

## PENENTUAN FAKTOR PINDAH KERTAS USAP MODEL WHATMAN GRADE 42 PADA BERBAGAI MACAM BAHAN PERMUKAAN

Nur Yulianto D, Muradi, Budi Santoso

Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir-BATAN  
Kawasan PUSPIPTEK gd. 20 ,Serpong, Tangerang Selatan, 15314  
Email: [antoni@batan.go.id](mailto:antoni@batan.go.id)

### ABSTRAK

Penentuan Faktor Pindah kertas usap model Whatman, grade 42 telah dilakukan dengan metoda tes usap kering. Pengukuran tingkat kontaminasi suatu bahan permukaan, sangatlah tergantung dari besaran Faktor Pindah dari suatu kertas usap, Harga Faktor Pindah dari kertas usap yang biasa digunakan untuk perhitungan tingkat kontaminasi pada suatu permukaan dalam kegiatan pemantauan rutin selama ini diasumsikan sebesar 0,1. Untuk dapat mengetahui seberapa besar tingkat kontaminasi dari suatu permukaan secara lebih teliti lagi, maka harus dilakukan perhitungan harga Faktor Pindah untuk kertas usap dengan metoda test usap kering. Tujuan penelitian ini adalah untuk:mendapatkan harga Faktor Pindah kertas usap model Whatman, grade 42 pada berbagai macam bahan permukaan, .Bahan permukaan yang digunakan pada penelitian ini adalah keramik, baja tahan karat, dan Epoxy. Kontaminan buatan yang digunakan adalah P-32 dengan aktivitas sebesar  $20\mu\text{Ci}/100\text{ mL}$  . Test Usap kering dilakukan dengan terlebih dahulu meneteskan larutan P-32 sebanyak 10 mL pada bahan permukaan dengan luasan 10 cm x 10 cm dan pada planset yang nantinya digunakan untuk standart. Test Usap dilakukan dengan menggunakan kertas usap model whatman grade 42 pada bahan permukaan pada kondisi kering, kemudian dilakukan pencacahan dengan alat alpa beta counter Ludlum 3030 terhadap kertas usap dan juga kontaminan standart pada permukaan bahan. Harga Faktor Pindah didapat dengan membandingkan antara cacah pada kertas usap dengan cacah standart. Harga Faktor Pindah kertas model Whatman, grade 42 yang diperoleh dari penelitian ini untuk permukaan: keramik, baja tahan karat, Epoxy, berturut-turut adalah:  $(0,721\pm 0,0062)$ ,  $(0,047\pm 0,0006)$ ,  $(0,071\pm 0,0015)$

**Kata kunci** : Faktor Pindah, Kertas Usap, Kontaminan

### ABSTRACT

*Removal Factor determination of smear paper model whatman grade 42 has been done, using dry smear test method. The measurement of a contamination level on surface material is highly dependent on the of Removal Factor value from a smear paper, the value of Removal Factor from the smear paper commonly used for calculating of contamination level in routine monitoring activities is assumed to be 0.1. To be able to find out more about the contamination level of a material surface, it is necessary to calculate the Removal Factor value for smear paper using the dry smear test method. The aim of this research is to find removal factor values of smear paper model whatman grade 42 on some surfaces. The surface materials used in this research were ceramics, stainless steel and Epoxy. The artificial contaminants used are P-32 with activities of  $20\mu\text{Ci} / 100\text{mL}$ . Dry Wipe Test is carried out by first dripping a 10 mL P-32 solution on a surface material with an area of 10 cm x 10 cm and at a cup which will be used for standard. The Wipe Test was carried out by using a grade 42 smear paper on the surface material in dry conditions, then the counting process was carried out with an alpha beta counter Ludlum 3030 on the smear paper and also standard contaminants on the surface of the material. FP value are obtained by comparing count result between paper smears and standard sample. The removal factor values of smear paper model whatman grade 42 for surfaces: ceramic, stainless steel and Epoxy were : $(0,721\pm 0,0062)$ ,  $(0,047\pm 0,0006)$ ,  $(0,071\pm 0,0015)$*

**Key Words** :Removal Factor, Smear paper, Contaminan

## I. PENDAHULUAN

Pengawasan kontaminasi permukaan dan kemungkinan kontaminasi interna pekerja di PTBBN telah dilakukan secara rutin dengan pemantauan kontaminasi permukaan daerah kerja. Pemantauan ini dilaksanakan dengan dua cara yang saling melengkapi yaitu cara langsung dan tak langsung. Cara langsung yaitu dengan mengukur langsung kontaminasi permukaan menggunakan monitor kontaminasi, sedangkan cara tidak langsung yaitu dengan tes usap menggunakan kertas usap. Pada pemantauan tidak langsung, permukaan diusap dengan kertas usap, kemudian kertas usap diukur aktivitasnya dengan alat cacah ditempat lain. Kertas Usap yang biasa digunakan adalah kertas usap Whatman, smear tab Grade 50, Kertas usap yang digunakan mempunyai harga yang mahal, harus import dan ketersediaannya di pasaran pun tidak kontinu. Untuk tetap berlangsungnya kegiatan pemantauan kontaminasi permukaan secara tidak langsung digunakan kertas usap pengganti, diantaranya kertas filter Whatman, grade 42. Penentuan Faktor Pindah kertas filter Whatman, grade 42 perlu dilakukan untuk mengetahui nilai faktor pindah dan sebagai masukan untuk kelayakan penggunaan kertas filter whatman sebagai kertas usap di dalam kegiatan pemantauan kontaminasi permukaan daerah kerja. Harga Faktor Pindah dari kertas usap yang biasa digunakan untuk perhitungan tingkat kontaminasi pada suatu permukaan dalam kegiatan pemantauan rutin selama ini diasumsikan sebesar 10%(0,1). Untuk dapat mengetahui seberapa besar tingkat kontaminasi dari suatu permukaan secara lebih teliti lagi, maka harus dilakukan perhitungan harga Faktor Pindah untuk kertas usap dengan metoda test usap kering. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh harga faktor pindah kertas usap model Whatman, grade 42 serta faktor-faktor yang mempengaruhinya, dimana harga faktor pindah yang diperoleh nantinya akan digunakan di dalam perhitungan tingkat kontaminasi permukaan daerah kerja.

## II. TEORI

Dalam pekerjaan yang melibatkan penggunaan zat radioaktif secara terbuka, dimungkinkan dapat terjadi kecelakaan yang mengakibatkan kontaminasi permukaan dan atau kontaminasi interna terhadap pekerja radiasi. Kecelakaan dapat berupa tetesan pada permukaan, bocornya uap atau gas dan debu dalam ruang kerja, yang kemungkinan kemudian dapat masuk dalam tubuh pekerja radiasi. Dispersi uap atau debu akan mengendap pada permukaan, sehingga dari pemantauan kontaminasi permukaan dapat diperkirakan kemungkinan terjadinya kontaminasi interna pekerja radiasi.

Ada beberapa cara digunakan untuk membedakan tingkat kontaminasi permukaan, yaitu : Berdasarkan jenis radiasi yang dipancarkan<sup>[2]</sup>

- a. Kontaminasi pemancar alfa
- b. Kontaminasi pemancar beta
- c. Kontaminasi pemancar beta tenaga rendah.

Berdasarkan kemudahan kontaminasi berpindah, dapat dibedakan menjadi:

1. Kontaminasi tetap (Fixed contamination) yaitu : kontaminasi yang tidak akan pindah dari permukaan yang terkontaminasi ke permukaan yang tidak terkontaminasi, bila kedua permukaan secara sengaja maupun tidak sengaja bersentuhan.
2. Kontaminasi dapat berpindah (Loose contamination) yaitu : kontaminasi yang akan berpindah dari permukaan yang terkontaminasi ke permukaan yang tidak terkontaminasi, bila kedua permukaan secara sengaja maupun tidak sengaja bersentuhan.

Berdasarkan bentuk fisik kontaminan :

1. Bentuk padat: Kontaminasi permukaan oleh zat radioaktif dapat terjadi karena tumpahan zat yang berbentuk serbuk, kontak antara permukaan dengan zat radioaktif, mengeringnya bahan radioaktif cair atau larutan dan pengendapan zat radioaktif yang terdispersi ke udara.
2. Bentuk Cair: Kontaminasi dalam bentuk cair atau larutan merupakan kontaminasi yang paling sering terjadi, karena banyak pekerjaan dengan zat radioaktif dalam bentuk cair atau larutan dan relatif lebih mudah tumpah atau mengalami kebocoran dibanding bentuk padat.

### Faktor Pindah.

Pada pemantauan kontaminasi permukaan dengan metoda tes usap, tingkat kontaminasi permukaan dihitung dengan harga Faktor Pindah (FP) kertas tes usap yang dipakai pada jenis permukaan tertentu. Faktor pindah adalah persentasi aktivitas kontaminan yang terikat pada kertas usap, dibanding dengan aktivitas pada permukaan <sup>[1]</sup>.

Adapun rumus untuk menghitung besarnya harga FP adalah :

$$F_P = \frac{C_k}{C_b} \times 100 \% ,$$

dengan :

$C_k$  = Cacah kontaminan yang terikat pada kertas usap setelah dikurangi cacah latar ( cpm )

$C_b$  = Cacah residu larutan baku dalam planset setelah dikurangi cacah latar (cpm)

Penentuan Faktor pindah cukup sulit ditentukan, Harga ini tergantung pada banyak parameter seperti sifat fisika dan kimia kontaminan, sifat alami bahan permukaan dan tekanan pengusapan. Dalam kasus-kasus kontaminasi yang dapat pindah (removable contamination) harga FP diambil 100%, kasus-kasus lainnya umumnya diambil pada kisaran harga 10% ( Martin,1986 ) <sup>[2]</sup>.

Selanjutnya Dari harga faktor pindah kertas usap, tingkat kontaminasi permukaan dapat dihitung dengan rumus :

$$T_k = \frac{C_u \times 100}{E_c} \times \frac{1}{A} \times \frac{100}{F_p} \text{ Bq/cm}^2 , \text{ dengan}$$

$T_k$  = Tingkat kontaminasi permukaan ( Bq/cm<sup>2</sup> )

$C_u$  = Cacah kertas usap setelah dikoreksi dengan cacah latar (Cps)

$E_c$  = Effisiensi alat cacah(%)

$A$  = Luas daerah usapan (cm<sup>2</sup>)

$F_p$  = Faktor pindah (%)

### **Pemantauan Kontaminasi Permukaan.**

Pengukuran tingkat kontaminasi permukaan merupakan salah satu cara pemantauan untuk mengetahui kemungkinan terjadinya kontaminasi interna, disamping pemantauan kontaminasi udara dan pemantauan biologi. Biasanya pemantauan kontaminasi permukaan dan udara sudah cukup untuk meyakinkan bahwa tidak ada kontaminan yang memungkinkan masuk ke dalam tubuh pekerja radiasi. Dalam keadaan tertentu antara lain : radionuklida sulit dideteksi dengan cara biasa, batas masukan yang diijinkan sangat rendah dan bila terjadi kecelakaan, maka pemantauan biologi harus dilakukan. Pemantauan biologi ialah pencacahan langsung seluruh tubuh dengan "*whole body counter*" untuk kontaminasi gamma, dengan analisis hasil ekskresi tubuh untuk kontaminasi alfa dan beta. Pengukuran tingkat kontaminasi permukaan memberi gambaran kondisi lingkungan permukaan tidak langsung antara lain: dengan tes usap kering, dengan tes usap basah, dengan mengepel permukaan yang luas, dengan menempelkan bahan perekat pada permukaan, dengan menyedot kontaminasi permukaan dengan pompa lewat filter. Pada penelitian ini dilakukan dengan cara tes usap kering. Dimana pada cara ini kontaminasi permukaan pada luasan 100 cm<sup>2</sup> diusap dengan kertas usap dengan gerakan melingkar, dengan tekanan jari-jari tangan. Tes usap dilakukan pada berbagai jenis permukaan seperti: keramik, baja tahan karat dan EPOXY, dengan kontaminan

### **III. METODOLOGI/TATA KERJA**

#### **Bahan Dan Alat Yang Digunakan.**

Bahan yang digunakan adalah : keramik, Baja tahan karat, EPOXY, Larutan baku P-32(20 $\mu$ Ci/100 mL) dan Kertas usap model Whatman, grade 42

#### **Alat yang digunakan.**

Alat-alat yang digunakan adalah : gelas, pipet, Alat cacah alpha beta Counter Ludlum 3030, dan Komputer

#### **Cara Kerja**

Penelitian penentuan faktor pindah kertas usap lokal ini dilakukan pada kontaminasi permukaan buatan pada suatu bahan permukaan, dengan menggunakan larutan kontaminan radioaktif baku

P-32. Bahan permukaan yang digunakan disesuaikan dengan bahan permukaan yang biasa digunakan di laboratorium, antara lain: keramik, baja tahan karat, dan EPOXY, Variasi pengambilan tes usap dilakukan dengan 3 orang pengambil tes usap untuk 3 percobaan

#### **Tata Laksana Percobaan.**

1. Dari Larutan P-32 yang telah ditentukan aktivitasnya diambil 250  $\mu$ l dan ditetaskan pada masing-masing bahan permukaan yang luasnya 100 cm<sup>2</sup>, dan dibiarkan kering dalam waktu 1 hari
2. Dari Larutan P-32 yang telah ditentukan aktivitasnya diambil 250  $\mu$ l dan ditetaskan pada planset, dan dibiarkan kering dalam waktu 1 hari
3. Pada masing-masing bahan permukaan dilakukan dilakukan test usap . Test usap dilakukan oleh 3 orang yang berbeda dan 1 orang yang sama untuk masing-masing permukaan dengan jumlah sampel test usap masing-masing sebanyak 6 sampel

4. Kertas usap dan larutan residu P-32 yang ada dalam planset kemudian dicacah dengan alat cacah alpha-beta counter Ludlum 3030 selama 2 menit.
5. Dari hasil pencacahan kertas usap dan residu dalam planset kemudian dilakukan perhitungan Faktor Pindah (FP), dengan menggunakan rumus ::

$$F_P = \frac{C_k}{C_b} \times 100 \% , \text{ dengan :}$$

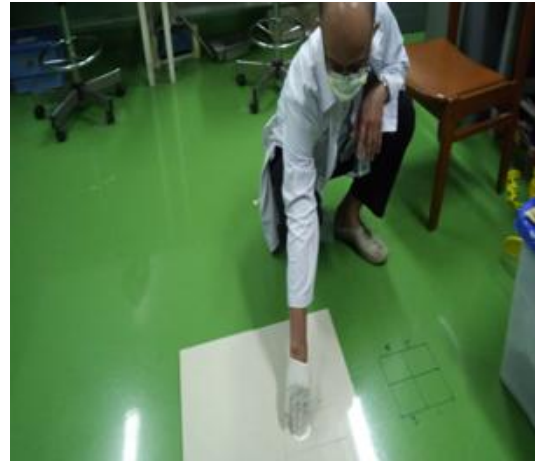
$C_k$  = Cacah kontaminan yang terikat pada kertas usap setelah dikurangi cacah latar ( cpm )

$C_b$  = Cacah residu larutan baku dalam planset setelah dikurangi cacah latar (cpm )

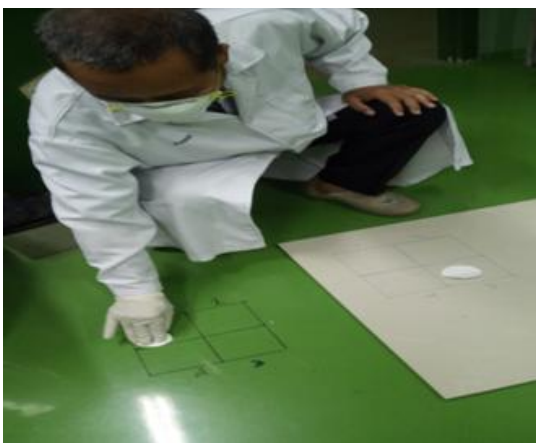
#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Pengambilan sampel usap pada bahan permukaan baja tahan karat



Gambar 2. Pengambilan sampel usap pada bahan permukaan keramik

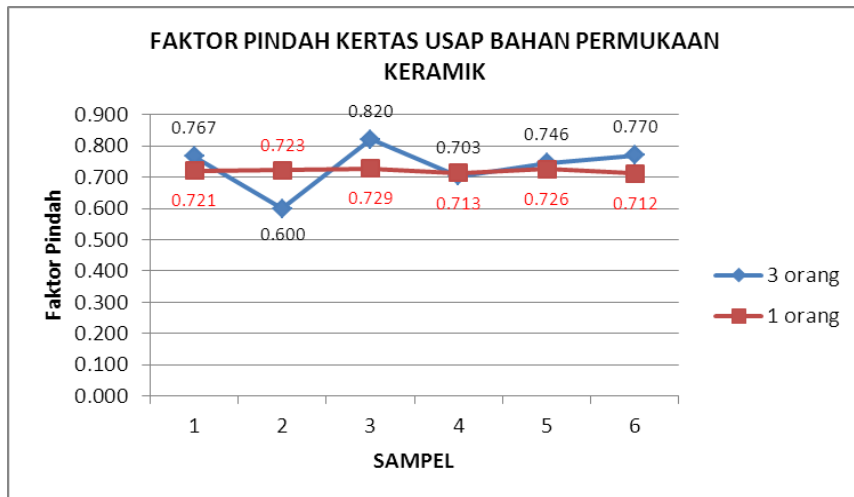


Gambar 3. Pengambilan sampel usap pada bahan permukaan epoxy

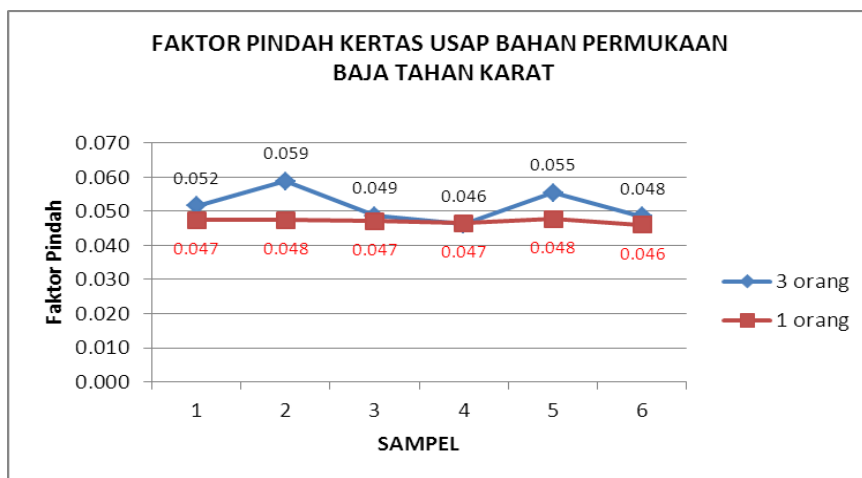


Gambar 4. Proses pencacahan sumber

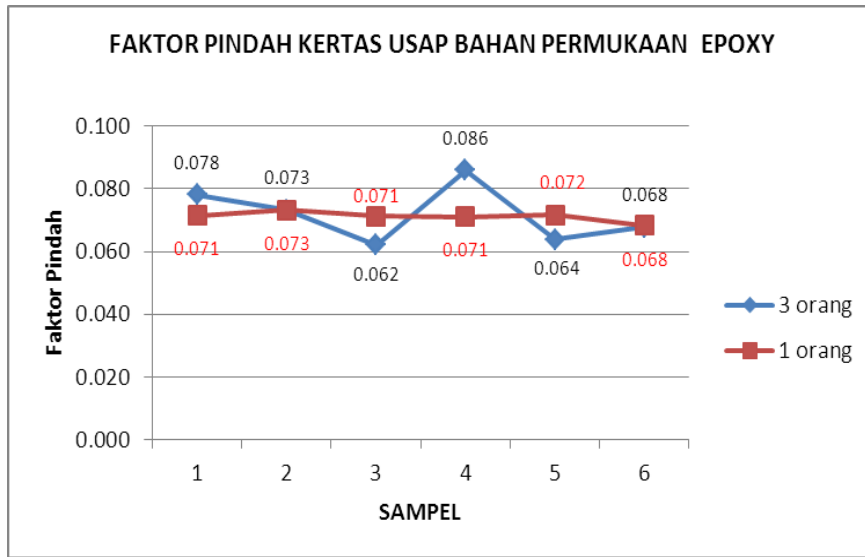
Dari Hasil perhitungan, harga faktor pindah dari tiap kertas usap pada tiap bahan permukaan yang dilakukan oleh pengambil sampel usap dengan orang yang sama dan berbeda , dapat dilihat pada gambar 5, 6 dan 7,



Gambar 5 . Faktor Pindah kertas usap bahan permukaan keramik

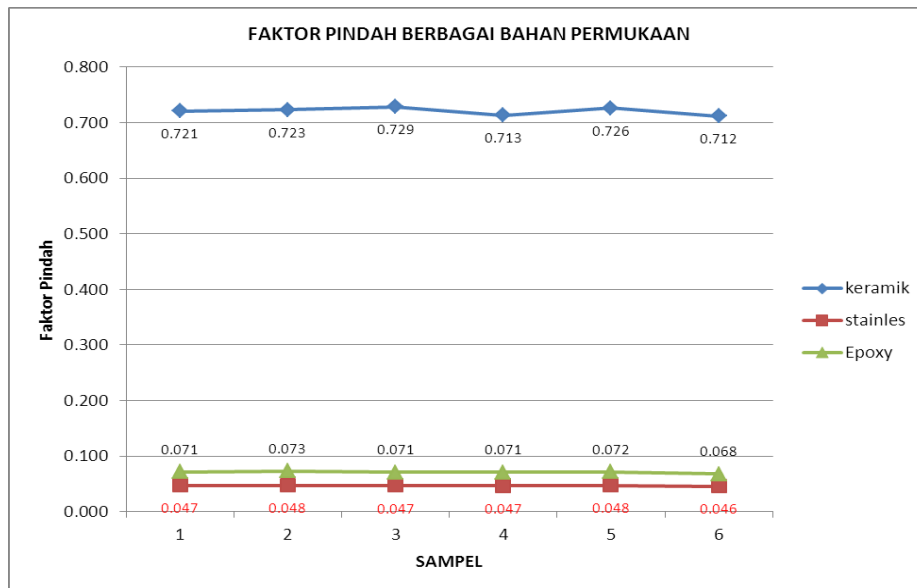


Gambar 6. Faktor Pindah kertas usap bahan permukaan baja tahan karat



Gambar 7. Faktor Pindah kertas usap bahan permukaan EPOXY

Sedangkan harga faktor pindah untuk sampel usap oleh orang yang sama, dengan bahan permukaan yang berbeda dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Faktor Pindah kertas usap bahan permukaan EPOXY

Nilai Faktor Pindah untuk sampel usap dengan pengambil sampel oleh orang yang berbeda ( 3 Orang ) terlihat sangat bervariasi, jika dibandingkan dengan harga Faktor Pindah untuk sampel usap dengan pengambil sampel oleh orang yang sama ( 1 orang ) , hal ini terlihat dari standart deviasi rata-rata untuk pengambil sampel yang dengan orang yang berbeda ( 3 orang ) sebesar 10,79% jauh lebih besar jika dibandingkan dengan standart deviasi rata-rata untuk untuk pengambil sampel oleh orang yang sama, yaitu sebesar 1,41% . Hal ini disebabkan oleh faktor tekanan tangan serta ukuran jari tangan yang berbeda pula, Orang dengan bentuk tangan yang besar serta tekanan yang besar akan cenderung memperbesar fraksi kontaminan yang terikut di kertas usap.

Untuk keperluan pemantauan rutin di PTBBN, kebanyakan test usap dilakukan pada lantai laboratorium dimana bahan pelapis lantainya terbuat dari bahan epoxy, Hasil perhitungan harga FP untuk kertas yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 7,1 %, sehingga jika dilihat/dibandingkan dengan FP dari kertas usap pada umumnya yaitu sekitar 10%, hal ini tentunya dirasa belum tepat, Untuk mengatasi hal itu maka sebaiknya digunakan jenis kertas yang memang peruntukannya betul-betul digunakan sebagai kertas usap, seperti misalnya kertas usap jenis Rad-wipe smear 500, dll, Namun hal ini belum dapat terpenuhi mengingat harga kertas usap khusus ,masih mahal, karena harus import.

Untuk menentukan seberapa besar nilai faktor pindah yang sebenarnya, disini perlu dilakukan pendekatan dengan cara melakukan penyeragaman cara/metode usap yang dilakukan, atapun juga menambah jumlah pengambil sampel agar hasil perhitungan dapat lebih teliti lagi.

Untuk nilai faktor pindah kertas usap yang akan digunakan untuk perhitungan tingkat kontaminasi permukaan diambil dari harga faktor pindah dengan pengambil sampel orang yang sama ( 1 orang ), seperti yang tertera pada tabel berikut :

Bahan Permukaan	Faktor pindah
Keramik	$0,721 \pm 0,0062$
Stainless Steel	$0,047 \pm 0,0006$
Epoxy	$0,071 \pm 0,0015$

Tabel.5

Sedangkan untuk melihat seberapa besar pengaruh dari fisik pengambil sampel yang berbeda-beda, hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Bahan Permukaan	Faktor pindah
Keramik	$0,734 \pm 0,0761$
Stainless Steel	$0,053 \pm 0,0048$
Epoxy	$0,072 \pm 0,009$

Tabel.6

## V. KESIMPULAN

Penentuan Tingkat kontaminasi pada pemantauan kontaminasi secara tidak langsung secara lebih tepat dapat dilakukan dengan cara menghitung harga faktor pindah dari kertas usap yang digunakan. Penentuan harga faktor pindah suatu kertas usap dapat dilakukan dengan cara membandingkan cacah kontaminan yang terikut ke dalam kertas usap dibandingkan dengan cacah dari suatu sumber. Harga Faktor pindah sangat tergantung dari jenis kertas usap yang digunakan, jenis bahan permukaan dan pengambil sampel. Harga Faktor pindah kertas usap model model Whatman, grade 42 untuk bahan permukaan jenis keramik adalah  $0,721 \pm 0,0062$ , untuk bahan permukaan stainless steel  $0,047 \pm 0,0006$  dan untuk epoxy  $0,071 \pm 0,0015$ .

## Ucapan Terimakasih

Terima kasih diucapkan kepada staff KKPR -BKKABN yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.



#### DAFTAR PUSTAKA

1. IAEA, Monitoring of Radioactive Contamination On Surfaces. Technical Reports Series No. 120, IAEA-Vienna, 1970.
2. ALAN MARTIN et al. "An Introduction to Radiation Protection" London, New York, 1986.
3. BAPETEN, Peraturan Kepala Bapetren nomor 4 tahun 2013, " Proteksi dan keselamatan radiasi dalam pemanfaatan tenaga nuklir".
4. Welty, J.R., Wicks, C.E., and Wilson, R.E., 1984, Fundamental of Momentum, Heat and Mass Transfer, John Willey and Sons, New York

