

SERTIFIKASI ULANG KAMERA
RADIOGRAFI GAMMA INDUSTRI JENIS PORTABEL

B. Y. Eko Budi Jumpeno dan Bunawas
Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi - BATAN
Email: [eko_jurnpeno@yahoo.c\(m\)](mailto:eko_jurnpeno@yahoo.c(m))

ABSTRAK

SERTIFIKASI ULANG KAMERA RADIOGRAFI GAMMA INDUSTRI JENIS PORTABEL. Telah diuraikan metode pengujian pada sertifikasi ulang kamera radiografi gamma industri tipe portabel. Sertifikasi ulang tersebut mencakup 3 pengujian yaitu pengukuran laju dosis ekuivalen ambien, uji kebocoran sumber radioaktif, serta uji visual dan ketahanan proyeksi peralatan radiografi gamma industri. Pengujian mengacu pada standar yang tercantum dalam SNI ISO 3999:2008, SNI 18-6650.2-2002, dan ketentuan keselamatan yang ditetapkan dalam Perka BAPETEN No. 7 Tahun 2009. Laporan sertifikat pengujian yang diterbitkan digunakan sebagai bahan pertimbangan BAPETEN dalam menerbitkan izin pemanfaatan radiografi industri. Para pemangku kepentingan yang meliputi BAPETEN, dunia industri radiografi, dan lembaga penguji harus duduk bersama untuk rnerumuskan protokol sertifikasi ulang dan menetapkan waktu berlakunya protokol tersebut. Apabila protokol tersebut disepakati oleh para pemangku kepentingan maka persyaratan keselamatan sebagaimana dinyatakan dalam Perka BAPETEN No. 7 Tahun 2009 dapat dipenuhi tanpa mengabaikan sisi ekonomi dalam pemanfaatan radiografi gamma industri. Komitmen bersama para pemangku kepentingan berdasarkan protokol yang disepakati merupakan suatu persyaratan utama dalam pelaksanaan sertifikasi ulang kamera radiografi gamma industri, ketika aspek teknis pengujian sudah siap diimplementasikan.

Kata kunci: sertifikasi ulang, kamera gamma, portabel

ABSTRACT

RE-CERTIFICATION OF INDUSTRIAL GAMMA RADIOGRAPHY CAMERA TYPE PORTABLE. Testing method already described in recertification of industrial gamma radiography camera type portable. The recertification includes 3 (three) testing, namely the ambient equivalent dose rate measurement, leak test of radioactive sources, and visual and endurance test of projected industrial gamma radiography equipment. The testing refers to the standard set forth in ISO 3999:2008, ISO 18-6650.2-2002, and safety provisions set out in the BAPETEN Chairman Regulation No. 7:2009. Test report/certificate issued in the recertification program is used as a material consideration in issuing permits utilization BAPETEN industrial radiography. Stakeholders in the recertification of program industrial gamma radiography

camera type portable which includes BAPETEN, community of industrial radiography, and independent testing body should discuss together to formulate protocols recertification and set the time of entry into force of the protocols. If recertification protocols of industrial gamma radiography camera was agreed by the stakeholder, so safety requirements as stated in the BAPETEN Chairman Regulation No. 7:2009 can be met without compromising the economic factor in the utilization of industrial gamma radiography. Commitment with stakeholders based on agreed-upon protocol is a key requirement in the implementation of recertification industrial gamma radiography camera, when the technical aspects of the test is ready to be implemented.

Keyword: re-certificaton, gamma camera, portable

PENDAHULUAN

Pada tanggal I ~ei 2013, Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) menerbitkan Surat Edaran No. 1991/ DPRFZRIV-13. Salah satu butir dari Surat Edaran tersebut adalah bahwa izin pemanfaatan radiografi industri menggunakan kamera gamma Tech Ops seri 660 akan diterbitkan terakhir sampai dengan bulan Desember 2013 dan status izin pemanfaatannya tidak berlaku setelah bulan Juni 2014 [1].

Aquino dkk (2003) [2], melakukan evaluasi keselamatan terhadap 11 jenis kamera gamma yang dioperasikan di Brazil yang terdiri 239 buah. Evaluasi keselamatan ini menggunakan ISO 3999 sebagai acuan tingkat kesesuaiannya. Hasil evaluasinya menunjukkan bahwa 70% kamera yang dievaluasi lolos uji terhadap persyaratan dalam ISO 3999: 1977, namun tidak ada yang lolos uji ketika digunakan ISO 3999: 1997 dan ISO 3999-1 :2000. Sementara itu Candeias dkk (2007) [3], melakukan kajian videoskopik

pada S tube kamera gamma untuk mengidentifikasi adanya keausan permukaan S tube tersebut. Sebanyak 66 kamera gamma dari berbagai merk/pabrikasi, 19 diantaranya adalah jenis Tech Ops seri 660 telah diuji. Hasilnya, 9 kamera gamma tidak normal, 3 diantaranya adalah jenis Tech Ops 660.

India mewajibkan setiap kamera gamma beserta asesorisnya diuji kelayakan keselamatannya sebelum izin pemanfaatan sumber radioaktif (*re-loading*) diterbitkan, bahkan prosedur pengujian yang memadai sudah tersedia [4]. Dalam kurun 1 s.d. 15 Juni 2013, Board of Radiation & Isotope Technology, Bhaba Atomic Research Centre (BRIT-BARC) telah menguji 48 kamera gamma dari berbagai pabrikasi, 9 di antaranya adalah Tech Ops 660. Dari semua kamera gamma yang diuji 40 buah lolos uji dan 6 diantaranya merupakan kamera gamma Tech Ops 660 [5].

Menurut IAEA Safety Report No.7, disebutkan bahwa

insiden kecelakaan dalam bidang radiografi gamma industri tinggi. Salah satu penyebab terjadinya kecelakaan adalah adanya malfungsi atau kerusakan pada kamera gamma dan asesorisnya [6].

Untuk mencegah terjadinya kecelakaan radiasi yang diakibatkan oleh malfungsilerusakan karena gamma asesorisnya, pengujian keselamatan kamera gamma asesorisnya merupakan suatu keharusan. Untuk mencegah konflik kepentingan dan menjaga mutu pengujian, maka uji keselamatan kamera gamma asesorisnya dilakukan oleh lembaga pengujian yang independen dan terakreditasi. Pengujian keselamatan kamera gamma radiografi industri merupakan suatu kegiatan sertifikasi ulang. Hasil pengujian/sertifikasi ulang kamera gamma asesorisnya menjadi bahan pertimbangan Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) dalam menerbitkan izin pemanfaatan radiografi industri.

Pengujian keselamatan kamera radiografi gamma industri mengacu pada ketentuan dalam Peraturan Kepala BAPETEN No.7 Tahun 2009 tentang Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Peralatan Radiografi Industri dan standar nasional SNI ISO 3999:2008 tentang Proteksi Radiasi-Peralatan untuk radiografi gamma industri. Spesifikasi untuk kinerja, desain, dan uji, serta SNI 18-6650.2-2002 tentang Proteksi

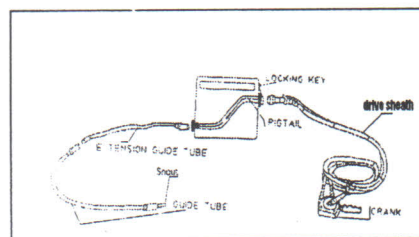
Radiasi-sumber radioaktif tertutup. Bagian: Metoda uji kebocoran.

Dalam tulisan ini diuraikan rangkaian pengujian kamera radiografi gamma industri jenis portabel dan asesorisnya baik radiasi maupun non radiasi berdasarkan standar yang tercantum dalam SNI ISO 3999:2008 dan SNI 18-6650.2-2002.

TINJAUAN PUSTAKA

Peralatan Radiografi Gamma Industri

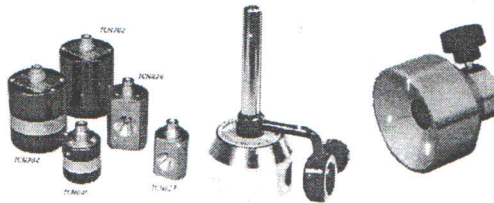
Kamera gamma yang banyak digunakan untuk keperluan pengujian tak rusak (*non destructive testing*) di Indonesia pada umumnya masuk kelas P (*portable*). Sebagian besar kamera gamma ini diklasifikasikan dalam *projection exposure container* yaitu kamera gamma dengan sumber radioaktif yang dipakai diproyeksikan ke luar kamera menggunakan suatu pengarah (*guide tube*) pada suatu kolimator oleh operator yang berada jauh dari kolimator tersebut.



Gambar 1. Peralatan radiografi gamma industri.

Peralatan radiografi gamma industri pada dasarnya terdiri dari rakitan sumber (*pigtail*), kamera gamma, unit pemutar (*crank*), kabel pengendali dan selongsong kabel kendali (kendali jarak jauh), selongsong proyeksi (*guide tube/extension guide tube*), dan kolimator. Gambar I. menunjukkan peralatan radiograf gamma industri. Apabila pekerjaan radiografi memerlukan area obyek

yang kecil, ukuran berkas radiasi dapat dikurangi dengan menggunakan kolimator sebagai pengarah radiasi. Salah satu jenis kamera gamma yaitu *shutter exposure container* telah menggabungkan sistem kolimasi sebagai bagian dari perisai radiasi. Gambar 2 melukiskan berbagai bentuk kolimator.

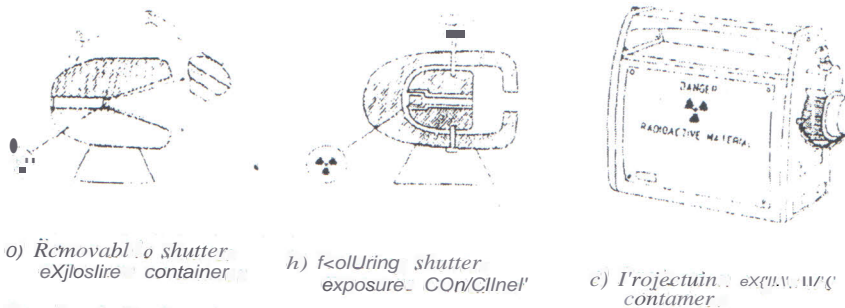


Gambar 2. Berbagai bentuk kolimator pada peralatan radiografi gamma

Kamera Gamma

Untuk memastikan operator radiografi atau orang lain di sekitarnya tidak menerima paparan yang tidak diperlukan, sumber radioaktif ditempatkan di dalam wadah berperisai pada saat tidak

digunakan atau pada saat diangkut. Wadah berperisai itu dikenal dengan nama kamera gamma. Kamera gamma terbuat dari timballuranium susut kadar (*depleted uranium*)



a) Removable shutter exposure container

b) Collaring shutter exposure container

c) Projecting exposure container

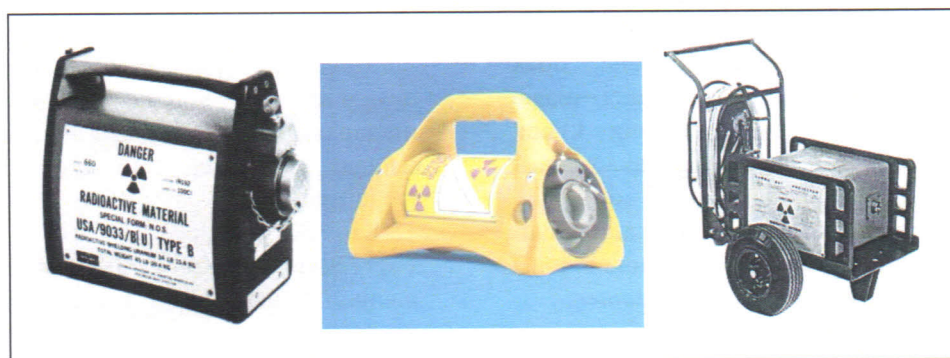
Gambar 3. Berbagai Jenis Kamera Gamma Yang Digunakan Dalam Radiografi Industri

yang dikombinasikan dengan selimut baja tahan karat (*stainless steely*) untuk memberikan perlindungan mekanis dan kekuatan. Berdasarkan lokasi sumber radioaktif ketika dalam posisi kerja, kamera gamma radiografi dibedakan menjadi 3 yaitu:

1. *Removable shutter exposure container*
2. *Rotating shutter exposure container*
3. *Projection exposure container*

Gambar 3 melukiskan berbagai jenis kamera gamma yang digunakan dalam radiografi industri. Kamera gamma jenis *shutter exposure container* (Nomor 1 dan 2) adalah jenis kamera gamma yang lokasi sumber tetap berada di dalam kamera gamma ketika dalam kondisi kerja. Pada jenis *removable shutter exposure container*, dalam kondisi kerja, sumber radioaktif tidak berubah

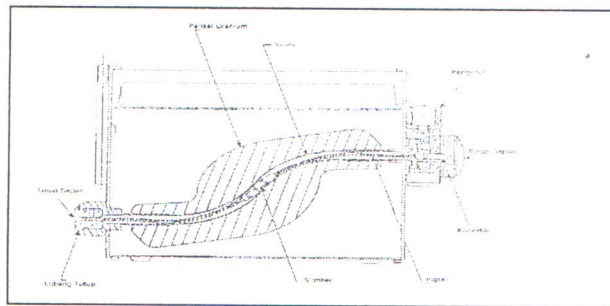
posisi hanya penutup (*shutter*) yang berubah. Pada jenis *rotating shutter exposure container*, *shutter* yang berisi sumber radioaktif diputar pada posisi kerja sehingga mengarah pada kolimator dan memancarkan radiasi melalui kolimator tersebut. Keduanya mengkolimasikan dan membatasi ukuran berkas radiasi yang dilepaskan. Pada kamera gamma jenis ini ada yang memiliki mekanisme manual ada pula yang otomatis. Apabila obyek atau ukuran film melebihi berkas radiasi, sumber radioaktif dapat dipasang pada kolimator yang sesuai untuk melakukan kegiatan radiografi panoramik. Dalam kegiatan ini, operator radiografi biasanya menerima paparan dosis radiasi yang lebih tinggi dibandingkan pada radiografi non panoramik.



Gambar 4. Kamera gamma jenis Tech Ops/Sentinell Amertest

Pada kamera gamma jenis *projection exposure container*, sumber diproyeksikan di luar kamera gamma menggunakan peralatan kendali jarak jauh ketika dioperasikan. Saat ini, kamera gamma jenis *projection exposure container* paling banyak dipakai di lapangan dan jenisnya pun sangat banyak misalnya Tech Ops 660, Gammarid-192 dan Spec 2T.

Di dalam industri radiografi, jenis kamera gamma yang banyak digunakan adalah *projection exposure container* atau *crank out camera*. Sumber radioaktif terpasang pada ujung rakitan sumber. Bagian non-aktif rakitan sumber menonjol keluar kamera gamma dan ditahan oleh cincin pengunci yang menjaga rakitan sumber tetap pada center.



Gambar 5. Bagian-bagian kamera gamma jenis *projection exposure container*

S-shape tube (leher bebek) pada penahan radiasi mencegah radiasi tidak memancar keluar. Pada kamera gamma terdapat mekanisme pengaman berupa sistem pengunci. Kamera gamma tidak boleh disimpan atau diangkat dalam kondisi tidak terkunci dan anak kunci masih tertinggal dalam lubang kunci. Pada saat tidak digunakan, anak kunci tidak boleh ditinggal. Gambar 5 memperlihatkan bagian-bagian kamera gamma jenis *projection exposure container*.

Standar SNI ISO 3999:2008

SNI ISO 3999:2008 adalah standar nasional Indonesia yang menetapkan persyaratan mengenai kinerja, desain dan uji dari

peralatan radiografi gamma dengan kontainer paparan tetap, mobile, dan portabel. Standar nasional ini diadopsi dari standar internasional ISO 3999:2004 tentang *Radiation protection - Apparatus for Industrial gamma radiography - Specifications for performance, design and tests*. Standar ISO 3999 ditetapkan sebagai SNI pada tanggal 13 Maret 2009 melalui Keputusan Kepala BSN No. 18/KEP/BSN/3/2009.

SNI ISO 3999:2008 menjadi acuan dalam melakukan pengujian pada peralatan radiografi gamma di bidang industri. Dalam SNI ISO 3999:2008 diuraikan beberapa topik yang terkait dengan pengujian peralatan radiografi gamma industri yang meliputi

klasifikasi karena gamma (*exposure container*) berdasarkan posisi *pigtail* ketika sedang dioperasikan dan berdasarkan mobilitas (klausul 4), spesifikasi peralatan radiografi gamma industri yang menguraikan tentang persyaratan umum maupun persyaratan khusus menyangkut masalah radiasi dan mekanik (klausul 5), jenis pengujian yang diterapkan pada peralatan radiografi gamma industri (klausul 6), penandaan pada kamera gamma dan rakitan *sumber/pigtail*. (klausul 7), dan identifikasi sumber terbungkus yang digunakan (klausul 8).

Kesesuaian Perka BAPETEN No. 7 Tahun 2009 dan SNI ISO 3999:2008

Pengujian peralatan radiografi gamma industri menurut

Perka BAPETEN No. 7 Tahun 2009 dapat diimplementasikan dengan mengacu pada SNI ISO 3999:2008. Dalam Perka BAPETEN tersebut tidak disebutkan standar yang menjadi acuan pengujian. Klausul-klausul yang ditulis dalam SNI ISO 3999:2008 dapat menjadi pintu masuk pemanfaatan standar ini untuk mengimplementasikan pemeriksaan/pengujian peralatan radiografi gamma industri sebagaimana sudah ditetapkan dalam Perka BAPETEN No. 7 Tahun 2009.

Tabel 1 menguraikan pemeriksaan/pengujian peralatan radiografi gamma industri menurut Perka BAPETEN dan pengujian/pemeriksaan yang sama berdasarkan SNI ISO 3999:2008.

Tabel 1. Pengujian/pemeriksaan peralatan radiografi gamma industri menurut Perka BAPETEN No. 7 Tahun 2009 dan SNI ISO 3999:2008

No.	Peralatan yang Diuji	Pemeriksaan/Pengujian Menurut Perka BAPETEN No 7 Tahun 2009	Acuan Pengujian Menurut SNI ISO 3999:2008
1.	Kontainer paparan	Pemeriksaan mekanisme penguncian zat radioaktif	a. Uji sistem kunci b. Pemeriksaan visual meliputi: 1) Pemeriksaan indikator posisi sumber 2) Pemeriksaan pengamanan otomatis
2.	Sambungan kawat pengendali dan rakitan sumber	Pengujian <i>pigtail</i>	Uji tarik
3.	a. Sambungan kabel pengendali dengan rakitan sumber b. Peralatan radiografi dalam kondisi terpasang	Pemeriksaan sambungan antara peralatan dan kabel	a. Uji tarik b. Uji ketahanan uji konfigurasi

No.	Peralatan yang Diuji	Pemeriksaan/Pengujian Menurut Perka BAPETEN No 7 Tahun 2009	Acuan Pengujian Menurut SNI ISO 3999:2008
4.	a. Kabel pengendali dan selongsong kabel kendali serta unit pemutar. b. Selongsong proyeksi	Pemeriksaan seluruh kabel dan guide tube	a. Uji tarik b. Uji tumbuk c. Uji tekuk d. Uji puntir e. Pemeriksaan visual pada unit pemutar: 1) Arah putaran keluar masuk sumber 2) Pengunci putaran
5.	Kontainer paparan	Pemeriksaan label peringatan	Pemeriksaan visual yang meliputi: 1) Pemeriksaan simbol radionuklida "RADIOAKTIF" 2) Pemeriksaan indikator aktivitas maksimum sumber radioaktif 3) Pemeriksaan indikator tipe dan nomor seri
6.	Kontainer paparan	Pengukuran tingkat paparan radiasi pada permukaan peralatan	a. Pengukuran laju paparan radiasi pada permukaan, jarak 5 cm, dan jarak 1 m dari permukaan kontainer. b. Pengukuran kontaminasi permukaan
7.	Sumber radioaktif	Uji kebocoran zat radioaktif	

Uji Pengujian mengacu pada SNI 18-6650.2 -2002 dengan metoda uji usap.

METODA PENGUJIAN

Pengujian kamera radiografi gamma industri jenis portabel mencakup pengukuran laju dosis ekuivalen ambien, uji kebocoran sumber radioaktif, dan uji visual dan ketahanan proyeksi peralatan radiografi gamma industri. Pengujian pertama dan kedua merupakan pengujian radiasi, sedangkan pengujian ketiga adalah pengujian non radiasi (mekanik).

Pengukuran Laju Dosis Ekuivalen Ambien

Pengukuran laju dosis ekuivalen ambien ini mengacu pada ISO SNI 3999:2008 klausul 6.4.1. Batas laju dosis ekuivalen ambien di area kamera gamma radiografi

industri jenis portabel adalah 2 mSv/jam pada permukaan luar, 0,5 mSv/jam pada jarak 50 mm dari permukaan luar, dan 0,02 mSv/jam pada jarak 1 m dari permukaan luar berdasarkan klausul 5.3. ISO SNI3999:2008.

Sebelum dilakukan pengukuran, harus dipastikan bahwa kamera gamma dalam posisi terkunci, tutup depan (*plug nut*) dan tutup belakang (*lock cover*) terpasang, dan kendali jarak jauh dalam kondisi terlepas, serta tidak terjadi kontaminasi pada permukaan kamera.

Pengukuran laju dosis dilakukan dalam kondisi kamera gamma tidak berisi radionuklida. Lokasi pengukuran adalah pada

posisi depan, samping kanan, belakang, samping kiri dan atas. Pengukuran mula-mula dilakukan pada permukaan, selanjutnya pada jarak 50 mm dan terakhir pada jarak 1 m dari permukaan kamera. Selanjutnya dilakukan pengukuran laju dosis pada posisi pengukuran yang sama untuk kamera gamma tersebut, namun sudah diisikan radionuklida yang diketahui aktivitasnya. Langkah selanjutnya adalah menghitung selisih laju dosis radiasi ketika kamera gamma berisi radionuklida terhadap kamera gamma tanpa radionuklida.

Dengan mengacu batas dosis ekuivalen ambien di area kamera gamma radiografi industri jenis portabel, dihitung nilai aktivitas maksimum radionuklida yang diizinkan pada kamera gamma dengan menggunakan persamaan:

$$A_{max} = (A_{meas} \times (D_{max}/D_{meas}))$$

$$D_{meas} = D_{meas.DR} - D_{meas.TR}$$

dengan :

A_{max} : aktivitas maksimum radionuklida yang diperbolehkan dipakai dalam kamera gamma

A_{meas} : aktivitas radionuklida saat dilakukan pengukuran laju dosis

D_{meas} : laju dosis hasil pengukuran

$D_{meas.DR}$: laju dosis dengan radionuklida

$D_{meas.TR}$: laju dosis tanpa radionuklida

D_{max} : laju dosis ekuivalen ambien maksimum

Uji Kebocoran Sumber Radioaktif

Metoda uji kebocoran sumber radioaktif dilakukan secara tidak langsung menggunakan metode uji usap. Metode uji ini mengacu pada SNI 18-6650.2-2002 klausul 5.3.

Sumber tertutup dianggap mengalami kebocoran apabila aktivitas yang terdeteksi dari hasil uji usap adalah 185 Bq atau lebih. Nilai aktivitas hasil uji usap sangat dipengaruhi oleh cara pengambilan sampel uji dan nilai konstanta yang digunakan untuk perhitungan; misalnya nilai faktor pindah.

Hasil uji kebocoran zat radioaktif dihitung menggunakan persamaan:

$$K_{rad} = \frac{R_s - R_b}{\eta_a \cdot p \cdot \gamma \cdot F}$$

dengan :

K_{rad} : Kebocoran zat radioaktif (Bq)

R_s : Hasil pencacahan sumber radioaktif (Cps)

R_b : Hasil pencacahan latar belakang (Cps)

η_a : Efisiensi alat ukur (%)

p : Kelimpahan pancaran gamma (%)

F : Faktor pindah (%)

Sebelum dilakukan uji usap, harus dipastikan bahwa kamera gamma, unit kendali jarak jauh, dan selongsong proyeksi (*guide tube*) dalam kondisi tidak tersambung dan tutup depan kamera (*plug nut*) dalam kondisi terlepas.

Kapas yang terpasang pada ujung *cotton bud* disemprot *radiacwash*, kemudian diusapkan pada lubang depan kamera gamma sampai bagian terdalam kamera gamma di dekat sumber radioaktif. Langkah pengusapan pada lokasi yang sama dilakukan, namun kapas tidak disemprot *radiacwash* (kondisi kering). Langkah pengambilan sampel (pengusapan) tersebut diulangi pada lubang *guide tube*. Kemudian pengusapan dilakukan juga pada kabel kendali (unit kendali jarak jauh) menggunakan bahan penyerab yang sudah disemprot *radiacwash*. Pengusapan diulangi pada kabel kendali tanpa semprotan *radiacwash*.

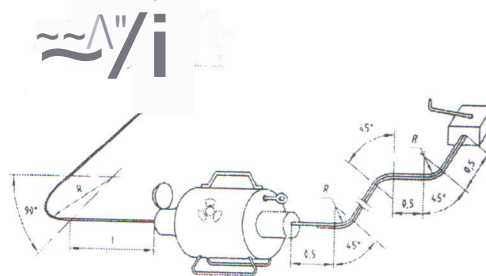
Sampel hasil pengusapan selanjutnya dimasukkan dalam kantong plastik dan diberi label identitas. Sampel hasil pengusapan dicacah menggunakan spektrometer gamma dan dihitung

aktivitas kebocoran zat radioaktifnya menggunakan Persamaan (3). Hasil perhitungan aktivitas dibandingkan dengan batas aktivitas bocor untuk menetapkan ada/tidaknya kebocoran sumber radioaktif pada kamera gamma.

Uji Visual Dan Ketahanan Proyeksi Peralatan Radiografi Gamma

Uji visual dan ketahanan proyeksi dilakukan untuk dilakukan untuk memastikan bahwa peralatan radiografi gamma industri dalam kondisi baik dan ketika dioperasikan tidak mengalami malfungsi sehingga mencegah terlepasnya sumber radioaktif dari kamera gamma.

Sebelum diuji, kamera gamma, unit kendali jarak jauh, dan selongsong proyeksi harus



Gambar 6. Konfigurasi Peralatan Radiografi Gamma Pada Uji Ketahanan Proyeksi

dipastikan tidak terkontaminasi. Kamera gamma diisi dengan *dummy* yang tidak radioaktif.

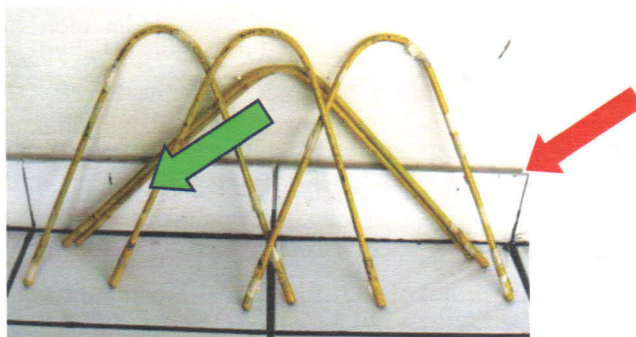
Uji visual kamera gamma dilakukan dengan memeriksa keberadaan dan fungsi dari tutup

depan (*plug nut*), tutup belakang (*lock cover*), sistem kunci, pengaman otomatis, indikator posisi aman/tidak aman, serta keberadaan simbol radioaktif, tanda tipe, nomor seri, dan

kapasitas maksimum kamera gamma. Pemeriksaan visual juga dilakukan pada unit kendali jarak jauh dan selongsong proyeksi. Pemeriksaan fisik dilakukan pada pemutar (*crank*) dan keberadaan tanda *expose* (mengeluarkan sumber radioaktif) dan *retract* (memasukkan sumber radioaktif). Uji ketahanan proyeksi dilakukan dengan memasang unit kendali jarak jauh dengan kamera gamma dan kamera gamma dengan selongsong proyeksi. Kemudian dipasang alat pelengkung 90° dan 45° pada unit kendali jarak jauh

dan selongsong proyeksi sehingga terbentuk konfigurasi sebagaimana dilihat pada Gambar 6.

Setelah konfigurasi Gambar 6 terbentuk kemudian dilakukan gerakan *expose* (mengeluarkan sumber) dan *retract* (memasukkan sumber) dengan menggerakkan *dummy* dari posisi aman ke posisi kerja dan kembali ke posisi aman, masing-masing dilakukan sebanyak 10 kali. Gerakan *expose* dan *retract* diamati kelancarannya dan diperiksa kondisi sambungan antara kabel kendali dan *pigtail*.



Gambar 7. Alat Pelengkung Uji Sudut 90° (Merah) Dan 45° (Hijau).

Hasil pemeriksaan visual dan pengamatan ketahanan proyeksi di atas kemudian dievaluasi untuk menetapkan layak tidaknya peralatan radiografi gamma dioperasikan untuk kegiatan uji tak merusak (*non destructive testing*) di lapangan.

PEMBAHASAN

Berdasarkan uraian metode pengujian keselamatan kamera radiografi gamma industri tipe portabel dan/atau asesorisnya, sertifikasi ulang kamera radiografi

gamma mencakup tiga pengujian yaitu, pengukuran laju dosis ekuivalen ambien, uji kebocoran sumber radioaktif, dan uji visual dan ketahanan proyeksi peralatan. Setelah kamera gamma dan asesorisnya diuji dan dinyatakan 1010s, maka diterbitkan laporan atau sertifikat hasil uji. Laporan hasil uji ini digunakan oleh BAPETEN sebagai bahan pertimbangan dalam menerbitkan izin pemanfaatan radiografi industri.

Dalam pelaksanaan pengujian, kamera gamma dan/atau asesorisnya belum tentu lolos dalam 3 (tiga) rangkaian pengujian. Laporan uji yang diterbitkan adalah laporan uji untuk jenis pengujian yang lolos. Dalam laporan uji, hasil pengujian yang menyatakan bahwa kamera gamma dan/atau asesoris lolos dituliskan dalam suatu pernyataan lolos atau tidak lolos pengujian.

Lembaga penguji adalah salah satu pemangku kepentingan dalam industri radiografi industri, sedangkan pemangku kepentingan yang lain adalah BAPETEN dan dunia industri. Ketiga pemangku kepentingan harus duduk bersama untuk merumuskan protokol sertifikasi ulang kamera radiografi gamma industri dan penetapan waktu berlakunya protokol tersebut.

Apabila protokol sertifikasi ulang kamera radiografi gamma industri jenis portabel ini dilaksanakan, maka segi kepastian hukum terkait implementasi Perka BAPETEN No. 7 Tahun 2009 dalam hal keselamatan pemanfaatan radiografi gamma industri dapat diwujudkan. Dari segi ekonomi, sertifikasi ulang kamera gamma jauh lebih murah dibandingkan dengan pembelian kamera gamma baru. Hal ini akan meringankan dunia usaha dalam

memutar roda bisnis di bidang radiografi gamma industri. Kondisi ini memberi keuntungan dari sisi ekonomi tanpa mengorbankan faktor keselamatan.

Melalui pertemuan dan pembahasan bersama para pemangku kepentingan, dapat dipecahkan persoalan yang terkait dengan kondisi keselamatan kamera gamma radiografi dan asesorisnya tanpa mengorbankan aspek kualitas peralatan dan menambah beban ekonomi (*win win solution*). Pengujian kamera gamma sebagaimana dilakukan di India oleh *Board of Radiation & Isotope Technology, Bhaba Atomic Research Centre (BRIT-BARC)* dapat dilakukan oleh lembaga uji yang terakreditasi dalam bentuk uji sertifikasi ulang BAPETEN mengkaji dan menerbitkan atau tidak menerbitkan izin pemanfaatan radiografi industri berdasarkan hasil kajian keselamatan.

Walaupun aspek teknis pengujian siap diimplementasikan, program sertifikasi ulang kamera radiografi gamma industri tipe portabel baru dapat dilaksanakan apabila komitmen para pemangku kepentingan terwujud dalam bentuk keputusan bersama yang diambil dalam pertemuan di antara mereka.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan uraian mengenai sertifikasi ulang kamera radiografi gamma industri tipe portabel dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Rangkaian uji dalam sertifikasi ulang kamera radiografi gamma industri meliputi pengukuran laju dosis ekivalen ambien, uji kebocoran sumber radioaktif, dan uji visual dan ketahanan proyeksi peralatan radiografi gamma industri
2. Pengujian dalam sertifikasi ulang kamera radiografi gamma mengacu pada Perka BAPETEN No.7 tahun 2009, ISO SNI 3999:2008, dan SNI 18-6650.2-2002.
- J. Para pemangku kepentingan dalam sertifikasi ulang kamera radiografi gamma mencakup BAPETEN, dunia industri radiografi, dan lembaga penguji.
4. Aspek teknis pengujian siap diimplementasikan, namun program sertifikasi ulang kamera radiografi gamma baru dapat dilaksanakan apabila komitmen para pemangku kepentingan terwujud dalam bentuk keputusan bersama yang diambil dalam pertemuan bersama.

Terkait dengan sertifikasi ulang kamera gamma ada beberapa hal yang perlu ditindaklanjuti yaitu:

1. BAPETEN, dunia industri radiografi, dan lembaga pengujian perlu duduk bersama untuk menyusun protokol sertifikasi ulang kamera radiografi gamma dan menetapkan waktu pelaksanaan sertifikasi ulang
2. Keputusan para pemangku kepentingan dalam memecahkan masalah keselamatan kamera radiografi gamma tidak boleh mengorbankan aspek kualitas peralatan dan menambah beban ekonomi.

DAFTAR ACUAN

- [1]. BADAN PANGA WAS TENAGA NUKLIR, Pemberitahuan Pemberlakuan Multi Lokasi, SE No. 1991IDPFRZRIV -13, Jakarta (2013).
- [2]. AQUINO, JO, et ai, *Evaluation of the Radiological Safety of 192 Ir Apparatus for Industrial Gamma Radiography*, IRD/CNEN, Rio de Janeiro, Brazil, (2003).
- [3]. Candeias, JP, et al, *Videoscopic Assesment of the Maintenance Status of Gamma Radiography Exposure Containers Employed in Brazil*, Journal of Radiological Protection 27, UK (2007)
- [4]. KANNAN,R., et ai, *Quality Assurance Procedure for Functional Performance of Industrial Gamma Radiography Exposure Devices*, BARC Report. Mumbai (2003).
- [5]. BOARD OF RADIATION AND ISOTOPE TECHNOLOGY, *Radiography Camera Inspection*, BRIT-BARC Report, Mumbai (2013)
- [6]. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Lesson Learned from Accidents in Industrial Radiograph*, Safety Series No.7, Vienna, (2003).

- [7]: BADAN PENGA WAS TENAGA NUKLIR, *Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Peralatan Radiografi Industri*, Perka BAPETEN No.7 Tahun 2009, Jakarta (2009)
- [8]. BADAN STANDARDISASI NASIONAL, *Proteksi radiasi-Peralatan untuk radiografi gamma industri-Spesifikast untuk kinerja, desain dan uji*. SNI ISO 3999:2008, Jakarta (2008).
- [9]. BADAN STANDARDISASI NASIONAL, *Proteksi Radiasi - Sumber radioaktif tertutup. Bagian: Metoda uji kebocoran*, SNI 18-6650.2-2002, Jakarta (2002).
- [10]. INTERNATIONAL ORGANIZATION OF STANDARDIZATION, *Inter-national Standar ISO 3999, Rev. 1st edition. Apparatus for Industrial gamma radiography - Design and test criteria*, , ISO, Switzerland, 47 p, (1997).
- [11]. INTERNATIONAL ORGANIZATION OF STANDARDIZATION, *Inter-national Standar ISO 3999-1, Apparatus for Industrial gamma radiography, part 1: Spesifications for performance, design and tests*, ISO, Switzerland, 31 p, (2000).
- [12]. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Radiation Protection and Safety' in Industrial Radiography*. Safety Series No. 13, Vienna (1996).
- [13]: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Manual on Gamma Radiography Incorporating:Application Guide, Procedure Guide and Basic Guide Useful*. Revision 1, Vienna (1996).