

P3TIR/P.47 2000

**PENENTUAN DAERAH KERJA OPTIMUM
PENCACAHAN TRITIUM.**

Neneng L, Ritonga, Satrio dan Evarista Ristin.

PENENTUAN DAERAH KERJA OPTIMUM PENCACAHAN TRITIUM

Oleh : Neneng L. Ritonga, Satrio dan Evarista Risti
PUSLITBANG TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI

ABSTRAK

PENENTUAN DAERAH KERJA OPTIMUM PENCACAHAN TRITIUM. Aktivitas tritium alam dapat dideteksi dengan pencacah sintilasi cair. Karena aktivitas tritium alam pada umumnya rendah, sedangkan kontribusi latar belakang biasanya cukup tinggi terhadap cacahan sampel, maka perlu dilakukan pengaturan daerah kerja agar diperoleh data cacahan yang akurat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui posisi daerah kerja tritium yang optimum dengan efisiensi pencacahan yang masih cukup baik. Untuk penelitian ini digunakan pencacah sintilasi cair Packard 1900TR, vial yang berisi larutan standar latar belakang dan standar tritium *unquenched*. Pengaturan daerah kerja dilakukan dengan cara mengubah-ubah posisi batas bawah dan batas atas energi tritium antara 0-18,6 keV. Berdasarkan data cacahan dan hasil perhitungan didapat bahwa daerah kerja optimum untuk tritium terletak pada posisi energi antara 0,8-12 keV.

ASBTRACT

DETERMINATION OF OPTIMUM REGION FOR TRITIUM COUNTING. Natural tritium can be detected using liquid scintillation counter. Since the activity of natural tritium is usually very low while background contribution is high, it is necessary to determine the optimum region for tritium counting to get more accurate data counting. The aims of this study is to find the optimum region for tritium counting, having good counting efficiency. For this study, liquid scintillation counter Packard 1900TR has been used with vial contained background standard solution and unquenched tritium standard. The setting of working standard region was conducted by changing the upper and the lower energy level of tritium between 0 - 18.6 keV. According to the data counting and the FOM calculation, it was found that the optimum region of counting was in the range of 0.8 - 12 keV.

PENDAHULUAN

Tritium merupakan radioisotop alam yang berasal dari hidrogen. Terjadinya tritium dan karbon-14 di alam adalah hasil reaksi nuklir antara nitrogen di atmosfer dan neutron termal. Tritium yang terjadi masuk ke dalam siklus hidrologi sesudah teroksidasi menjadi ${}^1\text{H}{}^3\text{HO}$ yang akhirnya meluruh menjadi ${}^3\text{He}$ dengan memancarkan sinar β . Menurut UNTERWERGER et al. Waktu paruh tritium adalah 12,43 tahun.

Konsentrasi tritium di alam sangat rendah sekali bila dibandingkan karbon-14, hal ini disebabkan oleh kemungkinan terjadinya reaksi nuklir tritium sangat kecil bila dibandingkan dengan reaksi terjadinya karbon-14. Kelimpahan tritium di alam dinyatakan dalam tritium unit (TU), selanjutnya didefinisikan ekuivalen dengan konsentrasi ${}^3\text{H}/\text{H} = 10^{-18}$ ($1 \text{ TU} = 3,19 \text{ pCi/L} = 0,118 \text{ B/L}$).

Dengan latar belakang seperti itu agar dapat dideteksi oleh pencacah sintilasi cair, maka tritium alam yang terkandung dalam sampel air terlebih dahulu harus dilakukan proses pengkayaan (enrichment). Disamping itu, teknik pencacahan untuk memperoleh nilai cacahan bersih yang memadai, perlu dilakukan pengaturan kondisi kerja optimum. Yang dimaksud dengan pengaturan kondisi kerja adalah penyetelan besarnya *gain* dan diskriminator atas atau bawah. Kondisi kerja optimum untuk suatu jenis isotop berbeda dengan kondisi kerja optimum untuk jenis isotop lainnya.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui posisi daerah kerja tritium yang optimum dengan efisiensi pencacahan yang masih cukup baik, dengan cara mencari nilai dari *figure of merit* (FOM) yang maksimum dari larutan latar belakang dan standar *unquenched* sehingga data cacahan sampel yang dihasilkan menjadi lebih akurat.

ALAT/BAHAN DAN METODE

Bahan/Bahan

1. Pencacah sintilasi cair Packard 1900TR
2. Vial gelas 20 ml berisi larutan standar latar belakang dan standar tritium *unquenched*
3. Tissue
4. Varrisete dan flag

Metode

Kondisi kerja optimum adalah kondisi dimana untuk suatu sampel didapatkan nilai cacahan yang semaksimal mungkin tetapi dengan latar belakang seminimum mungkin. Terdapat beberapa kendala yang harus diperhatikan untuk mendapatkan kondisi optimum tersebut. Dalam suatu setelan daerah kerja tertentu dimana nilai cacahan sampel tinggi bisa diikuti dengan nilai cacahan latar belakang yang tinggi pula. Sebaliknya, untuk setelah daerah kerja yang lain dimana nilai cacahan latar belakang rendah diikuti dengan nilai cacahan sampel yang rendah pula. Untuk membandingkan setelah daerah kerja mana yang paling baik, diperlukan suatu ukuran yang biasa disebut figure of merit (FOM).

Pada umumnya FOM didefinisikan sebagai:

$$FOM = \frac{E^2}{B}$$

$E = \text{cpm/dpm}$

dimana: E = efisiensi pencacahan (%)

B = nilai cacahan latar belakang (cpm)

Seperti diketahui bahwa energi tritium terletak antara 0-18,6 keV dan selama proses pencacahan berlangsung dikehendaki agar kontribusi cacahan latar belakang seminimum mungkin sehingga diperoleh nilai cacahan bersih sampel yang memadai. Untuk itu, perlu dilakukan penelitian agar posisi daerah kerja optimum dapat diketahui secara pasti. Untuk maksud tersebut digunakan vial berisi larutan standar latar belakang dan standar unquenched. Pengaturan daerah kerja dilakukan dengan cara mengubah-ubah posisi batas bawah dan batas atas energi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Latar belakang dan standar unquenched

Dari spektrum latar belakang yang dicacah selama 60 menit (lampiran 2), terlihat bahwa akumulasi energinya dominan terletak pada energi rendah sekitar 0-1 keV sedangkan pada energi yang lebih tinggi dari nilai 1 keV energinya cenderung menurun. Dengan demikian dalam proses pencacahan nanti harus dihindari energi di atas. Beberapa sumber latar belakang tersebut antara lain berasal dari:

- radiasi kosmis
- fallout dari uji nuklir
- Material bangunan laboratorium yang mengandung radiasi
- Radiasi lingkungan dari vial gelas dan dinding PMT

- Pancaran radiasi dari sumber radioisotop di sekitar laboratorium atau peralatan yang menghasilkan radiasi seperti X-ray dan Akselerator.

Sedangkan dari spektrum standar unquenched (lampiran 3) terlihat bahwa karakteristik dari energi β tritium cukup baik, artinya spektrum yang dihasilkan tidak mengalami pemadaman (quenched) karena energi β -nya terhantarkan secara sempurna oleh larutan sintilator sehingga menjadi foton-foton cahaya dan dapat terdeteksi dengan baik oleh sistem pencacah. Nilai cacahan yang tercetak merupakan hasil akumulasi energi β tritium tersebut yang menggambarkan dalam spektrum tersebut. Dengan demikian, untuk sampel-sampel yang akan diukur aktivitasnya harus sedekat mungkin menggambarkan karakteristik spektrum standar ini, sehingga data cacahan yang dihasilkan benar-benar akurat. Apabila terjadi proses pemadaman, maka spektrum energi β tritium tersebut akan mengalami pergeseran ke energi yang rendah, sehingga data cacahan yang dihasilkan kurang akurat. Hal ini berarti energi β tritium tersebut kurang terhantarkan secara sempurna oleh sintilator, atau penyebabnya dapat juga berasal dari ketidakmurnian sampel yang dipreparasi sebelumnya.

Efisiensi

Efisiensi didefinisikan sebagai laju cacah dibagi aktivitas. Dari data hasil cacahan dan hasil perhitungan, efisiensi yang didapat berkisar antara 47,68 % hingga 54,85 %. Nilai efisiensi yang menurun ini disebabkan karena standar yang digunakan sejak 14 Oktober 1992 dengan aktivitas 87400 dpm terus mengalami peluruhan sesuai waktu paruhnya sehingga aktivitasnya semakin berkurang. Efisiensi ini bukanlah efisiensi untuk kalibrasi yang biasanya di atas 58 %, melainkan hanya untuk menentukan nilai FOM dan daerah kerja tritium.

Figure Of Merit

Berdasarkan data yang diperoleh terlihat bahwa cacahan latar belakang berfluktuasi antara 9,30 cpm hingga 14,78 cpm dan cacahan standar unquenched antara 28938,6 cpm hingga 32964,6 cpm dimana posisi batas bawah dan batas atas energi antara 0-10 keV hingga 1,2-17 keV. Dengan demikian *figure of merit* yang dihasilkan sekitar 240,58 hingga 265,20. Data hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran-1. Sedangkan nilai *figure of merit* maksimum yaitu 265,20 berada pada daerah batas bawah dan atas energi 0,8 - 12 keV. Nilai *figure of merit* ini merupakan nilai optimum karena efisiensinya masih cukup baik yaitu 51,63 %. Beberapa nilai *figure of merit* lainnya, nilainya tidak bersifat tetap terutama pada daerah energi

yang rendah dikarenakan kontribusi dari cacahan latar belakang. Oleh karena itu untuk pencacahan sampel daerah energi tersebut harus dihindari.

KESIMPULAN

1. Akumulasi energi untuk cacahan latar belakang dominan terletak pada energi rendah sekitar 0 - 1 keV.
2. Efisiensi cacahan berkisar antara 47,68% hingga 54,85%.
3. Posisi daerah kerja pencacahan tritium yang optimum terletak pada daerah energi 0,8 - 12 keV.

DAFTAR PUSTAKA

1. UNTERWERGER, M.P., COURSEY, B.M., SCHIMA, F.J., and MANN, W.B., Preparation and Calibration of The 1978 National Bureau of Standards Tritiated -Water Standards, The International Journal of Applied Radiation and Isotopes, 3 (1980), 611-614.
2. Operation Manual Tri-Carb liquid Scintillation Analyzers Model 1900TR.
3. GUPTA, K., SUSHIL., and HENRY, A., POLACH, Diktat Radiocarbon Dating Practice at ANU.
4. HUT, G., Isotope Hydrology, Diktat Training Course Isotope Hydrology IAEA (1987), 30 - 41.

LAMPIRAN-1

Tabel-1. Data hasil perhitungan Figure Of Merit (Maret-Mei 1999)

Energi (keV)	Cacahan Latar Belakang (cpm)	Cacahan Standar Unquenched (cpm)	Efisiensi (%)	Figure Of Merit
0-10	10,05	29852,3	49,17	240,58
0-11	10,78	31555,7	51,98	250,61
0-12	11,05	32053,8	52,80	252,27
0-13	10,62	32085,8	52,84	262,93
0-14	10,91	32430,9	53,41	261,47
0-15	11,14	32663,3	53,79	259,76
0-16	14,46	32840,2	54,08	202,26
0-17	14,78	32938,7	54,25	199,10
0,2-10	9,94	29898,5	49,22	243,70
0,2-11	10,33	30886,3	50,84	250,25
0,2-12	11,10	31605,0	52,03	243,85
0,2-13	11,40	32113,1	52,86	245,13
0,2-14	11,65	32465,0	53,44	245,16
0,2-15	11,77	32708,3	53,83	246,23
0,2-16	11,58	32935,3	54,20	253,68
0,2-17	12,19	32964,6	54,26	241,49
0,4-10	10,46	29948,6	49,02	229,70
0,4-11	10,84	30953,9	50,66	236,78
0,4-12	11,17	31691,6	51,87	240,86
0,4-13	10,63	32184,8	52,68	261,04
0,4-14	10,92	32537,9	53,25	259,71
0,4-15	11,08	32776,6	53,65	259,73
0,4-16	11,62	32943,0	53,92	250,18
0,4-17	11,82	33045,1	54,85	247,48
0,6-10	10,15	29778,2	49,05	237,03
0,6-11	10,27	30752,9	50,66	249,92
0,6-12	10,96	31471,1	51,84	245,8
0,6-13	11,24	31967,1	52,65	246,67
0,6-14	11,17	32334,3	53,26	253,95
0,6-15	11,40	32566,3	53,64	252,41
0,6-16	11,64	32719,8	53,89	249,54
0,6-17	11,76	32796,9	54,03	248,23
0,8-10	9,30	29642,5	48,83	256,42
0,8-11	9,70	30623,0	50,45	262,38
0,8-12	10,05	31337,9	51,63	265,20
0,8-13	10,95	31826,1	52,43	251,05
0,8-14	11,25	32166,1	52,99	249,60
0,8-15	11,49	32396,5	53,37	247,90
0,8-16	11,31	32554,4	53,64	254,38
0,8-17	11,48	32652,1	53,80	252,12
1-10	9,68	29705,8	48,63	244,29
1-11	10,07	30718,7	50,29	251,12

SPECTRUM PAGE

COUNTING PROTOCOL 12

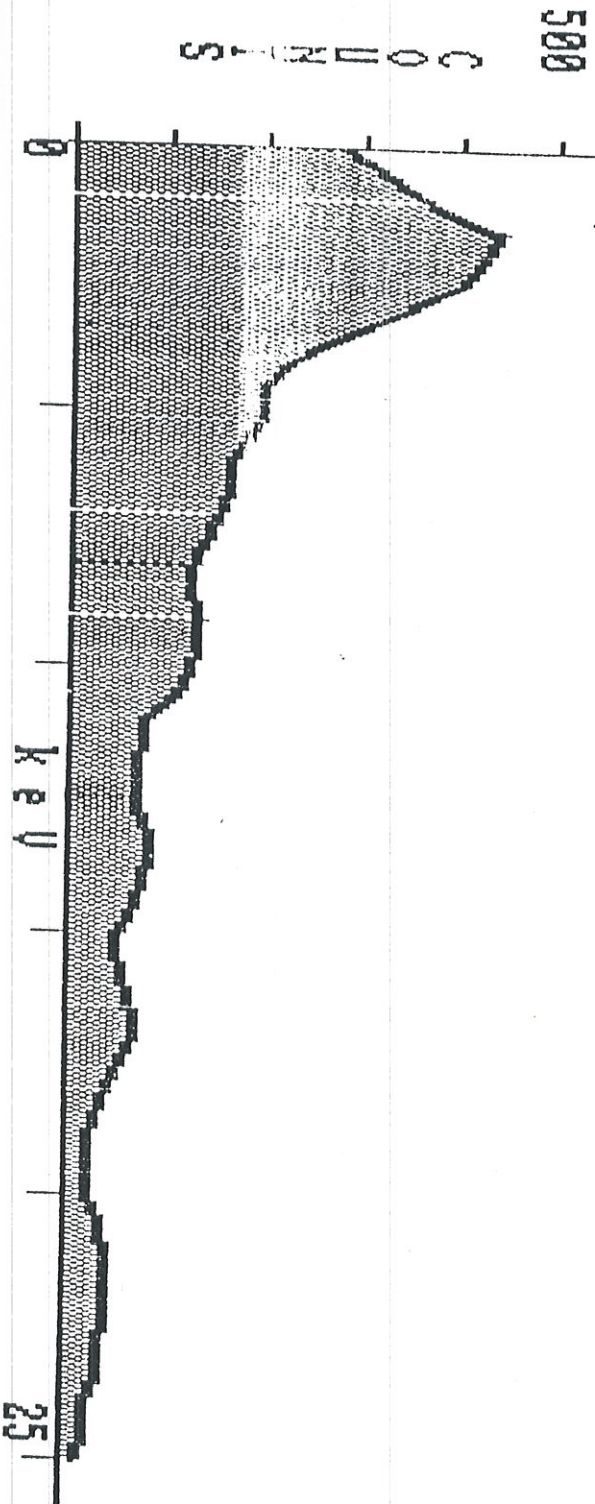
17-Mar-99 10:35

S#:
Key Full Scale? 1

Time:

60.00

	LL	UL	CPM	2S%
Region A:	1.0	7.0	7.5	9.42
Region B:	1.0	8.0	8.2	9.03
Region C:	1.0	9.0	8.7	8.76



Please select Key full scale by pressing a function key.

F1-STATUS PAGE
F8-10g

F2-25

F3-50

F4-250

F5-500

F6-1000

F7-2000

SPECTRUM PAGE

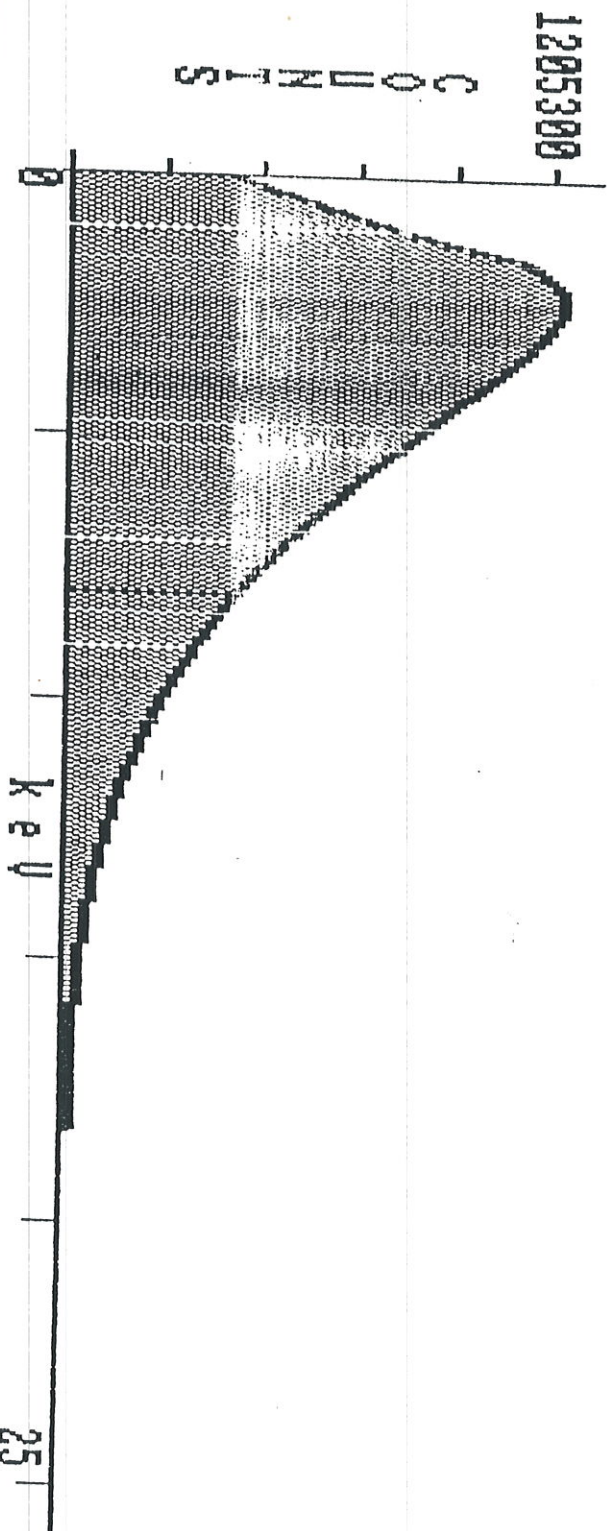
COUNTING PROTOCOL 12

16-Mar-99 07:35

S#:
Key Full Scale? 2

Time: 60.00

	LL	UL	CPM	2S%
Region A:	1.0	7.0	24129.5	0.17
Region B:	1.0	8.0	26490.3	0.16
Region C:	1.0	9.0	28305.8	0.15



Please select Key full scale by pressing a function key.

F1-STATUS PAGE
F8-10g

F2-25 F3-50 F4-250 F5-500 F6-1000 F7-2000