



**PEDOMAN KESELAMATAN RADIASI
PESAWAT SINAR-X GIGI PORTABEL**

**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jl. Gajah Mada No. 8 Jakarta 10120
Telp. (62-21) 63858269 – 70, Fax. (62-21) 63858275



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

LEMBAR PENGESAHAN

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Disusun oleh :	1. Titik Kartika		4 Desember 2023
	2. Sudradjat		4 Desember 2023
	3. Iswandarini		4 Desember 2023
	4. Zulfahmi		4 Desember 2023
Diperiksa oleh :	Rusmanto		18 Desember 2023
Disetujui oleh :	Taruniyati Handayani		29 Desember 2023

KONTRIBUTOR

1. Leily Savitri
2. Endang Kunarsih
3. Hermansyah
4. Ida Bagus Gede Putra Pratama



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

LEMBAR DISTRIBUSI

Nomor	Jenis	Sifat	Bentuk	Penerima
01	Salinan	Terkendali	Cetak	Deputi Bidang Pengkajian Keselamatan Nuklir
02	Salinan	Terkendali	Cetak	Direktur Pengaturan Pengawasan FRZR
03	Salinan	Terkendali	Cetak	Direktur Perizinan FRZR
04	Salinan	Terkendali	Cetak	Kepala Pusat Pengkajian Sistem dan Teknologi Pengawasan FRZR
05	Salinan	Tidak terkendali	Fail digital	Masyarakat via website BAPETEN
	Asli	Terkendali	Cetak	Koordinator Pengkajian Kesehatan

	<p style="text-align: center;">PUSAT PENKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR</p> <p style="text-align: center;">Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275</p>
Jenis Rekaman :	Output Unit Kerja
Judul :	Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami sampaikan kepada Allah SWT atas limpahan karunia-Nya sehingga Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel ini dapat diselesaikan.

Pedoman ini disusun untuk memenuhi tututan kebutuhan mengenai panduan keselamatan radiasi bagi para penjual maupun pengguna pesawat sinar-X gigi portabel yang belum diatur secara terperinci dalam peraturan perundang-undangan yang berlaku. Selain itu, pedoman ini juga dapat dijadikan acuan bagi para pengawas radiasi dalam memberikan ketetapan atau memutuskan suatu permasalahan pengawasan terkait penggunaan pesawat sinar-X gigi portabel yang pada peraturan sebelumnya dibatasi hanya untuk pemeriksaan DVI (*Disaster victim identification*), namun pada peraturan yang berlaku saat ini pembatasan tersebut telah dihapuskan.

Pedoman ini memuat panduan keselamatan mengenai prosedur penggunaan dan desain/spesifikasi teknis pesawat sinar-X gigi portabel yang baik dengan mengedepankan prinsip justifikasi dimana asas manfaat harus lebih besar dibanding risiko yang ditimbulkan serta sesuai dengan persyaratan keselamatan radiasi. Pedoman ini diharapkan dapat menjadi panduan inspektur, evaluator, importir, dan pengguna terkait ketentuan pesawat sinar-X gigi portabel.

Kami menyampaikan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi hingga terbitnya pedoman ini. Kami mengharapkan masukan dan saran demi penyempurnaan pedoman selanjutnya melalui email: p2stpfrzr@bapeten.go.id.

Jakarta, 29 Desember 2023

Kepala Pusat Pengkajian Sistem dan Teknologi
Pengawasan Fasilitas Radiasi dan Zat Radioaktif,



Taruniyati Handayani

NIP 196605311991032001

Nomor : PRK/PD/2/00/2023	Tanggal : 29 Desember 2023
Revisi : 0	Halaman : iii



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KONTRIBUTOR	i
LEMBAR DISTRIBUSI	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan.....	1
I.3 Sasaran.....	2
I.4 Ruang Lingkup	2
I.5 Sistematika Dokumen	2
I.6 Definisi	2
BAB II ASPEK KESELAMATAN RADIASI DALAM PENGGUNAAN PESAWAT SINAR-X GIGI PORTABEL	4
II.1. Pesawat Sinar-X Gigi Intraoral.....	4
II.2. Ketentuan Keselamatan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel.....	6
II.3. Jaminan Mutu Pesawat Sinar-X Gigi Portabel	12
BAB III ASPEK KESELAMATAN RADIASI DALAM DESAIN PESAWAT SINAR-X GIGI PORTABEL.....	15
III.1. Rekomendasi Internasional	15
III.2. Spesifikasi Teknis Pesawat Sinar-X Portabel Radiografi Gigi	22
BAB IV PENUTUP	25
DAFTAR PUSTAKA	26



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

- I.1.1 Pesawat sinar-X gigi portabel atau biasa disebut dengan pesawat sinar-X *handheld*, telah digunakan selama beberapa tahun di bidang forensik dan pemulihan bencana. Portabilitasnya dari jenis pesawat ini terbukti sangat bermanfaat untuk digunakan di lapangan untuk mendapatkan radiografi gigi *post-mortem* guna membantu identifikasi korban yang biasa disebut dengan pemeriksaan *Disaster victim identification (DVI)* [1].
- I.1.2 Adanya perkembangan teknologi yang memunculkan pesawat sinar-X gigi portabel untuk penggunaan bidang medik menjadi lebih baik dari generasi sebelumnya di mana dengan arus yang lebih kecil namun dapat menghasilkan citra radiografi yang baik dan memadai dalam diagnostik klinis, menyebabkan pesawat jenis ini semakin diminati para pengguna.
- I.1.3 Dalam peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2020 tentang Keselamatan Radiasi pada Penggunaan Pesawat Sinar-X dalam Radiologi Diagnostik dan Intervensional, tidak ada ketentuan yang lebih khusus mengenai pesawat sinar-X gigi portabel. Hal ini memunculkan ketidakpastian atau kekosongan hukum, dimana pengguna atau pengawas tidak memiliki dasar hukum yang jelas untuk melarang atau membolehkan penggunaan pesawat sinar-X gigi portabel ini. Sementara itu, kebutuhan atau tuntutan pesawat sinar-X gigi di lapangan semakin lama semakin tinggi yang mengakibatkan banyaknya pesawat sinar-X gigi portabel yang digunakan secara ilegal. Bahkan, berdasarkan informasi yang diterima dari masyarakat, belakangan ini terdapat peningkatan yang sangat signifikan dalam penggunaan pesawat sinar-X gigi portabel yang digunakan oleh praktek dokter gigi di Indonesia.

I.2 Tujuan

- I.2.1. Pedoman ini untuk memberikan panduan mengenai prosedur penggunaan pesawat sinar-X gigi portabel yang memenuhi aspek keselamatan radiasi.
- I.2.2. Pedoman ini memberikan panduan mengenai persyaratan desain suatu pesawat sinar-X gigi portabel yang memenuhi aspek keselamatan radiasi.

Nomor : PRK/PD/2/00/2023	Tanggal : 29 Desember 2023
Revisi : 0	Halaman : 1



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

I.3 Sasaran

Pedoman ini ditujukan bagi:

- a. Masyarakat yang membutuhkan akses informasi mengenai kebijakan keselamatan radiasi yang dapat meningkatkan rasa aman dan aman;
- b. Pengawas Radiasi BAPETEN yang menjalani tugas pengawasan khususnya terhadap pesawat sinar-X gigi portabel;
- c. Fasilitas kesehatan yang menggunakan pesawat sinar-X gigi portabel; dan
- d. Importir/produsen/pemasok pesawat sinar-X gigi portabel.

I.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pedoman ini dibatasi pada aspek keselamatan radiasi dalam penggunaan dan desain pesawat sinar-X gigi portabel.

I.5 Sistematika Dokumen

Pedoman ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

- a. Bab I. Pendahuluan, yang berisi antara lain latar belakang pedoman, tujuan, sasaran, ruang lingkup, sistematika, dan definisi istilah dalam pedoman.
- b. Bab II. Aspek Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel, yang berisi tentang pesawat sinar-X gigi intraoral, ketentuan keselamatan pesawat sinar-X gigi portabel, dan program jaminan mutu pesawat sinar-X gigi portabel.
- c. Bab III. Aspek Keselamatan Radiasi dalam Desain Pesawat Sinar-X Gigi Portabel, yang meliputi spesifikasi teknis dan rekomendasi internasional mengenai pesawat sinar-X gigi portabel.
- d. Bab IV. Penutup

I.6 Definisi

- I.6.1 Pesawat sinar-X portabel adalah pesawat sinar-X ukuran kecil yang dilengkapi dengan wadah pembungkus (*suitcase*) sehingga mudah dibawa dari satu tempat ke tempat lain [2].
- I.6.2 Pesawat Sinar-X Gigi adalah pesawat sinar-X yang digunakan untuk pemeriksaan radiografi terhadap kondisi gigi tertentu, struktur rahang, dan tengkorak kepala [2].

Nomor : PRK/PD/2/00/2023	Tanggal : 29 Desember 2023
Revisi : 0	Halaman : 2



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

- I.6.3 Pesawat Sinar-X Gigi Portabel adalah Pesawat Sinar-X Gigi berukuran kecil yang mudah dibawa dari satu tempat ke tempat lain untuk tujuan pemeriksaan radiografi gigi.
- I.6.4 Pesawat Sinar-X Gigi Intraoral adalah pesawat sinar-X yang digunakan untuk pemeriksaan radiografi terhadap kondisi gigi-geligi tertentu, dengan posisi film atau sensor berada di dalam mulut [2].
- I.6.5 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].
- I.6.6 Paparan Medik adalah paparan yang diterima oleh pasien sebagai bagian dari diagnosis atau pengobatan, dan oleh orang lain sebagai sukarelawan yang membantu pasien [2].



**PUSAT PENKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

BAB II

ASPEK KESELAMATAN RADIASI

DALAM PENGGUNAAN PESAWAT SINAR-X GIGI PORTABEL

II.1. Pesawat Sinar-X Gigi Intraoral

II.1.1. Pemeriksaan radiologi mempunyai peranan yang sangat penting di bidang kedokteran gigi dalam menegakkan diagnosa kerusakan gigi, penyakit di rongga mulut, atau identifikasi identitas seseorang melalui struktur gigi. Selain itu, radiologi gigi juga bermanfaat untuk menunjang hampir semua perawatan gigi dan mulut, seperti perawatan endodontik, ortodontik, dan bedah mulut yang membutuhkan data penunjang yang akurat untuk mencapai tahapan atau tindakan pengobatan secara optimal. Pada praktiknya, dokter gigi membutuhkan kualitas citra radiologi yang optimal dengan resolusi tinggi dan detail sangat rinci untuk dapat menetapkan diagnosis dan identifikasi secara benar [3].

II.1.2. Ada 3 (tiga) macam jenis pesawat sinar-X gigi berdasarkan Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2020, yakni pesawat sinar-X gigi intraoral, pesawat sinar-X gigi ekstraoral 2 (dua) dimensi (panoramik dan chepalomerik) dan pesawat sinar-X gigi ekstraoral 3 (tiga) dimensi (CBCT) [2]. Diantara ketiga jenis pesawat gigi tersebut, pesawat sinar-X gigi intraoral merupakan jenis pesawat sinar-X yang paling banyak digunakan dan memiliki risiko paling rendah [4].

II.1.3. Pemeriksaan intraoral merupakan dasar dari radiografi kedokteran gigi yang menghasilkan citra gigi-geligi dan struktur anatomi di dalam mulut.

II.1.4. Jenis pemeriksaan radiografi intraoral terdiri dari [5]:

a. Periapikal Radiografi

Radiografi ini bertujuan untuk memeriksa mahkota dan akar gigi serta jaringan di sekitarnya. Pemeriksaan radiografi periapikal merupakan teknik pemeriksaan radiografi yang paling rutin dilakukan di bidang kedokteran gigi. Film yang dipakai mempunyai 3 ukuran yaitu ukuran 0 untuk gigi anak-anak (22 mm x 35 mm), ukuran 1 untuk gigi anterior (24 mm x 40 mm) dan ukuran 2 (31 mm x 41 mm) untuk gigi dewasa.

b. Bitewing Radiografi

Nomor : PRK/PD/2/00/2023	Tanggal : 29 Desember 2023
Revisi : 0	Halaman : 4



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

Radiografi ini bertujuan untuk memeriksa mahkota, puncak tulang alveolar di maksila dan mandibula, daerah interproksimal dalam satu film yang sama. Film yang digunakan adalah film periapikal ukuran 0 untuk anak-anak dan ukuran 2 untuk dewasa. Biasanya mempunyai kertas ditengah film yang digunakan untuk digigit oleh pasien.

c. Oklusal Radiografi

Radiografi ini bertujuan untuk melihat area yang lebih luas, yaitu maksila atau mandibula dalam satu film yang lebih luas dalam bidang oklusal dari maksila dan mandibula dalam satu radiograf. Oklusal radiografi juga digunakan untuk melihat lokasi akar, gigi supernumery, gigi yang tidak erupsi (gigi impaksi), radiograf oklusal batu kelenjar di saluran dan kelenjar sublingual (kelenjar submandibular), evaluasi dari perluasan lesi, seperti kista, tumor, atau keganasan di mandibula dan maksila, evaluasi dasar sinus maksilaris, evaluasi fraktur di maksila dan mandibula, pemeriksaan daerah *cleft palate* serta mengukur perubahan dalam bentuk dan ukuran dari maksila dan mandibula. Film yang digunakan adalah film yang berukuran 57 mm x 76 mm.

II.1.5. Pesawat sinar-X gigi untuk pemeriksaan intraoral, walaupun risikonya paling rendah diantara penggunaan sumber radiasi pengion lainnya di bidang medik, namun tetap memiliki risiko yang tidak dapat diabaikan, terutama adanya risiko efek stokastik pada personel yang mengoperasikan pesawat sinar-X dan juga pada pasien. Hal ini karena pemeriksaan gigi intraoral ini merupakan pemeriksaan gigi yang paling banyak dilakukan sehingga jumlah pemeriksaannya menjadi lebih banyak.

II.1.6. Berdasarkan Peraturan BAPETEN No. 4 tahun 2020, saat ini ada 3 (tiga) jenis pesawat sinar-X yang dapat dibedakan berdasarkan bentuk fisiknya, yaitu pesawat sinar-X terpasang tetap, pesawat sinar-X *mobile*, dan pesawat sinar-X portabel [2]. Untuk radiologi gigi intraoral, jenis pesawat yang paling banyak digunakan adalah pesawat sinar-X terpasang tetap dan pesawat sinar-X portabel sebagaimana dapat dilihat pada ilustrasi Gambar 1.

Nomor : PRK/PD/2/00/2023	Tanggal : 29 Desember 2023
Revisi : 0	Halaman : 5



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel



Gambar 1. Pesawat sinar-X gigi terpasang tetap (kiri) dan portabel (tengah dan kanan)

II.2. Ketentuan Keselamatan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

II.2.1. Ketentuan keselamatan mengenai penggunaan pesawat sinar-X portabel dalam Peraturan BAPETEN No.4 tahun 2020 hanya ada untuk pesawat sinar-X radiografi umum dan tidak mencantumkan ketentuan keselamatan untuk pesawat sinar-X gigi portabel. Pada peraturan sebelumnya, yaitu Peraturan Kepala BAPETEN No. 8 Tahun 2011 terdapat ketentuan pelarangan penggunaan pesawat sinar-X gigi portabel dan dibatasi hanya untuk pemeriksaan *Disaster victim identification* (DVI). Dengan tidak adanya lagi ketentuan ini pada Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2020 yang merupakan peraturan pengganti Peraturan Kepala BAPETEN No.8 Tahun 2011, maka dapat terjadi perbedaan interpretasi pada penerapan peraturan terkait penggunaan pesawat sinar-X gigi portabel. Dengan demikian, dibutuhkan suatu instrumen hukum untuk menjelaskan ketidakpastian hukum terkait penggunaan pesawat sinar-X gigi portabel.

II.2.2. Sementara itu, penggunaan pesawat sinar-X gigi portabel di lapangan semakin banyak dan tidak terkendali pertumbuhannya. Hal ini disebabkan adanya kebutuhan atau tuntutan penggunaan pesawat sinar-X gigi portabel yang semakin lama semakin tinggi karena karakteristiknya yang sangat praktis dan mudah digunakan, dibawa, atau dipindahkan. Selain karena kepraktisannya, harga pesawat sinar-X gigi juga jauh lebih murah dibanding pesawat sinar-X gigi terpasang tetap. Apalagi saat ini, teknologi semakin berkembang, sehingga memunculkan pesawat sinar-X gigi portabel yang jauh

Nomor : PRK/PD/2/00/2023	Tanggal : 29 Desember 2023
Revisi : 0	Halaman : 6



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

lebih baik dan mampu meminimalisir risiko radiasi dibanding pada generasi sebelumnya.

- II.2.3. Sampai saat ini belum ada instrumen hukum yang jelas mengenai pengaturan pesawat sinar-X gigi portabel, sementara kebutuhan semakin meningkat, mengakibatkan banyaknya pesawat sinar-X gigi portabel yang digunakan di tempat praktik dokter gigi tanpa izin pemanfaatan dari BAPETEN. Fenomena ini akan berpotensi menyebabkan lepasnya pengawasan BAPETEN dalam memastikan keselamatan radiasi dalam penggunaan pesawat sinar-X gigi portabel yang dapat berpotensi bahaya bagi pasien, pekerja, dan masyarakat, mengingat penggunaan pesawat sinar-X gigi portabel mengandung risiko yang tidak dapat diabaikan, yang disebabkan hal berikut (II.2.4 - II.2.9).
- II.2.4. Pesawat sinar-X gigi portabel dengan bentuknya yang kecil dan sangat mudah dibawa akan membuka kemungkinan pesawat ini digunakan oleh orang yang tidak berkompeten, orang yang tidak berwenang atau orang yang tidak memiliki izin.
- II.2.5. Pesawat sinar-X gigi digunakan dengan cara dipegang langsung oleh personel sehingga akan memberi paparan radiasi yang tidak diinginkan bagi personel terutama pada bagian tangan dan bagian tubuh personel bagian atas (leher, kepala, mata).
- II.2.6. Penggunaan pesawat sinar-X gigi portabel dengan cara dipegang akan mempengaruhi kestabilan penyinaran. Terlebih lagi, penyinaran radiologi gigi banyak dilakukan pada pasien anak yang memiliki radiosensitivitas yang lebih tinggi dibanding pasien dewasa. Pasien anak umumnya agak sulit dikendalikan posisinya untuk pasien, sehingga seringkali membutuhkan pendamping pasien. Ketidakstabilan tangan operator saat penyinaran dapat menghasilkan citra yang tidak bagus, sehingga berpotensi terjadinya pengulangan penyinaran yang berpotensi menimbulkan paparan radiasi yang tidak diperlukan bagi pasien, pekerja, maupun pendamping pasien.
- II.2.7. Kesulitan dalam pengawasan karena pesawat sinar-X gigi portabel bisa dengan mudah berpindah tempat sehingga dapat menyulitkan pengawasan.
- II.2.8. Ketergantungan pesawat sinar-X gigi portabel pada energi baterai yang semakin lama semakin berkurang dalam penggunaannya, pengurangan energi baterai dapat mempengaruhi kualitas citra radiografi yang dihasilkan.

Nomor : PRK/PD/2/00/2023	Tanggal : 29 Desember 2023
Revisi : 0	Halaman : 7



**PUSAT PENKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

- II.2.9. Pesawat sinar-X gigi portabel sangat memungkinkan untuk digunakan di area terbuka atau di ruangan tanpa penahan radiasi (*shielding*) yang memadai, sehingga dapat menimbulkan paparan radiasi yang tidak diperlukan/diinginkan (*unintended/unecessary exposure*) bagi pekerja dan masyarakat.
- II.2.10. International Atomic Energy Agency (IAEA) telah menerbitkan pedoman keselamatan untuk penggunaan pesawat sinar-X gigi dalam suatu publikasinya, yaitu *Safety Report Series* (SRS) No. 108 yang berjudul *Radiation Protection in Dental Radiology*. Dalam SRS 108 tersebut, IAEA memberi rekomendasi ketentuan untuk penggunaan pesawat sinar-X portabel secara umum, yaitu bahwa pesawat sinar-X gigi portabel hanya dapat digunakan untuk penyinaran pasien yang tidak memungkinkan dibawa atau dipindahkan ke ruang radiologi (ruang pesawat sinar-X terpasang tetap) [6]. Hal ini senada dengan ketentuan untuk pesawat sinar-X portabel radiografi umum yang tercantum dalam Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2020.
- II.2.11. BAPETEN telah mengeluarkan Surat Edaran No. 2127 Tahun 2023 mengenai ketentuan keselamatan yang lebih terperinci untuk penggunaan pesawat sinar-X portabel radiografi umum [7]. Secara umum, semua ketentuan keselamatan terkait aspek keselamatan radiasi pada Surat Edaran tersebut juga berlaku bagi penggunaan pesawat sinar-X gigi portabel yang dijelaskan pada bagian II.2.12-II.2.22.
- II.2.12. Pesawat sinar-X portabel harus satu kesatuan (*bundling*) dengan peralatan pendukung yang memengaruhi optimisasi keselamatan radiasi (dijelaskan dalam Bab III) [7].
- II.2.13. Pesawat sinar-X portabel harus disertai dengan informasi mengenai hasil pengujian kualitas citra untuk semua jenis pemeriksaan yang mungkin dilakukan dan peta dosis radiasi sekitar pesawat sinar-X (peta isodosis), yaitu perkiraan dosis radiasi yang diterima oleh pasien, dan radiografer yang mengoperasikan pesawat sinar-X untuk setiap pemeriksaan [7].
- II.2.14. Pesawat sinar-X portabel dilengkapi dengan indikator catu daya dan batas minimal energi untuk menghasilkan penyinaran yang optimal [7].
- II.2.15. Terdapat sistem saling kunci (*interlock*) yang berfungsi apabila terjadi kesalahan dalam penggunaan parameter penyinaran yang memengaruhi keselamatan radiasi [7].
- II.2.16. Pesawat sinar-X portabel diperuntukan bagi pasien yang tidak memungkinkan dibawa ke ruang radiologi atau ruang pesawat sinar-X terpasang tetap, seperti pasien di ruang

Nomor : PRK/PD/2/00/2023	Tanggal : 29 Desember 2023
Revisi : 0	Halaman : 8



**PUSAT PENKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

instalasi gawat darurat, instalasi perawatan intensif, pasien penyandang cacat atau pasien kritis yang mengalami kesulitan atau sangat berisiko bila bergerak atau dipindahkan, pasien yang berada di rumah tahanan atau pasien yang berada dalam operasi militer, pasien yang mengalami patah tulang parah, pasien dengan penyakit menular, atau pasien yang membutuhkan penanganan cepat namun mengalami kesulitan untuk datang ke fasilitas pelayanan kesehatan. Kondisi pasien yang tidak memungkinkan dibawa ke ruang radiologi tersebut harus ditentukan/dijustificasi oleh tenaga medik terkait [7].

- II.2.17. Penggunaan pesawat sinar-X portabel harus merupakan bagian atau terintegrasi dengan fasilitas pelayanan kesehatan yang telah mendapat izin pelayanan dari Kementerian Kesehatan [7].
- II.2.18. Lokasi penggunaan pesawat sinar-X portabel hanya diperkenankan berada di lokasi fasilitas pelayanan kesehatan sesuai dengan Surat Keterangan dari Dinas Kesehatan Provinsi atau Kabupaten/Kota. Setiap perpindahan lokasi penggunaan pesawat sinar-X portabel harus dicatat dan dilaporkan paling kurang 1 (satu) tahun sekali di dalam laporan verifikasi keselamatan fasilitas (LVKF) [7].
- II.2.19. Lokasi penggunaan pesawat sinar-X portabel saat penyinaran harus dikondisikan sebagai daerah pengendalian, sehingga harus ada perimeter dan pemantauan dosis pada pekerja yang memasuki daerah tersebut [7].
- II.2.20. Penggunaan pesawat sinar-X portabel harus disertai dengan pembatas radiasi mobil (*shielding mobile*) minimal 2 (dua) buah serta apron minimal 1 (satu) buah [7].
- II.2.21. Jaminan mutu internal pesawat sinar-X portabel harus dilakukan minimal 1 (satu) tahun sekali [7].
- II.2.22. Pesawat sinar-X portabel hanya boleh dioperasikan oleh radiografer yang sudah memiliki surat izin praktik (SIP) atau surat izin kerja radiografi (SIKR) dari Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu (DPMPSTP) provinsi atau kabupaten/kota [7].
- II.2.23. Kondisi pasien yang berada di ruang operasi (Ruang OK) juga termasuk dalam contoh kriteria pasien yang tidak memungkinkan dibawa atau dipindahkan ke ruang radiologi sebagaimana disebutkan pada bab II.2.16.



**PUSAT PENKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

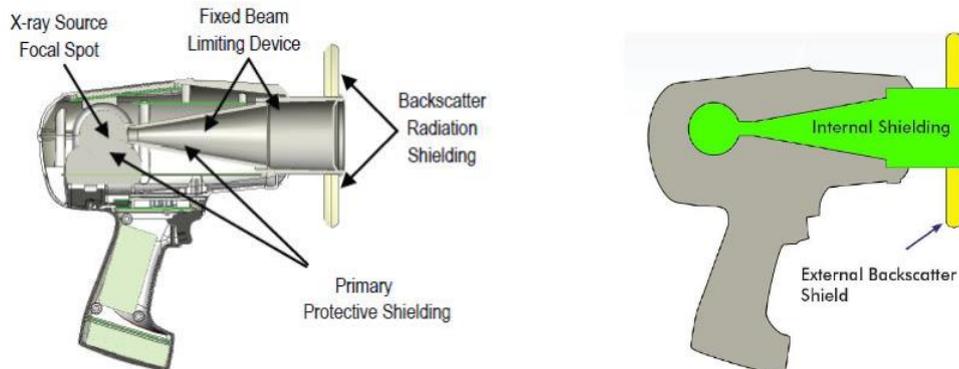
Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

- II.2.24. Selain dapat digunakan untuk pemeriksaan pasien sebagaimana disebutkan pada II.2.16 dan II.2.23, pesawat sinar-X gigi portabel juga dapat digunakan untuk kepentingan forensik dalam pemeriksaan DVI (*Disaster victim identification*).
- II.2.25. Pesawat sinar-X portabel dapat digunakan di ruang selain ruang radiologi (seperti ruang OK, ICU, atau UGD) atau di luar fasilitas kesehatan. Oleh karena itu, lokasi penggunaan pesawat sinar-X portabel harus diterapkan ketentuan daerah pengendalian, sebagaimana disebutkan dalam bab II.19. Ketentuan daerah pengendalian meliputi harus ada pembatas/perimeter, tulisan dan tanda peringatan bahaya radiasi yang jelas, pembatasan akses masuk publik, dan setiap personel yang berada di sekitar penggunaan pesawat sinar-X harus menggunakan perlengkapan protektif dan alat pemantau dosis perorangan [8].
- II.2.26. Apabila di daerah di sekitar pesawat sinar-X tidak dapat dihindari adanya pasien atau personel lain, seperti di ruang OK, ICU, atau UGD, maka diperlukan *shielding mobile* untuk memberi proteksi terhadap pasien lain atau personel lain tersebut. Selain itu, perlu diusahakan agar arah penyinaran tidak mengarah ke pasien lain atau personel lain di sekitar pesawat sinar-X. Pasien lain atau personel lain tersebut harus diperlakukan sebagai anggota masyarakat, sehingga nilai batas dosis untuk anggota masyarakat harus diterapkan.
- II.2.27. Pada Tahun 2015, Unit Kerja P2STPFRZR telah melakukan kajian justifikasi terhadap pesawat sinar-X gigi *handheld* merek NOMAD Pro 2. Salah satu hasil kajian tersebut adalah hasil pengukuran paparan radiasi pada pesawat sinar-X gigi *handheld* NOMAD Pro 2 dan diperoleh nilai laju paparan radiasi di balik pelindung hamburan balik sebesar 11,1 $\mu\text{Sv/jam}$, pada daerah mata operator sebesar 5,36 $\mu\text{Sv/jam}$, dan pada tangan operator sebesar 9,67 $\mu\text{Sv/jam}$. Kondisi penyinaran yang digunakan adalah tipikal untuk penggunaan sensor (CR/DR), yaitu 60 kV, 2,5 mA dan 0,17 detik [9].

Nomor : PRK/PD/2/00/2023	Tanggal : 29 Desember 2023
Revisi : 0	Halaman : 10

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel



Gambar 2. Ilustrasi geometri penahan radiasi pada NOMAD Pro 2 [9]

II.2.28. Sesuai dengan hasil pengukuran laju paparan radiasi pada pesawat sinar-X gigi *handheld* NOMAD Pro 2 sebagaimana disebut pada bab II.2.27 dapat diperoleh informasi penting, yaitu potensi besarnya dosis yang diterima oleh bagian kepala dari operator terutama dosis lensa mata. Jika nilai laju paparan yang diterima oleh lensa mata sebesar $5,36 \mu\text{Sv}/\text{jam}$ per penyinaran dan menggunakan asumsi dalam satu tahun terjadi 7200 penyinaran maka potensi besarnya dosis yang diterima oleh lensa mata adalah 38,6 mSv. Nilai tersebut melebihi Nilai Batas Dosis yang diperbolehkan untuk lensa mata bagi pekerja radiasi yaitu 20 mSv per tahun [9].

II.2.29. Berdasarkan informasi yang didapat dari hasil kajian sebagaimana dimaksud pada bab II.2.27 dan II.2.28, sangat penting untuk mengatur beban kerja pekerja radiasi yang mengoperasikan pesawat sinar-X gigi (operator) agar dosis yang diterima tidak melampaui nilai batas dosis radiasi pekerja radiasi yang ditetapkan dalam Peraturan Kepala BAPETEN No. 4 Tahun 2013 [9].

II.2.30. Perlengkapan protektif untuk operator meliputi apron, pelindung tiroid, dan pelindung mata (seperti kacamata Pb) sebaiknya digunakan apabila beban kerja operator sangat tinggi dan berpotensi mendapat paparan radiasi yang melebihi nilai batas dosis radiasi untuk pekerja radiasi sebagaimana yang ditetapkan dalam Peraturan Kepala BAPETEN No. 4 Tahun 2013.

II.2.31. Penggunaan pesawat sinar-X portabel harus memperhatikan besarnya dosis pasien yang tidak melampaui Tingkat Panduan lokal atau nasional yang ditetapkan untuk pemeriksaan radiologi gigi intraoral.

	PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275
Jenis Rekaman : Output Unit Kerja Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel	

II.2.32. Kajian keselamatan radiasi yang komprehensif harus dilakukan sebelum membeli, menjual, atau menggunakan pesawat sinar-X gigi portabel.

II.3. Jaminan Mutu Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

II.3.1. Secara umum karakteristik suatu pesawat sinar-X portabel adalah mudah dipindah dan dibawa sehingga akan sering berpindah dan sering dilakukan pemasangan ulang. Pergerakan mekanik akibat seringnya perpindahan dan pemasangan ulang pesawat sinar-X akan berpotensi terjadinya perubahan parameter penyinaran walau kecil sekali, namun dapat berakibat tidak baik untuk hasil penyinaran. Oleh karena itu, pesawat sinar-X portabel harus dilakukan jaminan mutu untuk memastikan bahwa pesawat masih berfungsi dengan baik dan masih memberikan hasil penyinaran yang optimal dengan dosis pasien dan operator seminimal mungkin.

II.3.2. IAEA memberi rekomendasi dalam GSR Part 3 bahwa program jaminan mutu untuk paparan medik meliputi [10]:

- a. Pengukuran parameter fisika peralatan radiologi medik;
- b. Penerapan tindakan perbaikan jika setelah dilakukan pengukuran parameter fisika berada di luar batas toleransi yang ditetapkan;
- c. Verifikasi faktor fisika dan klinis yang digunakan dalam prosedur radiologi;
- d. Memelihara rekaman semua prosedur dan hasil yang terkait paparan medik; dan
- e. Pemeriksaan berkala terhadap kalibrasi dan kondisi pengoperasian dosimetri peralatan dan peralatan pemantauan

II.3.3. Pengukuran parameter fisika peralatan radiologi medik sebagaimana dimaksud pada II.3.2.a di atas dilakukan [10]:

- a. Pada saat penerimaan dan komisioning peralatan sebelum digunakan untuk penggunaan klinis pada pasien;
- b. Secara berkala;
- c. Setelah prosedur perbaikan atau perawatan besar yang dapat mempengaruhi faktor keselamatan radiasi pada pasien;

Nomor : PRK/PD/2/00/2023	Tanggal : 29 Desember 2023
Revisi : 0	Halaman : 12



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

II.3.4. Setelah pemasangan perangkat lunak (*software*) baru atau modifikasi perangkat lunak (*software*) yang dapat mempengaruhi keselamatan radiasi pada pasien.

II.3.5. Bentuk dan lingkup program jaminan mutu tergantung dari kompleksitas dan sumber daya yang dimiliki oleh fasilitas. Program jaminan mutu sekurang-kurangnya dapat mengatasi masalah yang muncul, adanya pembagian tugas yang jelas, dan sistem pelaporan yang terstruktur dan sistematis [3].

II.3.6. Salah satu program jaminan mutu adalah penilaian mutu citra. Dalam melakukan penilaian mutu citra perlu dipastikan hal berikut [3].

- a. Pada fasilitas yang masih menggunakan media pemrosesan film dengan cairan pengembang (cairan developer), maka perlu dipastikan tetap terjaga dengan baik untuk kondisi dan persyaratan bahan kimia untuk pemroses, kekentalan cairan, temperatur, dan waktu pemrosesan film.
- b. Pengecekan secara rutin untuk sensitometri dan densitometri dari prosesor diperlukan dan dilakukan oleh personel yang berkualifikasi.
- c. Untuk fasilitas radiologi yang sudah memiliki media pengolah citra secara digital, maka secara rutin perlu dilakukan pemeriksaan untuk memastikan media citra tetap terjaga dengan baik.
- d. Sistem digitalisasi yang memudahkan dalam sistem pengarsipan dan komunikasi citra (*Picture Archiving And Communications Systems/PACS*) dan teleradiologi harus didukung untuk dikembangkan di setiap fasilitas sesuai dengan sumber daya dan infrastruktur. Sistem PACS memiliki banyak manfaat, selain membantu dalam penetapan diagnosis, berguna untuk edukasi kepada pasien. Citra asli pada film dapat didigitalkan, diduplikasi, dicetak dan didistribusikan ke praktisi medis tanpa mengalami degradasi integritas diagnostik selama proses digitalisasi dan transmisi.
- e. Prosentase pengulangan penyinaran harus dicatat. Pengulangan penyinaran dapat mengakibatkan *reject* film bagi yang menggunakan film konvensional. Kegagalan film/citra harus dilihat sebagai kesalahan sistematis yang dapat mengurangi tingkat pengulangan penyinaran. Semua citra digital yang



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

dihasilkan harus direkam. Pengulangan penyinaran sebaiknya tidak dilakukan apabila citra masih dapat memberikan informasi diagnostik yang memadai.

- f. Program jaminan mutu harus dilakukan secara internal dan eksternal. Program jaminan mutu internal sebaiknya dilakukan paling kurang 1 (satu) tahun sekali. Program jaminan mutu eksternal dilakukan sesuai ketentuan peraturan perundangan mengenai Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional untuk pesawat sinar-X gigi internal.



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

BAB III
ASPEK KESELAMATAN RADIASI
DALAM DESAIN PESAWAT SINAR-X GIGI PORTABEL

III.1. Rekomendasi Internasional

- III.1.1. Pedoman internasional mengenai keselamatan dalam penggunaan pesawat sinar-X gigi portabel/genggam (*handheld*), selain mengacu pada publikasi IAEA yaitu SRS 108 sebagaimana disebutkan pada bab II.2.10, IAEA juga memberi rekomendasi untuk mengacu pada beberapa publikasi internasional seperti publikasi yang diterbitkan dari EADMR (*European Academy of DentoMaxilloFacial Radiology*) [11]. Selain itu, dapat pula mengacu pada Pernyataan Posisi (*Position Statement*) yang dikeluarkan oleh HERCA (*Heads of The European Radiological Protection Competent Authorities*) [12], dan publikasi yang dikeluarkan oleh PHE (*Public Health England*) dalam seri laporan PHE CRCE yang berjudul ‘*Guidance on the Safe Use of Hand Held Dental X-ray Equipment*’[13].
- III.1.2. IAEA, EADMR, dan HERCA sama-sama menyatakan bahwa pesawat sinar-X portabel gigi genggam (*handheld*) hanya boleh digunakan apabila pesawat sinar-X gigi terpasang tetap tidak memungkinkan atau tidak praktis digunakan untuk kondisi pasien tertentu seperti pasien di fasilitas pasien jompo, situasi operasi militer, fasilitas penyandang disabilitas, fasilitas perawatan gigi residensial, dan ordontologi forensik [6,11,12].
- III.1.3. Publikasi PHE mengusulkan standar keselamatan untuk desain dan konstruksi pesawat sinar-X gigi jenis portabel (*handheld*) dan memberikan panduan keselamatan bagi semua pihak yang terkait dengan penggunaan pesawat sinar-X gigi jenis *handheld*.
- III.1.4. Dalam publikasi tersebut, dinyatakan bahwa beberapa permasalahan perlu dipertimbangkan seorang dokter gigi ketika akan membeli pesawat sinar-X gigi portabel yaitu mengenai [13]:
- a. Sejauh mana kualitas gambar hasil penyinaran (citra) terpengaruh oleh pergerakan operator selama penyinaran;

Nomor : PRK/PD/2/00/2023	Tanggal : 29 Desember 2023
Revisi : 0	Halaman : 15



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

- b. Keterbatasan dalam pandangan penyinaran, mengingat adanya kebutuhan untuk mempertahankan posisi sinar X pada bidang horizontal (dan faktor ergonomis lainnya);
- c. Kepraktisan kolimator berbentuk persegi panjang, penahan penerima citra (*image receptor holder*) dan alat pemusat berkas sinar-X (*beam aiming devices*);
- d. Waktu penyinaran yang lebih lama, berpotensi mempengaruhi kualitas citra dan meningkatkan paparan pada pasien dan operator;
- e. Potensi kualitas citra terpengaruh oleh keluaran radiasi yang berkurang atau tidak konsisten karena daya baterai berkurang, atau dipengaruhi oleh kondisi lingkungan;
- f. Potensi paparan pada operator yang meningkat secara signifikan dibandingkan paparan yang dihasilkan dari pesawat sinar-X gigi terpasang tetap / konvensional; dan
- g. Penggunaan peralatan sinar-X gigi portabel di “lingkungan yang tidak terawasi”.

III.1.5. Publikasi PHE menyatakan bahwa di Negara Inggris terdapat lebih dari 350 praktik kedokteran gigi yang sudah secara rutin menggunakan pesawat sinar-X genggam untuk radiografi intraoral. Kemudian PHE melakukan penelitian terhadap penggunaan pesawat sinar-X genggam untuk mendapatkan informasi yang lebih rinci tentang permasalahan sebagaimana dimaksud pada bab III.1.4. [13].

III.1.6. PHE menyelenggarakan lokakarya bersama para profesional dan konsultan dalam bidang radiologi gigi, dokter gigi, dan operator yang berpengalaman dalam penggunaan pesawat sinar-X genggam. Dua model pesawat sinar-X genggam digunakan, mewakili dua tipe desain dasar yang tersedia di pasar Inggris. Aribex Nomad Pro mewakili desain gaya 'pistol', sedangkan Dexcowin DX-4000 mewakili desain gaya 'kamera'. Pada kedua model ini terpasang pelindung (*shielding*) timbal-akrilik di ujung *spacer cone* untuk melindungi operator dari paparan radiasi hambur dari pasien, di mana daerah ini disebut zona yang terproteksi bagi operator (lihat Gambar 3). Perlu diperhatikan bahwa, agar pesawat sinar-X genggam memberikan



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

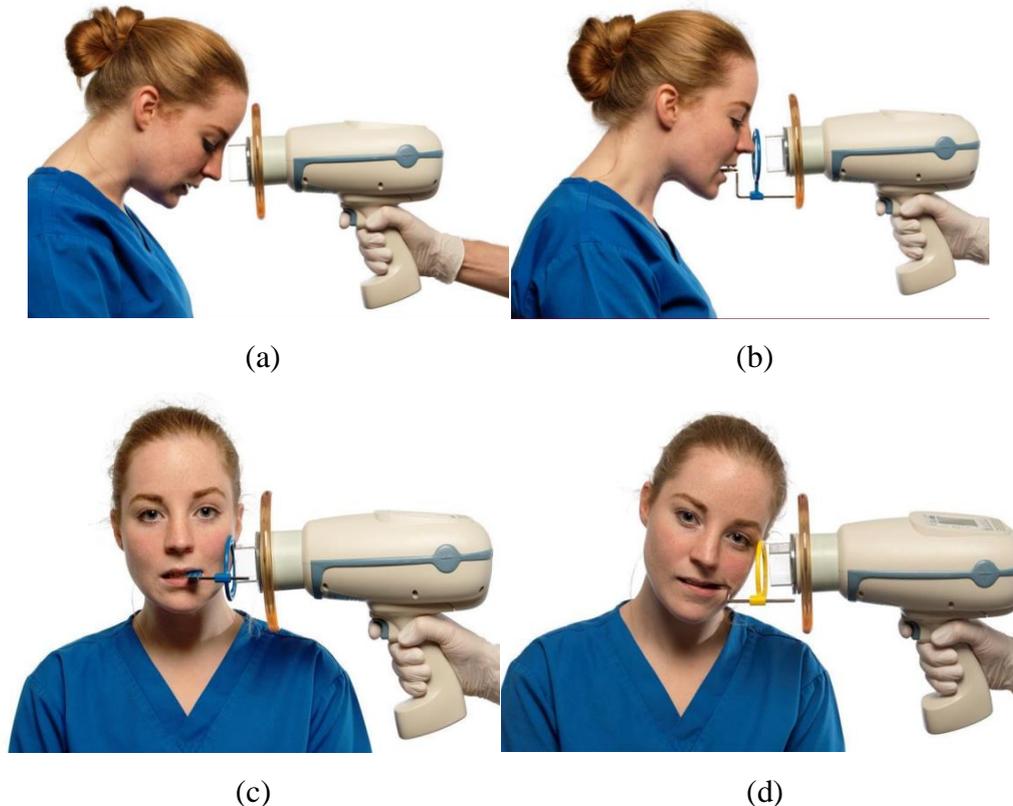
perlindungan maksimal bagi operator, berkas sinar-X harus dibatasi pada bidang horizontal [13].



Gambar 3. Model pesawat sinar-X gigi model pistol (kiri) dan model kamera (kanan) [13]

- III.1.7. Lokakarya berlangsung di fasilitas bedah gigi, dengan seorang sukarelawan bertindak sebagai 'pasien' duduk di kursi gigi. Semua jenis posisi pemeriksaan radiografi intraoral yang umum digunakan dan posisi *oblique lateral* juga diuji coba. Dalam setiap kasus, reseptor citra disiapkan seperti biasa dan ditempatkan di mulut pasien yang sesuai untuk setiap tampilan radiografi. Pasien kemudian diposisikan sedemikian rupa sehingga *spacer cone* pesawat sinar-X dapat ditempatkan dengan benar, dengan batasan tambahan bahwa berkas sinar-X harus tetap berada pada bidang horizontal sehingga operator tetap berada di dalam daerah yang terproteksi, dan sinar-X tidak boleh diarahkan ke perut atau dada pasien [13].
- III.1.8. Gambar 4 (a) adalah radiografi oklusal standar atas, yang menunjukkan kepala pasien harus dimiringkan untuk mempertahankan sinar X pada bidang horizontal .
- III.1.9. Gambar 4 (b) adalah radiografi periapikal anterior atas, menunjukkan kepala pasien yang miring diperlukan untuk mempertahankan sinar X pada bidang horizontal.
- III.1.10. Gambar 4 (c) adalah radiografi bitewing, memperlihatkan penggunaan penahan reseptor citra (*image receptor holder*), alat pemusat berkas sinar-X (*beam aiming device*), dan kolimator berbentuk persegi panjang. Pada radiografi ini tidak diperlukan perubahan posisi pasien.
- III.1.11. Gambar 4 (d) adalah radiografi periapikal posterior atas, yang menunjukkan kepala pasien harus dimiringkan untuk mempertahankan sinar X pada bidang horizontal.

Jenis Rekaman	: Output Unit Kerja
Judul	: Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel



Gambar 4. Semua jenis posisi pemeriksaan radiografi intraoral yang umum digunakan yaitu radiografi oklusal standar atas (a), periapikal anterior atas (b), bitewing (c), dan periapikal posterior atas (hak cipta © Cardiff University)

- III.1.12. Lokakarya yang diselenggarakan PHE ini menghasilkan beberapa temuan, yaitu bahwa sebagian posisi penyinaran (*bitewings*, periapikal, oklusal, dan *oblique lateral*) dapat dilakukan dengan pesawat sinar-X genggam (*handheld*), walaupun memiliki ketidaknyamanan atau kesulitan bagi pasien untuk mengambil posisi yang dibutuhkan untuk membatasi paparan sinar-X ke bidang horisontal [13].
- III.1.13. Selain faktor posisi penyinaran, lokakarya ini juga memberikan temuan pada faktor peralatan. Penggunaan penahan reseptor citra (*image receptor holder*) dan alat pemusat berkas sinar-X (*beam aiming device*) dapat memungkinkan *visual alignment* yang mudah dari *spacer cone* (yang terpasang dengan kolimator persegi panjang pada kedua unit) terhadap pasien. Namun demikian, lengan proyeksi pada alat yang digunakan saat workshop, berbatasan dengan penahan radiasi hamburan balik (*backscatter*) sedemikian rupa sehingga perlu untuk menahan ujung *spacer*



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

cone 5–10 cm lebih jauh dari pasien. Hal ini akan meningkatkan paparan sinar-X pada pasien dan menambah waktu penyinaran sehingga menghasilkan peningkatan dosis pasien (DAP) secara keseluruhan sebesar 50%–100% dibandingkan apabila penyinaran dilakukan dengan *spacer cone* yang sangat dekat dengan kulit pasien [13].

- III.1.14. Kemungkinan ada peningkatan risiko penyelarasan *spacer cone* yang tidak tepat dengan reseptor citra yang mengarah ke '*cone* yang terpotong (*cutting cone*)', sehingga berpotensi terjadinya pengulangan penyinaran yang dapat meningkatkan dosis pasien. Selain itu, area yang terproteksi bagi operator juga akan berkurang. Untuk menghindari efek ini, perangkat pengarah berkas sinar (*beam aiming device*) harus sedemikian rupa untuk memungkinkan *spacer cone* ditempatkan sedekat mungkin dengan pasien. Oleh karena itu, perangkat *beam aiming device* dan *spacer cone* ini harus tersedia pada pesawat sinar-X genggam (*handheld*) [13].
- III.1.15. Hasil lokakarya yang dilakukan PHE ini memberi kesimpulan bahwa pada penggunaan pesawat sinar-X genggam (*handheld*), tidak ada keuntungan yang nyata dalam hal kemudahan pemosisian penyinaran. Selain itu, kolimator berbentuk persegi panjang harus digunakan [13].
- III.1.16. PHE juga melakukan investigasi dan pengujian pada 5 (lima) model pesawat sinar-X gigi portabel. Hasil pengujiannya sebagaimana yang tercantum pada Tabel 1 dan 2 [13].
- III.1.17. Tabel 2 menunjukkan perkiraan dosis terserap tahunan ke tubuh dan tangan operator yang timbul dari penggunaan kelima model pesawat sinar-X genggam (*handheld*) pada Tabel 1. Perkiraan dosis didasarkan pada pengukuran dosis serap yang diambil pada posisi vertikal dengan jarak 0,50 m di belakang pesawat sinar-X genggam (*handheld*), dan pada posisi yang mewakili tangan operator, dengan asumsi beban kerja 100 kali penyinaran seminggu selama 50 minggu (setahun).



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

Tabel.1. Fitur utama 5 model pesawat Sinar-X genggam (*handheld*) yang diuji oleh PHE

Spesifikasi/deskripsi	Model A	Model B	Model C	Model D	Model E
Tegangan tabung (kV)	60	60	60	60	70
Kuat arus tabung (mA)	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0
Rentang waktu paparan (detik)	0,02–1,00	0,01– 2,00	0,03– 2,00	0,05– 1,35	0,01– 1,30
Laju dosis di ujung kerucut/cone (mGy/s)	3.41	2.38	Tidak ditentukan	4.90	3.37
Pelindung backscatter disediakan?	Ya	Tidak	Tidak	Ya	Ya
Jarak fokus ke kulit (mm)	200	200	100	120	205
Ukuran balok: diameter atau lebar (mm) x tinggi (mm)	34x46	60	65	60	35x43
Filtrasi total (mm Al)	1.5	1.8	2.0	1.5	1.5
Lampu 'Power on' disediakan?	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya
Lampu 'Sinar-X on' disediakan?	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya
Sinyal suara 'Sinar-X padam' disediakan?	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya
Batas waktu mati/kontrol otomatis?	Ya	Tidak	Ya	Ya	Ya



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

Tabel 2. Hasil pengujian yang dilakukan PHE pada kelima pesawat sinar-X genggam (*handheld*) dengan spesifikasi yang tertulis pada Tabel 1.

Fitur	Model A	Model B	Model C	Model D	Model E
Waktu paparan untuk radiografi molar rahang bawah dewasa menggunakan film dengan kecepatan F (detik)	0,40	0,61	0,29	0,40	0,26
Dosis masuk pasien dengan waktu paparan di atas (mGy)	1.17	1.45	1.10	1.93	0,86
Dosis serap per paparan 0,50 detik pada tubuh operator (nGy)	73	122	461	73	27
Dosis serap per paparan 0,50 detik pada posisi tangan operator (nGy)	160	1.800	10.800	1.700	70
Perkiraan dosis tahunan pada posisi tubuh operator (mGy)	0,10	0,70	1.3	0,30	0,07
Perkiraan dosis tahunan pada tangan operator (mGy)	0,62	10.9	31.0	6.80	0,20

III.1.18. Model A, D dan E memenuhi batasan dosis yang direkomendasikan oleh PHE. Model-model ini dilengkapi dengan pelindung *backscatter*. Kemungkinan model B juga akan sesuai jika dilengkapi dengan pelindung *backscatter*. Namun, model C dan D memiliki jarak fokus ke kulit (FSD) yang kurang dari nilai minimum 200 mm yang direkomendasikan untuk peralatan yang beroperasi pada 60 kV atau lebih. Penggunaan *spacer cone* yang lebih panjang memberikan FSD 200 mm akan mengurangi dosis pasien dan pengurangan dosis tahunan yang proporsional pada tubuh dan tangan operator, namun kualitas citra diagnostik tetap memadai.

	PUSAT PENKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120 Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275
Jenis Rekaman : Output Unit Kerja Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel	

III.2. Spesifikasi Teknis Pesawat Sinar-X Portabel Radiografi Gigi

- III.2.1. Dalam dokumen SRS 108, IAEA memberi rekomendasi ketentuan untuk penggunaan pesawat sinar-X portabel secara umum, yaitu spesifikasi teknis pesawat sinar-X gigi portabel harus sama dengan spesifikasi teknis pesawat sinar-X gigi intraoral terpasang tetap, kecuali untuk parameter kuat arus yang jauh lebih kecil dan waktu penyinaran yang lebih lama pada pesawat sinar-X gigi terpasang tetap/konvensional [6].
- III.2.2. Secara umum, spesifikasi teknis pesawat sinar-X gigi portabel mengacu pada persyaratan fitur umum pesawat sinar-X sebagaimana tercantum dalam Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2020 Pasal 59 dan Pasal 60 yang menetapkan bahwa persyaratan fitur umum pesawat sinar-X meliputi [2]:
- a. Perangkat keras dan perangkat lunak terintegrasi;
 - b. Semua parameter operasi dapat ditampilkan dengan jelas dan akurat;
 - c. Terdapat mekanisme kendali berkas radiasi, termasuk tanda yang menunjukkan secara jelas secara visual atau audio ketika penyinaran sedang berlangsung;
 - d. Terdapat sistem untuk meminimalkan kesalahan manusia;
 - e. Terdapat kolimator untuk membatasi berkas radiasi;
 - f. Terdapat filter bawaan dan filter tambahan untuk mengurangi energi rendah radiasi; dan
 - g. Kebocoran radiasi pesawat sinar-X tidak melampaui 1 mGy (satu miligray) dalam 1 (satu) jam pada jarak 1 (satu) meter dari fokus.
- III.2.3. Untuk pesawat sinar-X berbasis digital, harus memiliki:
- a. Tampilan dosis *real-time* dan laporan dosis akhir yang ada dalam informasi di DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*), termasuk transfer data dosis untuk tujuan tingkat panduan diagnostik dan perhitungan dosis pasien; dan
 - b. Sambungan ke RIS (*Radiology Information System*)/PACS (*Picture Archive and Communication System*).
- III.2.4. Berdasarkan ketentuan keselamatan yang direkomendasikan IAEA (SRS 108) dan Negara Inggris (PHE), maka suatu pesawat sinar-X portabel radiografi gigi

Nomor : PRK/PD/2/00/2023	Tanggal : 29 Desember 2023
Revisi : 0	Halaman : 22



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

sebaiknya memiliki spesifikasi teknis yang dijelaskan dalam Bab III.2.5 - III.2.12. berikut.

- III.2.5. Generator dan tabung sinar-X yang terdapat pada pesawat sinar-X portabel radiografi gigi harus memiliki frekuensi tinggi dengan spesifikasi, memiliki [6, 13]:
- tegangan tabung minimum: 60 kV
 - rentang kuat arus: 2 mA – 8 mA
 - panjang konus: minimal 20 cm.
 - ukuran fokus antara 0,4 mm dan 0,7 mm. Fokus dengan ukuran yang lebih kecil akan meningkatkan ketajaman gambar karena mengakibatkan penumbra yang kecil.
 - jarak antara fokus dengan kulit (FFD) setidaknya 20 cm dan semakin jauh jarak FFD maka dosis yang diterima kulit akan semakin rendah.
 - nilai HVL minimal 1,5 mmAl pada tegangan atau lebih kecil dari 70 kV dan 2.1 mmAl pada tegangan atau lebih besar dari 71 kV. Jika jumlah filtrasi tidak mencukupi, dosis kulit pasien akan relatif tinggi.
- III.2.6. Dimensi sinar-X di ujung kolimator harus tidak lebih dari 4 cm × 5 cm (untuk kolimator berbentuk persegi panjang), atau diameter 6 cm (untuk kolimator berbentuk silinder). Sebaiknya pesawat sinar-X radiografi gigi untuk intraoral menggunakan kolimasi persegi panjang, karena menghasilkan dosis radiasi pasien yang jauh lebih rendah dan juga dapat meningkatkan kualitas citra dengan radiasi hambur yang lebih rendah [6,13].
- III.2.7. Fitur penyinaran ketika menggunakan pesawat sinar-X portabel adalah memiliki waktu penyinaran yang dapat diatur sesuai dengan reseptor citra, usia pasien, dan area anatomi. Pesawat sinar-X portabel cenderung beroperasi dengan waktu paparan yang lebih lama karena arus tabung yang relatif rendah. Rentang waktu penyinaran yang dapat dipilih untuk unit sinar-X dental adalah antara 0,01 detik - 4 detik [6,13].
- III.2.8. Saat pembelian pesawat sinar-X harus dipastikan bahwa pesawat sudah sepaket (*bundling*) dengan reseptor citra, kolimator (sebaiknya kolimator berbentuk persegi panjang), pemegang reseptor citra (*image receptor holder*) dan perangkat penargetan paparan (*beam aiming device*) untuk memungkinkan *spacer cone* dapat sedekat mungkin dengan pasien, dan dilengkapi dengan penahan radiasi internal

Nomor : PRK/PD/2/00/2023	Tanggal : 29 Desember 2023
Revisi : 0	Halaman : 23



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

pada kepala tabung serta penahan radiasi permanen yang melindungi operator dari radiasi hamburan balik dari pasien [13].

- III.2.9. Apabila pesawat sinar-X tidak disertai dengan penahan radiasi permanen untuk melindungi operator sebagaimana disebutkan pada bab III.1.7 maka pesawat sinar-X harus dilengkapi dengan perlengkapan untuk melakukan paparan dari jarak jauh yaitu tripod dan sakelar dengan kabel yang cukup panjang untuk memungkinkan operator berdiri setidaknya 1,5 m dari kepala tabung [13].
- III.2.10. Reseptor citra yang digunakan dalam pemeriksaan radiografi intraoral harus memiliki resolusi spasial tinggi seperti kualitas citra pada radiologi diagnostik umumnya. Hal tersebut akan dipengaruhi oleh penyimpanan dan pengolahan (*prosesing*) citra. Untuk reseptor dalam bentuk film maka harus menggunakan film dengan speed E/F dibandingkan speed D [13].
- III.2.11. Bahan penahan radiasi internal (*internal shielding*) terbuat dari bahan yang setara dengan timbal dengan tebal tidak kurang dari 0,25 mm dan memiliki diameter 15,2 cm yang dapat diposisikan dalam jarak 1 cm dari ujung alat penunjuk posisi sehingga radiasi yang mengenai tubuh atau tangan operator tidak melampaui nilai batas dosis bagi pekerja radiasi yang ditetapkan dalam Peraturan BAPETEN No.4 Tahun 2013 [8].
- III.2.12. Untuk mencegah pesawat sinar-X digunakan oleh orang yang tidak berwenang, maka pesawat sinar-X gigi portabel sebaiknya dilengkapi dengan fitur “PIN” atau kunci pengaman untuk mengaktifkan panel kendali untuk memulai penyinaran [13].



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

**BAB IV
PENUTUP**

Pemeriksaan gigi dengan menggunakan pesawat sinar-X gigi (radiologi gigi) merupakan suatu kebutuhan penting untuk melakukan diagnosis dan tindakan medik yang tepat. Dengan adanya kemajuan teknologi, pesawat sinar-X gigi jenis portabel banyak bermunculan dan banyak diminati karena karakternya yang sangat praktis dan harganya yang jauh lebih murah dibandingkan pesawat sinar-X gigi terpasang tetap. Namun, penggunaan pesawat sinar-X gigi portabel tidak terlepas dari berbagai risiko keselamatan radiasi. Hal ini merupakan tantangan menarik dalam pengawasan era saat ini. Peraturan perundangan yang ada saat ini belum ada yang memberikan ketentuan lebih khusus mengenai penggunaan pesawat sinar-X gigi portabel. Para pengguna maupun para pengawas radiasi harus memperhatikan prosedur keselamatan apa saja yang harus dipenuhi dalam penggunaan pesawat sinar-X portabel. Pedoman keselamatan penggunaan pesawat sinar-X gigi portabel ini sebaiknya dapat dijadikan acuan sehingga akan menghasilkan suatu pemahaman yang sama bagi pengawas, penjual, maupun pengguna pesawat sinar-X gigi portabel. Dengan demikian, pelayanan pasien dapat dilakukan dengan lebih baik dan cepat. BAPETEN bekerja sama dengan asosiasi profesi akan melakukan pembinaan serta pelatihan terkait proteksi radiasi penggunaan pesawat sinar-X gigi portabel termasuk para akademisi, karena dalam kurikulum pendidikan dokter gigi materi ini tidak diberikan secara detail.



**PUSAT PENKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Keselamatan Radiasi Penggunaan Pesawat Sinar-X Gigi Portabel

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jacquie Vallis, 2017, “The Role of Radiography in Disaster Victim Identification”, The Application of Imaging to the Study of Human Remains, Pages 57-69.
- [2] Badan Pengawas Tenaga Nuklir, 2020, “Keselamatan Radiasi pada Penggunaan Pesawat Sinar-X dalam Radiologi Diagnostik dan Intervensional”, Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4 .
- [3] Badan Pengawas Tenaga Nuklir, 2016, “Pedoman Teknis Keselamatan Radiasi Di Fasilitas Radiologi Kedokteran Gigi” P2STPFRZR.
- [4] International Atomic Energy Agency (IAEA), 2014, “Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation”, Specific Safety Guide No. SSG-46.
- [5] Safety Code 30, 1999, “Radiation Protection in Dentistry”, Recommended Safety Procedures for the Use of Dental X-Ray Equipment, Canada.
- [6] International Atomic Energy Agency (IAEA), 2020, “Radiation Protection in Dental Radiology”, Safety Report Series (SRS) Nomor 108.
- [7] Badan Pengawas Tenaga Nuklir, 2023, “Penggunaan Pesawat Sinar-X Portabel untuk Radiografi Umum di Fasilitas Pelayanan Kesehatan”, Surat Edaran Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 2127.
- [8] Badan Pengawas Tenaga Nuklir, 2013, “Keselamatan Radiasi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir”, Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4.
- [9] Badan Pengawas Tenaga Nuklir, 2015, “Kajian Justifikasi Pesawat Sinar-X Gigi Hand-Held Nomad Pro 2 dari Aspek Keselamatan Radiasi dan Regulasi”, P2STPFRZR.
- [10] International Atomic Energy Agency (IAEA), 2014, “Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards”, General Safety Requirements Part 3, No. GSR Part 3, IAEA Safety Standards for protecting people and the environment.
- [11] European Academy of Dento Maxillo Facial Radiology (EADMFR), 2015, “Justification and good practice in using handheld portable dental X-ray equipment”.
- [12] Heads of The European Radiological Protection Competent Authorities, (HERCA), 2014, “Use of Handheld Portable Dental X-Ray Equipment”, Position Statement.
- [13] PHE (Public Health England), 2016, “Guidance on the Safe Use of Hand Held Dental X-ray Equipment”, PHE CRCE.

Nomor : PRK/PD/2/00/2023	Tanggal : 29 Desember 2023
Revisi : 0	Halaman : 26