

EVALUASI KESALAHAN ALARM PADA MONITOR SELURUH TUBUH (Personnel Monitor PM 50 I) di RSG-GAS

Suryawati S., Yus Rusdian A., Nugroho. L.

ABSTRAK

EVALUASI KESALAHAN ALARM PADA MONITOR SELURUH TUBUH (Personnel Monitor PM 50 I) di RSG-GAS. Telah dilakukan evaluasi kesalahan alarm pada Monitor Seluruh Tubuh PM 50 I (TBM) dengan cara melakukan uji sensitivitas, pengukuran cacah latar ruangan, obyek sarung sepatu dan lab jas pekerja radiasi RSG-GAS menggunakan monitor TBM untuk kondisi reaktor tidak beroperasi dan beroperasi. Dilakukan juga evaluasi terhadap nilai batas setting alarm nya. Pada kondisi reaktor tidak beroperasi kesalahan alarm sebagai indikasi kontaminasi berasal dari ragam jenis material sarung sepatu yang mempunyai sifat elektostatis tinggi (bahan karet) dan yang telah kotor, sehingga menghasilkan cacah latar obyek yang tinggi melebihi nilai batas kontaminasinya. Hal ini terjadi karena cacah latar rendah dan monitor mempunyai sensitivitas yang tinggi, maka cacah latar obyek yang akan dominan memberikan kontribusi terhadap cacah pengukuran total. Untuk kondisi reaktor beroperasi daya tinggi cacah latar ruangan tinggi sehingga nilai batas limit kontaminasi akan berubah semakin tinggi seiring dengan nilai cacah latar reratanya, sehingga menyebabkan sensitivitas detektor berkurang maka cacah latar obyek tidak lagi memberikan kontribusi yang berarti terhadap cacah pengukuran total. Hasil pengamatan nilai batas *setting alarm* dari monitor ini, pada kondisi reaktor tidak beroperasi berdasarkan uji sensitivitas, pengamatan latar ruangan, pengukuran kontaminasi pada berbagai obyek sensitivitas detektor masih tetap baik, maka nilai batas *setting alarm* untuk kondisi reaktor tidak beroperasi tetap optimal menggunakan *setting* dari pemasok atau *setting* pada saat komisioning yaitu sebesar 50 cps detektor bagian wajah (nomer 1) sampai detektor telapak tangan (detektor nomer 10), sebesar 75 cps untuk detektor pendeteksi bagian telapak kaki (detektor nomer 11) dan detektor bagian kepala (detektor nomer 12). Nilai batas *setting alarm* untuk kondisi reaktor beroperasi daya tinggi (25 MW) ditentukan dengan mengukur cacah latar rerata setiap detektor pada kondisi radiasi latar tinggi. Berdasarkan data ini ditentukan batas *setting alarm* untuk radiasi latar tinggi yaitu 100 cps untuk detektor nomer 1 sampai nomer 9, 50 cps untuk detektor nomer 10, 300 cps untuk detektor nomer 11 dan 250 untuk detektor nomer 12 tetapi dengan konsekuensi monitor tidak sensitif seperti pada kondisi cacah latar rendah. Pada kondisi nilai *setting* ini +10cps terlampaui monitor akan *fault* (alarm *high back ground*) sehingga tidak dapat dipergunakan lagi. Dapat disimpulkan bahwa Monitor Seluruh Tubuh berfungsi dengan baik dan optimal pada kondisi cacah latar ruangan rendah.

ABSTRACT

EVALUATION OF FALSE ALARM ON THE TOTAL BODY CONTAMINATION MONITOR (Personnel Monitor PM 50 I) at RSG-GAS. Evaluation of false alarm on the total body contamination monitor PM 50 I by sensitivity testing, measurements of the room background, shoes covers and personal lab clothes at MPR-GAS on operation and shutdown condition have been made. Evaluation to the alarm setting limit value also is carried out. On the condition of reactor was not operated the false alarm as an indication happened contamination came from many materials like shoes covers which have a high electrostaticity and dirty condition, therefore it produces a high background counting upper to it contamination limit value. This case happened because there was low background counting of the measurement object and the contamination monitor had a high sensitivity, so the background counting of the measurement object gives a contribution for the total counting. On the high power condition of the reactor operation, the background counting of the room was high, so the contamination limit value shall be changed to the higher value to follow up on the average background counting. This case caused the sensitivity of the detector decreased so the background counting of the measuring object was not give a significance contribution counting value of the total counting measurement value. The observation of the alarm setting limit value in reactor condition was not operated, based to sensitivity testing, observation of the background counting of the room, contamination measurement of the many contaminated material show that the sensitivity of the detector was exactly good, so that the alarm setting limit value in the shut down reactor condition was optimally operated using the old setting made by supplier or setting value in

first commissioning. These setting value are as following: 50 cps for the face detector (detector Nr. 1) until to the hand detector (detector Nr. 10), 75 cps for the foot detectors (detector Nr. 11) and the head detector (detector Nr. 12). Alarm setting limit value for 25 MWth power reactor operation was valued by measuring of the average background counting for each of detector on the high background counting condition. Based to these data was determined the alarm setting limit value on high background counting condition. These values were 100 cps for the detector Nr. 1 up to Nr. 9, 50 cps for the detector Nr. 10, 300 cps for the detector Nr. 11 and 250 for the detector Nr. 12, but there were a consequence that the monitor was not sensitive like to on the low background counting condition. On the condition of the +10 cps setting value was over the monitor would *fault* (alarm *high background*) so that it can not be used again. From the all of discusses now can be taken a conclusion that the total body monitor was in optimally good operation on the low background counting condition.

PENDAHULUAN

Salah satu program Keselamatan Kerja Personil dari resiko radiasi di RSG-GAS direalisasikan dalam bentuk kegiatan pengawasan kontaminasi terhadap personil yang bekerja di RSG-GAS. Dengan cara ini diharapkan penerimaan dosis personil melalui penempelan bahan radioaktif ke anggota tubuh dapat dideteksi sedini mungkin, sehingga tindakan pencegahan penerimaan dosis melampaui Nilai Batas Dosis (NBD) yang diizinkan sebagai akibat kontribusi dari kontaminasi dapat dilakukan. Di samping itu juga akan memberikan rasa aman bagi personil setelah bekerja dengan sumber radiasi. Untuk mencapai sasaran kegiatan tersebut, RSG-GAS dilengkapi dengan fasilitas monitor kontaminasi seluruh tubuh atau Personnel Monitor PM 50 I, monitor tangan dan kaki Hand and Foot Monitor HFM-6 dan fasilitas dekontaminasi personil yang terletak pada level \pm 13 m dan lantai dasar gedung reaktor. Berdasarkan pengalaman selama pengoperasian monitor seluruh tubuh PM 50 I di RSG-GAS ditemui masalah adanya keraguan apakah personil benar-benar terkontaminasi atau tidak. Keraguan akan indikasi dari sinyal alarm yang menyatakan salah satu bagian tubuh dari personil terkontaminasi setelah melakukan pengukuran disebut kesalahan alarm. Mengingat pentingnya fungsi TBM maka diperlukan kinerja TBM yang

optimal dan akurat dalam pemberian informasi kontaminasi hasil pendeteksian oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi terhadap terjadinya kesalahan alarm. Evaluasi kesalahan alarm yaitu pengidentifikasian penyebab sesungguhnya dari sinyal alarm dilakukan dengan cara mengevaluasi cacah latar ruangan, obyek sepatu dan lab jas pekerja yang keluar dari gedung reaktor khususnya Balai Operasi Reaktor menggunakan monitor seluruh tubuh atau Personnel Monitor PM 50 I. Juga dilakukan evaluasi terhadap limit batas alarm (setting limit alarm) dari monitor ini. Pengevaluasian ini dilakukan untuk tujuan keselamatan radiasi bagi pekerja radiasi RSG-GAS.

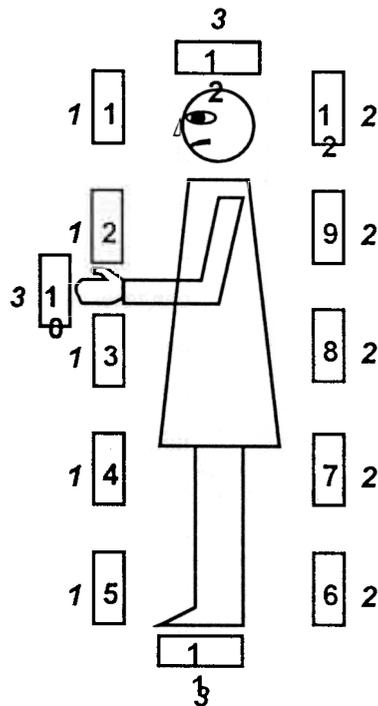
TEORI

Fasilitas Monitor Seluruh Tubuh atau *Personnel Monitor PM 50 I* buatan *Hartmann and Braun* yang dimiliki RSG-GAS dipergunakan untuk mengecek kontaminasi radioaktif pada pakaian, sepatu dan tubuh pekerja radiasi setelah bekerja pada daerah pengawasan. Monitor kontaminasi ini terdiri dari 17 buah detektor proportional yang berpermukaan lebar dan 12 saluran (*channel*) dengan gas isian Argon-Methane. Ketujuh belas detektor tersebut disusun sedemikian rupa sehingga seluruh bagian permukaan tubuh personil dapat teramati dengan rincian 5 buah untuk mengukur tubuh bagian

depan dan muka, 5 buah untuk mengukur tubuh bagian belakang, 1 untuk kepala, 2 untuk kaki serta 4 buah detektor untuk tangan bagian telapak dan punggung tangan (gambar 1) detektor ini beroperasi secara terus-menerus dengan disain secara otomatis penuh.

Dengan mengandalkan sistem mikro prosesor yang berfungsi untuk memproses data, memperbaharui nilai radiasi latar rerata dan

mengambil keputusan berdasarkan parameter-parameter yang telah didefinisikan maka kegagalan fungsinya secara kontinyu dapat dimonitor sekaligus menunjukkan bagian sistem mana yang tidak berfungsi. Monitor ini sangat sensitif untuk mendeteksi bagian tubuh dengan tingkat kontaminasi rendah juga terhadap fluktuasi cacah latar gamma ruangan.



Gambar 1. Posisi detektor proporsional pada monitor seluruh tubuh PM 50 I.

Jika dari hasil proses mikro prosesor kondisi yang diharap tidak tercapai maka monitor akan memberikan peringatan atau *alarm*. Peringatan akan tampil setelah mikro prosesor melaksanakan tiga *mode* pengukuran yaitu pengukuran inialisasi dan *star-up* sistem, pengukuran latar dan pengukuran kontaminasi.

Pengukuran atau perintah-perintah yang dilaksanakan pada *mode 1* meliputi pengecekan parameter sistem set-up, catu gas, catu daya tinggi, menghitung nilai rerata latar dan

rentangnya untuk dibandingkan dengan nilai batasan dari kegagalan detektor. Parameter *set-up* sangat menentukan terhadap kinerja monitor, parameter ini terdiri dari :

- ♦ waktu untuk *star-up*, pengukuran latar, pengukuran kontaminasi masing-masing dapat di setel dari 10 sampai 100 detik, dari 1 sampai 100 detik, dari 1 sampai 100 detik. Berdasarkan data saat komisioning ditentukan nilainya = 100 detik.

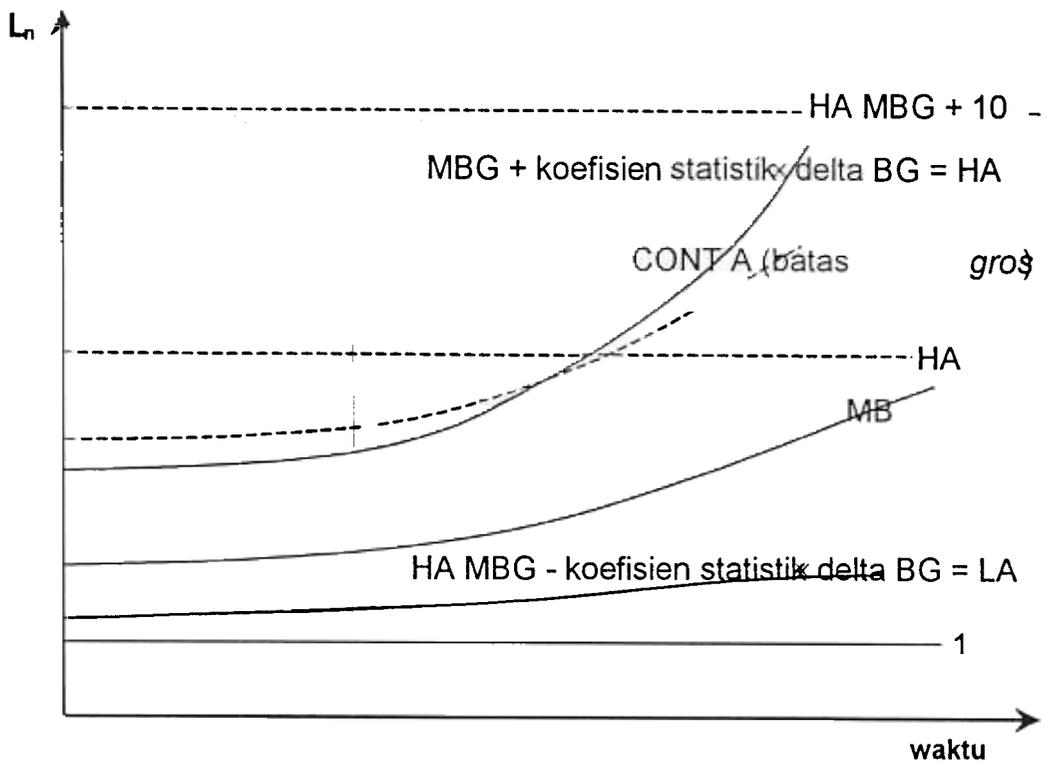
- ◆ koefisien statistik latar untuk kegagalan detektor ($KS = 5$), tingkat radiasi latar tinggi ($KS = 5$), nilai batas personil terkontaminasi $KS = 10$.
- ◆ batas *alarm*
 - untuk radiasi latar tinggi HA MBG (ditentukan setelah pengukuran latar rata-rata untuk tiap detektor. Parameter ini secara manual dimasukkan melalui papan kunci dan nilai ini tidak akan diperbaharui oleh prosesor.
 - untuk kontaminasi mutlak personil, $CONT A = 7$ cps (penyetelan pada saat komisioning).
- ◆ jumlah pengulangan pengukuran latar untuk menghitung rerata latar, $n =$ dari 1 sampai 99.
- ◆ jumlah pengukuran kontaminasi berturut-turut yang diperbolehkan, $N =$ dari 1 sampai 99.

Apabila parameter set-up tidak logis, terdapat kegagalan sistem, dan tingkat radiasi latar saat pengukuran melampaui nilai latar yang diperkirakan ($HA MBG$ dan $HA MBG + 10$ cps) maka monitor akan memberikan peringatan dan tindak lanjut yang perlu dilakukan oleh pemakai.

Perintah-perintah yang dilakukan dalam *mode 2* yaitu pengukuran radiasi latar yang berlangsung setelah *mode 1* selesai dan setiap saat apabila monitor sedang tidak melayani pengukuran kontaminasi (*mode 3*), pemeriksaan dan peringatan kegagalan sistem, menghitung nilai rerata latar baru dan memberikan peringatan (*alarm*) apabila tingkat radiasi yang terakhir tinggi, melebihi nilai batas setting tertinggi rerata latar ($High Alarm Mean Background = HA MBG$).

Perintah-perintah yang dilakukan dalam *mode 3* yaitu pengukuran kontaminasi (berlangsung ketika personil memasuki monitor dan melakukan pengukuran dengan posisi yang benar) meliputi pengecekan posisi personil, pengecekan kegagalan sistem, menghitung cacah bersih untuk membandingkannya dengan nilai $CONT A = 7$ cps untuk kondisi normal (10σ , untuk kondisi cacah latar tinggi), mengambil keputusan apakah personil terkontaminasi sekaligus menunjukkan bagian tubuh yang dicurigai terkontaminasi. Apabila dari hasil pengukuran personil terkontaminasi atau latar melampaui nilai batas tertinggi latar TBM akan memberikan peringatan *alarm*.

Hubungan nilai batas (limit value) pada Personnel Monitor PM 50 I



Gambar 2. Hubungan antara nilai batas dalam Monitor Kontaminasi Personil PM 50 I.

Nilai batas latar dan nilai batas kontaminasi ditentukan untuk setiap detektor dan disesuaikan dengan hasil pengukuran latar. Hubungan antara nilai batas (*limit value*) pada Personnel Monitor PM 50 I tertera pada Gambar 2 di atas.

di mana :

MBG \equiv nilai rerata latar hasil dari jumlah pulsa akumulatif dalam selang waktu pengukuran tertentu

LA BG \equiv nilai limit bawah untuk latar,
MBG - koefisien statistik BG \times simpangan BG

- simpangan BG adalah standar deviasi dari pengukuran latar (background)

koefisien statistik BG adalah faktor ketelitian statistik untuk latar, nilainya (KS= 5)

$$= \text{MBG} - 5 \sigma_b$$

HA BG \equiv nilai limit atas untuk latar

$$= \text{MBG} + \text{koefisien statistik BG} \times \text{simpangan BG}$$

$$= \text{MBG} + 5 \sigma_b$$

CONT A \equiv nilai limit atas kontaminasi

CONT A = koefisien statistik kontaminasi \times simpangan kontaminasi

simpangan kontaminasi adalah standar deviasi dari pengukuran kontaminasi terhadap nilai rerata latar.

koefisien statistik kontaminasi adalah faktor statistik dari pengukuran kontaminasi ($KS = 10$)

$$= 10 \times \sigma_k$$

HA MBG \equiv limit tertinggi dari nilai rerata latar.

TATA KERJA DAN METODE

ALAT YANG DIPERGUNAKAN

Monitor seluruh tubuh atau Personnel Monitor PM 50 I yang terdiri dari 17 buah detektor proportional yang berpermukaan lebar yaitu tipe HGZ I dengan luas permukaan detektor adalah 180 cm² untuk detektor tangan (empat buah) dan tipe HGZ II mempunyai luas permukaan 600 cm² untuk ke 13 detektor lainnya.

2. Sumber radioaktif Sr-90 yang mempunyai aktivitas 220 Bq atau 6 nCi.
3. Dua jenis Lab jas atau pakaian kerja pekerja radiasi yang berwarna kuning (untuk tamu eksekutif) dan putih dalam kondisi baru, sudah dipergunakan serta yang telah dilakukan pencucian, masing-masing 10 buah sampel.
4. Dua jenis Sarung sepatu yang terbuat dari bahan karet dan kain dalam kondisi baru, sudah dipergunakan serta yang telah dilakukan pencucian, masing-masing 10 buah sampel.

METODE YANG DIPERGUNAKAN

1. Batasan harga parameter-parameter set-up, pengukuran cacah latar dan pengukuran kontaminasi dari monitor kontaminasi seluruh tubuh atau *Total Body Monitor* PM 50 I (TBM) diambil dari prosedur dan data

hasil uji fungsi TBM serta nilai setting yang ditetapkan pada saat komisioning dengan Interatom tahun 1987.

2. Metode pengukuran sensitifitas, latar ruangan, kontaminasi sesuai dengan yang telah ditetapkan secara prosedural dalam manual operasi dari monitor kontaminasi seluruh tubuh atau *Total Body Monitor* PM 50 I (TBM) ^[1].

CARA KERJA

Melakukan pengukuran kepekaan monitor seluruh tubuh dengan cara melakukan pencacahan menggunakan sumber standar Sr-90 dengan aktivitas 220 Bq atau 6 nCi,

2. Mengukur cacah latar ruangan lokasi monitor kontaminasi dalam kondisi reaktor beroperasi dan tidak beroperasi menggunakan prosedural yang telah ditentukan dalam manual operasi.
3. Melakukan pengukuran dan perhitungan nilai cacah radiasi dua (2) jenis obyek sepatu dan lab jas yang dipergunakan personil untuk bekerja di RSG-GAS pada kondisi reaktor beroperasi dan tidak beroperasi menggunakan prosedural yang telah ditentukan dalam manual operasi.
4. Penentuan penyebab terjadinya kesalahan alarm baik pada kondisi reaktor beroperasi maupun tidak beroperasi serta penentuan nilai setting optimal dari Monitor Seluruh Tubuh PM 50 I dari hasil pengamatan yang diperoleh.
5. Analisis dan komparasi hasil evaluasi dengan nilai setting dalam prosedur komisioning serta manual operasi.
6. Penyusunan laporan akhir

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

1. Hasil pencacahan detektor TBM menggunakan sumber standar Sr-90 yang mempunyai aktivitas 220 Bq atau 6 nCi dalam kondisi reaktor tidak beroperasi tertera pada Tabel 1.

Tabel Hasil pencacahan sumber standar Sr-90 menggunakan TBM.

Nomor Detektor	Bagian / anggota tubuh yang dideteksi	Laju cacah, R (cps)					Keterangan
		1	2	3	Purata	Std. Dev.	
1	Muka / wajah	119,8	126,8	136,4	127,7	8,3	Sensitivitas terindikasi dengan munculnya tampilan "CONTAMINATED"
2	Dada / lengan atas	112,4	125,8	122,2	120,1	6,9	
3	Perut	97,6	101,4	103,0	100,7	2,8	
4	Paha depan	126,6	121,4	120,0	122,7	3,5	
5	Tulang kering	121,6	125,0	121,6	122,7	2,0	
6	Betis	120,7	25,7	120,5	122,3	2,9	
7	Paha belakang	123,7	130,3	123,3	125,8	3,9	
8	Pinggul / pinggang	131,9	133,3	127,3	130,8	3,1	
9	Punggung	114,5	112,7	120,3	115,8	4	
10	Telapak tangan kanan	27,4	22,0	23,2	24,2	2,8	
	Punggung tangan kanan	38,0	32,0	33,4	34,5	3,1	
	Telapak tangan kiri	23,4	25,0	32,6	27,0	4,9	
	Punggung tangan kiri	19,0	20,0	27,8	22,3	4,8	
11	Telapak kaki kanan	40,9	37,9	37,5	38,8	1,9	
	Telapak kaki kiri	34,3	38,3	33,1	35,2	2,7	
12	Kepala bagian atas/depan	142,5	163,5	154,7	153,6	10,5	
	Kepala bagian belakang	88,3	83,9	84,1	85,4	2,5	

2. Hasil pengukuran latar ruangan pada kondisi reaktor tidak beroperasi dan beroperasi tertera pada Tabel 2 (pengulangan pengukuran sebanyak tiga kali).

Tabel 2. Cacah latar Ruangan Monitor Seluruh Tubuh kondisi reaktor tidak beroperasi dan beroperasi

Nomor Detektor	Bagian / anggota tubuh yang dideteksi	Reaktor tidak Operasi		Reaktor beroperasi	
		Purata	Std.dev	Purata	Std. Dev.
1	Muka / wajah	16,2	0,100	95,95	14,162
2	Dada / lengan atas	14,8	1,479	99,5	12,909
3	Perut	14,9	0,529	95,12	18,644
4	Paha depan	17,1	1,150	107,2	12,158
5	Tulang kering	17,1	0,980	102,1	15,992
6	Betis	15,7	1,106	105	12,568
7	Paha belakang	16,6	1,637	102,87	15,041
8	Pinggul / pinggang	17,4	1,850	101,25	14,078
9	Punggung	14,9	1,222	100,22	13,424
10	Telapak tangan	7,2	0,246	33,67	16,114
11	Telapak kaki	41,8	0,953	239,95	22,944
12	Kepala bagian atas dan belakang	29,3	1,357	214,22	34,759

3. Hasil cacahan dua jenis (masing-masing 10 sampel) sarung sepatu (bahan kain tipis dan dari karet) dan lab jas (putih dan kuning) yang masih baru dan yang telah

dipergunakan untuk bekerja, serta yang telah dicuci setelah dipergunakan, pengukuran

dilaksanakan pada saat reaktor tidak beroperasi (Tabel 3).

Tabel 3. Data hasil cacahan rerata sarung sepatu tipis dengan lab jas putih (1), sarung sepatu karet dengan lab jas kuning (2), keadaan baru, sudah dipergunakan untuk bekerja dan yang telah dicuci, pengukuran dilaksanakan pada saat reaktor tidak beroperasi.

No. Det.	Set HA MBG	Laju cacah (cps)							
		Sampel (1) baru		Sampel (2) baru		Sampel (1) bekas sebelum dicuci		Sampel (1) sdh. dicuci	
		purata	stand. deviasi	purata	Stand. Deviasi	Purata	stand. Deviasi	purata	stand. deviasi
1	50	15,79	1,734	15,33	1,295	15,70	1,344	15,01	1,269
2	50	18,02	1,572	18,65	1,948	18,23	1,670	16,60	0,927
3	50	15,31	0,876	16,45	1,454	16,79	0,867	16,15	3,765
4	50	17,09	1,271	17,39	0,876	17,81	1,674	17,22	1,976
5	50	17,35	1,270	17,69	0,561	19,50	1,458	16,99	0,535
6	50	15,71	1,011	16,96	0,687	16,95	0,842	15,95	0,95
7	50	16,77	1,196	15,57	1,354	17,47	1,272	17,12	1,223
8	50	17,66	1,498	17,27	0,820	17,75	1,258	17,57	0,925
9	50	14,97	2,039	14,91	0,932	21,60	1,257	15,21	1,297
10	50	8,15	0,944	7,98	0,527	7,75	1,008	7,69	0,639
11	75	45,99	1,649	51,90	3,055	67,14	12,06	47,08	2,049
12	50	30,02	1,615	30,07	1,098	29,70	2,024	29,99	1,170

4. Hasil cacahan dua jenis (masing-masing 5 sampel) sarung sepatu (bahan kain tipis dan bahan dari karet) dan lab jas (putih dan kuning) yang masih baru dan yang telah

dipergunakan untuk bekerja, serta yang telah dicuci setelah dipergunakan, pengukuran dilaksanakan pada saat reaktor tidak beroperasi, tertera pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil cacahan rerata sarung sepatu tipis dengan lab jas putih (1), sarung sepatu karet dengan lab jas kuning (2), keadaan baru, sudah dipergunakan untuk bekerja dan yang telah dicuci, pengukuran dilaksanakan pada saat reaktor beroperasi.

No. Det.	Set HA MBG	Laju cacah (CPS)											
		Sampel (1) baru			Sampel (2) baru			Sampel (1) bekas sebelum dicuci			Sampel (1) sdh. dicuci		
		HA MBG	Purata	Std. Dev.	HA MBG	Purata	Std. Dev.	HA MBG	Purata	Std. Dev.	HA MBG	Purata	Std. Dev.
1	100	108,0	0,000	0,00	107,2	0,266	0,378	111,2	2,633	1,286	119,6	0,466	0,568
2	100	111,2	1,066	0,251	99,8	0,400	0,529	128,0	5,866	5,866	100,5	0,100	0,173
3	100	128,7	1,600	0,529	104,2	0,066	0,115	109,8	2,600	3,879	112,6	1,333	1,405
4	100	114,0	3,166	1,201	118,4	1,300	0,500	106,4	0,700	0,458	105,7	0,900	1,558
5	100	122,2	2,200	1,000	107,0	0,033	0,058	127,4	2,566	1,457	112,6	1,133	1,205
6	100	127,6	1,433	0,850	121,1	1,566	0,680	131,6	3,833	1,517	106,7	0,066	0,115
7	100	106,8	0,000	0,00	111,8	1,066	0,750	122,0	1,300	0,500	113,3	1,866	1,429
8	100	99,8	0,100	0,173	108,0	0,066	0,115	99,7	0,566	0,643	116,0	2,600	1,307
9	100	98,0	0,066	0,115	99,2	0,533	0,680	108,5	1,533	0,586	111,6	1,966	0,776
10	50	46,2	0,000	0,00	46,0	0,000	0,000	48,2	0,2	0,305	47,9	0,200	0,346
11	250	294,0	2,466	0,808	224,1	1,666	0,808	291,0	5,3	1,067	254,2	4,666	2,013
12	250	247,2	3,666	1,205	237,8	4,533	2,596	247,2	3,9	3,380	231,7	4,100	2,751

PEMBAHASAN

Dari hasil Tabel 1 terbukti bahwa sensitifitas detektor masih cukup baik. Hasil Cacah latar Ruangan Monitor Seluruh Tubuh (TBM) yang diukur menggunakan monitor tersebut (tertera pada Tabel 2) diperoleh kenyataan bahwa cacah latar rerata ruangan TBM pada kondisi reaktor tidak beroperasi dengan reaktor beroperasi menunjukkan perbedaan yang sangat besar bahkan nilai rerata cacah ruangan untuk kondisi reaktor beroperasi terjadi kenaikan sampai 5-6 kalinya dibandingkan dengan saat reaktor tidak beroperasi. Fluktuasi radiasi latar yang tidak wajar dan sangat tinggi dan relatif terhadap tingkat latar yang disyaratkan untuk pengukuran kontaminasi. Kenaikan cacah latar yang berlipat 5-6 kali disebabkan konstribusi Ar-41 yang berasal dari Balai Operasi^[3]. Fluktuasi cacah latar ini akan menyebabkan gangguan terhadap monitor dalam mempertahankan sensitivitasnya. Sehingga pada kondisi cacah latar rendah tingkat sensitifitas baik, pada kondisi cacah latar ruangan TBM tinggi, tingkat sensitifitas TBM sangat rendah dan secara otomatis kinerja monitor menurun. Bila cacah latar sudah demikian tinggi hingga melampaui batas limit latar untuk radiasi tinggi yaitu HA MBG + 10 cps akan terjadi *Alarm High Background* monitor tidak dapat dipergunakan untuk mengukur kontaminasi.

Hasil pengukuran obyek sepatu dan lab jas pada kondisi reaktor tidak beroperasi tertera pada Tabel 3. Dalam Tabel 3 ini terlihat bahwa cacah latar kedua jenis lab jas putih dan kuning di indikasi oleh detektor no.2 sampai dengan no. 9 tidak berbeda nyata. Hal ini dapat dijelaskan bahwa sifat elektrifikasi kedua jenis lab jas yang masih baru mempunyai kemampuan untuk mengikat sumber radiasi alamiah dari anak-anak

radon-thoron hampir sama. Tetapi ada perbedaan cacah latar antara lab jas baru dan yang bekas pakai walaupun hanya sedikit sekitar 1-2 cacah ini menunjukkan bahwa menempelnya debu atau partikel lainnya (anak-anak radon thoron) pada lab jas bekas pakai mempengaruhi kenaikan cacah latar obyek tetapi setelah lab jas dicuci terjadi penurunan cacah latar pada obyek lab jas, berarti proses pencucian efektif untuk menjamin kondisi cacah latar obyek lab jas mendekati pada kondisi baru. Hasil pembacaan detektor bagian kaki (detektor no. 11) yang langsung mengindikasi cacah latar sarung sepatu menunjukkan perbedaan yang nyata antara cacah latar sarung sepatu tipis (45,99cps - 41,8 cps = 4,19 cps) dengan cacah latar sarung sepatu beralaskan karet (51,9-41,8 cps.= 10, 1 cps serta sinyal mengidentifikasi terjadi *alarm kontaminasi*) dan sarung sepatu bekas pakai (67,14 cps-41,8cps= 25,24 cps, *alarm kontaminasi* terindikasi) dan setelah dilakukan pencucian cacah latar sarung sepatu hampir kembali pada kondisi baru (47 cps-41,8 cps= 5,2 cps). Dari hasil penelitian ini diperoleh kenyataan bahwa *false alarm* pada kondisi cacah latar ruangan rendah berasal dari ragam cacah latar obyek sarung sepatu karena sensitifitas TBM untuk kondisi ini sangat baik. Hal ini dapat dikaitkan dengan Nilai Batas kontaminasi yang ditetapkan oleh detektor yaitu CONT A = 7 cps. dan monitor sensitif, sehingga bila nilai ini tercapai *alarm* akan muncul dan personil dinyatakan telah terkontaminasi. Nilai rerata radiasi latar yang diukur oleh monitor tidak mempertimbangkan sumbangan latar yang berasal dari obyek sarung sepatu yang dipertimbangkan hanya dari cacah latar sekitar (ruangan) monitor dan dari monitor itu sendiri, sehingga sarung sepatu beralaskan karet yang

mempunyai cacah latar melebihi 7 cps dinyatakan terkontaminasi oleh monitor. Berdasarkan pengujian ini nilai batas setting monitor pada kondisi reaktor tidak beroperasi tidak perlu diadakan perubahan dari nilai batas setting monitor pada saat komisioning yaitu sebesar 50 cps detektor bagian wajah (nomer 1) sampai detektor telapak tangan (detektor nomer 10), sebesar 75 cps untuk detektor bagian telapak kaki (detektor nomer 11) dan detektor bagian kepala (detektor nomer 12) karena kinerja detektor dan sensitifitasnya masih optimal.

Hasil pengukuran obyek sepatu dan lab jas pada kondisi reaktor beroperasi tertera pada Tabel 4 untuk dua jenis obyek lab jas putih dan lab jas kuning serta sarung sepatu tipis dan karet. Dalam Tabel 4 ini terlihat bahwa laju cacah/respon detektor terhadap obyek tidak berbeda nyata untuk ketiga kondisi jenis obyek lab jas baru, bekas pakai dan setelah dicuci. Tingkat sensitifitas monitor rendah pada saat cacah latar tinggi, hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut; nilai batas kontaminasi yang dihitung oleh prosessor pada kondisi cacah latar tinggi adalah $CONT A = 10 \sigma_k$ atau $10 V Nb$. Nilai batas kontaminasi akan berubah seiring dengan nilai latar reratanya, karena nilai latar rerata tinggi maka nilai batas kontaminasi akan tinggi, maka hasil pengukuran seseorang terkontaminasi tingkat rendah tidak terdeteksi oleh monitor. Nilai batas setting alarm (HA MBG) untuk kondisi cacah latar tinggi ditentukan dengan cara mengukur dahulu nilai rerata latar ruangan untuk kondisi reaktor beroperasi (Tabel 2). Diperoleh kisaran HA MBG untuk detektor no 1 sampai dengan 9 adalah 100 cps, detektor no. 10 sebesar 50 cps, detektor no.11 dan 12 adalah 250 cps. Sebelumnya telah dilakukan percobaan setting mulai dari 150 cps sampai dengan 100 cps untuk

detektor no. 1 sampai dengan no.9 dan 100 cps sampai 60 cps untuk detektor no.10 dan 350 sampai 250 cps untuk detektor no. 11 dan 12. Pada kondisi setting 150 cps sampai mendekati 110 cps (det. no.1 sampai 9) ,100 cps sampai mendekati 50 cps untuk det no. 10, 350 cps sampai mendekati 250cps untuk det. no 11 cps dan 12 cps. Bila dilakukan pengukuran kontaminasi, pada kondisi ini respon detektor tidak sensitif ditandai dengan seluruh angka pada detektor menunjukkan angka nol sampai pada kondisi *setting* pada Tabel 4 diperoleh hasil respon, tetapi dengan konsekuensi selalu terjadi *alarm fault* HA MBG karena limit batas HA MBG +10 cps terlampaui. Jadi dapat disimpulkan untuk kondisi reaktor beroperasi daya tinggi pengukuran tingkat kontaminasi rendah menggunakan Monitor Seluruh Tubuh atau *Personnel Monitor PM 50 I* tidak dapat diyakini ketelitiannya, oleh karena itu pada kondisi reaktor beroperasi daya tinggi disediakan monitor kontaminasi pengganti (LB 122) untuk menjamin tetap terlaksananya pengukuran dan pemantauan kontaminasi personil secara optimal.

KESIMPULAN

Hasil evaluasi penyebab terjadinya kesalahan alarm (*false alarm*) pada Monitor Kontaminasi Seluruh Tubuh untuk kondisi reaktor tidak beroperasi adalah ragam jenis material sarung sepatu yang mempunyai sifat elektostatis tinggi (bahan karet) dan yang telah kotor, sehingga menghasilkan cacah latar obyek yang tinggi melebihi nilai batas kontaminasi.. Untuk kondisi reaktor beroperasi daya tinggi cacah latar ruangan tinggi dan sensitifitas detektor berkurang maka cacah latar obyek tidak lagi memberikan kontribusi yang berarti terhadap

cacah pengukuran total. Nilai batas *setting alarm* dari Monitor Kontaminasi Seluruh Tubuh PM 50 I untuk kondisi reaktor tidak beroperasi cacah latar rendah, sensitifitas detektor tinggi maka nilai batas *setting alarm* untuk kondisi reaktor tidak beroperasi tetap optimal menggunakan *setting* dari pemasok atau *setting* pada saat komisioning yaitu sebesar 50 cps detektor bagian wajah (nomer 1) sampai detektor telapak tangan (detektor nomer 10), sebesar 75 cps untuk detektor bagian telapak kaki (detektor nomer 11) dan detektor bagian kepala (detektor nomer 12). Nilai batas setting alarm untuk kondisi reaktor beroperasi daya tinggi (25 MW) yaitu 100 cps untuk detektor nomer 1 sampai nomer 9, 50 cps untuk detektor nomer 10, 300 cps untuk detektor nomer 11 dan 250 untuk detektor nomer 12 tetapi dengan konsekuensi monitor tidak sensitif seperti pada kondisi cacah latar rendah. Pada kondisi nilai *setting* ini +10 cps terlampaui monitor akan *fault* (alarm *high back ground*) sehingga tidak dapat dipergunakan untuk pengukuran kontaminasi. Monitor Seluruh Tubuh berfungsi dengan baik dan optimal pada kondisi cacah latar ruangan rendah, untuk kondisi cacah latar ruangan tinggi monitor tidak berfungsi dengan baik, agar terjaminnya pelaksanaan pemantauan dan pengawasan kontaminasi personal secara optimal maka diperlukan monitor kontaminasi *portable* sebagai pelengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- /1/. SEIFERT/ FD-M, "Operating Manual for Personnel Monitor PM 50-I", Mannesmann, Hartmann & Braun, Werk Munchen West Germany, 1986
- /2/. Y. IKABE et. al, Mechanisms of False Counting in Monitoring Plutonium

Contaminations, J. Jpn. Health Physc, 17, pp 157-164 (in Japanese) (1982).

- /3/. YUS R & PUDJIJANTO MS, EVALUASI Spektrum Foton Gamma dan Laju Paparan di RSG-GAS, Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan & Teknologi Nuklir, Yogyakarta, 8-9 Juli 1997

PERTANYAAN

Penanya Alfahari Mardi

Pertanyaan :

Ditinjau dari segi hasil pencacahan, pengesetan alarm sebenarnya tidak berguna karena kontainer tetap berada pada sample, oleh karena itu masalah pengesetan tidak perlu dipersoalkan. Bagaimana komentar Saudari ?

Jawaban :

Pengesetan alarm dilakukan dengan maksud untuk menghindari datangnya warning (peringatan) alarm yang mengindikasikan tingginya cacah latar (High Back Ground) dalam kondisi ini monitor seluruh tubuh PM50I tidak dapat beroperasi dan melayani pengukuran kontaminasi. Pada kondisi ini (cacah latar tinggi) walaupun sensitifitas monitor tidak terlalu baik tetapi masih diperlukan untuk melayani pengukuran terutama untuk kasus kontaminasi yang cukup berindikasi (kontaminasi sedang) setelah pengidentifikasian ada tidaknya kontaminasi ini, baru dapat dilakukan proses selanjutnya yaitu dekontaminasi terhadap "sample" (bagian tubuh).

Penanya : Yusi Eko Yulianto

Pertanyaan :

Hal apa yang didasarkan dilakukan berkenaan dengan tingginya cacah latar dan kendalanya sensitivitas total body monitor. Dalam hal ini (kenyataan), penginstalasian (pemasangan) total body monitor tidak akan memberikan faedah sebagaimana mestinya (yang diharapkan).

Jawaban :

Kondisi rendahnya sensitivitas TBM hanya pada kondisi cacah latar ruangan tinggi (reaktor