

REVITALISASI PRAKTIKUM EKSPERIMEN FISIKA DENGAN UJI COBA PEMBUATAN PROTOTIPE SUMBER RADIOAKTIF

Oleh:

Dwi Yulianti, Pratiwi Dwijananti, Nathan Hindarto, M Sukisno, Sutikno^{**})
*Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Semarang*

ABSTRAK

Di Jurusan Fisika terdapat jenis praktikum yang membekali mahasiswa untuk mengenal radiasi dan pemanfaatan energi nuklir dalam skala laboratorium. Kendala yang dihadapi adalah tidak tersedianya sumber radiasi yang memadai. Sedangkan pengadaan sumber radiasi yang asli memerlukan birokrasi yang panjang serta perijinan yang tidak mudah, disamping diperlukan proteksi radiasi.

Banyak industri dipasaran yang memanfaatkan zat radioaktif, diantaranya adalah kaos lampu petromaks. Kaos lampu petromaks mengandung thorium yang merupakan unsur radioaktif. Oleh karena itu dimungkinkan untuk membuat prototipe sumber radioaktif dari kaos lampu petromaks.

Permasalahan dalam penelitian ini adalah : (1) apakah kaos lampu dalam bentuk kaos, abu dan campuran abu dan kaos dapat dimanfaatkan sebagai sumber radioaktif sekala laboratorium? (2) Bagaimana karakteristik prototipe sumber radioaktif yang dihasilkan.

Alat pencacah yang digunakan adalah detektor Geiger Muler Counter (GMC) yang terdapat di Laboratorium Fisika Modern FMIPA UNNES untuk analisis unsur digunakan XRD (*X Ray Difraktometer*) Lab Kimia Fisika UGM dan EDX (*Energy Dispersive Xray*) Lab Geologi Kelautan Bandung.

Hasil penelitian dalam massa bahan yang sama cacah radiasi prototipe dengan bahan kaos adalah $(177 \pm 4,5)$ cpm ; abu $(569,53 \pm 6,74)$ cpm, campuran kaos dan abu adalah $(334,03 \pm 31,27)$ cpm. Dari hasil uji XRD memberikan informasi bahwa prototipe berbahan kaos mengandung calcium thorium fluorida.,yang berbahan abu kaos mengandung thorium, yang berbahan campuran mengandung thorium oksida.

Dari uji Energy Dispersive X ray diperoleh prototype abu kaos lampu mengandung thorium 49,32% spesimen massa dan senyawa ThO_2 8,28 % spesimen massa. Prototipe berbahan kaos lampu mengandung Thorium 46,51% spesimen massa dan senyawa ThO_2 8,1% spesimen massa, sedangkan yang berbahan campuran mengandung kedua unsur. Dari ketiga prototipe tersebut yang paling layak digunakan adalah yang berbahan abu kaos lampu karena mempunyai cacah terbesar walaupun dari uji kelayakan ketiganya layak digunakan praktikum.

Kata Kunci : *Cacah radiasi, Prototipe*

^{**}) Dosen Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Semarang

PENDAHULUAN

Walaupun manfaat teknologi nuklir begitu banyak, namun di sisi lain teknologi nuklir lebih banyak dikenal dari sisi negatifnya dibandingkan segi positifnya. Terekam dalam pikiran masyarakat, teknologi nuklir merupakan senjata yang mengundang bencana yang mengerikan. Salah satu sebabnya adalah penggunaan/pemanfaatan teknologi nuklir belum memasyarakat.

Dalam rangka memasyarakatkan manfaat teknologi nuklir melalui jalur pendidikan, mahasiswa calon guru perlu mengenal sumber radioaktif dan pemanfaatannya walaupun hanya dalam skala laboratorium. Dengan demikian jika dimasa selanjutnya mahasiswa telah menjadi guru, dapat memberikan penjelasan kepada siswa dan masyarakat tentang penggunaan energi nuklir sebagai energi alternatif.

Di Program Studi Pendidikan Fisika FMIPA Unnes terdapat jenis praktikum yang bertujuan membekali mahasiswa calon guru untuk mengenal sumber radioaktif dan pemanfaatan teknologi nuklir dalam skala laboratorium. Salah satu kendala yang dihadapi adalah tidak tersedianya sumber radioaktif yang memadai, sedangkan pengadaan sumber radioaktif memerlukan birokrasi yang tidak mudah. Disamping itu diperlukan pula proteksi radiasi dan pengadaan laboratorium yang memadai untuk penyimpanan sumber radioaktif tersebut. Upaya pemecahannya agar praktikum tetap dapat berlangsung adalah dengan membuat prototipe sumber radioaktif.

Berkaitan dengan sumber radiasi buatan manusia, banyak hasil industri yang diproduksi dengan sengaja memanfaatkan zat radioaktif misalnya: jarum pendar pada arloji, detektor asap dalam gedung-gedung, pesawat televisi dan kaos lampu petromaks (J. Sassung, 1986:96). Selanjutnya menurut J. Sassung, kaos lampu petromaks menggunakan thorium yang merupakan unsur radioaktif. Kaos lampu petromaks mengandung sedikit thorium dan menunjukkan gejala radioaktivitas yang sangat lemah (Van Klinken, 1991:136).

Pendapat di atas didukung oleh hasil penelitian Pratiwi DJ dan Dwi Yulianti (1993) bahwa cacah radiasi kaos lampu petromaks lebih besar dari pada bentuk abunya dan pada waktu menyala. Cacah radiasi yang dihasilkan 99 cpm. Dengan demikian dimungkinkan untuk membuat prototipe sumber radiasi nuklir dari kaos lampu petromaks.

Berdasarkan uraian di atas maka peneliti mengangkat permasalahan sebagai berikut

:

1. Apakah kaos lampu, abu kaos lampu dan campuran kaos lampu petromaks dan abunya dapat dimanfaatkan sebagai sumber radiasi untuk praktikum di laboratorium?
2. Bagaimana karakteristik radioaktifnya?
3. Bagaimana uji kelayakan prototipe yang dihasilkan?

Tujuan dan Manfaat

Tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah: membuat prototipe sumber radioaktif dari kaos lampu petromaks dengan bahan kaos, abu dan campuran abu dan kaos, mengetahui unsur yang terkandung dalam prototipe serta melakukan uji kelayakan prototipe yang dihasilkan.

Manfaat yang diharapkan adalah memberikan sumbangan pengembangan alat dan bahan laboratorium terutama menambah jenis praktikum yang ada di Jurusan Fisika FMIPA Unnes yang pada akhirnya dapat meningkatkan kualitas mahasiswa. Dengan adanya prototipe yang dihasilkan, maka kebutuhan laboratorium Fisika FMIPA Unnes menjadi terpenuhi guna mendukung program peningkatan kualitas mahasiswa pendidikan Fisika

METODE PENELITIAN

Tempat Penelitian

- a. Laboratorium Fisika FMIPA UNNES. Pembuatan sampel dari campuran kaos lampu petromaks dan abunya, pengepresan dan pembuatan prototipe serta pengukuran besarnya cacah radiasi dilakukan di laboratorium ini.
- b. Laboratorium Kimia Fisika FMIPA UGM Yogyakarta Laboratorium tersebut tempat dilakukannya analisis kandungan unsur radioaktif dengan *X-Ray Diffractometer* (XRD).
- c. Laboratorium Geologi Kelautan P3GK Bandung, disini uji EDX berlangsung untuk mengetahui prosentase unsur yang terkandung dalam prototipe tersebut.

Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan antara bulan Juli sampai dengan November 2004.

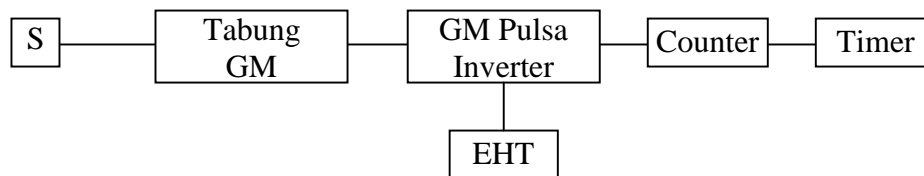
Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat Penelitian

- a. Seperangkat alat Detektor Geiger Muller yang terdiri dari :

- * 1 stop watch
- * 1 tabung Geiger Muller (Tabung GM)
- * 1 counter
- * 1 catu daya
- b. Neraca timbang
- c. Lampu petromaks
- d. Alat pengepres stainlesssteel
- e. 1 set cawan porselin
- f. XRD (*X-ray Diffractometer*) 6000 dan EDX

Set Up alat eksperimen GMC



Bahan Penelitian

- a. Bahan utama adalah kaos lampu petromaks, Bahan lain adalah asam aki,, spiritus
- b. Alumunium dengan ketebalan bervariasi untuk uji kelayakan.

Pembuatan Prototype

Adapun proses pembuatan prototipe sumber radioaktif campuran kaos lampu petromaks adalah sebagai berikut :

- a. Pembuatan bubuk kaos lampu petromaks

Kaos lampu petromaks dicelup dengan asam aki, kemudian dicuci dengan air satu kali celupan. Kaos lampu selanjutnya dikeringkan dengan sinar matahari. Setelah kering, kaos lampu digerus dengan menggunakan cawan porselin dan penggerusnya sampai terbentuk powder (tepung).

- b. Pembuatan bubuk abu kaos lampu petromaks

Lampu petromaks yang digunakan untuk pembakaran kaos lampu dalam keadaan baik. Kaos lampu dipasangkan ke lampu petromaks untuk selanjutnya dinyalakan. Setelah kaos lampu menyala dan tampak berwarna putih seluruh permukaannya, lampu petromaks dimatikan yaitu kira-kira waktunya 5 menit setelah penyalaan. Kaos lampu yang telah menjadi abu digerus sampai halus.

c. Pembuatan prototipe .

Untuk bahan prototipe kaos lampu massanya 10 gram begitu juga abu massanya 10 gram. Bahan campuran bubuk kaos lampu dan abunya komposisi massa masing-masing yaitu 5 gram bubuk kaos lampu dan 5 gram bubuk abunya. Setelah benar-benar tercampur, campuran kaos lampu dan abunya di padatkan dengan alat pengepres selama 5 menit. Selanjutnya padatan tersebut dimasukkan ke dalam holder agar radiasi prototipe tidak menyebar.

Cara Pengumpulan Data

Digunakan Geiger Muler Counter, cacah rata-rata dirumuskan sebagai berikut:

$$\tilde{n} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N n_i$$

dimana n_i = angka cacah dalam interval ke-i
 N = banyaknya pengukuran cacah

Standar deviasinya adalah

$$S_n = \frac{1/N \left(N \sum n_i^2 - (\sum n_i)^2 \right)^{1/2}}{(N-1)^{1/2}}$$

Analisis Uji Prototipe

Uji karakteristik prototipe yang dihasilkan dengan cara sebagai berikut :

- a. Prototipe abu kaos lampu dicacah dengan GMC (*Geiger Muller Counter*) untuk mengetahui sifat kenuklirannya.
- b. Prototipe yang telah diuji dengan GMC (*Geiger Muller Counter*) dilanjutkan pengujian dengan menggunakan XRD (*X-ray Dieffractometer*) dan EDX untuk mengetahui kandungan dalam prototipe.

Uji Kelayakan Prototipe

Persamaan yang digunakan adalah

$$c^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(m_{pi} - m_{ii})^2}{m_{ii}}$$

dengan standar deviasi

$$S = \sqrt{\frac{n \sum X_i - (\sum X_i)^2}{n(n-1)}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Prototipe yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah sumber radioaktif berbahan kaos lampu petromaks, abu kaos lampu, serta campuran kaos dan abu kaos lampu petromaks.

Dari kurva plateau dapat ditentukan bahwa kemiringan plateau sebesar 8,017104% per 100 volt. Tegangan operasi detektor (V_{op}) adalah 441,67 volt. Dead time ditentukan sebesar 241 μ s.

Hasil cacah Radiasi rata-rata prototipe

No	Bahan Prototipe	Cacah rata-rata (cpm)
1	Kaos lampu	$(1,77 \pm 0,045) 10^2$
2	Abu kaos lampu	$(5,69 \pm 0,067) 10^2$
3	Campuran kaos lampu	$(3,34 \pm 0,031) 10^2$

Tabel 1. Hasil cacah radiasi prototipe

1. Hasil Analisis menggunakan *Xray Diffractometer* (XRD)

a. Kaos Lampu

No Puncak	d (\AA)	I^{rel}	Data standar ThO_2		Data Standar Calcium Thorium Florida	
			d (\AA)	I^{rel}	d (\AA)	I^{rel}
13	5.289	100	-	-	-	-
27	3.237	93	3.232	100	3.229	99
6	8.241	67	-	-	-	-

Tabel 2. Hasil analisis XRD kaos lampu

Prototipe dengan bahan kaos lampu petromaks mengandung Calcium Thorium Florida.

b. Abu Kaos Lampu

Uji karakteristik menggunakan XRD (*X-Ray Diffractometer*) membuktikan adanya kandungan thorium pada abu kaos lampu petromaks yang diindikasikan sebagai sumber radioaktif. Adapun hasil pengujian didapatkan tiga puncak spektrum yang menjadi indikator bahwa kaos lampu mengandung Thorium. Data yang dihasilkan sebagai berikut:

No	Puncak no.	$d(\text{Å})$	I	Data Base Th		Data Base Thorium Oksida	
				$d(\text{Å})$	I	$d(\text{Å})$	I
1	4	3,23289	100	2,906	100	3,232	100
2	13	1,97826	54		41	1,9787	45
3	18	1,68699	49	1,678	40	1,6877	46

Tabel 3. Hasil XRD abu kaos lampu

c. Campuran Kaos dan Abu

Analisis menggunakan XRD untuk mengetahui jenis unsur yang terkandung dalam prototipe diperoleh tiga puncak tertinggi sesuai tabel di bawah ini yaitu:

No	Puncak no.	$d(\text{Å})$	I	Data Base Thorium Oksida		Data Base Calcium Thorium Florida	
				$d(\text{Å})$	I	$d(\text{Å})$	I
1	9	3,23711	100	3,232	100	3,2297	999
2	20	1,97992	52	1,9787	45	1,9777	726
3	24	1,68811	50	1,6877	46	1,6866	391

Tabel 4. Hasil XRD campuran abu dan kaos

Campuran abu dan kaos lampu mengandung Thorium Oksida.

d. Uji EDX

Untuk menentukan jumlah prosentase kandungan unsur yang terkandung dalam prototipe:

d.1 Prototipe bahan abu kaos lampu

Dengan uji EDX, prototipe dengan bahan abu kaos lampu petromaks masih mengandung Thorium dengan komposisi 49,32% dan dalam bentuk senyawa ThO_2 8,28% spesimen massa.

d.2 Prototipe bahan kaos lampu

Dengan uji EDX, prototipe dengan bahan kaos lampu petromaks mengandung Thorium dengan komposisi 46,51% spesimen massa dan dalam bentuk senyawa ThO_2 8,10% spesimen massa.

d.3 Prototipe dengan bahan campuran

Kaos dan abu kaos lampu petromaks, mengandung Thorium dan senyawa ThO_2 .

e. Uji Kelayakan

Untuk uji kelayakan prototipe digunakan untuk mengukur koefisien serap aluminium. Dari data yang diperoleh serta perhitungan statistik, dari ketiga prototipe dihasilkan $c^2_{hitung} < c^2_{tabel}$ yang berarti bahwa prototipe dapat digunakan untuk praktikum. Namun demikian untuk prototipe yang berbahan kaos lampu, c^2_{hitung} besarnya hampir sama dengan c^2_{tabel} . Jadi prototipe yang berbahan abu kaos lampu yang sangat layak untuk kegiatan praktikum.

Bahasan

Dari ketiga prototipe yang dihasilkan, yang mempunyai cacah radiasi terbesar adalah yang berbahan abu kaos lampu. Dalam penelitian Pratiwi dan Dwi Yulianti (1993), cacah radiasi kaos lampu lebih besar dari pada yang berbentuk abu kaos lampu. Hal ini disebabkan karena dalam proses penghancuran kaos lampu menjadi bubuk, kaos lampu mengalami pengerasan terlebih dahulu dengan asam aki, sedangkan yang berbahan abu tidak. Secara mekanis dalam pengepressan untuk memperoleh ketiga prototipe dengan massa yang sama, prototipe dengan bahan kaos lampu diperlukan jumlah kaos lampu petromaks lebih sedikit dibandingkan kedua prototipe yang berbahan abu kaos lampu dan campuran. Sehingga dimungkinkan terjadi reaksi kimia antara kaos lampu dan asam aki yang memungkinkan cacah radiasi menjadi semakin sedikit.

Ketiga prototipe mengandung Thorium. Prototipe yang dihasilkan berbahan dasar kaos lampu petromaks yang sedikit mengandung Thorium (Van Klinken, 1991:36). Disamping itu Thorium termasuk unsur lantanida yang harganya mahal, jadi kalau kandungan thorium banyak dalam kaos lampu, kaos lampu harganya semakin tinggi sehingga tak terjangkau masyarakat bawah, padahal konsumen terbanyak adalah masyarakat bawah (pedagang keliling).

Dimensi prototipe sumber radioaktif berbentuk tablet dan dikemas logam aluminium dengan lubang berdiameter 1 cm ditengahnya, pengemasan bertujuan menghindari kontaminasi. Karakteristik prototipe dapat dibaca melalui label yang terdapat pada kemasan prototipe.

Hasil uji EDX unsur radioaktif utama yang terkandung adalah Thorium. Hal ini sesuai dengan (Wikipedia, 2004) bahwa kaos lampu mengandung campuran 99% Thorium Oksida dan 1% Cerium Klorida. Dalam penelitian ini tidak sampai mengidentifikasi jenis Thorium. Namun diperkirakan adalah Thorium (Th^{232} dengan waktu paruh $1,39.10^{10}$ th). Berdasar rentang waktu tersebut maka prototipe dapat digunakan untuk waktu yang cukup

lama dan jika aktivitasnya melemah dapat diproduksi lagi. Unsur yang terkandung tidak hanya Thorium tetapi terdapat unsur-unsur yang lain, seperti perak, carbon, calsium, fluor dan oksigen. Hal ini dapat dimengerti karena sebelum menjadi prototipe kaos lampu petromaks menjalani beberapa proses sampai menjadi tepung.

Dari uji kelayakan yang paling layak adalah prototipe yng berbahan abu kaos lampu petromaks hal ini dapat dimengerti ,karena cacah prototipe berbahan dasar abu kaos lampu petromaks mempunyai cacah yang cukup sesuai untuk praktikum, Dengan demikian dapat digunakan untuk praktikum menentukan koefisien serap suatu bahan misalnya kertas , alumunium dan sebagainya.

SIMPULAN

Telah berhasil dibuat prototipe sumber radioaktif yang layak digunakan untuk praktikum dengan bahan dasar kaos lampu petromaks untuk menambah bahan praktikum di Jurusan Fisika FMIPA UniversitasNegeri Semarang

DAFTAR PUSTAKA

- Akhadi. M. 2000. *Dasar-Dasar Proteksi Radiasi*. Jakarta: Rineka Cipta
- Beiser A. 1999. *Konsep Fisika Modern*. Jakarta: Erlangga.
- Cabana, S. 2004. *Korosene Pressure Latern Principles of Operation*.
http://www.hyttta.de/index_f.htm?zubehoer/en_petromax.htm.
- Cameron Jhon R. 1978. *Medical Physics*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Diamant, R.M.E. 1982. *Atomic Energy*. USA: Ann Arbor Science.
- Dwi Yulianti dan Pratiwi DJ. 2003. *Fisika Radiasi*. Diktat Kuliah Fisika FMIPA UNNES.
- Grafton, D.C. 1971. *Experimen In Nuclear Science*. Minneapolis, USA: Alpha Edition.
- Harnwell, G.P. 1993. *Experimental Atomic Physics*. New York: Mc Graw-hill Book Company Inc.
- J. Sassung. 1986. *Pengantar Nuklir Departemen Pendidikan dan Kebudayaan*. Universitas Terbuka
- Pratiwi DJ & Yulianti, D., 1993. *Identifikasi Cacah Radiasi Berbagai Merk Kaos Lampu Petromaks yang Beredar di Kodya Semarang*. Semarang:Lemlit IKIP Semarang.
- Price, W.J. 1964. *Nuclear Radiation Detection*. USA: McGraw-Hill Book Company.

Rajvanshi, A.K. 2003. *R & D for Lighting and Cooking Energy for Rural Households*.

Sesetyo, W. 1988. *Spektrometri Gamma*. Yogyakarta: Gajahmada University Press.

Suratman. 2001. *Introduksi Proteksi Radiasi Bagi Siswa/Mahasiswa Praktek*. Yogyakarta: BATAN.

Van Klinken, G. 1991. *Penganar Fisika Modern*. Semarang: Penerbit Satya Wacana.

Wikipedia. 2004. *Gas Mantle*. http://en.wikipedia.org/wiki/Gas_Mantle.