – 2,80	0	1	0	0	0	1
2,81 – 3,20	0	0	0	0	0	0
3,21 – 3,60	0	0	0	0	0	0
3,61 – 4,00	0	0	0	0	0	0
4,01 – 4,40	0	0	0	0	0	0
4,41 – 4,80	0	0	0	0	0	0
4,81 – 5,20	0	0	0	0	0	0
5,21 – 5,60	1	0	0	0	0	1
Jumlah						146



Gambar 1. Distribusi penerimaan dosis radiasi eksternal (dosis ekuivalen seluruh tubuh/Hp10) pekerja radiasi PRSG tahun 2008

Dari tabel 2 terlihat bahwa untuk kelompok 0,00 – 0,40 mSv/th adalah jumlah karyawan terbanyak, untuk bidang Operasi reaktor dan bidang keselamatan, sedangkan untuk kelompok berikutnya yaitu tak terdeteksi, karyawan terbanyak dari bidang Sistem reaktor, UPN dan UJM, sedangkan karyawan yang lain terdistribusi ke kelompok dosis diatasnya. Untuk dosis tahunan 2008, pekerja radiasi yang mendapat DEST / Hp 10 paling tinggi adalah dari bidang Operasi Reaktor yaitu 5,38 mSv, untuk bidang sistem Reaktor DEST tertinggi adalah 2,54 mSv, sedangkan untuk bidang lainnya dosis yang diterima jauh lebih kecil dari dosis ke dua bidang tersebut. Hasil dosis tersebut masih jauh dibawah Nilai Batas yang Diijinkan (NBD) BAPETEN, IAEA, dan juga mengacu pada *Basic Safety Standard 115 “ International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources*, yaitu 20 mSv/tahun.

Dosis radiasi yang diterima pekerja radiasi bidang operasi reaktor cenderung paling besar di bandingkan dengan bidang lainnya karena bidang operasi adalah operator, supervisor dan pelayanan iradiasi reaktor yang selalu bekerja di daerah radiasi tinggi dan terus menerus, sehingga paparan yang diterima juga lebih besar. Untuk bidang sistem reaktor, juga termasuk tinggi, karena bidang ini melakukan perawatan sistem reaktor dan sistem penunjang saat reaktor beroperasi ataupun shutdown, sedangkan untuk Bidang Keselamatan mengawasi, memantau bidang lain dalam melakukan pekerjaan. Untuk bidang UJM+kapus, dan UPN, yang bersangkutan tidak selalu bekerja di daerah radiasi, sehingga dosis yang diterima semua pekerja radiasi sama dengan dosis latar.

Dosis Radiasi Interna

Hasil pemantauan dosis radiasi

interna dengan pemeriksaan menggunakan alat *Whole Body Counting*, selama kurun waktu tahun 2008, terlihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data pemantauan dosis radiasi interna (WBC) pekerja radiasi RSG-GAS tahun 2008

	Tri wulan I	Tri wulan II	Tri wulan IV
BK	ttd	Ttd	ttd
BSR	ttd	Ttd	ttd
BOR	ttd	Ttd (*)	ttd

Untuk pemantauan dosis internal dengan peralatan WBC di PTLR (Tabel 3), semua pekerja radiasi PRSG yang melakukan pemantauan, ada satu pekerja yang terdeteksi (*) adanya radionuklida ($H_{E\gamma}$) I-131 dengan nilai dosis (< 0,01 mSv), jauh dibawah Nilai Batas Dosis yang diijinkan yaitu 20 mSv. Pekerja radiasi RSG-GAS sebagian besar dalam pemantauan radiasi interna (WBC) tidak terdeteksi adanya radionuklida, dikarenakan di reaktor G.A. Siwabessy sedikit sekali dimungkinkan adanya kontaminasi interna.

KESIMPULAN

Dari hasil evaluasi diatas dapat disimpulkan bahwa untuk Dosis radiasi perorangan pekerja radiasi RSG-GAS tahun 2008, masih dalam batas yang diijinkan IAEA ataupun BAPETEN, meskipun ada beberapa pekerja radiasi yang mendapat dosis diatas rerata pekerja lainnya. Untuk mengantisipasi perolehan dosis pekerja radiasi seminimal mungkin, dilapangan kita mengacu Nilai Batas Dosis (NBD) IAEA yaitu 20 mSv/tahun atau lebih amannya 5,0 mSv/triwulan. Dari pembahasan diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa tingkat keselamatan radiasi personil masih dapat dipertanggungjawabkan, dan pengoperasian RSG-G.A. Siwabessy masih dalam kondisi normal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Basic Safety Standard 115 “ International Basic Safety Standars for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, 1996,
2. Keputusan Kepala Bapeten No. 02P/Ka.BAPETEN/I-03 tentang Pedoman Sistem Pelayanan Pemantauan Dosis Eksternal Perorangan
3. PP.No.33 tahun 2007, tentang Ketentuan Kerja terhadap Keselamatan Radiasi
4. Pedoman Keselamatan dan Proteksi Radiasi Kawasan Nuklir Serpong, 2009
5. PTLR, Laporan periodik hasil pembacaan dosimeter perorangan, 2008