

PERENCANAAN TANGGAP MEDIK PADA KEDARURATAN NUKLIR^{*)}

Kunto Wiharto

Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi – BATAN

- Jalan Cinere Pasar Jumat, Jakarta – 12440
- PO Box 7043 JKSKL, Jakarta – 12070

PENDAHULUAN

Dewasa ini pemanfaatan tenaga nuklir telah mempunyai lingkup yang demikian luas, baik di penelitian, kesehatan maupun industri, seperti yang tercantum pada Laporan Keselamatan Nuklir di Indonesia Tahun 2002 yang dipublikasikan oleh BAPETEN. Hingga tanggal 31 Desember 2002, tidak kurang dari izin untuk operasi 3 buah reaktor nuklir dan 33 izin pemanfaatan zat radioaktif/sumber radiasi di Badan Tenaga Nuklir Nasional telah diterbitkan. Selain itu telah pula diterbitkan sebanyak 2504 izin di sektor industri (radiografi, *logging*, *gauging*, dsb), dan 2338 izin di sektor kesehatan (radiodiagnostik, radioterapi, kedokteran nuklir)[1]. Pemanfaatan tenaga/teknologi nuklir tersebut pada umumnya dilaksanakan dengan menggunakan bahan radioaktif atau pesawat pembangkit radiasi baik yang dilakukan di dalam suatu fasilitas maupun di lapangan.

Dengan pesatnya perkembangan pemanfaatan radiasi tersebut untuk kegiatan pembangunan, apalagi dengan adanya opsi nuklir untuk keperluan pemenuhan kebutuhan energi ke depan yang tidak akan mampu lagi untuk dipenuhi dengan sumber energi konvensional maka di samping kegunaannya yang sangat besar bagi kesejahteraan manusia, potensi kecelakaan yang mungkin dapat terjadi dan dapat menimbulkan keadaan darurat perlu dicermati

dan diantisipasi penanggulangannya tidak terkecuali dari aspek medik.

Menurut *International Basic Safety Standards*, yang dimaksud dengan kecelakaan adalah setiap kejadian yang tidak dikehendaki termasuk kesalahan operasi, kegagalan peralatan atau kesalahan-kesalahan lain, yang mempunyai akibat atau berpotensi menimbulkan akibat yang tidak dapat diabaikan dari segi proteksi atau Keselamatan [2].

Kecelakaan radiasi didefinisikan sebagai kejadian tak terduga yang meliputi pemaparan/pemajanan berlebih atau kontaminasi pada seseorang dan atau lingkungan dengan bahan radioaktif. Sedangkan menurut PP No. 63 Tahun 2000 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Terhadap Pemanfaatan Radiasi Pengion, maka yang dimaksud dengan Kecelakaan Radiasi adalah kejadian yang tidak direncanakan termasuk kesalahan operasi, kegagalan fungsi alat atau kejadian lain yang menjurus timbulnya dampak radiasi, kondisi paparan radiasi dan atau kontaminasi yang melampaui batas Keselamatan [3].

KESIAPSIAGAAN DAN TANGGAP DARURAT NUKLIR/RADIOLOGIK [4]

Konsep Dasar

Pada penelitian mendasar yang dilakukan oleh IAEA terhadap kecelakaan di masa lampau, dapat diperoleh pelajaran berharga yaitu antara lain bahwa kasus 1000 anak terkena kanker

^{*)} Telah dipresentasikan pada "Seminar Sehari Penanggulangan Medik Kedaruratan Nuklir", Jakarta, Januari 2006.

kelenjar gondok akibat kecelakaan reaktor Chernobyl sebenarnya bisa dihindari bila instansi yang berwenang bertindak cepat tanggap terhadap kejadian kecelakaan tersebut. Instansi berwenang kurang cepat tanggap karena memang kurang siap menghadapi kemungkinan kecelakanan itu. Kejadian lain adalah melelehnya teras reaktor pada kecelakaan di *Three Mile Island*, karena operator reaktor tidak terlatih untuk menghadapi kecelakaan. Dari kedua peristiwa itu ternyata penyebab utamanya adalah karena tidak ada seorang pun yang berfikir bahwa akan sangat berguna untuk mempersiapkan diri jauh sebelum terjadi keadaan darurat walau pun kebolehjadiannya rendah

Tanggap darurat nuklir/radiologik pada dasarnya sama dengan tanggap darurat yang menyangkut bahan berbahaya lainnya. Perbedaannya adalah bahwa bahan beracun lainnya dapat tercium, dilihat atau dirasakan sedangkan radiasi tidak. Radiasi sebenarnya dapat mudah dideteksi dengan peralatan/*detector* radiasi. Pada umumnya masyarakat belum mempunyai pengetahuan dan pengalaman dalam menangani kecelakaan *radiology*/nuklir. Kecuali dalam kasus yang sangat serius, efek radiasi tidak nampak dalam bilangan hari, minggu atau bahkan bulan.

Sasaran Tanggap Darurat

Secara umum tanggap darurat radiologik/nuklir mempunyai sasaran sebagai berikut:

- (1) Untuk mengendalikan kembali situasi
- (2) Untuk mencegah atau mengurangi konsekwensi di tempat kejadian
- (3) Untuk mencegah terjadinya efek kesehatan yang deterministik terhadap pekerja radiasi dan penduduk
- (4) Menyelenggarakan pertolongan pertama dan melakukan penanganan/perlakuan terhadap penyakit akibat radiasi
- (5) Menekan serendah-rendahnya atau mencegah sedapat mungkin efek kesehatan stokastik terhadap penduduk

- (6) Mencegah terjadinya efek non radiologi yang tidak diinginkan terhadap seseorang sejauh itu dapat dilakukan
- (7) Melindungi lingkungan hidup dan bangunan sejauh itu dapat dilakukan
- (8) Menyiapkan pemulihan aktivitas sosial dan ekonomi kembali normal, sejauh itu dapat dilakukan.

Sasaran 1 dan 2, merupakan tanggung jawab operator atau pengusaha instalasi nuklir

Sasaran 3, dilaksanakan dengan melakukan tindakan proteksi untuk menjaga agar dosis berada di bawah nilai ambang batas terjadinya efek deterministik. Sebagai pedoman diberikan Tabel Tingkat Tindakan untuk Melakukan Intervensi seperti pada Lampiran 2.

Sasaran 4, dilaksanakan pada tingkat awal oleh **tim kesehatan** yang datang terlebih dulu di tempat kejadian dan berwenang untuk memberikan pertolongan pertama terhadap luka-luka yang membahayakan jiwa. Kurangnya persiapan untuk memberikan tindakan medik yang benar pada paparan radiasi yang berlebihan pada beberapa kasus telah mengakibatkan perlakuan yang tidak memadai dan penderitaan yang tidak perlu. Petugas medis, tanpa pelatihan tanggap radiologik, karena takut telah menolak untuk mengobati korban yang berpotensi mendapat kontaminasi.

Sasaran 5, dilaksanakan dengan tindakan proteksi agar dosis konsisten dengan yang tertera dalam pedoman internasional *Generic Intervention Levels* (GIL's) agar tindakan proteksi berlaku dalam waktu lama kepada penduduk dan *Generic Action Levels* (GAL's) di mana perlu dilakukan pengawasan terhadap bahan makanan. (Lampiran 1, dan Lampiran 2).

Sasaran 6, ditujukan untuk mengatasi masalah yang lebih besar dari pada konsekwensi radiologik, sosiologi, dan ekonomi. Hal ini terjadi karena kurangnya informasi yang diberikan sejak awal saat terjadinya kecelakaan.

Sasaran 7, dinyatakan dengan membatasi penyebaran kontaminasi dan menjamin bahwa tindakan dekontaminasi telah dilakukan untuk mengurangi dampak terhadap lingkungan.

Sasaran 8, sangat terkait dengan sasaran 6. Pemulihan ke keadaan kehidupan yang normal sangat diperlukan untuk menghilangkan banyak konsekuensi non radiologis yang merugikan. Sebelum penduduk dapat hidup normal mereka ingin mengetahui apakah mereka dan orang-orang yang mereka cintai berada dalam keadaan aman, serta kepentingan mereka (harta benda, penghidupan, dsb) tidak berada dalam risiko.

Kategori Ancaman

Sebelum perencanaan dapat dimulai, harus terlebih dulu dilakukan identifikasi semua kegiatan untuk mana perencanaan tanggap darurat perlu dilakukan. Untuk memudahkan maka dilakukan pengelompokan ancaman (Kategori Ancaman (KA)) ke dalam 5 kategori.

KA – I : Fasilitas seperti PLTN, dalam hal terjadi kecelakaan di fasilitas (*on-site event*), dipostulasikan dapat memberi peningkatan efek deterministik yang sangat parah ke lingkungan.

KA – II : Fasilitas seperti beberapa tipe reaktor riset, dalam hal terjadi kecelakaan di fasilitas dipostulasikan dapat memberikan peningkatan dosis kepada penduduk di sekitar fasilitas yang segera memerlukan tindakan proteksi sesuai dengan standar internasional

KA – III: Fasilitas seperti irradiator untuk industri, dalam hal terjadi kecelakaan di fasilitas dipostulasikan dapat memberikan peningkatan dosis dan kontaminasi yang segera memerlukan tindakan proteksi di tempat kejadian

KA – IV: Kegiatan yang dapat menimbulkan kedaruratan nuklir atau radiologik yang segera memerlukan tindakan proteksi di suatu tempat yang belum diketahui. Termasuk di sini adalah kegiatan penggunaan sumber radiasi

yang berbahaya tanpa izin. Sumber radiasi dapat berupa sumber dapat berpindah tempat (mobil) seperti sumber radiografi industri (NDT), satelit bertenaga nuklir. Merupakan tingkat ancaman terendah yang diberlakukan di seluruh tanah air.

KA – V : Kegiatan yang pada kondisi normal tidak melibatkan penggunaan sumber radiasi, tapi dapat menerima produk yang memberikan dampak mirip ancaman I dan II.

Organisasi Tanggap Darurat

Struktur Organisasi Tanggap Darurat pada dasarnya terdiri atas 5 komponen, yaitu: komando, perencanaan, operasi, logistik, dan administrasi/keuangan. Tim Kedaruratan Medik (*Emergency Medical Responder*) terdapat dalam komponen operasi yaitu sebagai Cabang Layanan Medik dan Proteksi Radiasi (*Medical and Radiation Protection Services Branch*). Di dalam cabang ini terdapat struktur seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

A). Pembagian Wilayah dan Zona

Pada umumnya tanggap darurat dilakukan menurut dua wilayah yang berbeda, yaitu:

(1) Wilayah Kawasan Tempat Kejadian (*On-Site Area*)

Ini adalah wilayah di sekitar fasilitas yang masih berada di dalam pagar keamanan atau pagar lain yang menandai bahwa di dalamnya adalah kawasan fasilitas. Bisa juga berupa daerah pengendalian di sekitar sumber radiografi atau wilayah terkontaminasi. Pokoknya adalah wilayah yang langsung berada di bawah kontrol penguasa fasilitas atau operator alat.

(2) Wilayah Lepas-Kawasan (*Off-Site Area*)

Ini meliputi semua wilayah di luar Kawasan Tempat Kejadian. Di wilayah ini dikenal keberadaan dua zona, yaitu:

a) *Precautionary Action Zone* (PAZ):

Ini adalah zona yang telah ditentukan di sekitar fasilitas bila ada ancaman kategori I. Bila keadaan darurat diumumkan maka tindakan protektif yang telah direncanakan untuk zona ini segera dilaksanakan. Tujuannya adalah untuk menghasilkan pengurangan yang besar pada risiko efek kesehatan *deterministic* parah dengan cara melaksanakan tindakan protektif di dalam zona ini sebelum atau segera sesudah kejadian darurat.

b) *Urgent Protective Action Planning Zone (UPZ)*:

Ini adalah zona yang telah ditentukan di sekitar fasilitas bila ada ancaman kategori I atau II. Di zona ini dilakukan persiapan untuk kemudian segera dilaksanakan tindakan protektif mendesak berdasarkan data yang berasal dari pemantauan lingkungan dan penilaian keadaan fasilitas, yang bertujuan menghindari dosis yang tercantum dalam standar nasional seperti yang terdapat pada Lampiran 1.

B. Tingkat Perencanaan dan Tanggung Jawab

Tanggap darurat yang efektif memerlukan saling dukung dan perencanaan darurat yang terpadu pada tiga tingkat: operator, lepas-kawasan, dan internasional.

(1) Tingkat Operator (O)

Yang dimaksud dengan operator di sini dapat staf fasilitas atau pekerja radiasi yang menggunakan sumber radiasi atau yang sedang melakukan transportasi sumber radiasi pada saat kejadian darurat terjadi. Operator bertanggung jawab untuk:

- segera melakukan tindakan mitigasi keadaan darurat
- melindungi orang-orang yang berada di kawasan
- memberitahukan petugas-petugas Tingkat Lepas-Kawasan dan memberikannya rekomendasi tentang tindakan protektif yang perlu dilakukan dan bantuan teknis

- memberikan bantuan pemantauan radiologik inisial

(2) Tingkat Lepas Kawasan

Pada tingkat ini organisasilah yang akan melaksanakan tanggap darurat. Organisasi ini dapat meliputi:

- (a) Para Pejabat/petugas lokal (**L**): Yaitu institusi/pejabat/petugas pemerintah yang bertanggung jawab untuk segera memberikan bantuan kepada operator dan perlindungan publik di wilayah yang berdekatan dengan kawasan tempat kejadian. Ini mencakup polisi, pemadam kebakaran, pertahanan sipil, petugas/dinas kesehatan yang pertama kali mengetahui kejadian darurat.
- (b) Para Pejabat Tingkat Nasional atau Daerah (**N**) : Yaitu institusi/pejabat/petugas pemerintah pusat atau daerah yang bertanggung jawab untuk memberikan bantuan tindakan protektif jangka panjang, memberikan dukungan kewenangan kepada pejabat/petugas lokal.

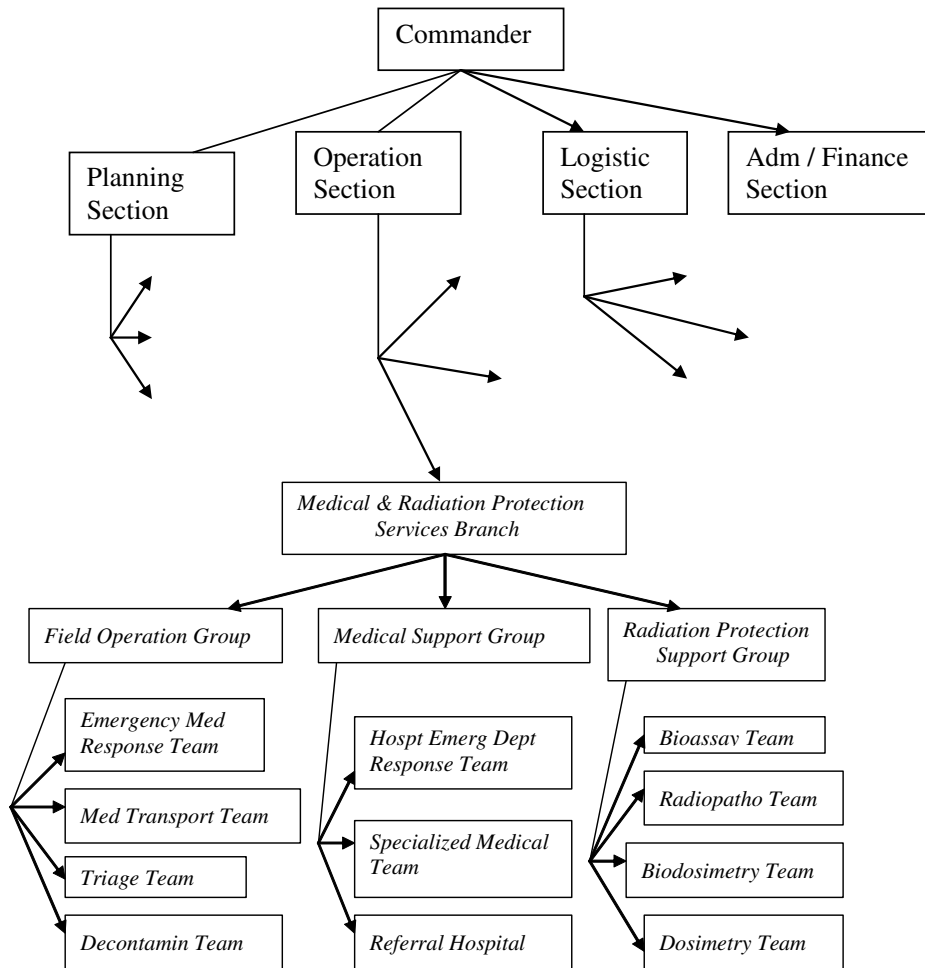
(3) Tingkat Internasional.

Pada tingkat ini terdapat IAEA (*International Atomic Energy Agency*), OCHA (*United Nations Office of the Coordination of Humanitarian Affairs*), WHO (*World Health Organization*), FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*).

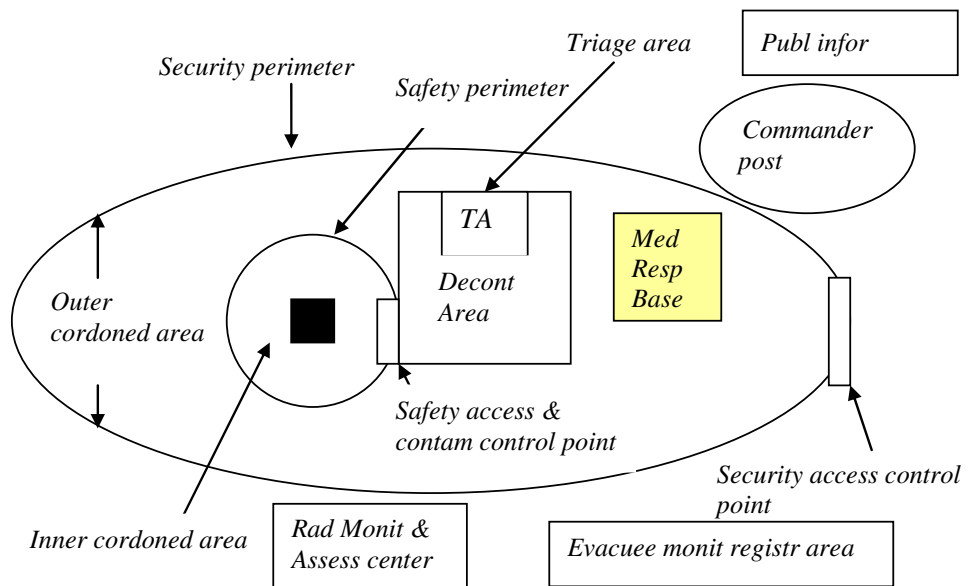
MENGELOLA TANGGAP MEDIK [4]

Tujuan Tanggap Medik

- (a) Untuk memastikan bahwa setiap tenaga medis atau petugas lain yang bertanggung jawab pada tanggap darurat dapat melakukan pemberitahuan yang benar dan mengambil tindakan yang tepat, setelah melakukan pengamatan/observasi terhadap gejala klinis akibat paparan radiasi atau gejala lain yang mengarah pada kemungkinan terjadinya keadaan darurat radiologik



Gambar 1. Penetapan daerah pada penanganan keadaan darurat



Gambar 2.

- (b) Untuk memberikan tindakan medik khusus yang tepat kepada setiap orang yang menerima dosis yang berpotensi memberikan efek deterministic yang parah
- (c) Untuk mendeteksi adanya peningkatan kejadian kanker di antara pekerja di dalam tim tanggap darurat dan penduduk sebagai akibat paparan radiasi selama terjadi kecelakaan serta memberikan tindakan medik yang tepat.

Komponen pada Pengelolaan Tanggap Medik

- (a) Merencanakan agar dokter umum maupun staf gawat darurat dapat memahami gejala klinis akibat radiasi dan mengetahui prosedur penyampaian berita (notifikasi) dan tindakan cepat bila diperkirakan terjadi keadaan darurat radiologik.
 - Kategori Ancaman : IV.
 - Penanggung Jawab : L dan N
- (b) *Ini dapat dilakukan dengan mendistribusikan poster semacam poster IAEA/WHO “How to recognize and initially respond to an accidental radiation injury” .*
 - Kategori Ancaman : IV.
 - Penanggung Jawab : L dan N
- (c) Merencanakan dan mempersiapkan kemampuan melakukan tindakan medik, proteksi radiasi terhadap sejumlah pekerja yang terkontaminasi dan mengalami paparan radiasi berlebih, termasuk melakukan pertolongan pertama, melakukan perkiraan dosis yang diterima, transportasi medik, tindakan awal terhadap personil yang terkontaminasi atau menerima paparan berlebih di fasilitas medik setempat.
 - Kategori Ancaman : I, II dan III.
 - Penanggung Jawab : O dan L
- (d) *Merencanakan dan mempersiapkan untuk mengumpulkan informasi yang diperlukan untuk perkiraan dosis, segera setelah paparan yang parah dalam rangka menentukan langkah-langkah terapi. Informasi ini meliputi: perkiraan dosis yang*

diterima jaringan atau seluruh tubuh; foto/diagram fasilitas/praktek dan kegiatan-kegiatan yang terkait; uraian tentang sumber radiasi (aktivitas, jenis radionuklida, laju dosis pada jarak 1 m); uraian rinci tentang peristiwa paparan (misal: lokasi orang menurut fungsi waktu); hasil pembacaan seluruh dosimeter pekerja radiasi atau alat pemantau dosis lainnya; sample benda yang dikenakan oleh orang; uraian lengkap dan saat timbulnya gejala klinis (misal muntah); hasil pemeriksaan medis umum terhadap semua organ dan system tubuh, termasuk kulit, mukosa yang tampak; dan hitung darah total untuk mendeteksi timbulnya gejala pertama akibat paparan.

→ Kategori Ancaman : I, II, III dan IV.

→ Penanggung Jawab : O dan L

- (e) *Merencanakan dan mempersiapkan untuk menggunakan fasilitas medik setempat sebagai tempat melakukan tindakan inisial. Fasilitas ini hendaknya dapat digunakan untuk: melakukan dekontaminasi dan mengobati korban kontaminasi, mengidentifikasi paparan radiasi yang memerlukan pengobatan khusus, mengendalikan penye-baran kontaminasi dan menyiapkan pengiriman pasien ke rumah sakit rujukan yang dapat menangani paparan radiasi berlebih yang parah. Melatih/memberitahukan staf medis fasilitas untuk mengendalikan paparan yang mereka terima, risiko menangani pasien terkontaminasi dan atau terpapar radiasi, pengendalian kontaminasi, dan menangani sampah/limbah atau sample terkontaminasi. Pelatihan ini salah satunya dimaksudkan untuk mengatasi kekhawatiran staf yang bisa mempengaruhi tindakan (pengobatan) yang mereka lakukan.*
 - Kategori Ancaman : I, II dan III.
 - Penanggung Jawab : O dan L
- (f) Menetapkan rencana manajemen medik untuk zona darurat termasuk di dalamnya penentuan kriteria operasional untuk memilah (*triage*) dan merujuk ke rumah sakit tertentu terhadap

penduduk yang menerima paparan radiasi tinggi

→ Kategori Ancaman : I.

→ Penanggung Jawab : L

- (g) Merencanakan untuk tingkat nasional, tindakan medik bagi penduduk yang terkontaminasi atau terkena paparan radiasi. Termasuk di dalamnya petunjuk tindakan medis, daftar dokter yang telah terlatih untuk mendiagnosis pada kondisi awal dan melakukan tindakan medik terhadap cedera radiasi serta menetapkan rumah sakit rujukan untuk tindakan medik lebih lanjut.

→ Kategori Ancaman : IV.

→ Penanggung Jawab : N

- (h) Beritahukan perencanaan ini kepada Badan-Badan yang Berwenang untuk dilaporikan tentang perlukaan akibat radiasi. Gunakan fasilitas medik yang tersedia dan berikan penjelasan singkat kepada staf medik tentang risiko (kecil) menangani pasien terkontaminasi dan atau terpapar radiasi, sikap berhati-hati seperti apa yang perlu dilakukan, pengendalian kontaminasi, dan menangani sampah/limbah atau sample terkontaminasi. Pastikan bahwa staf medik tidak ragu-ragu menangani pasien terkontaminasi karena adanya rasa khawatir. Buat prosedur dan system organisasi dan notifikasi untuk para staf medik dan petugas pendukung. Usahakan meminimalkan ketidaknyamanan psikologis (misal bila mungkin mengobati pasien di dekat tempat tinggalnya). Konsultasi ke dokter yang berpengalaman menangani efek kesehatan deterministic yang parah melalui IAEA atau WHO.

→ Kategori Ancaman : IV.

→ Penanggung Jawab : N

- (i) Bersiap-siaplah menghadapi 3 gelombang manusia yang berduyun-duyun datang ke rumah sakit dari kejadian darurat radiasi dengan sejumlah korban manusia. Gelombang I: orang sehat tapi ketakutan yang berusaha segera mencapai rumah sakit

dengan caranya masing-masing. Bila staf tidak menyadari dan bersiap menghadapi gelombang ini maka mereka ini dapat memacetkan rumah sakit dan mengganggu tindakan medik yang harus diberikan kepada mereka yang benar-benar membutuhkan dan baru datang beberapa saat kemudian. Gelombang II: Mereka yang terluka dan ditolong oleh penduduk yang sehat (bukan oleh Tim Penyelamat). Mereka datang setelah gelombang manusia yang pertama, meskipun terluka mereka kemungkinan bukan yang luka parah. Gelombang III: Mereka yang terluka, kebanyakan parah dan ditolong oleh Tim Penyelamat dan sampai di rumah sakit paling akhir. Perlu diketahui bahwa gelombang I & II bisa berisi orang-orang yang belum diperiksa dosis radiasi yang diterima atau adakah kontaminasi yang dialami dan didekontaminasi.

→ Kategori Ancaman : I, II, III, IV dan V.

→ Penanggung Jawab : L dan N

- (j) Rencanakan dan siapkan untuk mengirim Tim Tanggap Darurat Medik untuk mengkoordinasikan tanggap medik terhadap kedaruratan radiologik di mana pun. Tim ini hendaknya disiapkan untuk dapat mempersiapkan dan menggunakan tenaga medik setempat.

→ Kategori Ancaman : IV.

→ Penanggung Jawab : N

- (k) Merencanakan kegiatan identifikasi penelusuran (tracking) dan tindak lanjut medik (termasuk pengobatan) terhadap efek kesehatan pada kelompok penduduk yang berisiko mengalami peningkatan insidensi kanker yang berkelanjutan akibat paparan radiasi atau penyinaran dalam rahim (misal retardasi mental). Kriteria untuk penentuan siapa yang seharusnya menjalani tindak lanjut medik jangka panjang hendaknya bertujuan untuk mendeteksi kanker atau retardasi mental akibat radiasi pada tingkat dini agar dapat diambil tindakan terapi yang efektif.

→ Kategori Ancaman : I, II dan III.

→ Penanggung Jawab : N

(1) *Hendaknya dibuat daftar orang yang akan ditelusuri dan akan menjalani tindak lanjut medik jangka panjang. Perencanaan dan persiapan ini hendaknya meliputi juga identifikasi organisasi penanggung jawab, kriteria inklusi dan informasi yang diperlukan untuk memastikan bahwa identitas yang benar dari orang yang tercantum namanya di daftar dapat dikonfirmasi sepanjang waktu. Dasarkan inklusi dalam daftar pada kriteria obyektif yang menunjukkan potensi peningkatan insidensi kanker akibat radiasi atau retardasi mental akibat penyinaran dalam rahim (misal 50 mSv pada thyroid, 200 mSv seluruh tubuh, dan 100 mSv pada foetus). Masukkan juga mereka yang saat kejadian masih anak-anak yang kemungkinan menerima dosis yang cukup besar dari radioiodine sehingga terjadi peningkatan risiko kanker thyroid yang terdeteksi (misal 50 mSv). Informasikan pada orang-orang yang namanya masuk daftar tentang tujuan pendaftaran dan perkiraan tingkat risiko mereka.*

→ Kategori Ancaman : I, II, III, IV dan V.

→ Penanggung Jawab : N

JENIS KECELAKAAN DAN MANAJEMEN MEDIKNYA

Jenis Kecelakaan

Suatu kecelakaan dinamakan kecelakaan nuklir bila melibatkan fasilitas nuklir terutama reaktor [5]. Kecelakaan radiologik melibatkan sumber radiasi (termasuk zat radioaktif). Beberapa keadaan berpotensi menimbulkan kecelakaan, seperti:

(a) Sumber radiasi berupa zat radioaktif kemungkinan kelupaan letaknya, hilang atau dicuri. Misalnya sumber radiasi gamma untuk radiografi industri kedapatan hilang. Masalahnya adalah si penemu kontener berisi sumber radiasi tersebut dapat memutuskan untuk membuka kontener sehingga dia atau

mungkin juga orang lain dapat terpapar oleh radiasi dari zat radioaktif yang tak berperisai.

- (b) Sumber radiasi radioaktif menjadi tak berperisai karena kegagalan memasukkan kembali sumber ke dalam kontennya sehabis digunakan untuk keperluan rutin.
- (c) Zat radioaktif sumber terbuka bisa terdispersi. Contoh, sebuah vial berisi larutan radioaktif dapat mengalami kebocoran selama penyimpanan, atau terjatuh dan pecah selama dibawa dari tempat penyimpanan ke tempat lain.

Pada semua keadaan di atas, terdapat kemungkinan terjadi pemaparan yang tak terkendali terhadap seseorang kecuali bila dilakukan tindakan protektif yang tepat.

Sumber Radiasi dan Modus Pemaparan

Sebaiknya dilakukan identifikasi jenis dan energi radiasi, tingkat aktivitas dari radionuklida yang digunakan atau diproduksi oleh suatu fasilitas sehingga dapat berguna sebagai informasi untuk perencanaan dan persiapan tindak medik yang tepat bilamana kelak terjadi kecelakaan.

Perlu diketahui bahwa jalur pemaparan terpenting pada tahap awal kecelakaan adalah:

- pemaparan langsung dari sumber radiasi atau fasilitas atau dari bahan radioaktif yang terbebas/terlepas
- terhisapnya material di udara (uap, aerosol, debu)
- pemaparan langsung dari material yang mengendap di tanah atau permukaan
- kontaminasi pada kulit atau pakaian

Dari berbagai kemungkinan jalur pemaparan tersebut ternyata yang memberikan kontribusi terbesar pada penerimaan dosis radiasi adalah jalur pemaparan langsung, dengan pengecualian pada kecelakaan nuklir maka dosis radiasi pada penduduk sebagian terbesar berasal

Tabel 1. Sumber radiasi yang lazim digunakan, fasilitas, kegiatan dan modus pemaparan.

GRUP	SUMBER, KEGIATAN, FASILITAS	PL	K	C
I	Perangkat Kritis, Reaktor, Fabrikasi Bahan Bakar Nuklir, Produksi Radiofarmaka, Instalasi Daur Ulang Nuklir	+	+	+
II	Akselerator partikel, generator sinar-X	+	-	-
III	Sumber terbungkus (utuh), Sumber terbungkus (bocor)	+/+	-/+	-/+
IV	Lab Kedokteran Nuklir, Lab in-vitro (RIA, IRMA, dsb)	+	+	+
V	Transportasi sumber radiasi	+	+	+
VI	Limbah radioaktif	+	+	+

Keterangan :

PL = Paparan Luar ; K = Kontaminasi ; C = Campuran

dari lepasan zat radioaktif ke udara dengan radioiodine sebagai radionuklida utama.

pengobatan. Teknis operasionalnya dibicarakan oleh pembicara lain

Pemilahan (*Triage*)

Pemilahan dimaksudkan sebagai usaha untuk mengklasifikasikan para pasien menurut perlukaan dan atau jenis sindroma yang diderita. Salah satu tujuan utamanya adalah untuk menentukan tingkat perawatan darurat yang diperlukan. Jika kecelakaan hanya menimbulkan sedikit korban maka tidak akan menjadikan masalah pada penanganan mediknya. Sebaliknya bila korban kecelakaan besar jumlahnya (puluhan bahkan ratusan orang) maka dapat menimbulkan kesulitan terutama perawatan mereka di rumah sakit.

Organisasi penanganan medik hendaknya dibuat berdasarkan apakah suatu perlukaan merupakan keadaan darurat medik atau tidak. Perlakuan darurat akan ditentukan mula-mula oleh perlukaan konvensional seperti trauma, luka, luka bakar baik karena api atau bahan kimia. Kontaminasi dengan zat radioaktif merupakan masalah pada sejumlah kecil kasus. Pasien dengan kontaminasi eksternal atau internal hendaknya segera diidentifikasi dan mendapatkan

Manajemen Medik Pasien per Pasien

Dibicarakan tersendiri secara khusus pada sesi yang lain oleh para pembicara lain.

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Pengawas Tenaga Nuklir., Laporan Keselamatan nuklir di Indonesia Tahun 2002, No.04.Rev 0.0, BAPETEN, Jakarta 2003.
2. FAO, IAEA, ILO, OECD NEA, PAHO, WHO, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115, IAEA, Vienna, 1996 (295)
3. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 63 Tahun 2000 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Terhadap Pemanfaatan Radiasi Pengion, BAPETEN, Jakarta
4. IAEA, Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency., Updating IAEA-TECDOC-953. IAEA, Vienna, 2003
5. Safety Reports Series No. 2, Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries, IAEA, Vienna, 1998.

TABEL A1-1. Recommended generic intervention levels for urgent protective action

Protective action	Generic intervention level
Sheltering	10 mSv
Evacuation	50 mSv
Iodine prophylaxis	100 mGy

TABEL A1-2. Recommended generic intervention levels for temporary relocation and permanent resettlement

Protective action	Generic intervention level
Temporary relocation	Initiate at 30 mSv in 30 days, terminate at 10 mSv in 30 days
Permanent resettlement	1 Sv in lifetime

TABEL A1-3. Generic action level for foodstuffs

Radionuclides in foods destined for general consumption	kBq/kg
Cs-134, Cs-137, I-131, Ru-103, Ru-106, Sr-89	1
Sr-90	0,1
Am-241, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-242	0,01

Radionuclides in milk, infant foods and drinking water	kBq/kg
Cs-134, Cs-137, Ru-103, Ru-106, Sr-89	1
I-131, Sr-90	0,1
Am-241, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-242	0,001

LAMPIRAN 2

TABEL A2-1. Action level of dose for acute exposure to low LET radiation

Organ or tissue	Action level of dose: Projected absorbed dose from low LET radiation to organ or tissue in < 2 days (Gy)
Whole body (bone marrow)	1
Lung	6
Skin	3
Thyroid	5
Lens of the eye	2
Gonads	3
Foetus	0,1

TABEL A3-1. Emergency worker dose guidance levels

Tasks	Level (mSv)
Life saving actions, such as: 1. Rescue from immediate threats to life, and 2. Prevention or mitigation of conditions resulting in general emergency in a threat category I facility	> 500
Potential life saving actions, such as: 1. Implementation of urgent protective actions on-site for a threat category I, II, III facility 2. Prevention or mitigation of conditions (e.g. fires) that potentially endanger lives; 3. Environmental monitoring of populated areas in emergency zones to identify where urgent protective actions are needed; 4. Implementation of urgent protective actions off the site for a threat category I or II facility Actions to prevent the development of catastrophic conditions, such as prevention or mitigation of conditions resulting in an alert or higher class of emergency in a threat category II or III facility; or alert or site area emergency in a threat category I facility.	500
Actions to prevent serious injury, such as: 1. Rescue from potential threat of serious injury 2. Immediate treat of serious injuries; and 3. Decontamination of people Action to avert a large collective dose, such as: 1. Environmental monitoring of populated areas to identify where protective actions or food restriction may be needed; and 2. Implementation of protective actions and food restrictions off-site	100
Other emergency phase intervention, such as: 1. Longer term treatment of exposed and contaminated individuals; 2. Sample collection and analysis; 3. Short term recovery operations; 4. Localized decontamination; and 5. Keeping the public informed	50
Recovery operations, such as: 1. Repairs to the facility not related to safety; 2. Large scale decontamination 3. Waste disposal; and 4. Long term medical management	*)

*) Occupational exposure guidance (50 mSv in a single year)