

PENGUJIAN KESTABILAN PENCACAH SINTILASI CAIR PACKARD 1900TR

Neneng Laksmi Ritonga, Alip dan Djiono
Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi - BATAN

ABSTRAK

PENGUJIAN KESTABILAN PENCACAH SINTILASI CAIR PACKARD 1900TR. Telah dilakukan pengujian kestabilan pencacah sintilasi cair Packard 1900TR dengan menggunakan metode pengujian chi square dengan cara pengkalibrasian terhadap standar yaitu dengan menggunakan 3 buah vial yang berisi standar yang diletakkan menurut urutan : ^{14}C standar unquenched, ^3H standar unquenched, dan background. Untuk menentukan nilai χ^2 dari ^{14}C standar unquenched, standar tersebut dicacah selama 30 detik sebanyak 20 kali putaran pada region 74-156 keV, sedangkan ^3H standar unquenched dicacah selama 30 detik sebanyak 20 kali putaran pada region 0-18,6keV. Dari hasil pengujian terlihat bahwa nilai chi square (χ^2) untuk ^3H standar berfluktuasi pada 10,40 hingga 31,37, sedangkan untuk ^{14}C standar berfluktuasi pada 9,62 hingga 28,81. Nilai chi square tertinggi untuk ^3H standar pada tanggal 29-8-1995 sebesar 22,04 dan terendah pada tanggal 16-1-1996 sebesar 10,40, sedangkan untuk ^{14}C standar tertinggi pada tanggal 13-11-1995 sebesar 28,81 dan terendah pada tanggal 12-10-1995 sebesar 9,62. Hasil kalibrasi kedua isotop tersebut menunjukkan bahwa alat pencacah sintilasi cair PACKARD 1900TR yang dipergunakan stabil.

ABSTRACT

STABILITY TESTING OF LIQUID SCINTILLATION COUNTER PACKARD 1900TR. Stability testing of Liquid Scintillation Counter Packard 1900TR was carried out using chi square method by calibrating three vials containing standard in the following order: ^{14}C , ^3H unquenched standards and their background. The χ^2 value of ^{14}C and ^3H was determined in 30 seconds counting time for 20 cycles in the range level of 74-156 keV and 0-18.6keV respectively. The results showed that the chi square value (χ^2) for ^3H standard was fluctuated from 10.40 to 31.37 and ^{14}C standard was 9.62 to 28.81. The highest χ^2 for ^3H standard was 22.04 on 29-8-1995 and its lowest value was 10.40 on 16-1-1996. While for the ^{14}C standard, the highest value of χ^2 was 28.81 on 13-11-1995 and the lowest value was 9.62 on 12-10-1995. The results of the calibration of both standards showed that the liquid scintillation counter Packard 1900TR was in good stability.

PENDAHULUAN

Banyak penelitian yang dilakukan di bidang hidrologi yang menggunakan isotop alam tritium (^3H) dan karbon-14 (^{14}C). Kedua isotop tersebut merupakan pemancar β sehingga untuk mengetahui kandungannya dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat pencacah sintilasi cair (LSC).

Pencacah sintilasi cair merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi pancaran partikel β dari radioisotop lingkungan ^3H dan ^{14}C yang berasal dari sampel air (tanah) atau sampel *crude oil*. Akumulasi cacahan yang terdeteksi dinyatakan dalam *count per minute* (cpm) dan digunakan untuk menentukan aktivitas dari suatu sampel. Nilai aktivitas yang diperoleh melalui serangkaian perhitungan digunakan untuk mendapatkan berbagai informasi, baik untuk studi air tanah, panasbumi atau *enhanced oil recovery* dalam perminyakan. Alat pencacah sintilasi cair yang dipergunakan adalah Packard Tri-Carb 1900TR. Keistimewaan dari alat ini adalah memiliki kemampuan menyimpan informasi yang dapat dimasukkan ke dalam disket maupun ke dalam hard disk. Data yang tersimpan dalam alat dapat dianalisis, diarsipkan, ditransmisikan dan dilaporkan tanpa interaksi user. Integrasi dari perangkat lunak merupakan unsur utama dalam meningkatkan kemampuan total alat. Dengan sinkronisasi pencacahan, pemrosesan dan pelaporan sampel dengan perangkat lunak yang diotomasi oleh alat bantu komputer, alat pencacah sintilasi cair ini dapat dijalankan tanpa harus diawasi [2].

Data cacahan sampel yang diperoleh memiliki tingkat akurasi dan presisi yang memadai, sehingga sangat menentukan interpretasi akhir, maka alat tersebut dilengkapi sejumlah parameter kontrol yang meliputi *background*, efisiensi, *figure of merit* (FOM) dan chi square.

Metode chi square digunakan untuk menguji sekelompok data hasil suatu pengukuran berulang. Dengan metode ini akan dapat diketahui apakah sekelompok data tersebut mengikuti distribusi normal atau tidak. Uji chi square dimaksudkan untuk mengoreksi *error* data dan menguji kestabilan alat yang sedang dipergunakan. Pengujian dikerjakan dengan melakukan pengulangan pengukuran N sampel sebanyak n kali. Nilai aritmetik rata-rata pengukuran dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\bar{N} = \frac{\sum N_i}{n}$$

Nilai χ^2 didefinisikan sebagai :

$$\chi^2 = \frac{\sum (N_i - \bar{N})^2}{\bar{N}}$$

dengan \bar{N} = rata-rata cacahan sampel, N_i = cacahan sampel ke-i, χ^2 = Nilai chi square

Untuk menguji apakah nilai chi square yang diperoleh memenuhi distribusi normal atau tidak, nilai chi square tersebut dicocokkan pada tabel chi square. Terlepas dari perlunya mengindikasikan fungsi utama alat, maka tabel chi square dipilih untuk memperkirakan bahwa salah satu dari n pengukuran akan berada di luar batas yang telah ditentukan. Alat masih berada dalam kondisi stabil apabila nilai χ^2 nya masih berada di antara $(1 - \alpha/2)(n - 1) < \chi^2 \leq (\alpha/2)(n - 1)$.

BAHAN DAN METODE

Untuk mengontrol kinerja alat pencacah sintilasi cair dilakukan dengan cara mengkalibrasi terhadap standar. Untuk maksud tersebut digunakan tiga vial yang berisi sampel standar yang pada saat kalibrasi diletakkan menurut urutan sebagai berikut :

1. ^{14}C standar *unquenched*
2. ^3H standar *unquenched*
3. Standar *background*

Untuk menentukan nilai χ^2 dari ^{14}C standar *unquenched*, standar ^{14}C *unquenched* tersebut dicacah selama 30 detik sebanyak 20 kali putaran pada region 74-156 keV, sedangkan ^3H standar *unquenched* dicacah selama 30 detik sebanyak 20 kali putaran pada region 0-18,6 keV. Nilai chi square (χ^2) secara otomatis dihitung oleh alat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bila suatu pengukur radiasi digunakan untuk mengukur suatu sumber radioaktif secara berulang, maka data-data hasil pengukurannya haruslah mengikuti distribusi normal karena memang sifat pancaran radiasi bersifat random. Apabila ternyata data-data tersebut tidak mengikuti distribusi normal setelah diuji dengan metode chi square, maka dapat disimpulkan bahwa alat pengukurnya tidak bekerja dengan baik [3].

Pada Tabel 1 chi square terlihat bahwa nilai chi square terpengaruh oleh jumlah pengukuran. Nilai chi square ideal untuk distribusi normal adalah terletak pada kemungkinan 0,50. Bila nilai kemungkinannya semakin besar, maka penyebaran datanya semakin lebar dan sebaliknya bila semakin kecil penyebaran datanya semakin runcing [3].

Dalam pembahasan makalah ini digunakan data kalibrasi yang telah dilakukan sejak 9 Agustus 1993 sampai dengan 1 April 1997. Periode kalibrasi dilakukan secara tidak beraturan, mengingat padatnya jadwal pengukuran sampel yang memerlukan waktu yang relatif lama. Data nilai chi square yang diperoleh disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Chi Square

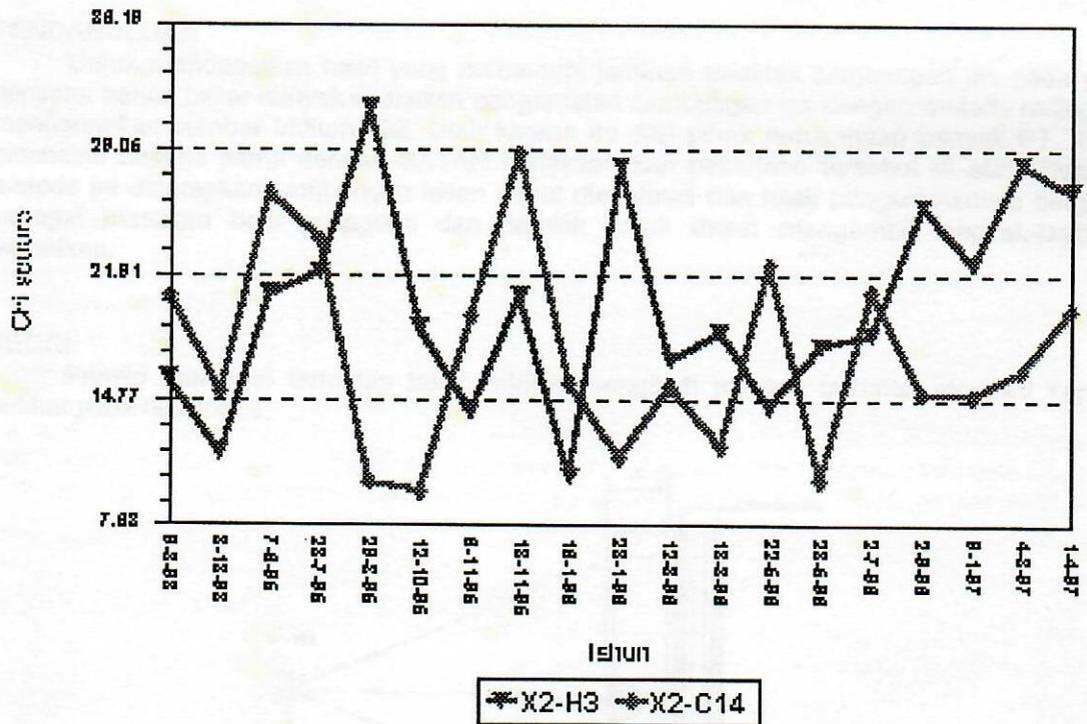
Degree of freedom (N-1)	There is probability of						
	0.99	0.95	0.90	0.50	0.10	0.05	0.01
	that the calculated value of Chi Square will be equal to or greater than						
2	0.020	0.103	0.211	1.386	4.605	5.991	9.210
3	0.115	0.352	0.584	2.366	6.251	7.815	11.345
4	0.297	0.711	1.064	3.357	7.779	9.488	13.277
5	0.554	1.145	1.610	4.351	9.236	11.070	15.086
6	0.872	1.635	2.204	5.348	10.645	12.592	16.812
7	1.239	2.167	2.833	6.346	12.017	14.067	18.475
8	1.646	2.733	3.490	7.344	13.362	15.507	20.090
9	2.088	3.325	4.168	8.343	14.684	16.919	21.666
10	2.258	3.940	4.865	9.342	15.987	18.307	23.209
11	3.053	4.575	5.578	10.341	17.275	19.675	24.725
12	2.571	5.226	6.304	11.340	18.549	21.026	26.217
13	4.107	5.892	7.042	12.340	19.812	22.362	27.688
14	4.660	6.571	7.790	13.339	21.064	23.685	29.141
15	5.229	7.261	8.547	14.339	22.307	24.996	30.578
16	5.812	7.962	9.312	15.338	23.542	25.296	32.000
17	6.408	8.672	10.085	16.338	24.769	27.587	33.409
18	7.015	9.390	10.865	17.338	25.989	28.869	34.805
19	7.633	10.117	11.651	18.338	27.204	30.144	36.191
20	8.260	10.851	12.443	19.337	28.412	31.410	37.566
21	8.897	11.591	13.240	20.377	29.615	32.671	38.932
22	9.542	12.338	14.041	21.337	30.813	33.924	40.289
23	10.196	13.091	14.848	22.337	32.007	35.172	41.638
24	10.856	13.848	15.659	23.337	33.196	36.415	42.980
25	11.534	14.611	16.473	24.337	34.382	37.382	44.314
26	12.196	15.379	17.292	25.336	35.362	38.885	45.642
27	12.879	16.151	18.114	26.336	36.741	40.113	46.963
28	13.565	16.928	18.939	27.33	37.916	41.337	48.278
29	14.256	17.708	19.768	28.366	39.087	42.557	49.588

Berdasarkan data chi square yang diperoleh dari hasil kalibrasi pencacah sintilasi cair diperoleh informasi bahwa hasil pencacahan selama 20 kali 30 detik untuk masing-masing standar adalah sebagai berikut : nilai chi square untuk standar ^3H berfluktuasi pada 10,40 hingga 31,37, sedangkan untuk standar ^{14}C berfluktuasi pada 9,62 hingga 28,81. Fluktuasi χ^2 ini dimungkinkan oleh karena beberapa faktor seperti adanya fluktuasi *background* lingkungan, *wall effect*, *random noise* dalam rangkaian elektronik dan lain-lain. Namun demikian dari data di atas terlihat penyebaran data kalibrasi kedua standar merata, artinya dengan derajat kebebasan $(n - 1) = 19$, nilai chi square tersebut masih mengikuti distribusi normal, karena nilai kemungkinannya masih terletak dalam interval $7,63 < \chi^2 \leq 36,19$. Nilai chi square untuk standar ^3H tertinggi pada tanggal 29-8-1995 sebesar 22,04 dan terendah pada tanggal 16-1-1996 sebesar 10,40, sedangkan untuk standar ^{14}C tertinggi pada tanggal 13-11-1995 sebesar 28,81 dan terendah pada tanggal 12-10-1995 sebesar 9,62 seperti yang diperlihatkan pada gambar 1 di bawah ini :

Apabila alat yang dipakai pada percobaan dalam keadaan stabil, maka besar dari χ^2 harus terletak diantara nilai 7,63 dan 36,19. Sebagai contoh nilai χ^2 untuk kalibrasi standar ^3H pada tanggal 22-5-1996 adalah 14,42 dan nilai χ^2 untuk ^{14}C adalah 22,52, nilai χ^2 tersebut terletak diantara harga 7,63 dan 36,19, sehingga hal ini dikatakan bahwa alat yang digunakan termasuk kategori stabil.

Tabel-2. Data kalibrasi chi square ^3H dan ^{14}C standar.

Tanggal Kalibrasi	χ^2	
	^3H	^{14}C
09-08-93	16,01	20,72
18-08-93	11,79	15,33
07-06-95	20,87	26,67
28-07-95	22,04	23,96
29-08-95	31,37	10,20
12-10-95	18,91	9,62
06-11-95	14,19	19,68
13-11-95	20,82	28,81
16-01-96	10,40	15,77
23-01-96	28,08	11,55
12-03-96	17,11	15,64
13-03-96	18,63	12,16
22-05-96	14,42	22,52
23-05-96	17,84	10,23
02-07-96	18,55	20,97
02-09-96	25,84	15,18
09-01-97	22,51	15,07
04-03-97	28,16	16,46
01-04-97	26,66	20,02



Gambar 1. Grafik fluktuasi chi square pencacah sintilasi cair model 1900TR

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kalibrasi yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa alat pencacah sintilasi cair Packard 1900TR yang digunakan bekerja dalam keadaan stabil.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada bapak Drs. Satrio dan bapak Ir. Wandowo yang telah membantu di dalam penyelesaian penulisan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. SUDJANA, Metoda Statistika, Edisi pertama, Tarsito, Bandung, 1982, 143-144.
2. OPERATION MANUAL LIQUID SCINTILLATION ANALYZER MODEL 1900TR, Packard Instrument Co., Inc., 1992
3. DASAR PROTEKSI RADIASI, Pusat Pendidikan dan Latihan - BATAN, Jakarta