



## Analisis Paparan Radiasi Hambur di Ruang Isolasi COVID-19 RSUD Kraton Kabupaten Pekalongan

Heryani<sup>1</sup>, Nurul Firdausi Nuzula<sup>2</sup>, Ari Dwi Reskiyanto<sup>3</sup>, Ryan Wahyu Widhianto<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup>Rumah Sakit Umum Daerah Kraton Kabupaten Pekalongan

<sup>2</sup>Rumah Sakit Umum Daerah Benda Kota Pekalongan

heryanicholid307@gmail.com

### Makalah Penelitian

#### Menyerahkan

2 Mei 2021

#### Diterima

6 Juli 2021

#### Terbit

26 Juli 2021

### ABSTRAK

ANALISIS PAPARAN RADIASI HAMBUR DI RUANG ISOLASI COVID-19 RSUD KRATON KABUPATEN PEKALONGAN. Semenjak Covid-19 ditetapkan sebagai pandemi dunia oleh WHO, ruang isolasi menjadi tempat yang sering digunakan untuk menangani pandemi. Pemeriksaan radiologi atau sinar-X dijadikan sebagai pemeriksaan penunjang dalam diagnosis Covid-19. Sehingga diperlukan penyesuaian protokol Covid dalam pemeriksaannya agar tidak terjadi penularan virus dan efek radiasi yang tidak diperlukan. Ruang isolasi yang digunakan untuk pemeriksaan radiologi pasien Covid-19 perlu dikaji keamanannya agar sesuai dengan prosedur. Tujuan penulisan makalah ini adalah untuk menganalisis paparan radiasi hambur di ruang isolasi Seruni RSUD Kraton Kabupaten Pekalongan. Data dalam makalah ini diambil dengan melakukan pengukuran besarnya paparan radiasi hambur di kamar B ruang isolasi Seruni RSUD Kraton Kabupaten Pekalongan, pada tanggal 16 Februari 2021. Pengukuran ini dilakukan dengan objek fantom air dengan faktor eksposi tertinggi untuk pemeriksaan *thorax* yaitu 70 kV dan 16 mAs dan dilakukan di beberapa titik di sekitar obyek fantom air dengan jarak 2 meter dari sumber. Hasil pengukuran paparan radiasi hambur kemudian dibandingkan dengan Nilai Batas Dosis (NBD) untuk masyarakat umum sebesar 1 mSv dalam satu tahun. Analisis pengukuran paparan radiasi hambur ruang isolasi Seruni RSUD Kraton Kabupaten Pekalongan masih mengalami kebocoran dan nilai paparan melebihi toleransi. Hasil pengukuran selasar ruang Seruni sebesar 676  $\mu$ Sv/h, di samping petugas radiografer (2 meter sisi kiri fantom) sebesar 627,12  $\mu$ Sv/h, pada jarak 2 meter sisi kanan fantom sebesar 287,04  $\mu$ Sv/h, dan jarak 2 meter di depan fantom selasar sebesar 676  $\mu$ Sv/h. Tindak lanjut yang perlu dilakukan untuk optimasi proteksi radiasi yaitu dengan memasang *shielding*/penahan radiasi hambur minimal 3 buah.

**Kata kunci:** Paparan Radiasi, Radiasi Hambur, Ruang Isolasi Covid-19.

### ABSTRACT

ANALYSIS OF DISTRIBUTED RADIATION EXPOSURE IN THE COVID-19 ISOLATION ROOM IN KRATON REGIONAL HOSPITAL, PEKALONGAN REGENCY. Since Covid-19 was declared a world pandemic by WHO, isolation rooms have become a place that is often used to deal with pandemics. Radiological examinations or X-rays are used as a supporting examination in the diagnosis of Covid-19. So it is necessary to adjust the Covid protocol in the examination so that there is no transmission of the virus and the effects of unnecessary radiation. Isolation rooms used for radiological examinations of Covid-19 patients need to be reviewed for safety to comply with procedures. The purpose of this paper is to analyze the scattering radiation exposure in the Seruni isolation room of RSUD Kraton, Pekalongan Regency. The data in this paper were taken by measuring the amount of scatter radiation exposure in room B of the isolation room Seruni RSUD Kraton Pekalongan Regency, on February 16, 2021. This measurement was carried out with a water phantom as object with the highest exposure factor for thorax examination, namely 70 kV and 16 mAs and carried out at several points around the water phantom object with a distance of 2 meters from the source. The measurement results of scattered radiation exposure are then compared with the Dose Limit Value (NBD) for the general public of 1 mSv in one year. Analysis of the measurement of scatter radiation exposure in the Seruni isolation room at Kraton Hospital, Pekalongan Regency, still experienced leaks and the exposure value exceeded tolerance. The measurement results in the hallway of the Seruni room are 676 Sv/h, in addition to the radiographer (2 meters on the left side of the phantom) it is 627.12 Sv/h, at a distance of 2 meters the right side of the phantom is 287.04 Sv/h, and a distance of 2 meters in front of the hall phantom of 676 Sv/h. The follow-up that needs to be done to optimize radiation protection is to install at least 3 scattering radiation shields.

**Keywords:** Radiation exposure, Radiation scatter, Covid-19 isolation room.

## 1. PENDAHULUAN

Radiologi merupakan sarana penunjang di rumah sakit yang menggunakan dan memanfaatkan peralatan sinar-X untuk menegakkan diagnosa suatu penyakit. Sinar-X termasuk jenis radiasi pengion. Di samping bermanfaat, sinar-X juga menimbulkan gangguan kesehatan bagi pekerja radiasi maupun masyarakat sekitar. Karena itu diperlukan upaya perlindungan terhadap kesehatan dan keselamatan kerja baik bagi pekerja radiasi, pasien maupun masyarakat umum, serta meminimalkan paparan radiasi dengan mengikuti SOP (standar operasional prosedur) kerja.

Berdasarkan Pasal 21 Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 33 Tahun 2007 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Sumber Radioaktif, Pemegang Izin dalam memanfaatkan tenaga nuklir wajib memenuhi salah satu persyaratan proteksi radiasi yaitu optimisasi proteksi dan keselamatan radiasi. Penerapan optimisasi proteksi dan keselamatan radiasi dalam paparan medik harus diupayakan agar pasien menerima dosis serendah mungkin sesuai dengan yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan diagnostik dengan mempertimbangkan aspek sosial dan ekonomi [1]. Tujuan radiologi diagnostik adalah memperoleh citra yang memadai yang memuat informasi diagnostik yang dibutuhkan oleh dokter dengan mengupayakan pasien menerima dosis serendah mungkin.

World Health Organization (WHO) mengumumkan bahwa penyakit *Virus Corona Disease* (Covid-19) dinyatakan sebagai pandemik dunia sejak tanggal 12 Maret 2020. Di masa pandemi ini pemeriksaan radiologi seperti foto torak, CT-Scan torak dan USG torak dijadikan sebagai salah satu pemeriksaan penunjang diagnosis Covid-19 untuk menunjukkan opasitas bilateral, konsolidasi sub segmental, lobar atau kolaps paru atau nodul, dan tampilan *ground glass* [2]. Sehingga terdapat risiko efek radiasi selain risiko penularan virus. Semua prosedur harus dilaksanakan dengan protokol dan parameter yang telah dioptimisasi agar tepat sesuai kebutuhan, sehingga dapat mencegah adanya *unnecessary exposure* (paparan radiasi yang tidak diperlukan dan tidak dibutuhkan).

Untuk memfasilitasi pemeriksaan penunjang rumah sakit mendedikasikan pesawat radiografi *mobile* untuk akuisisi citra toraks pasien Covid-19 di ruang isolasi, ruang ICU, ruang IGD maupun di ruangan tambahan yang dibuat khusus untuk penanganan pandemi [3]. Oleh karena itu proteksi radiasi harus segera disesuaikan dengan kondisi tersebut, terutama paparan radiasi hambur yang menimbulkan risiko baik bagi petugas, maupun masyarakat umum. Melihat kemungkinan adanya dampak negatif dari radiasi pengion, maka jarak merupakan salah satu cara yang paling efektif untuk mengurangi radiasi hambur yang diterima [4].

Makalah ini berisi tentang analisis pengukuran paparan radiasi hambur di ruang isolasi Seruni RSUD Kraton Kabupaten Pekalongan. Hasil pengukuran ini akan dievaluasi dan ditindak lanjuti agar implementasi proteksi radiasi di ruang isolasi dapat diterapkan untuk meningkatkan optimisasi paparan medik bagi pasien, petugas dan masyarakat umum.

## 2. LANDASAN TEORI/POKOK BAHASAN

### A. Sinar-X

Sinar-X merupakan gelombang elektromagnetik dengan energi yang sangat tinggi dan termasuk radiasi pengion yaitu radiasi yang dapat mengionisasi atom-atom materi yang dilalui. Besaran untuk menyatakan intensitas sinar-X yang dapat menghasilkan ionisasi di udara dalam jumlah tertentu disebut Paparan. Satuan besaran paparan yaitu coulomb per kilogram-udara (C.kg-1) dan diberi nama khusus yaitu rontgen, disingkat R. Secara matematis dapat ditulis:

$$x = \frac{dQ}{dm} \quad (1)$$

Di mana,

X : paparan (C.Kg<sup>-1</sup>)

dQ : perubahan jumlah muatan pasangan ion (C)

dm : jumlah massa (Kg)

Satu rontgen didefinisikan sebagai intensitas sinar-X yang dapat menghasilkan ionisasi di udara sebanyak 1,16 x 10<sup>15</sup> pasangan ion per kg udara [5].

Nilai paparan dalam rontgen dapat diubah menjadi dosis serap yaitu energi radiasi yang diberikan oleh radiasi pengion kepada medium dengan menggunakan konversi 0,876 x 10<sup>-2</sup> Gy/R. Satuan SI untuk dosis serap adalah Gray (Gy). Secara matematis dosis serap dapat ditulis sebagai berikut:

$$x = \frac{dE}{dm} \quad (2)$$

Di mana,

D : dosis serap (J.Kg<sup>-1</sup>)

dE: energi yang diserap oleh medium (J)

dm: jumlah massa (Kg)

Jenis radiasi pengion yang berbeda dapat menyebabkan efek stokastik besaran yang berbeda untuk nilai yang sama dari dosis yang diserap, dosis ini disebut dengan dosis ekuivalen. Dosis ekuivalen dihitung berdasarkan dosis terserap oleh organ tertentu. Sedangkan dosis yang dihitung untuk keseluruhan tubuh disebut dosis efektif. Satuan SI untuk dosis ekuivalen dan dosis efektif adalah Sievert (Sv) [6].

### B. Optimisasi Proteksi Radiasi

Proteksi radiasi adalah tindakan yang dilakukan untuk mengurangi pengaruh radiasi yang merusak akibat paparan radiasi [7].

Salah satu syarat proteksi yang harus dipenuhi dalam penggunaan radiasi pengion bidang medik adalah optimisasi proteksi dan keselamatan radiasi. Yaitu suatu upaya untuk membuat dosis yang diterima serendah mungkin yang dapat dicapai dengan mempertimbangkan faktor sosial dan ekonomi. Pada radiologi diagnostik dan intervensional, optimisasi dimaknai sebagai suatu usaha untuk membuat dosis yang diterima oleh pasien serendah mungkin dengan tetap menjaga kualitas citra yang diperoleh seoptimal mungkin [8].

Untuk mengoptimisasi proteksi radiasi pemerintah menetapkan nilai batas dosis dan pembatas dosis untuk pekerja radiasi maupun masyarakat umum. Nilai Batas Dosis (NBD) adalah dosis terbesar yang diizinkan oleh Kepala Badan yang dapat diterima oleh pekerja radiasi dan anggota masyarakat dalam jangka waktu tertentu tanpa menimbulkan efek genetik dan somatik yang berarti akibat pemanfaatan tenaga nuklir.

Perka BAPETEN No. 04 tahun 2013 menetapkan nilai batas dosis bagi pekerja yaitu dengan nilai dosis sebesar 20 mSv dalam 1 (satu) tahun tertentu dan dosis untuk masyarakat umum sebesar 1 mSv per tahun.

Pembatas dosis adalah batas atas dosis pekerja radiasi dan anggota masyarakat yang tidak boleh melampaui Nilai Batas Dosis yang digunakan pada optimisasi proteksi dan keselamatan radiasi untuk setiap pemanfaatan tenaga nuklir. Pembatas dosis ditetapkan oleh Pemegang Izin yang mengacu pada pedoman mengenai pembatas dosis yang ditetapkan oleh Kepala Badan [9].

### C. Prinsip Proteksi Radiasi

Prinsip proteksi radiasi didasarkan pada 3 prinsip dasar, yaitu : justifikasi, limitasi dan optimisasi, di mana dalam pelaksanaannya ketiganya harus dilakukan secara simultan [10].

### 1 Justifikasi

Prinsip justifikasi didasarkan pada pertimbangan bahwa manfaat yang akan diperoleh lebih besar daripada risiko yang ditimbulkan.

### 2 Limitasi

Dalam setiap tindakan yang menggunakan radiasi sinar-X, pemegang izin wajib memberlakukan limitasi dosis melalui penerapan Nilai Batas Dosis.

### 3 Optimasi

Semua penyinaran harus diusahakan serendah-rendahnya (*as low as reasonably achievable*, ALARA), dengan mempertimbangkan faktor ekonomi dan sosial. Kegiatan pemanfaatan tenaga nuklir harus direncanakan dan sumber radiasi harus dirancang dan dioperasikan untuk menjamin agar paparan radiasi yang terjadi dapat ditekan serendah-rendahnya.

## D. Pembagian Daerah Kerja

Dalam pemanfaatan radiasi sinar-X, pembagian daerah kerja sangat bermanfaat dalam proses pengendalian dosis radiasi [9]. Pemegang Izin dalam melaksanakan pembagian daerah kerja sebagaimana dimaksud dalam regulasi BAPETEN yang menetapkan:

1. Daerah Pengendalian adalah daerah kerja yang memerlukan tindakan proteksi dan ketentuan keselamatan khusus untuk mengendalikan paparan normal selama kondisi kerja normal dan untuk mencegah atau membatasi tingkat paparan potensial.
2. Daerah Supervisi adalah daerah kerja di luar daerah pengendalian yang memerlukan peninjauan terhadap paparan kerja dan tidak memerlukan tindakan proteksi atau ketentuan keselamatan khusus.

## E. Keselamatan Radiasi Saat Pandemi

Pesawat sinar-X *mobile* yang dioperasikan untuk pasien terkait Covid-19 di ruang isolasi/ICU/ruang rawat lain yang dihuni lebih dari 1 (satu) pasien, maka hendaknya dipastikan bahwa jarak antar pasien sekurangnya 2 meter. Sebelum alat dioperasikan untuk penanganan Covid-19, fisikawan medik wajib memastikan bahwa peralatan sinar-X yang akan digunakan telah memenuhi persyaratan regulasi, yakni lolos uji kesesuaian dan kalibrasi rutin.

Fisikawan medik dan/atau PPR juga perlu memastikan keselamatan radiasi pasien yang berada di ruangan yang sama dengan pasien yang dipapar radiasi, sebab meskipun individu (atau individu-individu) tersebut berstatus sebagai pasien, saat paparan radiasi tidak ditujukan kepada individu tersebut dan tidak memberikan keuntungan diagnosis baginya, maka individu tersebut berstatus sebagai anggota publik dengan batas maksimum dosis radiasi 1 mSv per tahun [3].

Sesuai regulasi BAPETEN dan persyaratan izin pesawat sinar-X, penggunaan pesawat sinar-X di luar area radiologi harus ditambah dengan penggunaan tabir tambahan (*mobile*) atau diberlakukan protokol/prosedur proteksi radiasi khusus bagi staf dan anggota publik di sekitar pesawat sinar-X tersebut [9].

## 3. METODE / METODOLOGI

Data dalam makalah ini diambil dengan melakukan pengukuran besarnya paparan radiasi hambur di kamar B ruang isolasi Seruni RSUD Kraton Kabupaten Pekalongan, pada tanggal 16 Februari 2021 selama 2 jam di dalam ruang isolasi. Penyinaran ini dilakukan dengan objek fantom air dengan faktor eksposi tertinggi untuk pemeriksaan torak yaitu 70 kV dan 16 mAs dan jarak pengukuran 2 meter dari sumber. Jarak pengukuran ini disesuaikan dengan kondisi di ruang isolasi Seruni.

Adapun peralatan yang digunakan adalah pesawat sinar-X *mobile* unit Hitachi Sirius 130HP dengan kV max 130 kVp dan mAs max 200 mAs, Surveymeter Fluke 451 terkalibrasi tanggal 17 Maret 2021 dengan faktor kalibrasi 1,04.



Gambar 1: Mobile unit dan Surveymeter



Gambar 2: a. Apron, b. Thyroid shield, c. Goggle, dan d. TLD Badge

Prosedur pengukuran radiasi hambur yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menggunakan alat pelindung diri (APD) untuk ruang isolasi, yang terdiri dari : baju hazmat, masker, sarung tangan, kaca mata, *face shield*, sepatu boot
2. Memakai alat monitoring radiasi personal (*Thermoluminescence Dosimeter Badge*, TLD)
3. Menggunakan alat proteksi radiasi, yang terdiri dari : apron, goggle dan *thyroid shield* (Gambar 2)
4. Menyiapkan alat *mobile unit* Hitachi Sirius 130HP, fantom air dan Surveimeter Fluke 451
5. Menentukan 4 (empat) titik pengukuran di area ruang isolasi, antara lain : selasar ruang Seruni, sebelah kiri fantom/di samping petugas radiografer, sebelah kanan fantom, dan bagian depan fantom
6. Menghidupkan alat *mobile unit* Hitachi Sirius 130HP dan mengatur faktor eksposi sebesar 70 kV dan 16 mAs
7. Menempatkan fantom air pada salah satu bed pasien
8. Lakukan tiga kali pengukuran pada masing-masing titik pengukuran, kemudian cari rerata dari nilai masing-masing titik pengukuran, setelah itu dikalikan dengan faktor kalibrasi alat surveimeter.
9. Bandingkan dengan NBD yang diizinkan baik bagi petugas maupun masyarakat umum.

Nilai batas dosis bagi pekerja yaitu sebesar 20 mSv dalam 1 (satu) tahun tertentu dan dosis untuk masyarakat umum sebesar 1 mSv per tahun. Untuk memudahkan analisis, nilai dosis dilihat tiap jamnya disesuaikan dengan jam operasional pemeriksaan sinar-X di ruang isolasi yaitu 2 jam per hari 7 hari seminggu dan 50 minggu dalam setahun. Maka nilai toleransi dosis untuk pekerja yaitu 28.57  $\mu$ Sv/h. sedangkan nilai toleransi untuk masyarakat umum yaitu 1.43  $\mu$ Sv/h.

Gambar 4 menampilkan kondisi ruang isolasi Seruni RSUD Kraton Kabupaten Pekalongan. Dalam satu ruangan terdiri dari beberapa tempat tidur pasien. Antara tempat tidur yang satu dengan yang lainnya memiliki jarak 2 meter.

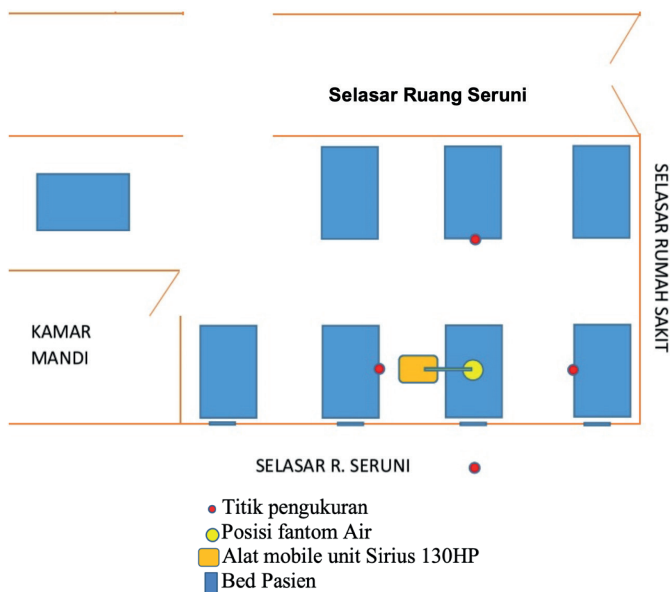
## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran paparan radiasi hambur di ruang isolasi Seruni ditampilkan pada Tabel 1.

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil pengukuran paparan radiasi hambur pada titik pengukuran selasar ruang Seruni sebesar



Gambar 3: Pelaksanaan pengukuran paparan radiasi hambur



Gambar 4: Denah ruang isolasi Seruni RSUD Kraton Kab. Pekalongan Bed Pasien

Tabel 1: Hasil pengukuran paparan radiasi hambur ruang isolasi Seruni

Tempat pengukuran	Hasil ukur 1 (µSv/h)	Hasil ukur 2 (µSv/h)	Hasil ukur 3 (µSv/h)	Rerata hasil ukur (µSv/h)
Selasar ruang Seruni	690	620	640	650
Di samping petugas radiografer 2 meter sisi kiri fantom	410	710	690	603
Pada jarak 2 meter sisi kanan fantom	350	290	190	276
Pada jarak 2 meter di depan fantom	690	620	640	650

676 µSv/h sangat melebihi toleransi daerah supervisi sebesar 1,43 µSv/h, karena selasar ruang Seruni merupakan daerah supervisi yang dikategorikan area untuk masyarakat umum.

Sedangkan untuk hasil pengukuran paparan radiasi hambur di samping petugas radiografer (2 meter sisi kiri fantom) sebesar 627,12 µSv/h juga sangat melebihi batas toleransi daerah supervisi karena di titik pengukuran ini terdapat bed pasien lainnya yang merupakan masyarakat umum.

Untuk hasil pengukuran pada jarak 2 meter sisi kanan fantom sebesar 287,04 µSv/h. Pada titik pengukuran ini merupakan daerah supervisi yang juga terdapat masyarakat umum. Nilai ini melebihi batas toleransi untuk masyarakat umum.

Sedangkan pada titik pengukuran jarak 2 meter di depan fantom selasar sebesar 676 µSv/h. Nilai ini juga melebihi batas toleransi untuk masyarakat umum.

Data di atas diukur dengan menggunakan faktor eksposi maksimum untuk pemeriksaan torak sebesar 70 kV dan 16 mAs untuk berat badan lebih dari 100 kg, dan pengukuran pada jarak 2 meter dari sumber serta tidak adanya *shielding*/penahan radiasi hambur. Supaya pembagian daerah kerja dapat terlaksana sesuai batasan toleransi diperlukan *shielding* (penahan radiasi) hambur untuk membatasi daerah pengendalian dan daerah supervisi. *Shielding* yang diperlukan untuk membatasi daerah pengendalian dan daerah supervisi minimal 3 buah.

### 5. KESIMPULAN

Analisis pengukuran paparan radiasi hambur ruang isolasi Seruni RSUD Kraton Kabupaten Pekalongan masih mengalami kebocoran dan nilai paparan melebihi toleransi. Hasil pengukuran paparan radiasi hambur pada titik pengukuran selasar ruang Seruni sebesar 676 µSv/h, sedangkan hasil pengukuran paparan radiasi hambur di samping petugas radiografer (2 meter sisi kiri fantom) sebesar 627,12 µSv/h, untuk hasil pengukuran pada jarak 2 meter sisi kanan fantom sebesar 287,04 µSv/h, dan pada titik pengukuran jarak 2 meter di depan fantom selasar sebesar 676 µSv/h. Tindak lanjut yang perlu dilakukan untuk optimasi proteksi radiasi yaitu dengan memasang *shielding*/penahan radiasi hambur minimal 3 buah.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Peraturan Pemerintah Nomor 33 tahun 2007, Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Sumber Radioaktif, Jakarta, 2007;
- [2] Handayani dkk, Penyakit Virus Corona 2019, Jurnal Respirologi Indonesia, Vol.40, No. 2, halaman 119, Jakarta, 2020;
- [3] Lubis L. E dkk, Buku Rekomendasi AFISMI No. 1: Penggunaan Radiasi Pengion dalam Diagnosis dan Penanganan Covid-19, AFISMI, Depok, 2020;
- [4] Aryawijayanti dkk, Analisis Dampak Radiasi Sinar-X Pada Mencit Melalui Pemetaan Dosis Radiasi di Laboratorium Fisika Medik, Jurnal MIPA UNNES, 38(1): 25-30, Semarang, 2015;
- [5] Akhadi. M, Dasar-Dasar Proteksi Radiasi, Rineka Cipta, Jakarta, 2000;
- [6] Dance D.R, et. Al, *Diagnostic Radiology Physics: a hand book for teachers and students*, IAEA, Vienna, 2014;
- [7] Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 04 Tahun 2013, Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir, BAPETEN, Jakarta, 2013;
- [8] BAPETEN, Seri Rekaman Dokumen Unit Kerja: Pedoman Teknis Penyusunan Tingkat Panduan Diagnostik atau *Diagnostic Reference Level (DRL) Nasional*, BAPETEN, Jakarta, 2016;
- [9] Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 04 Tahun 2020, Keselamatan Radiasi pada Penggunaan Pesawat Sinar-X dalam Radiologi Diagnostik dan Intervensional, BAPETEN, Jakarta, 2020;
- [10] Sanyoto A, Keefektifan Pelaksanaan Program Proteksi Radiasi di Unit Kerja, Jurnal BATAN, Vol 5 No.2, Jakarta, 2004;