

PUBLIKASI 103 ICRP: REKOMENDASI MUTAKHIR TENTANG PROTEKSI RADIOLOGIK

Eri Hiswara

Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi – BATAN

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

PENDAHULUAN

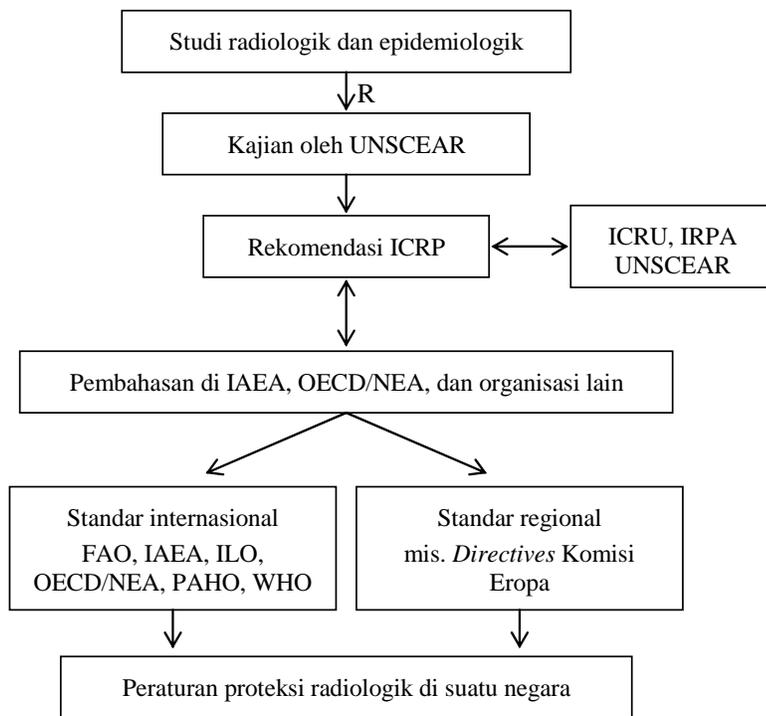
Peraturan keselamatan dalam pemanfaatan nuklir dan radiasi di hampir seluruh negara di dunia pada saat ini didasarkan pada standar keselamatan radiasi yang disusun oleh IAEA (*International Atomic Energy Agency*) [1]. Standar IAEA ini juga disponsori dan disetujui oleh beberapa organisasi internasional lainnya, yaitu ILO, WHO, FAO, PAHO, dan OECD/NEA.

Standar keselamatan yang disusun IAEA didasarkan terutama pada rekomendasi ICRP (*International Commission on Radiological Protection*), dan juga masukan dari ICRU (*International Commission on Radiological Units and Measurements*) dan IRPA (*International Radiation Protection Association*). ICRP merupakan organisasi internasional yang bekerja untuk memberikan rekomendasi dan pedoman mengenai proteksi terhadap risiko yang berkaitan dengan radiasi pengion dan risiko yang berasal dari sumber radiasi buatan yang banyak digunakan di bidang medik, industri dan energi, dan juga yang berasal dari sumber alami, sementara ICRU merupakan organisasi internasional yang memberikan rekomendasi mengenai besaran dan satuan dalam pengukuran radiologik. Sedangkan IRPA merupakan asosiasi profesi internasional yang berisi para praktisi di bidang proteksi radiasi.

Sementara itu, dalam menyusun rekomendasinya, ICRP menyandarkan dasar ilmiahnya pada kajian dan analisis efek radiasi yang diterbitkan secara berkala oleh UNSCEAR (*United Nations Scientific Committee on Effects of Atomic Radiation*). Gambar 1 memperlihatkan rangkaian bagaimana hasil berbagai studi radiologik dan epidemiologik menjelma menjadi suatu peraturan proteksi radiologik di suatu negara [2].

ICRP mulai mengeluarkan rekomendasi tentang proteksi radiologik pada tahun 1951. ICRP juga menyatakan bahwa secara berkala akan mengkaji ulang rekomendasinya setiap 10 tahun sekali. Pada awal tahun 2008 ini, ICRP menerbitkan rekomendasi terakhirnya dalam publikasi 103 [3]. Rekomendasi terakhir ini menggantikan publikasi 60 yang telah diterbitkan pada tahun 1991 [4].

Dalam tulisan ini dijelaskan secara singkat perubahan yang dilakukan ICRP pada rekomendasi terbarunya yang diberikan pada publikasi 103 tahun 2008 terhadap rekomendasi yang diberikan pada publikasi 60 tahun 1991. Namun demikian, sebelumnya diuraikan perkembangan rekomendasi tentang proteksi radiologik yang diberikan ICRP sejak awal pembentukannya hingga diterbitkannya publikasi 60 tahun 1991.



Gambar 1. Dari kajian iptek menuju peraturan proteksi radiologik.

PERKEMBANGAN REKOMENDASI TENTANG PROTEKSI RADIOLOGIK

Dalam beberapa minggu setelah penemuan sinar-X oleh Röntgen pada tahun 1895, potensinya untuk diagnosis patah tulang telah diketahui. Namun efek akutnya seperti kerontokan rambut, eritema dan dermatitis, juga berhasil diketahui. Grubbé, misalnya, pada tahun 1896 menguraikan dermatitis sinar-X tangan pada makalahnya yang melaporkan kerusakan akibat radiasi pada kulit tangan dan jari para peneliti eksperimental awal [5].

Dalam waktu sepuluh tahun berikutnya, banyak tulisan yang diterbitkan yang melaporkan kerusakan jaringan akibat radiasi. Kematian seseorang yang menerima radiasi sinar-X dilaporkan pertama kali pada tahun 1904. Kematian ini disusul oleh beberapa kematian lainnya yang disebut sebagai "martir bagi iptek melalui sinar-X" [6].

Meski pun telah terjadi beberapa kematian akibat penggunaan radiasi ini, proteksi terhadap personil dari pajanan sinar-X dan sinar gamma

dari radium masih belum dilaksanakan hingga akhir tahun 1910an. Baru pada awal tahun 1920an Komite Proteksi Radium dan Sinar-X Inggris dan Perkumpulan Sinar Röntgen AS mengusulkan suatu rekomendasi proteksi radiologik secara umum. Pada tahun 1925, pada Kongres Internasional Radiologi yang pertama, kebutuhan akan adanya besaran khusus untuk pajanan radiasi (*radiation exposure*) mulai dirasakan. Komite Internasional Untuk Proteksi terhadap Radium dan Sinar-X kemudian menetapkan besaran röntgen sebagai ukuran pajanan sinar-X dan gamma pada tahun 1928.

Sejak penetapan besaran röntgen ini, rekomendasi tentang batas pajanan mulai dikembangkan. Pada tahun 1937 dicapai kesepakatan bahwa seseorang yang sehat dapat menerima penyinaran kerja dari sinar-X dan gamma sampai 0,2 röntgen per hari kerja tanpa mengakibatkan kerusakan kulit, anemia atau gangguan kesuburan. Pada saat Kongres Internasional Radiologi yang keenam tahun 1950, para peserta kongres sepakat untuk membentuk ICRP dan ICRU sebagai badan pendampingnya.

Rekomendasi ICRP yang pertama dikeluarkan tahun 1951. ICRP menegaskan pandangan sebelumnya bahwa efek berbahaya dari pajanan radiasi meliputi kerusakan kulit, katarak, anemia dan gangguan kesuburan. Selain itu, penyakit ganas pada orang tersinar dan kelainan genetik pada turunan orang tersinar juga mulai diketahui. Laju dosis yang diizinkan pada saat itu adalah 0,3 röntgen per minggu kerja untuk sinar-X dan gamma yang menembus kulit, 1,5 röntgen per minggu untuk radiasi yang hanya mempengaruhi jaringan kulit luar, dan 0,03 röntgen per minggu untuk neutron.

Periode 1951-1977

Pada tahun-tahun berikutnya disadari bahwa röntgen bukan ukuran yang tepat untuk

pajanan. Pada tahun 1953 ICRP merekomendasikan bahwa batas pajanan harus didasarkan pada pertimbangan energi yang diserap jaringan, dan untuk itu diperkenalkan "rad" sebagai satuan dosis serap, yaitu energi yang diberikan radiasi pada satu massa jaringan.

Pada tahun 1954, ICRP memperkenalkan "rem" sebagai satuan dosis serap khusus dengan melihat cara berbagai jenis radiasi mendistribusikan energinya di jaringan (disebut sebagai dosis tara (*dose equivalent*) pada tahun 1966). Batas dosis mingguan yang direkomendasikan untuk sinar-X dan gamma untuk organ kritik (yaitu organ yang memiliki kepekaan lebih besar terhadap radiasi) tetap dinyatakan dalam röntgen tapi disingkat "r", adalah 0,6 r untuk kulit dan 0,3 r untuk organ pembentuk darah, gonad dan lensa mata.

Rekomendasi tahun 1959 selanjutnya memperlihatkan bertambahnya pemahaman atas dasar biologi dalam kerusakan jaringan akibat radiasi. Rekomendasi ini menyertakan rumusan dengan dasar usia untuk pekerja di atas 18 tahun untuk menghitung dosis maksimum yang diizinkan untuk gonad, organ pembentuk darah dan lensa mata. Dosis maksimum mingguan sebesar 0,1 rem juga ditetapkan untuk tujuan perencanaan dan perancangan, dan selama 13 minggu berturut-turut pajanan kerja harus tidak boleh melampaui 3 rem.

Pada rekomendasi tahun 1964 mulai disadari bahwa kepekaan organ fetus ternyata lebih tinggi dari perkiraan sebelumnya. Untuk ini direkomendasikan bahwa wanita usia subur harus tidak boleh menerima pajanan lebih dari 1,3 rem dalam periode 13 minggu, dan semua pemeriksaan radiologi di bawah perut yang tidak perlu harus dibatasi sepuluh hari setelah menstruasi, jika kehamilan tidak mungkin terjadi.

Rekomendasi tahun 1966 menyebutkan kebutuhan untuk mencegah efek akut radiasi dan membatasi risiko kanker dan kelainan genetik pada turunan orang yang tersinar hingga pada tingkat yang dapat diterima. Tersirat dalam rekomendasi ini diterimanya hubungan dosis-

respons yang linier untuk kanker dan kelainan genetik yang tidak mengenal dosis ambang tapi bergantung pada laju dosis yang diterima. Dosis maksimum yang diizinkan saat itu juga mulai dinyatakan dengan dasar tahunan, yaitu 5 rem untuk penyinaran seluruh tubuh, gonad dan sumsum tulang merah. Batas dosis tahunan untuk kulit, thyroid dan tulang ditetapkan 30 rem, untuk anggota tubuh 75 rem dan untuk semua organ lain 15 rem. Batas dosis tahunan untuk anggota masyarakat ditetapkan sebesar sepersepuluh dari batas dosis tahunan untuk pekerja radiasi.

Selama tahun 1966 hingga tahun 1976 ICRP banyak mengeluarkan publikasi yang berkaitan dengan dasar ilmiah proteksi radiologik, pemantauan masukan radionuklida dan aplikasi rekomendasi. Namun demikian, rekomendasi dasar tidak pernah diubah sampai dikeluarkannya publikasi No.26 tahun 1977 [7].

Publikasi tahun 1977 dan 1990

Dalam rekomendasi tahun 1977 ini disadari perlunya dilakukan pembatasan terjadinya efek stokastik, dalam bentuk kanker fatal dan kelainan genetik pada keturunan, sampai pada tingkat yang dapat diterima masyarakat, dan paling tidak sebanding, dalam hal untuk pekerja, dengan peristiwa pada industri lain yang memiliki standar keselamatan tinggi. Selain itu, disadari pula kebutuhan untuk mencegah terjadinya efek non-stokastik (yang di rekomendasi berikutnya disebut sebagai efek deterministik).

Untuk mencapai tujuan pembatasan dan pencegahan di atas diperkenalkan sistem pembatasan dosis. Sistem ini terdiri atas tiga komponen utama, yaitu:

- a. Tidak ada penggunaan sumber yang diizinkan jika tidak menghasilkan manfaat yang positif, dan manfaat tersebut juga harus lebih besar dari risiko yang ditimbulkan
- b. Pajanan radiasi harus ditekan serendah-rendahnya yang dapat dicapai, dengan mempertimbangkan faktor ekonomi dan sosial, dan

- c. Dosis tara pada perorangan tidak melebihi batas yang direkomendasikan.

Rekomendasi tahun 1977 ini juga memperkenalkan besaran dan satuan baru untuk menentukan batas dosis terkait dengan efek radiasinya. Besaran dosis tara efektif digunakan pada batas dosis tahunan untuk pembatasan terjadinya efek stokastik, sementara batas dosis tahunan untuk mencegah terjadinya efek non-stokastik tetap menggunakan besaran dosis tara. Besaran dosis tara efektif merupakan besaran dosis tara yang diberi bobot untuk setiap organ atau jaringan tertentu.

Satuan untuk baik dosis tara maupun dosis tara efektif adalah sievert (Sv), yang menggantikan satuan rem yang digunakan pada rekomendasi sebelumnya. Satu sievert (1 Sv) sama dengan 100 rem. Mengingat 1 Sv merupakan ukuran dosis yang cukup besar, dalam penggunaan praktis umumnya digunakan satuan milisievert (mSv) yang merupakan seperseribu (10^{-3}) Sv.

Nilai batas dosis tara efektif tahunan untuk pekerja radiasi adalah 50 mSv, sementara batas dosis tara untuk mencegah terjadinya efek non-stokastik adalah 500 mSv per tahun, kecuali untuk lensa mata sebesar 150 mSv per tahun. Untuk anggota masyarakat, nilai batas dosis (NBD) ini ditetapkan sepersepuluh dari NBD untuk pekerja radiasi, walaupun pada tahun 1985 ICRP menurunkan NBD untuk anggota masyarakat menjadi 1 mSv per tahun.

Beberapa perkembangan pengetahuan penting selama tahun 1977 hingga akhir 1980an mendasari terbitnya rekomendasi ICRP tahun 1990 [4]. Perkembangan tersebut antara lain terbitnya status terakhir dari hasil studi intensif terhadap para korban bom atom yang selamat di Jepang, hasil studi efek jangka panjang dari penggunaan radiasi di bidang medik (pengobatan ankylosing spondylitis dan kanker rahim), dan berbagai temuan dari percobaan di laboratorium.

Menyusul kajian terhadap berbagai perkembangan di atas, ICRP memutuskan untuk

mengubah rekomendasi NBD-nya. Untuk pekerja radiasi, nilai batas dosis efektif (yang merupakan penyederhanaan dari istilah dosis tara efektif) diturunkan menjadi 20 mSv per tahun, yang dirata-ratakan selama 5 tahun namun dengan maksimum boleh 50 mSv dalam satu tahun tertentu. Sedang nilai batas dosis tara tahunan untuk lensa mata tetap 150 mSv dan untuk organ lain (yaitu kulit, tangan dan kaki) juga tetap 500 mSv.

Untuk anggota masyarakat, nilai batas dosis efektif tahunan tetap 1 mSv, dengan ketentuan bahwa dalam satu tahun tertentu dapat lebih dari 1 mSv asal rata-rata selama 5 tahun tidak melebihi 1 mSv per tahunnya. Demikian pula nilai batas dosis tara untuk lensa mata tetap 15 mSv dan organ lain tetap 50 mSv.

Dalam hal sistem pembatasan dosis, sistem ini diperluas tidak hanya berlaku untuk pemakaian radiasi saat ini dan saat mendatang (yang kini disebut sebagai sistem proteksi dalam pemakaian), namun juga untuk intervensi (disebut sebagai sistem proteksi dalam intervensi). Yang dimaksud dengan pemakaian disini adalah setiap kegiatan yang dapat meningkatkan terjadinya penerimaan dosis radiasi, sementara intervensi adalah kegiatan yang dapat menurunkan pajanan dengan mempengaruhi penyebab pajanan dengan suatu tindakan tertentu.

Sistem proteksi dalam pemakaian, yang pada prinsipnya sama dengan sistem pembatasan dosis, adalah sebagai berikut:

- a. Tidak ada pemakaian yang mengakibatkan pajanan radiasi dapat dibenarkan kecuali jika menghasilkan manfaat bagi orang tersinar atau bagi masyarakat untuk mengimbangi kerugian yang diakibatkannya (disebut sebagai prinsip pembenaran).
- b. Dalam kaitan dengan sumber tertentu dalam pemakaian, besar dosis perorangan, jumlah orang tersinar dan kemungkinan terjadinya pajanan harus diupayakan serendah mungkin yang dapat dicapai, dengan mempertimbangkan faktor ekonomi dan sosial (optimisasi proteksi)

- c. Pajanan perorangan yang berasal dari kombinasi semua pemakaian harus dibatasi dengan suatu nilai batas dosis atau, dalam hal pajanan potensial, mengatur besarnya risiko yang dapat timbul (dosis perorangan dan batas risiko).

Sedang sistem proteksi dalam intervensi didasarkan pada prinsip umum berikut:

- Intervensi yang diusulkan harus lebih memberikan keuntungan daripada kerugian, dalam arti pengurangan kerugian yang berasal dari pengurangan dosis harus cukup memadai untuk membenarkan intervensi ditinjau dari segi bahaya dan biaya, termasuk biaya sosial.
- Bentuk, skala dan lama tindakan intervensi harus dioptimisasikan sehingga manfaat dari pengurangan dosis, dalam arti manfaat pengurangan kerugian akibat pajanan, dikurangi dengan kerugian yang dikaitkan dengan intervensi, harus semaksimal mungkin.

Dalam rekomendasi tahun 1990 ini ICRP juga menekankan bahwa kedua sistem proteksi, sebagai prinsip dasar, harus diberlakukan sebagai suatu sistem yang utuh dan tidak bisa dipisahkan. Hal ini terutama mengingat NBD sering disalahtafsirkan sebagai sasaran akhir sistem proteksi. Menurut ICRP, NBD hanya merupakan batas nilai yang tidak dapat diterima. Penerimaan dosis sesungguhnya yang dapat diizinkan bergantung pada proses optimisasi, sementara NBD pada dasarnya merupakan kendala untuk optimisasi secara keseluruhan.

PUBLIKASI 103

Berdasarkan pengalaman dalam penerapannya di lapangan, delapan tahun setelah publikasi 60 diterbitkan, ICRP mulai melontarkan gagasan untuk melakukan revisi terhadap rekomendasinya [8]. Gagasan dipicu oleh adanya keinginan untuk mengurangi kerumitan yang timbul akibat perkembangan yang berlangsung setelah penerbitan publikasi 60, dan juga adanya

keinginan agar rekomendasi dapat mencakup semua sumber radiasi secara lebih terpadu. Berbagai diskusi teknis kemudian berkembang di kalangan ilmuwan proteksi radiologik di seluruh dunia, terutama yang berlangsung selama pelaksanaan pertemuan IRPA tahun 2000 dan 2004. Dua laporan kemajuan dari proses revisi ini sempat diterbitkan [5,9] sebelum Komisi Utama ICRP pada sidang bulan Maret 2007 akhirnya menyetujui untuk diterbitkannya rekomendasi baru untuk menggantikan publikasi 60 yang telah digunakan sebagai acuan dalam proteksi radiologik selama lebih dari lima belas tahun.

Beberapa perubahan yang dilakukan antara lain berkaitan dengan nilai faktor bobot, sistem proteksi radiologik, kendala dosis dan tingkat acuan, serta pembahasan khusus mengenai proteksi lingkungan.

Faktor Bobot Radiasi

Nilai faktor bobot radiasi yang ditetapkan pada Publikasi 60 didasarkan pada keefektifan biologik relatif (RBE) dari suatu radiasi terhadap dosis serap di organ atau jaringan. Pendekatan ini masih digunakan pada publikasi 103, namun beberapa angka numeriknya berubah. Perubahan utama adalah nilai untuk proton yang dikurangi dari 5 menjadi 2, diperkenalkannya faktor bobot untuk pion bermuatan yang diberi nilai 2, dan nilai untuk neutron yang sekarang hanya diberikan dalam bentuk fungsi energi kontinyu. Nilai faktor bobot radiasi tersebut secara lengkap diberikan pada Tabel 1.

Faktor Bobot Jaringan

Pada publikasi 60, ICRP mendefinisikan besaran dosis efektif sebagai jumlah dosis tara (*equivalent dose*) pada organ atau jaringan terkait, masing-masing diberi bobot dengan faktor bobot jaringan (w_T). Berdasar data terbaru tentang induksi kanker dan penyakit warisan, nilai faktor bobot jaringan berubah menjadi seperti yang terlihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Faktor bobot radiasi pada publikasi 103 ICRP.

Jenis radiasi	Faktor bobot radiasi, w_R
Foton	1
Elektron dan muon	1
Proton dan pion bermuatan	2
Partikel alfa, fragmen fisi, ion berat	20
Neutron	Fungsi energi neutron kontinyu

Dibandingkan dengan nilai yang diberikan sebelumnya pada publikasi 60, ada empat perubahan nilai faktor bobot jaringan yang diberikan. Pertama, dua organ baru ditambahkan, yaitu otak dan kelenjar ludah; kedua, nilai untuk gonad dikurangi dari 0,20 menjadi 0,08, yang menandakan berkurangnya signifikansi penyakit warisan; ketiga, nilai untuk payudara bertambah dari 0,05 menjadi 0,12 berdasar temuan epidemiologik baru dan fokus insidensi kanker pada perhitungan kerusakan; dan keempat, bobot untuk “jaringan sisa” berubah untuk menghindari penyimpangan kecil sebelumnya pada saat dilakukan perhitungan total dosis efektif.

ICRP menekankan bahwa dosis efektif memberikan ukuran mengenai kerusakan radiasi hanya untuk tujuan proteksi radiasi. Dosis efektif tidak memberikan ukuran mengenai dosis yang spesifik individu, dan juga tidak bisa digunakan

untuk evaluasi epidemiologik. ICRP juga menyatakan bahwa dosis efektif kolektif, yang kegunaan utamanya adalah untuk optimisasi proteksi radiasi, tidak boleh digunakan dalam studi epidemiologi dan dalam pengkajian angka hipotetik kasus kanker atau penyakit warisan pada populasi tersinar.

Sistem Proteksi Radiologik

Seperti telah diuraikan sebelumnya, publikasi 60 ICRP membedakan sistem proteksinya atas pemakaian dan intervensi. Tiga prinsip utama proteksi, yaitu justifikasi, optimisasi dan nilai batas dosis, berlaku untuk pemakaian. Sedang untuk intervensi, hanya justifikasi dan optimisasi yang berlaku.

Pada publikasi 103, kategori situasi pajanan dibedakan atas situasi pajanan terencana - yang merupakan kegiatan yang melibatkan sumber radiasi dengan sengaja, situasi pajanan kedaruratan – yang memerlukan tindakan segera untuk menghindari atau mengurangi akibat yang tidak diinginkan, dan stuasi pajanan yang ada – yang termasuk situasi pajanan berkepanjangan setelah terjadinya situasi kedaruratan.

ICRP menyatakan bahwa sistem proteksi radiologik yang ditetapkan sebelumnya pada prinsipnya dapat berlaku untuk setiap situasi pajanan. Penentuan tingkat tindakan proteksi yang diperlukan juga sama seperti yang lalu.

Tabel 2. Faktor bobot jaringan pada publikasi 103 ICRP.

Jaringan atau organ	Faktor bobot jaringan, w_T	Jumlah w_T
Sumsum tulang (merah), kolon, paru-paru, lambung, payudara, jaringan sisa ^a	0,12	0,72
Gonad	0,08	0,08
Kandung kemih (<i>bladder</i>), esofagus, hati, thyroid	0,04	0,16
Permukaan tulang, otak, kelenjar ludah, kulit	0,01	0,04
Total		1,00

^aJaringan sisa: adrenalin, daerah ekstratoraksik (ET), *gall bladder*, jantung, ginjal, *lymphatic nodes*, otot, mukosa oral, pankreas, prostat (laki), usus kecil, limpa, *thymus*, uterus/serviks (pr).

Prinsip utama proteksi juga tetap seperti sebelumnya: justifikasi dan optimisasi berlaku untuk ketiga situasi paparan, sementara nilai batas dosis hanya berlaku untuk situasi paparan terencana.

Kendala Dosis dan Tingkat Acuan

Istilah kendala dosis diperkenalkan pada publikasi 60 dan memiliki fungsi untuk membatasi ketimpangan dalam pengkajian ekonomi dan sosial pada proses optimisasi proteksi pada pemakaian. Dengan kata lain, tujuannya adalah untuk membatasi rentang pilihan yang harus dipertimbangkan dalam proses optimisasi. Dalam hal paparan publik, kendala dosis memungkinkan seorang anggota masyarakat tersinar oleh sejumlah sumber terpisah dan dosis yang diterima masih memenuhi nilai batas dosis yang berlaku. Dosis kendala dengan demikian dapat digunakan oleh badan pengawas sebagai dasar untuk menetapkan batas yang diwenangkan untuk pelepasan bahan radioaktif ke lingkungan. Dalam hal paparan kerja, dimana pekerja biasanya tersinar hanya oleh satu sumber, kendala dosis membantu dalam

memusatkan perhatian pada manajemen paparan yang baik dalam perencanaan fasilitas dan operasi. ICRP tetap menggunakan pengetahuan ini untuk situasi paparan terencana.

Dalam konteks situasi paparan kedaruratan dan yang ada, ICRP menggunakan istilah “tingkat acuan” untuk membatasi dosis atau risiko. Suatu tindakan yang dapat menimbulkan dosis di atas tingkat acuan tersebut dianggap tidak layak untuk dilakukan, sementara jika yang terjadi adalah di bawahnya, optimisasi harus diterapkan. Seperti halnya kendala dosis, pilihan yang menghasilkan dosis lebih besar tingkat acuan harus dikesampingkan pada tahap perencanaan.

Semua nilai numerik untuk kendala dosis dan tingkat acuan dikelompokkan atas tiga pita seperti terlihat pada Tabel 3. Batas atas pada pita tertinggi ditetapkan berdasar pertimbangan efek deterministik, sementara batas atas kedua pita yang lain sama dengan nilai batas dosis untuk pekerja dan untuk masyarakat.

Proteksi lingkungan

Pada rekomendasi 60, ICRP menyatakan bahwa “*Komisi yakin bahwa standar*

Tabel 3. Kerangka untuk kendala dosis dan tingkat acuan.

Pita dosis efektif, mSv (akut atau tahunan)	Karakteristik	Persyaratan	Contoh
20-100	Dikendalikan oleh tindakan pada jalur paparan	Pertimbangkan untuk mengurangi dosis	Tingkat acuan untuk kedaruratan radiologik
1-20	Dikendalikan oleh tindakan pada sumber atau jalur paparan	Untuk situasi paparan terencana, pengkajian dosis individu dan pelatihan	- Kendala untuk paparan kerja. - Kendala untuk Penenang dan perawat pasien yang menerima radiofarmaka - Tingkat acuan untuk radon di perumahan
<1	Dikendalikan oleh tindakan pada sumber	Pengecekan berkala pada jalur paparan	Kendala untuk paparan publik pada situasi terencana

pengendalian lingkungan yang diperlukan untuk melindungi manusia sampai pada tingkat yang diinginkan saat ini dijamin tidak berisiko bagi spesies lain. Kadang-kadang anggota individual spesies non-manusia mungkin dalam bahaya, namun tidak sampai membahayakan seluruh spesies atau menimbulkan ketidakseimbangan antara spesies.

Pada rekomendasi terbarunya ini ICRP mengindikasikan keinginannya untuk mengembangkan kerangka yang lebih jelas, dengan tujuan untuk mengkaji hubungan antara pajanan dan dosis, dan antara dosis dan efek, serta konsekuensi dari efek tersebut, untuk spesies non-manusia, dengan dasar ilmiah yang sama. Kerangka akan dikembangkan melalui penetapan data yang relevan untuk hewan dan tanaman acuan yang merupakan tipikal untuk lingkungan yang besar. Dokumen tentang data tersebut saat ini telah tersedia dalam bentuk rancangan publikasi ICRP tentang konsep dan penggunaan hewan dan tanaman acuan [10].

KESIMPULAN

Secara umum, perubahan yang terjadi pada publikasi 103 terdiri atas dua jenis, yaitu perubahan teknis dan perubahan penyajian. Perubahan teknis meliputi pengaturan ulang nilai faktor bobot radiasi dan jaringan. Meski pun perubahan teknis ini mengakibatkan perlunya dihitung ulang koefisien konversi aktivitas ke nilai dosis, ICRP memandang bahwa dampaknya secara keseluruhan tidak akan substansial.

Dalam hal perubahan penyajian, hal ini terlihat dari perubahan kategori situasi pajanan dari 'pemakaian' dan 'intervensi' menjadi 'terencana', 'kedaruratan' dan 'yang ada'. Perubahan kategori ini diharapkan akan menjamin bahwa perhatian akan difokuskan pada pajanan yang dapat dikendalikan.

Secara keseluruhan, rekomendasi baru ini lebih bersifat konsolidasi dari rekomendasi sebelumnya, dan perubahan yang diberikan tidak bersifat mendasar. Kenyataan ini memberikan kepercayaan bahwa sistem proteksi radiologik yang ditetapkan sebelumnya telah cukup mapan dan tetap memenuhi kebutuhan, dan dengan demikian tidak diperlukan perubahan yang besar terhadap peraturan proteksi radiologik yang telah disusun berdasar publikasi 60 tahun 1991.

DAFTAR PUSTAKA

1. IAEA. International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. Safety Series No.115. IAEA, Vienna (1996).
2. ICRP. A Framework for Assessing the Impact of Ionizing Radiation on Non-human Species. Publication 91. Annals of the ICRP Vol.33 No.3. Pergamon Press, Oxford (2003).
3. ICRP. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Publication 103. Annals of the ICRP Vol.37 No.2-4. Pergamon Press, Oxford (2008).
4. ICRP. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Publication 60. Annals of the ICRP Vol.21 No.1-3. Pergamon Press, Oxford (1991).
5. ICRP. A report on progress towards new recommendations: A communication from the International Commission on Radiological Protection. J.Radiol.Prot. 21 (2001) 113-123.
6. SMITH, H. dan M.C. THORNE. The Origins and Work of the International Commission on Radiological Protection. Investigative Radiology, 22 (11) (1987) 918-921.
7. ICRP. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Publication 26. Annals of the ICRP Vol.1 No.3. Pergamon Press, Oxford (1977).
8. CLARKE, R. Control of low-level radiation exposure: time for a change? J.Radiol.Prot. 19 (1999) 107-115.
9. ICRP. The evolution of the system of radiological protection: the justification for new ICRP recommendations. J.Radiol.Prot. 23 (2003) 129-142.
10. ICRP. Environmental Protection: the Concept and Use of Reference Animals and Plants. Draft 4a (December 2007).