

## EFEKTIVITAS *RADIACWASH* SEBAGAI DEKONTAMINAN $Tc^{99m}$ DAN $I^{131}$ PADA PERMUKAAN DAERAH KERJA KEDOKTERAN NUKLIR

M. Rizqi Aditya Rahman<sup>1</sup>, Eko Hidayanto<sup>1</sup>, Rini Shintawati<sup>2</sup>

1. Jurusan Fisika Universitas Diponegoro, Semarang

2. Departemen Kedokteran Nuklir dan Pencitraan Molekuler RSUP Dr. Hasan Sadikin, Bandung

### INTISARI

Telah dilakukan penelitian dengan *radiacwash* sebagai bahan dekontaminan dari tumpahan  $Tc^{99m}$  dan  $I^{131}$  pada tiga permukaan daerah kerja yaitu keramik, kaca dan *vinyl* untuk mengetahui efektivitas bahan dekontaminan *radiacwash* dan mengetahui bahan permukaan daerah kerja yang penurunan laju kontaminasinya paling cepat.

Sumber  $Tc^{99m}$  dan  $I^{131}$  diteteskan pada ketiga permukaan, kemudian *radiacwash* diteteskan pada permukaan tersebut. Proses dekontaminasi dilakukan dengan teknik penyapuan memakai tissue. Laju kontaminasi diukur dengan alat monitor kontaminasi permukaan.

Sampai tahap proses dekontaminasi kesepuluh, kontaminasi  $Tc^{99m}$  pada bahan permukaan keramik 221,10 cpm, 96,03 cpm pada kaca dan 1713,69 cpm pada *vinyl*. Sementara untuk kontaminan  $I^{131}$ , pada permukaan keramik 52,14 cpm, 38,94 cpm pada kaca dan 335,94 cpm pada *vinyl*. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa pembersih radioaktif *radiacwash* lebih efektif untuk mengurangi kontaminan  $I^{131}$  pada semua sampel permukaan daerah kerja. Selain itu didapatkan bahwa permukaan daerah kerja yang paling cepat mengurangi laju kontaminasi zat radioaktif adalah permukaan kaca.

**Kata kunci** : dekontaminasi,  $Tc^{99m}$ ,  $I^{131}$ , *radiacwash*

### ABSTRACT

*Experiment of radiacwash as decontaminant  $Tc^{99m}$  and  $I^{131}$  were done by splashed on the surface work area of ceramics, glass and vinyl for determining the effectiveness of radiacwash and material surface work area with fastest on contamination.*

*$Tc^{99m}$  and  $I^{131}$  were poured on the surface, then radiacwash was also poured on it. Decontamination process was performed by sweeping technique using tissue. Contaminants rate was measured using surface contamination monitor.*

*Until tenth steps of decontamination process,  $Tc^{99m}$  contamination on ceramic surface 221.10 cpm, 96.03 cpm on glass and 1713.69 cpm on vinyl. While for  $I^{131}$  contamination, on ceramic surface 52.14 cpm, 38.94 cpm on glass and 335.94 cpm on vinyl. From the experiments were found that radiacwash more effective to reduce  $I^{131}$  contaminant on all surface of work area. It was also found that the surface of glass material is the fastest material to reduce the radioactive contaminant.*

**Keywords** : decontamination,  $Tc^{99m}$ ,  $I^{131}$ , *radiacwash*

### PENDAHULUAN

Akhir-akhir ini penggunaan zat-zat radioaktif telah mengalami perkembangan yang cukup pesat, termasuk di Indonesia. Pada umumnya zat-zat radioaktif digunakan untuk bidang kesehatan dan khususnya pada bidang kedokteran. Teknologi kedokteran nuklir dapat

digunakan untuk mempelajari proses-proses fisiologi, biokimia, patologi dan farmakologi dari berbagai jenis obat dengan metode isotop radioaktif.

Pada bidang kesehatan radiasi yang menggunakan zat radioaktif, penanganan yang hati-hati dan teliti merupakan suatu hal yang

sangat ditekankan. Perlakuan tersebut perlu ditekankan agar tidak merugikan pasien dan lingkungan sekitar ketika suatu pemeriksaan kesehatan sedang dan telah dilaksanakan.

Pada suatu keadaan, ketika beban kerja meningkat maka faktor keselamatan dan keamanan radiasi menjadi terabaikan dan berakibat pada ketidakhatian dalam penanganan suatu sumber radiasi. Dalam hal ini bisa saja terjadi suatu cuplikan zat radioaktif secara tidak sengaja mengenai permukaan wilayah kerja seorang radiographer, ahli fisika medik atau dokter radiologi yang sedang bekerja. Membiarkan ruang kerja penuh dengan tetesan atau cuplikan zat radioaktif tentu akan sangat mengganggu kerja dan tidak menguntungkan. Sehingga usaha yang harus dilakukan adalah mengukur kerja dan mengetahui sejauh mana tingkat pencemaran zat radioaktif tersebut terhadap lingkungan kerja dan kemudian melakukan suatu teknik penurunan dan penghilangan kadar zat radioaktif tersebut pada lingkungan kerja. Kedua upaya ini dikenal dengan teknik pengukuran kontaminasi dan dekontaminasi.

Dengan mengetahui tingkat kontaminasi dan melakukan teknik dekontaminasi maka diharapkan daerah atau lingkungan tempat kerja akan menjadi aman terhadap keberadaan zat radioaktif. Dalam kaitan pelayanan kesehatan radiasi maka akan dapat memberikan rasa aman dan tenang pada pasien yang diperiksa, juga pada pekerja radiasi kesehatan yang bekerja. Dan akhirnya akan berdampak positif terhadap citra pelayanan kesehatan radiasi.

Proses dekontaminasi  $Tc^{99m}$  pada bahan permukaan daerah kerja (keramik, kaca dan *vinyl*) menggunakan berbagai macam bahan dekontaminan (sabun, detergen dan forstex) menghasilkan laju cacah kontaminasi yang berbeda-beda [1]. Penggunaan *radiacwash* tetap menjadi bahan dekontaminan terbaik daripada dekontaminan alternatif pada proses dekontaminasi  $Tc^{99m}$  pada permukaan keramik [2]. Untuk berbagai bahan permukaan, bahan pembersih yang tersedia secara komersial (*radiacwash*) memiliki manfaat sedikit atau tidak ada sama sekali dibandingkan air biasa

bila digunakan untuk dekontaminasi tumpahan  $Tc^{99m}$ -*pereteknetate* [3].

Fakta yang terjadi di Departemen Ilmu Kedokteran Nuklir dan Pencitraan Molekuler RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung menggunakan *radiacwash* sebagai bahan dekontaminan zat radioaktif permukaan daerah kerja. Sumber zat radioaktif yang digunakan di departemen tersebut adalah  $Tc^{99m}$  dan  $I^{131}$ . Penggunaan dekontaminan *radiacwash* tersebut belum diketahui apakah lebih efektif terhadap kontaminan  $Tc^{99m}$  atau  $I^{131}$ . Hal ini membuat penulis ingin melakukan penelitian terhadap cuplikan kontaminan zat radioaktif  $Tc^{99m}$  dan  $I^{131}$  di permukaan daerah kerja kedokteran nuklir (keramik, kaca dan *vinyl*) yang didekontaminasi menggunakan *radiacwash*.

Pada penelitian ini, kajian dibatasi hanya pada penggunaan dekontaminan *radiacwash* untuk mengurangi kontaminasi zat radioaktif  $Tc^{99m}$  dan  $I^{131}$  pada tiga permukaan daerah kerja bagian kedokteran nuklir, yaitu keramik, kaca dan *vinyl*.

## **DASAR TEORI**

### **Sumber dan Jenis Radiasi**

Sumber radiasi alam ialah sumber radiasi yang berasal dari benda langit di tata surya dalam bentuk sinar kosmik yaitu partikel yang energinya tinggi ( $10^{17}$  eV). Dalam proses reaksinya dengan atmosfer dan bumi maka sinar kosmik menghasilkan radionuklida misalnya hidrogen, berilium dan natrium. Tetapi ada juga di beberapa negara yang memiliki radioaktivitas alam yang lebih tinggi dibandingkan negara lain seperti India, Brazilia dan Prancis [4].

Dewasa ini banyak sekali unsur radioaktif telah berhasil dibuat oleh manusia berdasarkan reaksi nuklir antara nuklida yang tidak radioaktif dengan neutron atau berdasarkan reaksi nuklir antara nuklida yang tidak radioaktif dengan partikel cepat (dengan menggunakan alat-alat pemercepat partikel, misalnya akselerator, siklotron). Dalam pemakaiannya, zat radioaktif sering digunakan sebagai sumber radiasi yang berkekuatan tinggi (diatas 1kCi) tetapi dengan pelindung yang sangat memadai. Sumber radiasi yang

banyak digunakan di bidang kesehatan adalah  $Tc^{99m}$ ,  $Co^{60}$ ,  $Cs^{137}$ ,  $I^{131}$  dan dalam bidang industri adalah  $Co^{60}$  [5].

### **Radionuklida $Tc^{99m}$**

Radionuklida  $Tc^{99m}$  dihasilkan dengan pembangkit  $Mo^{99}$ -  $Tc^{99m}$  yang bisa didapatkan baik dengan proses fisi  $U^{235}$  di reaktor atau dengan penyinaran neutron  $Mo^{99}$  di siklotron:  $Mo^{98} (n,\gamma) Mo^{99}$ . Tetapi kebanyakan  $Tc^{99m}$  yang digunakan pada bidang kesehatan pembangkitannya melalui suatu batang kromatografi. Zat radioaktif  $Mo^{99}$  disedot dan ditahan di dalam batang alumina dan dicampur dengan larutan garam saline (larutan garam penting dalam tubuh yang berada di dalam darah atau jaringan). Jumlah alumina yang dibutuhkan tergantung dari aktifitas spesifik ikatan zat radioaktif  $Mo^{99}$ . Digunakannya alumina sebagai bahan karena efisiensi ekstraksi  $Mo^{99}$  berbanding terbalik dengan tebal dari lapisan alumina. Sehingga untuk efisiensi campuran, kadar alumina dibiarkan tetap rendah. Dengan siklotron yang memproduksi  $Mo^{99}$  kontaminasi yang dihasilkan akan rendah, tetapi dengan adanya residu  $Mo^{99}$  akan menurunkan aktifitas spesifiknya. Dan yang dihasilkan adalah zat radioaktif  $Tc^{99m}$  yang mempunyai waktu paruh cepat (6,02 jam), tidak toksis dan akseptabel untuk tubuh [6].

### **Radionuklida $I^{131}$**

Iodine-131 ( $I^{131}$ ), juga disebut *radioiodine* adalah sebuah radioisotop penting dari *iodine*.  $I^{131}$  ini mempunyai waktu paruh sekitar 8 hari.  $I^{131}$  diproduksi dari fisi atom-atom uranium selama operasi reaktor nuklir.  $I^{131}$  kebanyakan digunakan pada kegiatan medis, salah satunya untuk terapi thyroid karena waktu paruhnya pendek dan pancaran beta yang berguna.  $I^{131}$  sering digunakan di pelayanan kedokteran nuklir, salah satunya di Bagian Ilmu Kedokteran Nuklir dan Pencitraan Molekuler RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung [7].

### **Kontaminasi**

Untuk mencegah menempelnya kontaminasi pada permukaan yang terkontaminasi dapat dicapai dengan beberapa

cara, yaitu; pemisahan daerah kerja yang sesuai dengan kaidah proteksi radiasi dan ventilasi yang baik dan memadai bagi pekerjaan yang menggunakan sumber radiasi terbuka, melakukan pelatihan bagi personil dalam upaya atau cara untuk memperkecil tingkat kontaminasi, mengawasi dan menghindari menyebarnya kontaminasi, serta metode dekontaminasi, menggunakan pakaian pelindung, misalnya sarung tangan, penutup sepatu dan pakaian yang tidak tembus air, membuat permukaan yang halus dan licin serta tidak tembus air pada semua permukaan tempat kerja dan semua peralatan, memakai alat-alat instrumentasi yang benar untuk mendeteksi dan menangani secara efektif insiden kontaminasi [8].

Kontaminasi radioaktif ada yang dapat dengan mudah dibersihkan dan ada pula yang lekat dengan permukaan tempat kerja sebagai akibat dari faktor fisika dan kimia. Kontaminasi yang tak lekat harus dibersihkan, agar tidak mengudara yang pada akhirnya dapat menimbulkan radiasi interna. Tetapi melakukan dekontaminasi pada kasus kontaminasi lekat, mungkin sukar dilakukan. Secara ideal semua kontaminasi harus dibersihkan, namun demikian ada beberapa pertimbangan tertentu yang harus dilakukan untuk menentukan tingkat dekontaminasi yang dibutuhkan [9].

Pada bagian kedokteran nuklir dan radioterapi, masalah kontaminasi telah menjadi semacam prosedur baku teknik *quality assurance* pada bagian radiodiagnostik. Ada dua jenis kontaminasi, yaitu kontaminasi tidak tetap yang maksudnya suatu kontaminasi dapat dipindahkan dari suatu ruangan kerja dengan cara melakukan teknik dekontaminasi. Sedangkan kontaminasi tetap adalah yang terjadi pada suatu permukaan kerja dan tidak dapat dipindahkan, jadi harus dilakukan teknik dekontaminasi pada permukaan ruang kerja tersebut [10].

Berikut ini adalah standar operasional untuk kontaminasi permukaan yang digunakan oleh beberapa negara; untuk pemancar beta dan gamma melalui tes usap di Jepang  $10^{-6}$   $\mu Ci/cm^2$ , di USA  $4.5 \times 10^{-6}$   $\mu Ci/cm^2$ , di Inggris  $10^{-5}$   $\mu Ci/cm^2$ . Standar operasional ini

diturunkan dengan anggapan bahwa kadar radioaktif tertinggi yang diizinkan dalam udara dapat tercapai apabila semua debu radioaktif pada permukaan lepas ke udara [11].

### **Dekontaminasi**

Perkakas dan peralatan yang biasa digunakan untuk membawa zat radioaktif harus diperiksa secara teratur untuk menentukan tingkat kontaminasinya. Hal itu berguna untuk mengetahui unsur radioaktif apa yang cocok untuk ditampung di dalamnya. Dan apabila terjadi kontaminasi maka tingkat dekontaminasi yang harus dicapai adalah sebesar  $< 5 \mu\text{Sv/h}$  (kurang dari 5 mikro Sievert per jam) pada permukaan kerja yang terkena [12].

Hasil survei kontaminasi akan menunjukkan daerah-daerah yang harus didekontaminasi. Pelaksanaan dekontaminasi di daerah yang terkontaminasi harus dilakukan sesuai dengan peraturan dan segala usaha harus dilakukan agar penyebaran kontaminasi tidak terjadi.

Cara dekontaminasi yang dipilih akan tergantung pada sifat kontaminasinya, yaitu apakah kontaminasi lekat atau kontaminasi tidak lekat, dan prosedur terincinya adalah [13]:

Perlengkapan dekontaminasi khusus misalnya penyedot debu yang dilengkapi dengan filter khusus dapat digunakan untuk membersihkan kontaminasi tidak lekat. Sekaligus tidak dibenarkan menyapu debu radioaktif walaupun tingkat kontaminasinya rendah. Dalam melakukan dekontaminasi hendaknya harus dilakukan dengan sedikit mungkin penggosokan pada permukaan bahan supaya tidak terjadi iritasi. Larutan dekontaminasi yang mengandung bahan khusus sangatlah berguna. Apabila kontaminan yang tidak lekat jumlahnya banyak maka larutan perekat yang sesuai dan dapat dikelupas bisa digunakan dengan cara dioleskan pada permukaan yang terkontaminasi tadi. Perekat ini dibiarkan mengering agar kontaminan menempel padanya. Setelah itu dapat dilepaskan dari tempatnya menempel sehingga kontaminan akan terbawa. Selama melakukan pekerjaan ini

alat penyemprot tidak boleh digunakan agar tidak terjadi bahaya udara zat radioaktif. Harus diperhatikan bahwa personil yang melaksanakan pekerjaan ini harus mengenakan pakaian pelindung lengkap. Setelah perekat dikelupas, daerah tersebut selanjutnya harus dibersihkan dengan cara seperti yang dikemukakan di atas.

Metode yang digunakan adalah metode basah. Pencucian pertama untuk menghilangkan kontaminasi tidak lekat dan bahan berminyak, dengan menggunakan larutan detergen khusus. Dalam tingkat pencucian ini, penggosokan dilakukan perlahan-lahan dan bahan penggosok harus sering dibuang dan dianggap limbah radioaktif. Selanjutnya kontaminasi yang tersisa harus dicuci lebih lanjut dengan menggunakan larutan kontaminan pada permukaan bahan tersebut. Sebaiknya larutan dekontaminan dibiarkan menempel agak lama pada daerah terkontaminasi, agar reaksi kimia dapat membantu proses dekontaminasi.

### **Radiacwash**

*Radiacwash* adalah larutan yang didesain untuk mengontrol kontaminasi radioaktif dengan cepat dan mengangkat partikel radioaktif dari permukaan dengan hanya dua kali tindakan. Yang pertama ialah *Radiacwash* mengasingkan ion-ion metalik yang mengkontaminasi permukaan dan selanjutnya *Radiacwash* mengangkat dan menyingkirkan partikel kontaminan dengan membilasnya menggunakan air. *Radiacwash* memiliki *pH* netral dimana di dalamnya tidak terdapat fosfat, kromat, silikat, enzim-enzim, borat, alumina, karbonat, dan isian-isian inert yang bisa mengganggu prosedur analisis [14].

### **METODE PENELITIAN**

Dengan menggunakan sarung tangan plastik tebal (agar tidak mudah bocor dan dapat langsung dibuang) dan dengan suntikan penulis mengambil sampel radioaktif  $Tc^{99m}$ . Kemudian sampel dimasukkan ke dalam *dose calibrator* untuk diukur aktifitas radiasinya. Aktifitas radiasi yang digunakan untuk penelitian adalah  $\pm 1 \text{ mCi}$ . Hal ini juga dilakukan untuk kontaminan  $I^{131}$ .

Setelah proses persiapan radioaktif  $Tc^{99m}$ , selanjutnya sampel radioaktif  $Tc^{99m}$  yang ada di dalam suntikan diteteskan di tengah permukaan bahan seluas 10 cm x 10 cm yang akan dikontaminasi. Proses ini dilakukan satu-persatu di setiap permukaan bahan (keramik, kaca dan *vinyl*). Setelah selesai, dilakukan pengukuran laju kontaminasi pada bahan tersebut menggunakan monitor kontaminasi permukaan sebanyak tiga kali pengambilan data. Jarak antara alat monitor kontaminasi permukaan dengan permukaan bahan yang terkontaminasi diusahakan sedekat mungkin (sekitar 3 cm dari permukaan bahan yang terkontaminasi), asal tidak terlalu dekat karena dikhawatirkan kontaminasi akan menempel pada alat monitor kontaminasi permukaan. Hal ini juga dilakukan untuk kontaminan  $I^{131}$ .

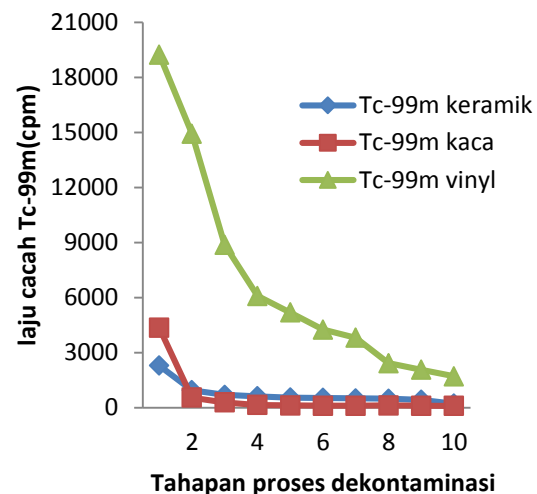
Setelah melakukan proses kontaminasi, selanjutnya diteruskan dengan proses dekontaminasi. Pertama kali, pada permukaan bahan yang telah dikontaminasi zat radioaktif  $Tc^{99m}$  diteteskan 1 mL *radiacwash*. Kemudian dengan menggunakan tissue, dilakukan proses penyapuan sebanyak satu kali dengan cara melingkar (yaitu dari konsentrasi kontaminasi rendah ke konsentrasi kontaminasi tinggi / dari luar ke dalam kemudian diangkat agar kontaminasi tidak semakin menyebar). Lalu dilakukan pencacahan laju kontaminasi pada permukaan bahan yang sudah didekontaminasi dengan menggunakan alat monitor kontaminasi permukaan sebanyak tiga kali pengambilan data dengan durasi sesuai dengan tanda kestabilan angka pada alat tersebut (sarung tangan plastik dilepas pada saat melakukan pencacahan dan tissue bekas proses dekontaminasi pertama langsung dibuang dan ditempatkan pada sampah limbah radioaktif khusus serta diganti dengan tissue baru untuk proses dekontaminasi selanjutnya). Setelah itu dilakukan sapuan berikutnya dengan teknik yang sama dan dilakukan pencacahan laju kontaminasi kembali. Proses tersebut diulangi sebanyak bahan bahan permukaan yang digunakan (keramik, kaca dan *vinyl*) masing-masing setiap proses dekontaminasi (10 tahap proses dekontaminasi). Hal ini juga dilakukan untuk kontaminan  $I^{131}$ .

Dekontaminan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *radiacwash* (merupakan pembersih kontaminan radiasi paten dari BATAN) sebanyak 1 mL untuk setiap tahapan proses dekontaminasi (sehingga totalnya 10 mL). Hal ini juga dilakukan untuk kontaminan  $I^{131}$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas *radiacwash* sebagai bahan dekontaminan zat radioaktif  $Tc^{99m}$  dan  $I^{131}$  serta mengetahui laju penurunan kontaminasi pada ketiga bahan permukaan daerah kerja kedokteran nuklir. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran penurunan laju kontaminasi permukaan daerah kerja yang telah didekontaminasi menggunakan dekontaminan *radiacwash*, kemudian membandingkan laju penurunan kontaminasinya pada setiap bahan permukaan daerah kerja.

Perbandingan hasil laju cacahan kontaminasi  $Tc^{99m}$  pada proses dekontaminasi di semua permukaan bahan daerah kerja dapat dilihat pada gambar 1.

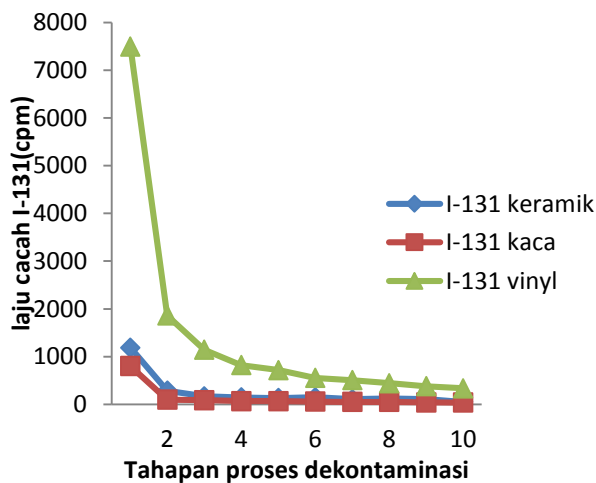


Gambar 1 Grafik gabungan laju cacah aktivitas kontaminan  $Tc^{99m}$  pada semua permukaan daerah kerja yang telah didekontaminasi menggunakan *radiacwash*.

Perbandingan penurunan laju cacah kontaminasi  $Tc^{99m}$  pada semua permukaan menunjukkan grafik yang semuanya menurun, namun memiliki perbedaan angka. Misalnya saat tahap dekontaminasi ke sepuluh, pada permukaan keramik laju cacah kontaminasinya adalah 221,10 cpm. Sementara untuk

permukaan kaca laju cacah kontaminasinya menunjukkan 96,03 cpm. Pada permukaan *vinyl* setelah melalui tahap dekontaminasi ke sepuluh, laju cacah kontaminasinya masih 1713,69 cpm. Seperti terlihat pada grafik di atas bahwa proses dekontaminasi  $Tc^{99m}$  menggunakan *radiacwash* lebih efektif dilakukan pada bahan permukaan kaca. Untuk mengurangi laju cacah kontaminasi di bahan permukaan lain (keramik dan *vinyl*) diperlukan tahap proses dekontaminasi yang lebih lama dan dengan menggunakan volume *radiacwash* yang lebih banyak.

Perbandingan hasil laju cacahan kontaminasi  $I^{131}$  pada proses dekontaminasi di semua permukaan bahan daerah kerja dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Grafik gabungan laju cacah aktivitas kontaminan  $I^{131}$  pada semua permukaan daerah kerja yang telah didekontaminasi menggunakan *radiacwash*.

Perbandingan penurunan laju cacah kontaminasi  $I^{131}$  pada semua permukaan menunjukkan grafik yang semuanya menurun, namun memiliki perbedaan angka. Misalnya saat tahap dekontaminasi ke sepuluh, pada permukaan keramik laju cacah kontaminasinya adalah 52,14 cpm. Sementara untuk permukaan kaca laju cacah kontaminasinya menunjukkan 38,94 cpm. Pada permukaan *vinyl* setelah melalui tahap dekontaminasi ke sepuluh, laju cacah kontaminasinya masih 380,94 cpm. Seperti terlihat pada grafik di atas bahwa proses dekontaminasi  $I^{131}$  menggunakan *radiacwash* lebih efektif dilakukan pada bahan permukaan kaca. Untuk

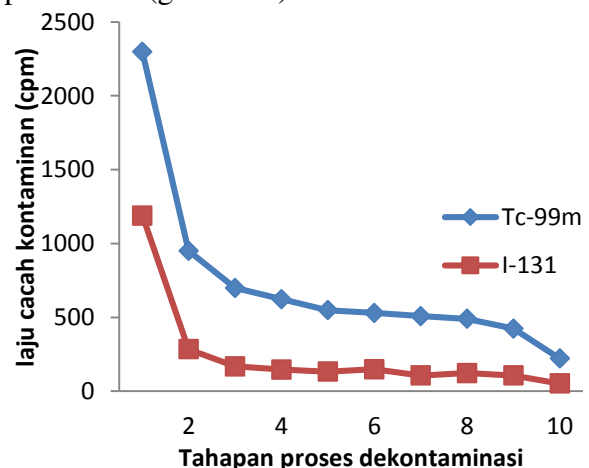
mengurangi laju cacah kontaminasi di bahan permukaan lain (keramik dan *vinyl*) diperlukan tahap proses dekontaminasi yang lebih lama dan dengan menggunakan volume *radiacwash* yang lebih banyak. Penggunaan volume *radiacwash* yang lebih banyak tentu akan berpengaruh terhadap biaya yang dikeluarkan oleh rumah sakit untuk melakukan proses dekontaminasi.

Penurunan laju cacah kontaminasi zat radioaktif  $Tc^{99m}$  dan  $I^{131}$  pada bahan permukaan daerah kerja dipengaruhi oleh massa jenis bahan permukaan tersebut. Dari tabel 1, dapat kita lihat bahwa semakin tinggi massa jenis bahan permukaan, maka laju cacah kontaminasi akan lebih cepat mengalami penurunan. Bahan permukaan yang paling baik adalah bahan permukaan kaca.

Tabel 1 Perbandingan proses dekontaminasi terhadap massa jenis bahan permukaan daerah kerja,

Material	Laju cacah kontaminasi sampai proses dekontaminasi ke-10		
	$Tc^{99m}$	$I^{131}$	$\rho(\text{gr}/\text{cm}^3)$
Keramik	221.10	52.14	2.04
Kaca	96.03	38.94	2.39
<i>vinyl</i>	1713.69	335.94	1.84

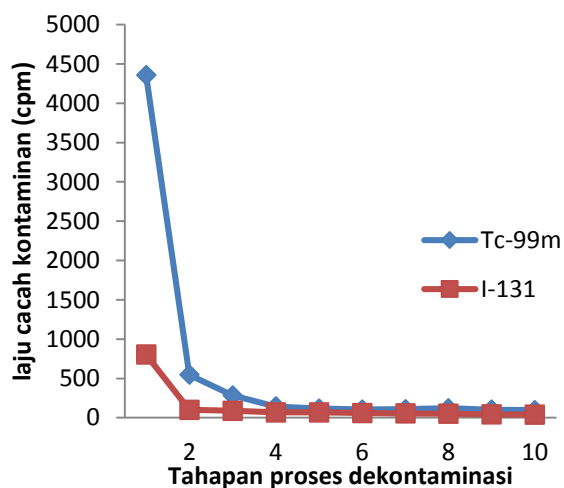
Laju cacah kontaminasi  $Tc^{99m}$  dan  $I^{131}$  pada permukaan keramik menggunakan dekontaminan *radiacwash* menunjukkan penurunan (gambar 3).



Gambar 3 Grafik perbandingan efektivitas *radiacwash* sebagai dekontaminan zat radioaktif tertentu pada permukaan keramik

Grafik perbandingan penurunan laju cacah kontaminasi antara  $Tc^{99m}$  dan  $I^{131}$  di atas menunjukkan efektivitas *radiacwash* sebagai dekontaminan zat radioaktif  $I^{131}$  pada permukaan keramik. Terlihat pada tahap dekontaminasi ke satu sampai ke sepuluh, perbedaan laju cacah kontaminasi yang sangat signifikan. Semisal pada tahap ke dua dekontaminasi  $I^{131}$  sudah menunjukkan laju cacah kontaminasi 284,13 cpm, sedangkan pada proses dekontaminasi  $Tc^{99m}$  laju cacah tersebut baru bisa dicapai setelah dilakukan proses dekontaminasi sampai tahap ke sepuluh. Tentu saja tahap dekontaminasi  $Tc^{99m}$  membutuhkan waktu yang lebih lama dan volume *radiacwash* yang digunakan lebih banyak dibandingkan dengan proses dekontaminasi  $I^{131}$ .

Laju cacah kontaminasi  $Tc^{99m}$  dan  $I^{131}$  pada permukaan kaca menggunakan dekontaminan *radiacwash* menunjukkan penurunan (gambar 4).

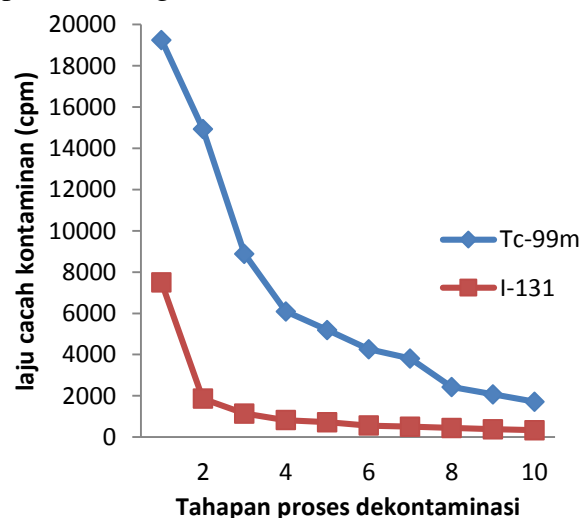


Gambar 4 Grafik perbandingan efektivitas *radiacwash* sebagai dekontaminan zat radioaktif tertentu pada permukaan kaca

Grafik perbandingan penurunan laju cacah kontaminasi antara  $Tc^{99m}$  dan  $I^{131}$  di atas menunjukkan efektivitas *radiacwash* sebagai dekontaminan zat radioaktif  $I^{131}$  pada permukaan kaca. Walaupun penurunan laju cacah kedua zat radioaktif hampir sama, tetapi *radiacwash* pada dekontaminasi permukaan kaca masih lebih efektif untuk mengurangi laju cacah kontaminasi  $I^{131}$ . Terlihat pada tahap dekontaminasi ke satu sampai ke

sepuluh, laju cacah  $I^{131}$  selalu di bawah laju cacah  $Tc^{99m}$ . Pada tahap ke dua dekontaminasi  $I^{131}$  menunjukkan laju cacah kontaminasi 99,33 cpm, sedangkan pada tahap ke dua proses dekontaminasi laju cacah  $Tc^{99m}$  masih 545,16 cpm. Laju cacah kontaminasi  $Tc^{99m}$  menunjukkan nilai 96,03 cpm setelah tahap dekontaminasi ke sepuluh. Sedangkan pada proses dekontaminasi  $I^{131}$ , laju cacah tersebut sudah bisa dicapai pada tahap ke dua. Ini menunjukkan tahap dekontaminasi  $Tc^{99m}$  membutuhkan waktu yang lebih lama dan volume *radiacwash* yang digunakan lebih banyak dibandingkan dengan proses dekontaminasi  $I^{131}$ .

Laju cacah kontaminasi  $Tc^{99m}$  dan  $I^{131}$  pada permukaan *vinyl* menggunakan dekontaminan *radiacwash* menunjukkan penurunan (gambar 5).



Gambar 5 Grafik perbandingan efektivitas *radiacwash* sebagai dekontaminan zat radioaktif tertentu pada permukaan *vinyl*

Grafik perbandingan penurunan laju cacah kontaminasi antara  $Tc^{99m}$  dan  $I^{131}$  di atas menunjukkan efektivitas *radiacwash* sebagai dekontaminan zat radioaktif  $I^{131}$  pada permukaan *vinyl*. Terlihat pada tahap dekontaminasi ke satu sampai ke sepuluh, laju cacah  $I^{131}$  selalu di bawah laju cacah  $Tc^{99m}$ . Penurunan laju cacah kontaminasi  $I^{131}$  sangat signifikan dibandingkan dengan kontaminan  $Tc^{99m}$ . Pada tahap ke dua dekontaminasi  $I^{131}$  menunjukkan laju cacah kontaminasi 1860,21 cpm, sedangkan pada tahap ke dua proses dekontaminasi  $Tc^{99m}$  laju cacahnya masih 14935,47 cpm. Laju cacah kontaminasi  $Tc^{99m}$

menunjukkan nilai 1713,69 cpm setelah tahap dekontaminasi ke sepuluh. Sedangkan pada proses dekontaminasi  $I^{131}$ , laju cacah tersebut sudah bisa dicapai pada tahap ke dua. Ini menunjukkan tahap dekontaminasi  $Tc^{99m}$  membutuhkan waktu yang lebih lama dan volume *radiacwash* yang digunakan lebih banyak dibandingkan dengan proses dekontaminasi  $I^{131}$ . Namun pada proses dekontaminasi kedua jenis zat radioaktif tersebut di permukaan *vinyl* sampai pada tahap ke sepuluh masih menunjukkan laju cacah yang sangat tinggi.

### KESIMPULAN

Berdasarkan data laju cacah kontaminasi hasil penelitian proses dekontaminasi zat radioaktif  $Tc^{99m}$  dan  $I^{131}$  pada semua permukaan, bahan dekontaminan *radiacwash* lebih efektif digunakan untuk mengurangi kontaminasi  $I^{131}$ .

Laju penurunan kontaminasi zat radioaktif  $Tc^{99m}$  dan  $I^{131}$  dalam proses dekontaminasi, paling efektif adalah yang dilakukan pada permukaan kaca. Permukaan kaca memiliki massa jenis permukaan yang lebih tinggi daripada permukaan keramik dan *vinyl*, sehingga zat radioaktif yang tertinggal pada permukaan saat proses dekontaminasi dapat diminimalkan.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jauhari, A., 1999, *Upaya Dekontaminasi Zat Radioaktif di Permukaan Daerah Kerja Ruang Radiologi*, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [2] Tsurayya, G., 2010, *Studi Banding Efektivitas Radiacwash Dibanding Bahan Dekontaminan Alternatif Pada Ruang Kerja Kedokteran Nuklir*, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [3] Ruhman, N., Grantham, V., Martin, C., 2010, The Effectiveness of Decontamination Products in the Nuclear Medicine Department, *Journal of Nuclear Medicine Technology*, No.4, Vol.38,191-194.
- [4] BATAN, 1995, *Sistem Pengukuran Alat Ukur Radiasi*, Jakarta, Badan Tenaga Atom Nasional.
- [5] BATAN, 1995, *Sistem Pengukuran Alat Ukur Radiasi*, Jakarta, Badan Tenaga Atom Nasional.
- [6] Harbert, J., Rocha, A.F.G., 1984, *Textbook of Nuclear Medicine Vol.1*, Philadelphia, Lea & Febiger.
- [7] <http://www.epa.gov/iodine.html>
- [8] BATAN, 1995, *Sistem Pengukuran Alat Ukur Radiasi*, Jakarta, Badan Tenaga Atom Nasional.
- [9] BATAN, 1995, *Sistem Pengukuran Alat Ukur Radiasi*, Jakarta, Badan Tenaga Atom Nasional.
- [10] IAEA, 1999, *Organization and Implementation of a National Regulatory Infrastructure Governing Protection Against Ionizing Radiation and the Safety of Radiation Sources*, Viena, International Atomic Energy Agency.
- [11] Akhadi, M., 2000, *Dasar – Dasar Proteksi Radiasi*, Jakarta, PT.Rineka Cipta.
- [12] IAEA, 1999, *Organization and Implementation of a National Regulatory Infrastructure Governing Protection Against Ionizing Radiation and the Safety of Radiation Sources*, Viena, International Atomic Energy Agency.
- [13] BATAN, 1995, *Sistem Pengukuran Alat Ukur Radiasi*, Jakarta, Badan Tenaga Atom Nasional.
- [14] [http://www.idb-holland.com/products/8/31\\_radiac\\_wash.html](http://www.idb-holland.com/products/8/31_radiac_wash.html)