

OA07

PENENTUAN PEMBATAS DOSIS (*DOSE CONSTRAINT*) DI PUSAT SAINS DAN TEKNOLOGI AKSELERATOR (PSTA)

Mahrus Salam, Elisabeth Supriyatni

Pusat Sains dan Teknologi Akselerator (PSTA- BATAN) – Yogyakarta

e-mail: mahrus.salam@batan.go.id

ABSTRAK

PENENTUAN PEMBATAS DOSIS (*DOSE CONSTRAINT*) DI PUSAT SAINS DAN TEKNOLOGI AKSELERATOR (PSTA). Peraturan Pemerintah (PP) nomor 33 tahun 2007 mensyaratkan bahwa instalasi nuklir harus menentukan pembatas dosis sebagai salah satu penerapan prinsip proteksi radiasi yaitu optimisasi. Pada tahun 2012 Pusat Sains dan Teknologi Akselerator (PSTA) telah menentukan pembatas dosis sebesar 15 mSv/tahun. Pembatas dosis bersifat perspektif sehingga harus dipantau dan direview pada waktu tertentu. Makalah ini memaparkan kajian penetapan nilai pembatas dosis di PSTA. Dalam penentuan pembatas dosis, selain data histori penerimaan dosis radiasi pekerja radiasi di PSTA maka kontribusi dosis radiasi dari kegiatan terencana dievaluasi sebagai pertimbangan dalam penentuan dosis pembatas. Dari hasil kajian yang dilakukan dapat direkomendasikan nilai pembatas dosis di PSTA sebesar 6 mSv/tahun jika dilakukan peningkatan program/perencanaan proteksi radiasi pada kegiatan-kegiatan di PSTA yang diharapkan dapat menurunkan penerimaan dosis sebesar 25% dari nilai dosis radiasi maksimum yang diperoleh dari data rekaman dosis 5 tahun sebelumnya. Jika tidak dilakukan peningkatan program/perencanaan proteksi radiasi maka direkomendasikan nilai pembatas dosis sebesar 9 mSv/tahun. Kedua nilai pembatas dosis yang direkomendasikan masih berada dibawah nilai pembatas dosis sebelumnya yaitu 15 mSv/tahun.

Kata kunci: pembatas dosis, program proteksi, optimisasi

ABSTRACT

DETERMINATION DOSE CONSTRAINT IN THE CENTER FOR ACCELERATOR SCIENCE AND TECHNOLOGY (PSTA). According to the Government Regulation No. 33 of 2007, it requires that Nuclear Installations should determine a dose constraint as implementation of the radiation protection principle i.e. optimization. In 2012 PSTA has established a dose constraint of 15 mSv/year. Dose constrain should be monitored and reviewed periodically. This paper presents a study to determine the dose constraint in PSTA. To determine the dose constraint, the radiation dose that probably received from research activity was evaluated beside the radiation dose that was measured. The results of this study gives a recommendation of the dose constraint value in PSTA of 6 mSv/year, if there is enhancement on the protection program in PSTA that can reduce a radiation dose about 25% of the maximum radiation dose that accepted in the previous 5 years. If there is no enhancement in the radiation protection program, it is recommended the dose constraint value of 9 mSv/year. However, both recommended dose constraint values are still below the previous dose constraint value of 15 mSv/year.

Keywords: dose constraint, radiation protection program, optimization

PENDAHULUAN

Pusat sains dan Teknologi Akselerator (PSTA) merupakan bagian dari kawasan nuklir Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) Yogyakarta yang memiliki instalasi nuklir berupa Reaktor Kartini dan terdapat beberapa fasilitas radiasi. Peraturan Pemerintah (PP) nomor 33 tahun 2007 mensyaratkan bahwa instalasi nuklir harus menentukan pembatas dosis sebagai salah satu penerapan prinsip proteksi radiasi yaitu optimisasi[1]. Hal ini dilakukan agar penerimaan dosis pekerja radiasi di PSTA dapat di kurangi secara optimum. PSTA memiliki instalasi nuklir dan beberapa fasilitas radiasi, oleh karena itu dalam penetapan nilai pembatas dosis harus diperhitungkan kontribusi dosis radiasi yang diperoleh dari setiap fasilitas yang ada[2]. Pada tahun 2012 Pusat Sains dan Teknologi Akselerator (PSTA) telah menentukan pembatas dosis sebesar 15 mSv/tahun[3]. Pembatas dosis bersifat prospektif, artinya bisa diharapkan,

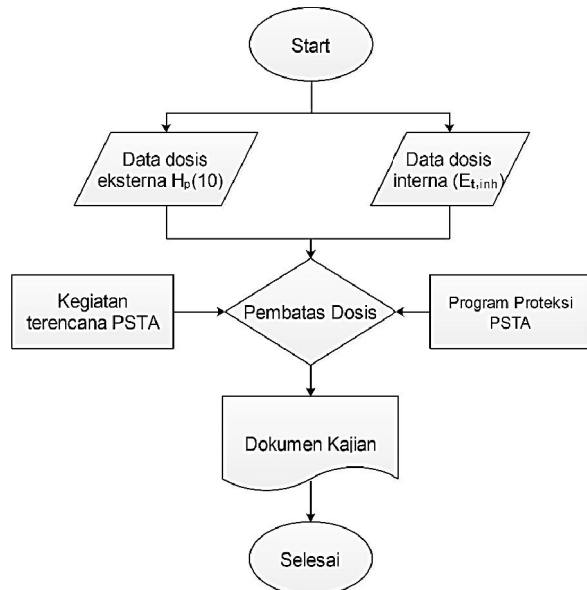
direncanakan, dapat terjadi, yang ada prospeknya, atau yang harus dipantau atau ditindaklanjuti untuk jangka waktu tertentu[4]. Dengan adanya perubahan beberapa lingkup kegiatan dan upaya pengendalian radiasi yang telah dilakukan maka dimungkinkan terjadinya perubahan penerimaan dosis radiasi oleh pekerja radiasi. Oleh karena itu, maka kajian terkait penetapan pembatas dosis perlu untuk dilakukan. Selain itu, dengan adanya rencana perpanjangan ijin operasi Reaktor Kartini maka hasil kajian ini dapat digunakan sebagai acuan dalam penyusunan Laporan Analisa Keselamatan (LAK) reaktor Kartini terkait proteksi dan keselamatan radiasi.

Makalah ini menyajikan kajian penentuan pembatas dosis yang telah dilakukan di PSTA. Penentuan pembatas dosis dilakukan dengan mempertimbangkan hasil evaluasi dosis radiasi eksterna maupun dosis radiasi interna yang diperoleh dari kegiatan-kegiatan di PSTA terkait pengoperasian reaktor Kartini maupun fasilitas radiasi yang lain.

Hasil dari kajian pembatas dosis ini dapat digunakan sebagai acuan dalam penerapan program proteksi radiasi pada kegiatan-kegiatan di PSTA.

METODOLOGI

Kajian penentuan pembatas dosis pada makalah ini dilakukan dengan memperhitungkan potensi penerimaan dosis interna maupun dosis eksterna yang diperoleh dari setiap kegiatan di PSTA terkait penanganan sumber radiasi, operasi fasilitas radiasi maupun instalasi nuklir. Adapun metode kajian disajikan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir kajian pembatas dosis di PSTA

Kajian Dosis Radiasi Interna

Di PSTA belum dilakukan pengukuran dosis radiasi interna secara langsung dengan menggunakan *whole body counter* (WBC), oleh karena itu data dosis radiasi interna diperhitungkan berdasarkan potensi penerimaan dosis dari tingkat radioaktivitas udara melalui inhalasi (pernafasan). Dalam kajian ini, dilakukan pengukuran tingkat radioaktivitas udara disetiap daerah kerja yang berpotensi memberikan kontribusi dosis radiasi interna.

Samplng udara dilakukan di beberapa titik di Laboratorium PSTA dan dianalisa dengan menggunakan spektroskopi gamma. Data radioaktivitas udara yang diperoleh dikonversi menjadi besaran dosis. Persamaan 1 digunakan untuk melakukan perhitungan dosis radiasi interna[5].

$$E_{t,inh} = \sum_j e(g)_{j,inh} I_{j,inh} \quad (1)$$

- $E_{t,inh}$: dosis efektif (Sv).
- $e(g)_{j,inh}$: dosis efektif terikat per satuan masukan melalui pernafasan untuk radionuklida j oleh kelompok umur g sebagaimana tercantum dalam Tabel II-1 Perka

BAPETEN No.04 Tahun 2013 (Sv.Bq⁻¹).

$I_{j,inh}$: masukan melalui pernafasan dari radionuklida j (Bq).

Kajian Dosis Radiasi Eksterna

Data dosis eksterna diperoleh dari hasil pemantauan dosis pekerja radiasi di PSTA selama 5 tahun terakhir. Pemantauan dosis radiasi eksterna pekerja radiasi dilakukan dengan mengevaluasi hasil pembacaan *Thermo Luminescent Dosimeter* (TLD) yang dikenakan oleh setiap pekerja radiasi.

Data pembacaan dosis selama 5 tahun dievaluasi dan penetapan pembatas dosis diperoleh dengan menggunakan nilai kuartil 3 (atau 75%) dari sebaran dosis yang diterima oleh pekerja radiasi.

Evaluasi Paparan Radiasi dari Kegiatan yang Terencana

Evaluasi paparan radiasi dari kegiatan yang terencana di PSTA dalam hal ini diperoleh dari kegiatan yang terkait dengan utilisasi reaktor Kartini yang dimungkinkan memberikan kontribusi dosis terhadap pekerja radiasi secara signifikan. Kegiatan utilisasi reaktor Kartini mencakup dua kegiatan antara lain pemanfaatan reaktor untuk penelitian *Subcritical Assembly for ⁹⁹Mo Production* (SAMOP) dan uji in-vivo dan in-vitro *Boron Neutron Capture Therapy* (BNCT).

Penetapan nilai dosis pembatas dilakukan dengan menggunakan persamaan 2,

$$E_t = H_p(10) + E_{t,inh} + E_p \quad (2)$$

- E_t : dosis efektif total (mSv)
- $H_p(10)$: dosis ekuivalen dari penetrasi radiasi pada kedalaman 10 mm yang didapat dari hasil pembacaan dosimetri perorangan (mSv)
- $E_{t,inh}$: dosis efektif dari inhalasi (mSv)
- E_p : dosis efektif kegiatan terencana (mSv)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Kajian

Kajian Dosis Radiasi Interna

Dilakukan samplng radioaktivitas udara di beberapa laboratorium di PSTA dengan menggunakan pompa penghisap yang dilengkapi dengan filter jenis TFA 2133. Sampel dicacah dengan menggunakan spektroskopi gamma. Data hasil perhitungan radioaktivitas sampel udara disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan Dosis radiasi interna

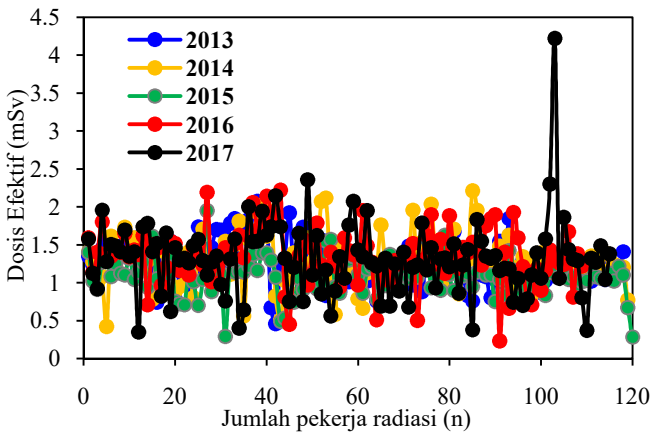
Nuklida	Aktivitas(Bq/l)	Aktivitas Total	Dosis (mSv)
K-40	0,000147168	706,408	2,12E-03
Ac-228	5,04023E-06	24,193	7,02E-04
Pb-212	0,000226604	1087,699	3,59E-02

Pb-214	5,38819E-05	258,633	1,24E-03
Bi-214	8,64676E-05	415,044	8,72E-03
Bi-212	4,99705E-05	239,858	9,35E-03
Dosis Total		5,80E-02	

Tabel 1 menyajikan hasil perhitungan dosis radiasi maksimum yang dimungkinkan diterima oleh pekerja radiasi melalui proses inhalasi yang dianggap sebagai potensi penerimaan dosis radiasi interna. Beberapa radionuklida yang terdeteksi merupakan anak turun radon. Hasil radioaktivitas udara dari masing-masing radionuklida dikonversi menjadi dosis efektif dengan mengalikan koefisien yang diperoleh dari Lampiran Perka BAPETEN No.04 Tahun 2013 dengan menggunakan persamaan 1 dan ICRP-119, 2012 digunakan sebagai referensi[8]. Dengan menggunakan AMAD 5 μ , diperoleh nilai dosis radiasi interna PSTA sebesar 0,058 mSv/tahun.

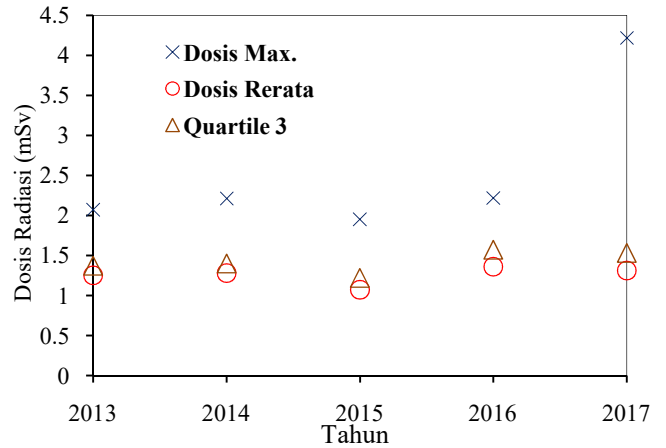
Kajian Dosis Radiasi Eksterna

Kajian dosis radiasi eksternal di PSTA dilakukan berdasarkan hasil evaluasi TLD yang dilakukan di Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi (PTKMR). Data pembacaan dosis dari TLD selama 5 tahun dievaluasi untuk menentukan nilai dosis radiasi yang digunakan sebagai pembatas dosis dari kontribusi dosis eksternal. Gambar 2 menyajikan sebaran dosis radiasi eksternal Hp(10) pekerja radiasi PSTA selama 5 tahun.



Gambar 2. Sebaran dosis radiasi eksternal Hp(10) pekerja radiasi PSTA selama 5 tahun

Dari Gambar 2 diperoleh bahwa nilai sebaran dosis radiasi pekerja selama 5 tahun memiliki nilai rata – rata lebih kecil dari 1,3 mSv/tahun. Nilai dosis maksimum selama 5 tahun diperoleh pada tahun 2017 yaitu sebesar 4,4 mSv/tahun. Evaluasi pembatas dosis dalam kajian ini dilakukan dengan menggunakan nilai kuartil 3 (75%) dari sebaran data dosis yang diperoleh selama 5 tahun. Gambar 3 menunjukkan hasil evaluasi data dosis radiasi selama 5 tahun yang akan digunakan untuk penetapan dosis pembatas.



Gambar 3. Evaluasi pembatas dosis dari kontribusi dosis radiasi eksternal Hp(10) di PSTA

Dari Gambar 3 diperoleh bahwa berdasarkan analisa nilai kuartil 3 dari sebaran dosis radiasi eksternal selama 5 tahun diperoleh nilai 1,57 mSv/tahun.

Kajian Dosis Tambahan dari Utilisasi Reaktor Kartini

Dalam sub-bab ini akan dibahas dosis radiasi yang dimungkinkan akan diperoleh dari kegiatan terencana terkait penanganan radiasi di PSTA. Ada dua kegiatan yang dimungkinkan akan memberikan kontribusi dosis tambahan yang signifikan terhadap pekerja radiasi antara lain:

A. Utilisasi *beamport* reaktor Kartini untuk penelitian SAMOP

Pada kegiatan penelitian ini kegiatan dibagi menjadi dua kegiatan besar, yaitu proses produksi ⁹⁹Mo dengan cara reaksi fisi dan proses pengambilan cairan mengandung ⁹⁹Mo. Perisai reaktor SAMOP didesain dengan perkiraan laju dosis rata-rata di lokasi dimana para pekerja radiasi bekerja adalah 10 μ Sv/jam. Dengan asumsi reaktor akan dioperasikan selama 100 jam, dengan laju dosis dianggap konstan dari awal sampai reaktor *shutdown* (untuk SAMOP), maka total dosis maksimum yang akan diterima oleh pekerja adalah 1 mSv[6].

Pada proses pengambilan cairan yang mengandung ⁹⁹Mo, laju dosis terukur didekat tangki reaktor SAMOP akan dijadikan sebagai acuan dalam menentukan penerimaan dosis pekerja radiasi yang terlibat. Karena proses pengambilan dilakukan di PT INUKI Serpong, maka kemungkinan peningkatan penerimaan dosis terjadi pada saat persiapan untuk

pengangkutan. Kegiatan persiapan dimulai dari pemindahan cairan uranil nitrat teriradiasi dari reaktor SAMOP dengan menggunakan *fuel transfer cask*. Laju paparan dipermukaan transfer cask adalah 64,4 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$. Laju dosis radiasi yang terukur pada posisi pekerja radiasi dimungkinkan $\leq 7,5 \mu\text{Sv}/\text{jam}$. Total dosis maksimum yang akan diterima oleh pekerja saat proses persiapan pengangkutan cairan uranil nitrat yang mengandung ^{99}Mo adalah 0,3 mSv[6].

Dari kegiatan utilisasi *beamport* reaktor Kartini untuk penelitian SAMOP, penerimaan dosis radiasi maksimum oleh pekerja radiasi sebesar 1,3 mSv.

B. Uji In-Vivo & In-Vitro Fasilitas penelitian BNCT

Desain perhitungan laju dosis radiasi pada kegiatan Uji In-Vivo & In-Vitro Fasilitas penelitian BNCT dilakukan dengan menggunakan program computer MCNP. Terdapat 4 model desain *shielding* yang telah dibuat. Tabel 2 menunjukkan parameter laju dosis dari 4 model *shielding* yang telah dihitung untuk penelitian uji In-Vivo & In-Vitro Fasilitas penelitian BNCT.

Tabel 2. Ringkasan hasil perhitungan laju dosis *epithermal neutron* dari 4 model *shielding* untuk penelitian uji In-Vivo & In-Vitro Fasilitas penelitian BNCT[7].

Parameter laju dosis	Design 1	Design 2	Design 3	Design 4
Laju dosis tertinggi ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$)	8,2	32,1	34,47	51,95
Laju dosis rata-rata ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$)	1,27	6,91	6,28	16,14

Tabel 2 menunjukkan bahwa laju dosis radiasi maksimum dari beberapa design. Design 1 dipertimbangkan sebagai design model *shielding* yang terbaik dengan laju dosis tertinggi 8,20 $\mu\text{Sv}/\text{hr}$ [7].

Dari hasil pengukuran awal pada beberapa titik diluar *shielding* fasilitas uji In-Vivo & In-Vitro Fasilitas penelitian BNCT diperoleh laju dosis neutron tertinggi sebesar 41.31 $\mu\text{Sv}/\text{hr}$, pada saat reaktor beroperasi pada daya 100 kW. Sedangkan laju dosis dari gamma terukur sebesar 325 $\mu\text{Sv}/\text{hr}$. Dengan mempertimbangkan bahwa jam operasi untuk uji In-Vivo & In-Vitro fasilitas penelitian BNCT di reaktor kartini ≤ 100 jam selama satu tahun, dan personil/petugas radiasi tidak terus-menerus berada di area fasilitas penelitian BNCT tersebut maka dimungkinkan tambahan penerimaan dosis radiasi selama 1 tahun sebesar 3 mSv.

Pembahasan

Berdasarkan Perka Bapeten No.04 tahun 2013 dinyatakan bahwa pemegang ijin instalasi nuklir

maupun fasilitas radiasi harus menetapkan pembatas dosis sebagai implementasi prinsip proteksi radiasi yaitu optimisasi. Selain itu, sesuai dengan prinsip ALARA (*as low as reasonably achievable*), ICRP merekomendasikan penggunaan pembatas dosis untuk membantu perencanaan program proteksi radiasi secara optimal dalam situasi yang telah direncanakan sebelumnya.

Pada makalah ini, penentuan pembatas dosis dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa aspek antara lain:

A. Histori penerimaan dosis pekerja radiasi

Histori penerimaan dosis radiasi selama 5 tahun baik dosis radiasi interna maupun eksternal. Selain itu, kontribusi dosis radiasi yang dimungkinkan dari kegiatan yang terencana juga dipertimbangkan sebagai bahan dalam penentuan nilai dosis pembatas. Berdasarkan hasil evaluasi terhadap sebaran dosis radiasi eksternal Hp(10) pekerja radiasi di PSTA selama 5 tahun, dari hasil evaluasi kuartil 3 (75%) diperoleh nilai dosis radiasi sebesar 1,57 mSv/tahun. Nilai ini dipilih dengan pertimbangan adanya peningkatan program/perencanaan proteksi radiasi pada kegiatan-kegiatan di PSTA sehingga dapat menurunkan dosis pekerja radiasi sebesar 25%. Peningkatan program proteksi radiasi dapat berupa peningkatan terhadap upaya pengendalian sumber radiasi, pengendalian personil, pengendalian daerah kerja maupun peningkatan kompetensi pekerja radiasi. Jika tidak ada perubahan (peningkatan) terhadap program/perencanaan proteksi radiasi yang ada maka pembatas dosis ditentukan berdasarkan nilai maksimum dari pembacaan dosis radiasi eksternal Hp(10) yaitu sebesar 4,4 mSv/tahun.

Dari penerimaan dosis radiasi interna yang dihitung berdasarkan pengukuran radioaktivitas udara sebesar 0,058 mSv/tahun. Sehingga nilai pembatas dosis yang diperoleh dari histori penerimaan dosis pekerja radiasi dapat ditentukan 1,63 mSv/tahun ataupun 4,46 mSv/tahun. Mengingat bahwa pembatas dosis bersifat prospektif, artinya bisa diharapkan, yang direncanakan, yang dapat terjadi, yang ada prospeknya, atau yang harus dipantau atau ditindak lanjuti untuk jangka waktu tertentu. Oleh karena itu juga harus dipertimbangkan penerimaan dosis dari kegiatan-kegiatan non-rutin yang terencana.

B. Kegiatan terencana terkait penelitian

Dari hasil kajian yang diperoleh dari dokumen teknis kegiatan utilisasi *beamport* Reaktor Kartini untuk penelitian SAMOP dan uji in-vitro/in-vivo BNCT ditetapkan nilai pembatas dosis sebesar 4,3 mSv/tahun.

Dari point (A) dan (B) dapat ditetapkan nilai pembatas dosis PSTA sebesar 6,0 mSv/tahun jika dilakukan peningkatan terhadap program/perencanaan tindakan proteksi. Jika tidak

dilakukan perubahan (peningkatan) program/perencanaan kegiatan proteksi radiasi di PSTA maka direkomendasikan penetapan nilai pembatas dosis sebesar 9,0 mSv/tahun.

Nilai pembatas dosis ini bersifat perspektif dalam artian penerapannya harus dievaluasi serta ditinjau ulang secara priodik. Dalam GSR part 3 dinyatakan bahwa pembatas dosis digunakan sebagai usaha optimisasi proteksi dan keselamatan dengan hasil yang diharapkan adalah bahwa semua paparan dikendalikan ke tingkat serendah mungkin yang dapat dicapai secara wajar, dengan memperhitungkan faktor ekonomi, social dan lingkungan[2]. Hal ini menegaskan penerapan pembatas dosis harus ditinjau berdasarkan kemampuan pemegang ijin, dimana melebihi pembatas dosis tidak berarti sebagai ketidakpatuhan terhadap persyaratan peraturan, tetapi hal ini diperlukan adanya evaluasi serta tindak lanjut.

KESIMPULAN

Telah dilakukan kajian pembatas dosis di PSTA berdasarkan penerimaan dosis radiasi selama 5 tahun. Mengingat pembatas dosis bersifat prospektif, selain data histori penerimaan dosis radiasi pekerja radiasi di PSTA maka kontribusi dosis radiasi dari kegiatan terencana dievaluasi sebagai pertimbangan dalam penentuan pembatas dosis.

Dari hasil kajian yang dilakukan dapat direkomendasikan nilai pembatas dosis di PSTA sebesar 6,0 mSv/tahun jika dilakukan peningkatan program/perencanaan proteksi radiasi pada kegiatan-kegiatan di PSTA. Jika tidak dilakukan peningkatan program/perencanaan proteksi radiasi maka direkomendasikan nilai pembatas dosis sebesar 9,0 mSv/tahun. Dengan adanya peningkatan program proteksi diharapkan dapat menurunkan penerimaan dosis sebesar 25% dari nilai dosis radiasi maksimum yang diperoleh dari data rekaman dosis 5 tahun

sebelumnya. Kedua nilai pembatas dosis yang direkomendasikan masih berada dibawah nilai pembatas dosis sebelumnya yaitu 15 mSv/tahun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada PSTA – BATAN, khususnya staff KKPR – BK3 yang telah mendukung dalam pembuatan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Peraturan Pemerintah No. 33 tahun 2007, Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Sumber Radioaktif.
- [2] IAEA GSR Part 3, Radiation Protection and Safety Radiation Source: International Basic Safety Standard, 2014.
- [3] Program Proteksi dan Keselamatan Radiasi Reaktor Kartini PSTA Rev. 02/Terbitan 02, 2015.
- [4] BAPETEN, Pedoman umum optimisasi proteksi radiasi untuk pengendalian paparan kerja, 2013.
- [5] Perka BAPETEN No. 04 tahun 2013, Proteksi dan Keselamatan Radiasi Dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir.
- [6] Program Utilisasi *Beamport* Reaktor Kartini Untuk Penelitian Pengembangan *Subcritical Assembly For Moly Production* (SAMOP) – Rev. 07, 2018.
- [7] Gani Priambodo, Fahrudin N., Dwi Satya P., R. Zailani, Y. Sardjono, 2017. *Optimization of Biological Shield for Boron Neutron Capture Cancer Therapy (BNCT) at Kartini Research Reactor*. J. Tek. Reaktor Nuklir Vol. 19 No.3 Hal. 139-148.
- [8] ICRP-119, 2012. *Compendium of Dose Coefficients Based on ICRP Publication 60*. Volume 41.

NO	Nama penanya	Kode Makalah	Nama Penyaji	Pertanyaan dan Jawaban
1.	Dadong Iskandar (BATAN)	OA07	Elizabeth Supriyatni (BATAN)	<p>1. Saran: Perhitungan dosis interna PSTA agar dihitung ulang karena terlalu besar.</p> <p>Jawab:</p> <p>1. Terima kasih sarannya, akan kami perbaiki tanpa memperhitungkan gut factor (f).</p>
2.	Endang Kunarsih (BAPETEN)	OA07	Elizabeth Supriyatni (BATAN)	<p>1. Terkait dg. kegiatan utilisasi reactor kartini; bagaimana pengaruhnya terhadap pembatas dosis yg telah ditetapkan?</p> <p>2. Apakah pembatas dosis diterapkan utk 1 kawasan bukan perjenis kegiatan.</p> <p>Jawab:</p> <p>1. Utk kegiatan utilisasi reaktor kartini, dalam skenario kami tambahkan karena sebagian pelaksana pekerjaan adalah operator atau PPR reactor kartini.</p> <p>2. Pembatas dosis yg dipakai perkuartil utk seluruh kegiatan di PSTA, karena program proteksi di PSTA menjadi satu kegiatan.</p>
3.	Syahrir (BAPETEN)	OA07	Elizabeth Supriyatni (BATAN)	<p>1. Bagaimana mengevaluasi optimisasi dosis internal?</p> <p>Jawab:</p> <p>1. Untuk perhitungan dianggap dari pengukuran konsentrasi udara yg terukur secara rutin di daerah kerja, dikalikan dg 2000 jam kerja setahun, karena pekerja mempunyai potensi berada di daerah tsb.</p>