

Penelitian Radiasi dan Kesehatan

C.J. Sugiarto Danusupadmo

Badan Tenaga Atom Nasional, Pusat Standardisasi Penelitian Kesehatan Radiasi, Jakarta.

PENDAHULUAN

Sumber radiasi pengion utama yang memapari penduduk adalah

- Radiasi latar alamiah, dengan dosis seluruh tubuh ~ 100 mrem/tahun (= 1 mSv/tahun), sedang pada individu tertentu dosisnya bervariasi dalam fungsi *altitude* maupun *latitude*. Terdiri dari ~ 30% radiasi kosmik, ~ 30% radiasi tanah (k-40, nuklida anak uranium dan torium), dan ~ 40% unsur radioaktif penyusun tubuh manusia (BEIR, 1980).
- Radiasi buatan manusia antara lain dipakai dalam kedokteran, fasilitas nuklir dan industri tertentu, pekerjaannya secara profesi terpapar radiasi boleh jadi melampaui dosis latar beberapa kali lipat (BEIR, 1980) (**Tabel4**).
- Radiasi dan radionuklida akibat ledakan nuklir, peperangan dan uji coba.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Masalah yang dihadapi di Indonesia

Masalah yang dihadapi di Indonesia, yang berhubungan dengan keselamatan adalah :

- *Instalasi penelitian dan industri nuklir*

Penggunaan radiasi maupun radionuklida dalam penelitian (Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi = PAIR; Pusat Penelitian Teknik Nuklir = PPTN; Pusat Penelitian Nuklir Yogyakarta = PPNYJ dan operasi reaktor serta produksi isotop di pusat industri nuklir Serpong, Pusat Reaktor Serba Guna = PRSG; Pusat Elemen Bahan Nuklir = PEBN; Pusat Produksi Radioisotop = PPR; Pusat Teknologi Pengolahan Limbah Radioaktif = PTPLR), sudah diatur sehingga paparan radiasi berlebih dan cemaran radionuklida sangat kecil.

Apabila terjadi kecelakaan nuklir, khususnya yang berkaitan dengan kompleks RSG di Serpong dan Pusat-pusat pendukungnya, perlu mendapat perhatian khusus, sehingga keadaan darurat nuklir tersebut dapat diatasi. Kecelakaan nuklir yang mungkin terjadi adalah:

Tabel 1 : Paparan radiasi terhadap rata-rata anggota penduduk di Amerika Utara akibat beberapa aktivitas hidupnya. (MARKO, 1982).

Aktivitas	Dosis radiasi rata-rata dalam mrem/th
Satu kali naik pesawat jet p.p./ tahun Washington – San Fransisco	3,0
Hidup kurang dari 500 km dari stasiun pembangkit daya berkekuatan 1000 MW dengan bahan bakar batu bara	0,1
Menggunakan fosfat di USA untuk – pupuk	0,0004
– bahan bangunan	0,2
Menggunakan material radioaktif untuk jarum jam, keramik, detektor asap	1,0
Menggunakan alat elektronik mis. TV	1,0

Tabel 2 : Paparan radiasi rata-rata pada epitel bronkus (MARKO, 1982)

Sumber radiasi	Dosis radiasi rata-rata dalam mrem/tahun
Sinar kosmik	31
Radiasi tanah (terrestrial)	32
Menghirup nuklida anak radon	
– 5 jam/hari di luar rumah	0,005 WLM
– 19 jam/hari di dalam rumah	0,16 WLM
K-40 dan radionuklida intern lain	25
Total	88 mrem + 0,165 WLM

WLM = "Working level month" ditentukan dalam fungsi konsentrasi nuklida anak radon dalam udara, penghirupan udara yang mengandung nuklida anak radon yang setara dengan >3,7 Bq radon/l oleh pekerja dewasa selama 170 jam.

1. Kegagalan operasi reaktor

Umpamanya gangguan pada pendinginan salah satu pe-rangkat elemen bahan bakar terjadi, mengakibatkan terlepasnya sejumlah kecil radionuklida.

2. Gangguan produksi isotop

Dapat terjadi karena kegagalan pengambilan Mo-99 dan hasil fisi lainnya dari U-235 di *hot cell*, sehingga sejumlah radionuklida hasil fisi akan terlepas. Andaikata pada saat yang sama sistem penyaring ventilasi tidak berfungsi, maka sejumlah radionuklida akan keluar, khususnya radionuklida yang lamban, yodium dan partikel lainnya.

3) Kegagalan operasi pengolahan limbah

Dapat terjadi karena kegagalan antara lain akibat tangki evaporasi mengalami kebocoran atau pecah.

4) Kegagalan operasi fabrikasi elemen bakar.

Dapat terjadi karena terjadi reaksi fisi spontan dalam waktu singkat sehingga menghasilkan radiasi gamma dan neutron. Secara keseluruhan fabrikasi elemen bakar tidak melepaskan radionuklida hasil fisi atau buatan. Keduanya tidak memberi dampak yang berarti secara ekstern, tetapi dampak radiasi intern cukup tinggi.

5) Kegagalan pengangkutan limbah radioaktif.

Kecelakaan dapat terjadi pada pengangkutan limbah cair, sehingga zat radioaktif sebagian terlepas ke udara (aerosol/gas) dan sebagian lain tersebar pada permukaan atau meresap ke dalam tanah.

▪ Aplikasi dalam kedokteran dan industri

Menurut data yang dikumpulkan para inspektur BATAN (sebagai Ahli Proteksi Radiasi) pada rumah sakit-rumah sakit yang melakukan radioterapi sering terdapat kekurangan dalam hal:

1) Fasilitas (ruangan sinar *X* yang kurang luas, dinding kurang tebal atau dengan bahan bangunan yang kurang memadai, *flow of personnel* dan pasien tidak memenuhi syarat), dan sebagainya.

2) Personil: kenyataannya para Petugas Proteksi Radiasi adalah para operator pesawat itu sandhi yang kurang memenuhi persyaratan teknis. Sehingga perlu ada *medical/hospital physicist* yang khusus.

3) Peralatan, khususnya peralatan keselamatan (*survey meter*, alat ukur *output*) pada umumnya tidak ada.

Timbul pertanyaan, apakah sampai demikian jauh belum ada keluhan dari para petugas pekerjaan radiasi?

Dari kalangan pasien yang memperoleh radioterapi apakah tidak timbul eksek, atau apakah eksek tersebut hanya dianggap sebagai risiko yang tidak dapat dihindarkan?

Tetapi dari sudut pandang proteksi radiasi, kiranya, bila ada, harus mendapat perhatian yang cukup.

Dalam hubungan ini, kerjasama antara BATAN – DEP-KES dalam Komisi Karma yang sudah ada perlu mendapatkan perhatian yang lebih besar, sehingga dapat berhasil guna, di-samping status radiologi yang lebih ditingkatkan.

Aplikasi dalam industri adalah: penggunaan torium oksid dalam produksi kaos lampu, krom radioaktif untuk studi hidrologi (pendangkalan pelabuhan, arus sungai, erosi, air tanah, air dam), radiografi (uji talc merusak) dalam industri.

Sekalipun para petugas sudah dilatih dan diberitahu peraturan-peraturan yang harus ditaati, tetapi kecelakaan karena kelalaian pernah terjadi sehingga harus dijaga agar tidak ter-ulang lagi.

▪ Industri non-nuklir

Diketahui bahwa fosfat alam yang diimpor dari Maroko, USA, yang digunakan dalam produksi pupuk mengandung radioaktivitas, begitu pula batubara. Penghirupan debu fosfat, khususnya dalam bentuk tepung gips dan radon dari batubara oleh para pekerja perlu mendapat perhatian.

▪ Sumber lain = Radioaktivitas alam

Tabel 3. Paparan rata-rata radiasi dari unsur-unsur radioaktif penyusun tubuh (MARKO, 1982).

Radionuklida Sumsum	T 0,5 (dalam tahun)	Dosis radiasi dalam mrem/ tahun	
		Sumsum	Gonad
K-40 (primordia) U-238 (primordia)	1,3 x 10 ⁹	27	15
dart nuklida anak Th-232 (primordia) dan nuklida anak	4,5 x 10 ⁹	19	15
Rb-87 (primordia)	14,0 x 10 ⁹	7	1,4
C-14 (kosmogenik)	60,0 x 10 ⁹	0,4	0,8
Na-22 (kosmogenik)	5700	2,2	0,5
H3 (kosmogenik)	2,6	0,002	0,02
	12	0,001	0,001

Tabel 4: Paparan radiasi (di atas latar) yang berhubungan dengan pelaksanaan tugas (MARKO, 1982)

Pekerjaan	Paparan rata-rata radiasi pertahun (negara-negara barat)	
	seluruh tubuh (mrem)	Epitel bronkhus (WLM)
Pekerja tambang uranium	1000	1 – 4
Pekerja tambang bukan uranium	rendah	0,4 – 4
Pekerja reaktor nuklir	600 – 1000	–
Pekerja industri arloji yang menggunakan tritium	400 – 1500	–
Pekerja litbang nuklir	100 – 750	–
Penerbang jet dan awak pesawat	250 – 500	–
Radiografi industri	40 – 600	–
Pekerja medik (radiologi, terapi, kedokteran nuklir)	10 – 500	–

Dari tabel, paparan. < 5 rem = 5000 mrem/th, artinya sesuai dengan ketentuan ICRP.

KESIMPULAN

1. PSPKR khususnya dan BATAN umumnya tetap beranggap-an, keselamatan pekerja radiasi dan penduduk harus secara berkelanjutan diperhatikan, sekalipun telah ada peraturan-peraturan yang mencoba mengurangi paparan radiasi sampai batas yang serendah-rendahnya.
2. Kerjasama BATAN–DEPKES–DEPNAKER sangat diperlu-kan sekali.

KEPUSTAKAAN

1. BATAN--PPIN. Pedoman penanggulangan kedaruratan nuklir di RSGLP di kawasan Puspitek Serpong, 1987 p. 73
2. Committee on The Biological Effects of Ionizing Radiations (BEIR). The effects on population of exposure to low levels of ionizing radiation. Washington: Nat Acad Press 1980 p. 524.
3. Marko AM (ed). Biological effects of ionizing radiation. AECL, 1982.