

EVALUASI KINERJA SISTEM PENCACAH KERLIP CAIR PORTABEL TYPE SSS-22P

SUBIHARTO

PRSG-BATAN Kawasan Puspiptek Gd. 30 Serpong, 15310

Email : subiharto@batan.go.id

Diterima Editor :

Diperbaiki :

ABSTRAK

EVALUASI KINERJA SISTEM PENCACAH KERLIP CAIR PORTABEL TYPE SSS-22P. Telah dilakukan evaluasi kinerja sistem pencacah kerlip cair portabel tipe SSS-22P. Sistem pencacah kerlip cair portabel tipe SSS-22P adalah peralatan laboratorium portabel yang digunakan untuk mengukur radiasi Beta dari sampel yang dicampur dengan cairan pelarut. Metode Ini adalah yang paling sensitif untuk mendeteksi dan mengkuantifikasi isotop pemancar Beta, khususnya H-3 dan C-14³⁾. PRSG menggunakan alat ini secara rutin untuk menganalisis air pendingin reaktor sebagai pengganti alat yang sebelumnya LS 1308 buatan Beckman yang telah rusak sejak tahun 2011. Permasalahan saat ini adalah ketika alat yang masih baru ini akan digunakan kondisinya tidak stabil dan nilai cacahnya berubah-ubah. Tujuan penulisan makalah ini untuk memastikan apakah peralatan dapat berfungsi dengan baik dengan melakukan evaluasi kinerjanya. Ruang lingkup evaluasi kinerja peralatan meliputi 2 cara yaitu: melakukan uji kesesuaian *Hardware* dengan cara melakukan pengukuran tegangan tinggi antara tegangan masukan dan keluaran, serta melakukan pengujian *software* dengan pencacahan terhadap sumber standar H-3 untuk mengetahui respon detektor. Pada pengujian *hardware* diperoleh hasil yang menunjukkan adanya ketidak sesuaian antara tegangan masukan dan tegangan keluaran pada kedua detektor, sedangkan pada pengujian *software* diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa respon detektor 1 tidak stabil tetapi respon detektor 2 berfungsi dengan baik.

Kata kunci : evaluasi kinerja, pencacah kerlip cair

ABSTRACT

EVALUATION THE SSS-22P LAB PORTABLE LIQUID SCINTILLATION COUNTING SYSTEM. *Evaluation the sss-22p-Lab portable liquid Scintillation Counting System have been done. The SSS-22P-LAB Portable Liquid Scintillation Counting System measures Beta emissions from samples mixed with a liquid scintillator. This method is the most sensitive method for detecting and quantifying Beta emitter isotopes, especially H-3 and C-14. PRSG uses this equipment routinely to analyze the reactor coolant water as a replacement of the previously designed Beckman LS-1308 that has been that has been damaged since 2011. The current problem is when this new equipment will be used its condition is unstable and show variable changing results. The purpose of writing this paper to as certain whether the equipment works well by performing is performance evaluation. The scope of equipment performance evaluation include 2 ways, namely : to perform hardware suitability test by performing high voltage measurement between input and output voltage, and perform software testing with enumeration to source of standard H-3 to know the detector response. In the*

hardware test obtained results indicate the existence of a mis match between the input voltage and output voltage on both detectors, while the software testing obtained results that indicate that the response detector 1 is not stable but the response detector 2 works well

Keywords: performance evaluation, liquid Scintillation Counting

PENDAHULUAN

Pemanfaatan pengoperasian reaktor harus memperhatikan keselamatan bagi peralatan, pekerja masyarakat dan lingkungan. Pada saat reaktor beroperasi selain banyak manfaatnya juga terdapat resiko terhadap bahaya radiasi Interna dan eksterna, di Pusat Reaktor Sera Guna (PRSG). Tugas untuk pengendalian terhadap bahaya tersebut dibebankan kepada Bidang Keselamatan Kerja dan Opeasi, Sub bidang Keselamatan Kerja dan Proteksi Radiasi (KKPR). Salah satu tugas pokok dan fungsi sub bidang KKPR adalah melakukan pemantauan keselamatan kerja ²⁾. Berdasarkan Perka Bapeten No.4 Tahun 2013 tentang, "Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam pemanfaatan Tenaga Nuklir" pada pasal 25 menyatakan bahwa, Pemegang Izin, untuk memastikan Nilai Batas tidak terlampaui, wajib melakukan: b. pemantauan Paparan Radiasi dan/atau kontaminasi, radioaktif di daerah kerja; c. pemantauan radioaktivitas lingkungan di luar fasilitas atau instalasi ¹⁾. Untuk bisa melaksanakan tugas tersebut KKPR dilengkapi dengan bermacam-macam alat monitor radiasi baik yang terpasang maupun yang portabel antara lain alat monitor radiasi alfa, beta, gamma dan neutron, spektrometer gamma dan spektrometer beta.

Untuk menjamin keselamatan bagi personil dan sistem RSG-GAS dilengkapi dengan spektrometer beta portabel dengan spesifikasi sebagai berikut: Pencacah kerlip cair portabel type SSS-22P. Secara sederhana spektrometer dapat digambarkan terdiri dari 2 (dua) detektor radiasi beta, rangkaian elektronik penunjang, dan sebuah interface yang disebut *Multi Channel Analyzer (MCA)*.

Seiring dengan perkembangan teknologi rangkaian elektronika, catu daya tegangan tinggi dan rangkaian MCA kini telah dibuat secara terintegrasi *pada onboard slot* komputer. Alat ini dilengkapi dengan perangkat lunak khusus (*software LAM 10*) yang telah diinstal pada sperangkat komputer dapat berfungsi sebagai MCA. Alat ini mempunyai fungsi untuk menganalisis kandungan Tritium (H-3) dan C-14 di dalam pendingin air primer.

Pada saat digunakan untuk melakukan pencacahan alat tersebut menunjukkan tidak stabil dan data hasil pengukuran selalu berubah-ubah oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi terhadap alat tersebut. Evaluasi dilakukan dengan 2 cara yaitu, yang pertama melakukan pengujian terhadap *hardware* yaitu dengan melakukan pengukuran terhadap tegangan masukan dan keluaran untuk melihat kesesuaiannya dan yang kedua pengujian terhadap *software* dengan melakukan pencacahan sumber standar dan vial kosong.

Dengan dilakukannya evaluasi terhadap *software dan hardware* alat tersebut diharapkan dapat diketahui secara pasti penyebab ketidakstabilan alat tersebut untuk selanjutnya dilakukan tindakan penstabilan, sehingga kemampuan unjuk kerja alat tersebut bisa dipertanggungjawabkan saat digunakan untuk pengukuran dan akhirnya aspek keselamatan dapat terpenuhi sesuai dengan ketentuan keselamatan kerja.

TEORI

Sistem pencacah kerlip cair portabel tipe SSS-22P memiliki dua komponen utama: dua Detektor SSS-22P, dan dua saluran pencacah LAM-10-DSC. LAM-10-DSC adalah instrumen berdiri sendiri, detektor SSS-22P

berada di dalam kotak yang terbuat dari baja ringan yang kuat dan dilengkapi dengan Printer untuk mencetak keluaran data .

Detektor SSS-22P-LAB berisi dua tabung photomultiplier, preamplifier, tiga ruang sampel yang berfungsi sebagai pembawa sampel dengan botol standar 20 - 25 ml.

Spesifikasi sistem, termasuk elektronik LAM-10-DSC.

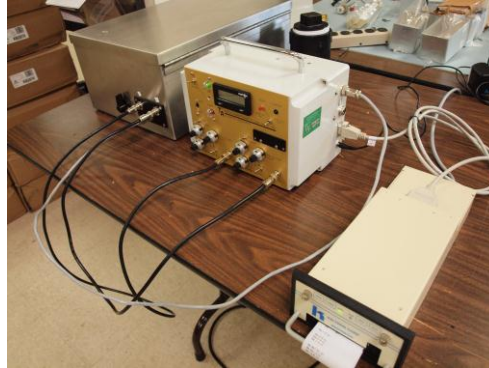
- Efisiensi H-3:
- Kotor, > 20%.
- Coincidence: > 10%.
- Count Time: 1 detik sampai lebih dari 10 hari, user settable dalam hitungan detik.
- Tegangan: tegangan bias PM 0 - 2000 V pengguna settable sampai 1 V.
- Pembacaan: Digital panel meter, 6 digit panel LCD, 0.4 "angka.
- Keluaran:
- Port serial RS-232.
- Port USB opsional pada penghitung eksternal.
- Daya: Adaptor sel gel + AC.
- Box : 17 "X 11³/₄" X 7¹/₂ ", LAM-10-DSC: 10" X 7 "X 7"
- Berat: 26 lbs. (~ 12 Kg)
- Ruang botol sampel standar 20 - 25 ml.
- Sebagian besar Bekerja dengan fluor *Scintilation flour*. Perkin-Elmer Ultima Gold-LLT dianjurkan untuk penghitungan H-3.³⁾

Di dalam kotak berisi probe yang dipasang di kedua sisi ruang dengan ruangan untuk tiga botol sampel, dan preamplifier untuk sinyal probe. Jika digunakan dalam pencahayaan terang, usahakan tutup kotak antara sumber cahaya dan bagian dalam sambil bertukar vial, untuk melindungi photomultipliers dari cahaya. Kotak ini memiliki tombol *interlock* yang terbuka saat cover diangkat. Konektor 3-pin harus dilepaskan ke LAM-10-DSC. Ini dilengkapi catu daya DC +5 V untuk preamplifier (lihat bagian Photomultipliers di bawah) dan juga generator tegangan tinggi di LAM-10-DSC. Masukan + 5 V pada pin 2 melewati saklar interlock dan kembali melalui pin 3 ke LAM-10-DSC.⁵⁾

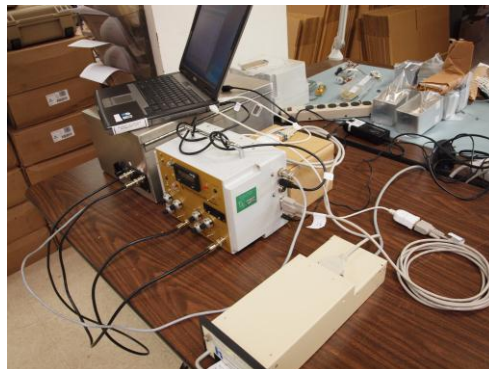
Pada saat ruang sampel dibuka:

- Pasokan 5 V terputus dari generator HV
- Generator HV tidak beroperasi
- Tidak ada suplai HV ke PM Tubes.⁴⁾

Alat ini bisa dioperasikan dengan *mode stand alone* Gambar 1 dan dioperasikan dengan komputer Gambar 2



Gambar 1. Rangkaian kinerja sistem pencacah kerlip cair portabel type SSS-22P mode stand alone



Gambar 2. Rangkaian kinerja sistem pencacah kerlip cair portabel type SSS-22P mode operasi dengan komputer

TATA KERJA

Bahan yang digunakan:

1. Sumber standar H3
2. Vial kosong

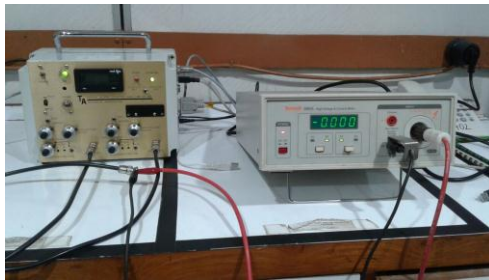
Alat yang digunakan:

1. Pencacah kerlip cair portabel tipe SSS-22P
2. Laptop
3. Alat ukur tegangan tinggi Merk Zentech 900 A *High Voltage and Current meter*

Langkah Kerja

Uji kesesuaian Hardware dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Membuat rangkaian seperti Gambar 3. Dibawah ini



Gambar 3. Rangkaian saat mengukur HV

- b. Mengukur tegangan tinggi detektor 1 dengan interval 1 strip (skala 2) potensiometer dengan cara melepas kabel BNC yang terhubung ke detektor ,

pengukuran dimulai dari keluaran 0 Volt sampai mendekati keluaran 1000 Volt Mencatat hasilnya kedalam Tabel

- c. Mengukur tegangan tinggi detektor 2 dengan interval 1 strip (skala 2) potensiometer dengan cara melepas kabel BNC yang terhubung ke detektor, pengukuran dimulai dari keluaran 0 Volt sampai mendekati keluaran 1000 Volt Mencatat hasilnya kedalam Tabel

4. Pengujian Software dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Mencacah sumber standar H3 dengan variasi tegangan tinggi detektor 1 sampai mencapai cacah tertinggi mendekati nilai yang tertera dalam sertifikat sumber, untuk menentukan daerah tegangan kerja (Plato).
Mencatat hasilnya kedalam Tabel

- b. Mengukur sumber standar H3 dengan variasi tegangan tinggi detektor 2 sampai mencapai cacah tertinggi mendekati nilai yang tertera dalam sertifikat sumber, untuk menentukan daerah tegangan kerja (Plato).
Mencatat hasilnya kedalam Tabel

DATA HASIL PENGAMATAN

A. Data hasil pengujian Hardware

Tabel 1. Data hasil pengukuran tegangan tinggi detektor 1

NO	TEGANGAN SETTING (Volt)	TEGANGAN KELUARAN (Volt)
1	0	0
2	10	13
3	20	36
4	30	57

Tabel 2. Data hasil pengukuran tegangan tinggi detektor 2

NO	TEGANGAN SETTING (Volt)	TEGANGAN KELUARAN (Volt)
1	0	0
2	10	15
3	20	36
4	30	57

Tabel 1. Lanjutan

NO	TEGANGAN SETTING (Volt)	TEGANGAN KELUARAN (Volt)
5	40	79
6	50	100
7	60	121
8	70	142
9	80	163
10	90	185
11	100	206
12	110	229
13	120	250
14	130	272
15	140	294
16	150	315
17	160	337
18	170	357
19	180	378
20	190	400
21	200	422
22	210	444
23	220	466
24	230	498
25	240	508
26	250	530
27	260	552
28	270	575
29	280	593
30	290	614
31	300	636
32	310	656
33	320	678
34	330	699
35	340	720
36	350	740

Tabel 2. Lanjutan

NO	TEGANGAN SETTING (Volt)	TEGANGAN KELUARAN (Volt)
5	40	78
6	50	98
7	60	119
8	70	139
9	80	159
10	90	179
11	100	200
12	110	220
13	120	241
14	130	261
15	140	281
16	150	302
17	160	322
18	170	343
19	180	362
20	190	383
21	200	404
22	210	426
23	220	446
24	230	466
25	240	486
26	250	506
27	260	527
28	270	547
29	280	566
30	290	586
31	300	606
32	310	626
33	320	646
34	330	666
35	340	686
36	350	706

Tabel 1. Lanjutan

NO	TEGANGAN SETTING (Volt)	TEGANGAN KELUARAN (Volt)
37	360	761
38	370	782
39	380	802
40	390	823
41	400	843
42	410	865
43	420	886
44	430	907
45	440	927
46	450	948
47	460	469
48	470	989
49	472	994
50	474	997
51	500	----

Tabel 2. Lanjutan

NO	TEGANGAN SETTING (Volt)	TEGANGAN KELUARAN (Volt)
	360	727
	370	747
	380	767
	390	787
	400	808
	410	829
	420	849
	430	868
	440	888
	450	909
	460	929
	470	949
	480	969
	490	988
	500	----

B. Data pengujian Software

Tabel 3. Data hasil pengukuran
Sumber H3 menggunakan
detektor 1 dengan variasi HV

NO	TEGANGAN TINGGI (Volt)	AKTIVITAS SUMBER (CPS)
1	0	730
2	50	2887
3	100	3976
4	150	4645
5	200	5967
6	250	13287
7	300	12844
8	305	12923
9	310	13020
10	315	10130
11	315	9724

Tabel 4. Data hasil pengukuran
Sumber H3 menggunakan
detektor 2 dengan variasi HV

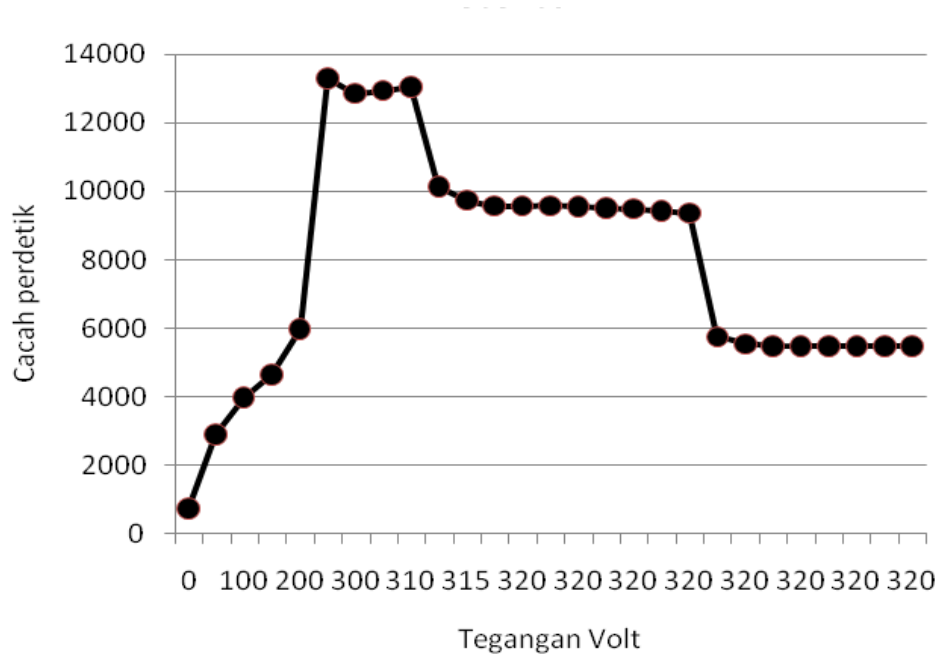
NO	TEGANGAN SETTING (Volt)	AKTIVITAS SUMBER (CPS)
1	0	0,01
2	50	0,01
3	100	0,01
4	150	1,3
5	200	131
6	250	6212
7	260	6815
8	270	6703
9	280	6178
10	290	5485
11	300	5113

Tabel 3. Lanjutan

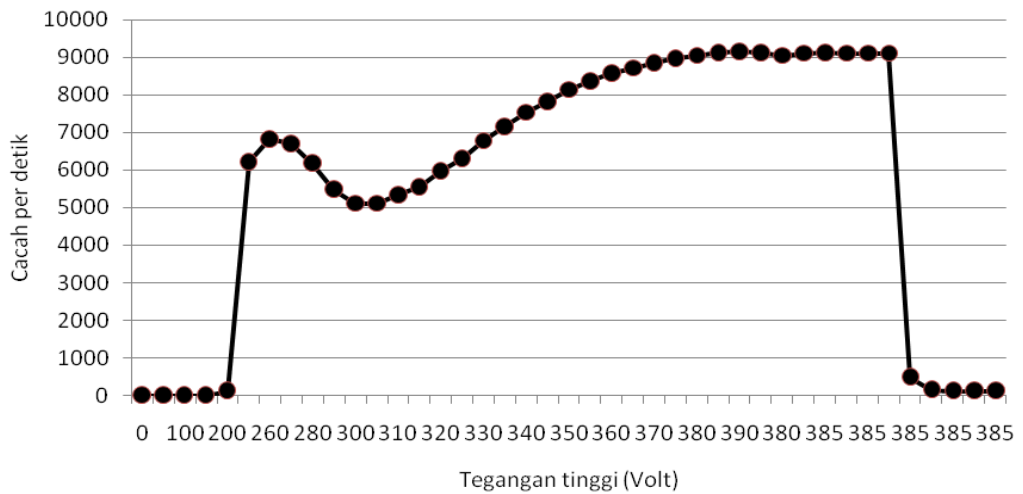
NO	TEGANGAN TINGGI (Volt)	AKTIVITAS SUMBER (CPS)
12	315	9563
13	320	9562
14	320	9566
15	320	9536
16	320	9491
17	320	9477
18	320	9428
19	320	9349
20	320	5748 (Blank)
21	320	5538
22	320	5477
23	320	5476
24	320	5461
25	320	5460
26	320	5461
27	320	5461
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		

Tabel 4. Lanjutan

NO	TEGANGAN SETTING (Volt)	AKTIVITAS SUMBER (CPS)
12	305	5103
13	310	5338
14	315	5555
15	320	5979
16	325	6305
17	330	6775
18	335	7160
19	340	7532
20	345	7822
21	350	8137
22	355	8363
23	360	8571
24	365	8713
25	370	8843
26	375	8965
27	380	9049
28	385	9114
29	390	9157
30	385	9116
31	380	9041
32	385	9111
33	385	9117
34	385	9108
35	385	9101
36	385	9106
37	385	490 (blank)
38	385	166
39	385	132
40	385	126
41	385	125



Gambar 4. Grafik fungsi Tegangan VS Cacah per detik Detektor 1



Gambar 5. Grafik fungsi Tegangan VS Cacah per detik Detektor 2

PEMBAHASAN

Uji kesesuaian *hardware* dilakukan dengan melakukan pengukuran tegangan tinggi *setting* dengan menggunakan alat ukur Zentech 900 A *High Voltage and Current meter*. Alat ukur ini mempunyai kemampuan mengukur tegangan tinggi 10.000 volt AC dan 15.000 volt DC.

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa tegangan *setting* (masukan) yang akan diukur ditentukan mulai dari 0 volt dinaikkan dengan kelipatan 10 sehingga masukannya 0, 10, 20, 30, 40, 50,.....sampai 500 volt. Penentuan tegangan masukan maksimum 500 volt berdasarkan rekomendasi dari petunjuk pengoperasiannya sehingga tidak boleh terlampaui karena dapat merusak detektor. Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa pada tegangan masukan untuk detektor 1 berturut-turut (0,10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100474) volt, tegangan terukurnya adalah (0, 13, 36, 57, 79, 100, 121, 142, 163, 185, 206.....997) volt, kalau kita mengacu pada petunjuk operasi tegangan keluar terukur seharusnya besarnya 2 (dua) kali tegangan masukannya, tetapi ternyata data yang diperoleh dari hasil pengukuran terdapat perbedaan (penyimpangan) di semua masukan namun demikian semakin besar tegangan masukannya penyimpangannya semakin kecil, besarnya penyimpangan berkisar anatar 5 % sampai 15 %. Penyimpangan ini bisa terjadi kemungkinan disebabkan oleh: suhu ruangan, perlakuan saat pengiriman, dan bergesernya setting potensiometer. Oleh karena itu untuk mengatasi hal tersebut perlu dikondisikan ruangnya dan diatur ulang setting potensiometer. Sedangkan untuk detektor 2 yang terlihat dari Tabel 2 terlihat bahwa pada tegangan masukan untuk detektor 2 berturut-turut (0,10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100490) volt, tegangan terukurnya adalah (0, 15, 36, 57, 78, 98, 119, 139, 159, 179, 200.....988) volt, berdasarkan data tersebut diatas uji kesesuaian detektor 2 juga terdapat perbedaan (penyimpangan) di

semua masukan namun demikian semakin besar tegangan masukannya penyimpangannya semakin kecil, besarnya penyimpangan berkisar anatar 0,8 – 25 %. Dari data yang tersaji pada Tabel 1 dan 2 tersebut dapat diketahui bahwa penyimpangan terbesar kedua detektor tersebut terjadi pada tegangan rendah 10 volt dengan penyimpangan 15 % untuk detektor 1 dan 25 % untuk detektor 2.

Untuk pengujian Software dilakukan dengan melakukan pencacahan sumber standar H-3 yang mempunyai aktivitas 10.000 Cps. Pencacahan dilakukan pada tegangan yang bervariasi mulai dari 0 volt sampai diperoleh tegangan kerjanya yang ditunjukkan oleh cacah terbesar yang mendekati Cacah sumber standar yang digunakan. Data hasil pencacahan disajikan dalam Tabel 3 dan 4 serta Gambar 3 dan 4. Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa detektor 1 mulai merespon pada tegangan 0 volt, walaupun belum ada tegangan namun sudah mulai mencacah yaitu 730 Cps, tegangan terus bertambah mencapai cacah terbesar pada tegangan 250 volt yaitu 13287 Cps dan mulai stabil pada tegangan 320 volt dengan cacah rata-rata 9474 Cps, cacah ini dianggap cacah terbesar yang mendekati sumber, namun demikian ketika sumber standar diambil dan diganti dengan vial yang kosong (sebagai cacah latar) diperoleh cacahan rata-rata 5510 Cps nilai cacahan ini cukup besar. Hal ini menunjukkan bahwa detektor 1 tidak merespon sebagaimana mestinya karena dengan hasil cacahan tersebut seolah-olah masih ada sumber di dalam vial, sehingga hasil pengukurannya tidak bisa dipertanggungjawabkan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengaturan ulang tegangan tingginya untuk detektor 1

Berdasarkan Tabel 4 terlihat bahwa detektor 2 mulai merespon sejak tegangan 200 volt seiring dengan bertambahnya tegangan maka cacahanpun bertambah juga dan mulai stabil pada tegangan kerjanya 385 volt, dengan cacah rata-rata 9108 Cps. Tegangan kerja dan cacahan ini mendekati dengan data yang tertera dalam sertifikat yang menyatakan

bahwa detektor kerja mempunyai tegangan kerja 380 volt dengan cacahan sumber standar H-3 sebesar 10.000Cps dengan demikian nilai perbedaan (penyimpangan) untuk tegangan kerja sebesar $((385-380) : 380) \times 100\% = 1,3\%$ sedangkan untuk hasil cacahannya terdapat perbedaan $((10.000 - 9108) : 10.000) \times 100\% = 8,92\%$, perbedaan pengaturan tegangan dan hasil pengukuran tersebut kurang dari 10 % sehingga dapat dikatakan bahwa detektor 2 dapat berfungsi dengan baik, hal ini ditunjukkan dengan pada saat sumber standar diambil dan diganti untuk mencacah vial yang kosong (sebagai cacah latar) diperoleh cacahan rata-rata 137,52 Cps.

Kinerja detektor 1 dapat direpresentasikan pada Gambar 4, spektrum yang terlihat pada tegangan (0 - 310) volt menunjukkan daerah Compton dimana respon detektor pada daerah ini dipengaruhi oleh hamburan Compton sehingga spektrum atau cacahan pada daerah ini tidak merepresentasikan standar yang dicacah, sedangkan spektrum yang terlihat pada tegangan (310 - 320) volt menunjukkan daerah plato/tegangan kerja detektor dan merepresentasikan dari sampel/standar yang dicacah, namun demikian spektrum selanjutnya pada tegangan 320 volt masih tinggi kira-kira setengah dari spektrum yang ada di tegangan padahal saat itu sumber standarnya diganti dengan Vial kosong, hal ini menunjukkan bahwa respon detektor 1 tidak representatif.

Kinerja detektor 2 dapat direpresentasikan pada Gambar 5, spektrum yang terlihat pada tegangan (0 - 380) volt menunjukkan daerah Compton dimana respon detektor pada daerah ini dipengaruhi oleh hamburan Compton sehingga spektrum atau cacahan pada daerah ini tidak merepresentasikan standar yang dicacah, sedangkan spektrum yang terlihat pada tegangan (380 - 385) volt menunjukkan daerah plato/tegangan kerja detektor dan merepresentasikan dari standar yang dicacah, begitu juga spektrum selanjutnya pada tegangan 385 volt setelah standarnya diganti

dengan Vial kosong spektrumnya turun dratis, hal ini menunjukkan bahwa respon detektor 2 sangat representatif, sehingga data hasil pengukurannya bisa dipertanggung jawabkan kebenarannya.

KESIMPULAN

Berdasarkan kegiatan evaluasi kinerja sistem pencacah kerlip cair portabel type sss-22p dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Detektor 1 tidak berfungsi sebagaimana mestinya, sehingga diperlukan pengaturan ulang pada Tegangan tingginya
2. Detektor 2 bisa berfungsi sebagaimana mestinya, sehingga Pencacah kerlip cair portabel *type* sss-22p dapat digunakan untuk menganalisis kandungan H-3 dan C-14 pada air Primer, namun demikian untuk memper kecil error perlu dilakukan setting ulang pada Tegangan tingginya
3. Untuk meningkatkan kinerja pencacah kerlip cair portabel *type* sss-22p diperlukan kondisi ruangan dengan suhu yang memadai dan pengaturan ulang tegangan tinggi

DAFTAR PUSTAKA

1. Peraturan kepala badan pengawas tenaga nuklir Nomor 4 tahun 2013 tentang, “ Proteksi dan keselamatan radiasi dalam pemanfaatan tenaga nuklir”
2. Peraturan kepala badan tenaga nuklir nasional Nomor 14 tahun 2013 tentang, “ Organisasi dan Tata Kerja Badan Tenaga Nuklir Nasional”
3. User Guide, Technical Associates & Overhoff Technology. Tacquire and Overhoff data viewer software VI.80 and above
4. User Guide, Keltron 80 Series Miniprinter Instalation & Operating Instructions
5. Technical Associates LAM 10/SSS-22P Guide documentation.

