

RADIOAKTIVITAS

Oleh :

M. Fafat Reynaldo (10298040)



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

2001

RADIOAKTIVITAS

I. TEORI DASAR

Fenomena yang menunjukkan aktivitas inti atom, pertama kali ditemukan oleh Henry Becquerel, seorang profesor dari Perancis, pada tahun 1896. Pada saat itu, ia sedang mempelajari sifat fluoresensi dan fosforisensi. Ia mengamati bahwa senyawa-senyawa uranium memancarkan sinar tertentu yang daya tembusnya sangat besar seperti halnya sinar X, walaupun senyawa uranium itu tidak disinari terlebih dahulu. Pada awalnya Becquerel menduga bahwa uranium menyimpan energi matahari yang diperoleh sebelumnya, sehingga ia menempatkan senyawa uranium dalam kotak timah yang tertutup rapat dan menyimpannya untuk beberapa lama di tempat yang tidak ada sinar mataharnya. Ternyata uranium tersebut tetap menunjukkan gejala radiasi yaitu mampu menghitamkan plat fotografi.

Pemelitian selanjutnya dilakukan oleh beberapa ahli fisika lainnya, diantaranya oleh suami istri Pierre dan Marie Curie pada tahun 1898. Penyelidikan yang lebih lanjut menghasilkan dua unsur yang belum pernah ditemukan orang sebelumnya yaitu polonium dengan aktivitas 400 kali uranium untuk berat yang sama, dan radium yang memiliki aktivitas 900 kali uranium. Gejala radiasi yang ditunjukkan oleh senyawa-senyawa tersebut oleh Marie Curie disebut radioaktivitas.

Dalam kehidupan sehari-hari pada dasarnya kita tidak dapat melepaskan diri dari masalah radioaktivitas. Radiasi yang ada di alam ini terdapat dalam jumlah yang acak. Partikel radiasi dipancarkan oleh radioaktif secara random. Tidak semua inti meluruh pada saat yang sama, dan tidak ada yang menentukan, inti mana yang akan meluruh terlebih dahulu pada saat tertentu. Setiap inti dapat memiliki peluruhan yang sama, ada yang cepat dan ada yang lambat. Jumlah inti yang meluruh tiap satuan waktu tergantung pada jumlah inti radioaktif yang ada.

Laju pengurangan inti atom tersebut yang belum meluruh dalam setiap waktu diberikan oleh persamaan:

$$-dn(t) = \lambda n(t)dt$$

dimana : $n(t)$ = jumlah atom yang belum meluruh.

λ = konstanta peluruhan

atau: $\int \frac{dn(t)}{n(t)} = -\lambda \int dt$ sehingga $n(t) = n_0 e^{-\lambda t}$; dimana n_0 = jumlah atom

pada saat $t = 0$.

Suatu unsur radioaktif akan memancarkan partikel radiasi ke segala arah secara acak. Jadi partikel radiasi yang memancar dari inti belum tentu masuk dalam detector dan belum tentu dapat tercatat dalam pencacah. Kalau diadakan pengamatan beberapa kali, jumlah cacahan untuk selang waktu tertentu, maka akan dihasilkan jumlah cacahan yang berbeda. Hal ini akan teramati dalam jumlah rata-rata cacahan :

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^m N_i}{m}$$

Bila diambil harga m yang besar (tak hingga) maka \bar{N} (jumlah rata-rata cacahan) mendekati harga N yang sebenarnya. Karena tidak mungkin mengambil harga m tak berhingga, maka m diambil harga yang memadai.

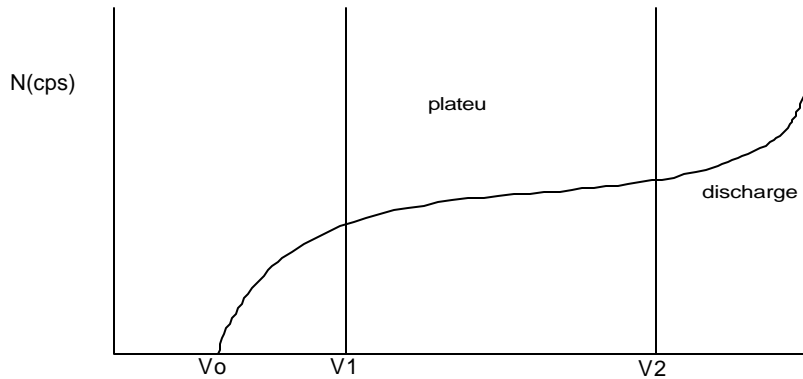
Pencacah Geiger Muller

Pada tahun 1928, Geiger Muller, seorang peneliti dari Jerman Barat, membuat pencacah untuk mendeteksi radiasi α , β , dan γ yang terbuat dari sebuah tabung yang tertutup pada kedua ujungnya. Bagian dindingnya dilapisi logam tipis yang berfungsi sebagai anoda. Mula-mula tabung dibuat hampa udara, lalu dumasukkan gas dengan tekanan rendah. Tegangan antara anoda dan katoda diatur sesuai dengan jenis gas dan aktivitas unsur yang diukur.

Saat dipergunakan untuk pengukuran, tabung didekatkan pada unsur yang memancarkan partikel radioaktif sehingga partikel-partikel itu akan menembus jendela tipis pada salah satu ujung tabung dan masuk ke dalamnya. Partikel radioaktif ini lalu menmbuk atom-atom gas sehingga atom-atom gas akan mengeluarkan elektron-elektron. Elektron yang terlepas saat tumbukan ditarik ke anoda. Peristiwa ini berlangsung dalam waktu singkat.

Karena melepaskan elektron, atom-atom gas berubah menjadi ion-ion positif. Ion-ion ini kemudian tertarik kearah katoda. Perpindahan ini akan menimbulkan pulsa listrik dalam rangkaian pencacah Geiger Muller. Bila ada radiasi yang masuk kedalam tabung tersebut, maka terjadilah ionisasi atom-atom atau molekul-molekul gas dalam tabung itu. Ion positif akan bergerak ke katoda sengan ion negatif akan bergerak ke anoda. Bila ion-ion itu sampai pada masing-masing elektroda maka akan terjadi pulsa tegangan atau pulsa arus sebesar $i = \frac{dq}{dt}$.

Bila jumlah partikel yang radiasi masuk kedalam tabung Geiger-Muller tiap satuan waktu adalah tertentu maka cacahan yang tercatat oleh pencacah akan tertentu pula. Jumlah cacahan tiap satuan waktu yang tercatat tergantung dari pada tegangan elektroda. Hubungan antara jumlah cacahan tiap satuan waktu dan tegangan elektroda merupakan kurva karakteristik tabung Geiger-Muller yang pada umumnya seperti gambar dibawah



Pulsa listrik kemudian diperkuat melalui amplifiier sehingga dapat didengar melalui loudspeaker sebagai bunyi yang berdetak. Alternatif lain, pulsa listrik ini setelah melalui amplifiier dapat pula dicatat pada alat penghitung listrik, sehingga jumlah partikel yang masuk ke tabung tiap detiknya dapat dihitung. Jika aktivitas unsur radioaktif cukup tinggi, maka jumlah partikel yang dipancarkannya akan besar sehingga bilangan per detik yang ditunjukkan pencacah Geiger Muller pun akan besar, atau detakan yang terdengar lewat loudspeaker akan semakin banyak.

Urutan daya tembus sinar radioaktif dari yang terkecil ke yang terbesar adalah α , β , dan γ .

Sinar alfa tidak lain adalah inti atom helium bermuatan $+2e$ dan bermassa 4 sma, jejak partikel ini dalam bahan radioaktif berupa garis lurus. Radiasi sinar ini mempunyai daya ionisasi paling kuat dan dapat dibelokkan oleh medan magnet dan medan listrik. Berdasarkan percobaan dalam medan magnetik dan medan listrik dapat ditentukan kecepatan dan muatan sinar alfa. Kecepatannya bernilai antara $0,054c$ sampai $0,07c$. Jadi, sinar alfa bergerak lebih lambat daripada sinar beta karena massanya lebih besar.

Sinar beta tidak lain ialah elektron yang bergerak dengan kecepatan tinggi. Kecepatan partikel beta bernilai antara $0,32c$ dan $0,9c$. Jejak partikel beta dalam bahan berbelok-belok. Hal ini disebabkan oleh hamburaan yang dialami oleh elektron di dalam atom. Sinar beta mempunyai jangkauan beberapa cm di udara.

Sinar gamma tidak dibelokkan oleh medan magnetik dan medan listrik. Sinar gamma tidak bermuatan dan hampir tidak bermassa. Kecepatan sinar gamma sama dengan kecepatan cahaya dalam ruang hampa.

II. ALAT-ALAT

1. Sumber radioaktif Pa-234
2. Sumber radioaktif Sn-113
3. Detektor Geiger Muller
4. Sumber daya detektor

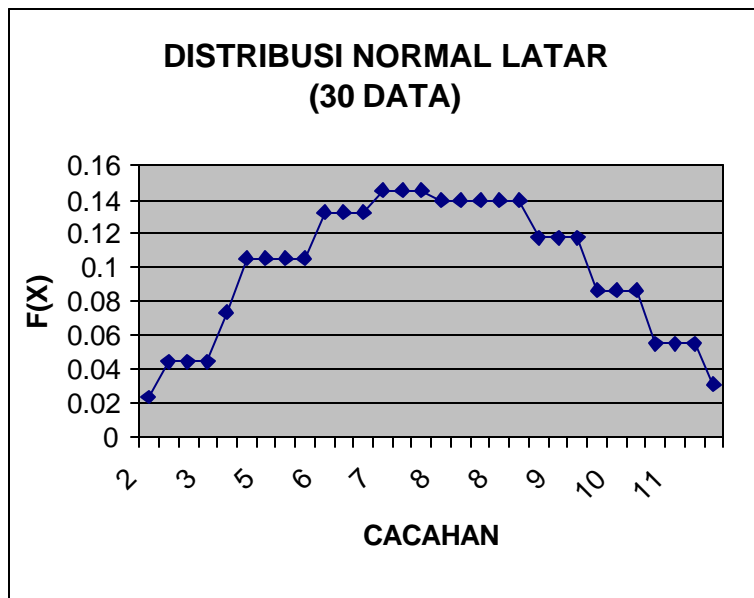
5. Scaler dan pencacah

III. DATA PEROLEHAN

Pencacahan dengan menggunakan Geiger Muller ini kami lakukan dalam daerah plateau, yaitu antara 1,4 s.d. 1,7 kV, waktu cacah adalah 6 detik. Data yang ditampilkan dibawah ini adalah yang telah diurutkan agar lebih mudah dilihat dan dianalisis.

Latar 1 data	
7	
average : 7	
std dev : 0	

Latar 30 data yang telah diurutkan	
Jumlah cacahan	Distribusi normal
2	0.02391462
3	0.04484356
3	0.04484356
3	0.04484356
4	0.073560352
5	0.105558841
5	0.105558841
5	0.105558841
5	0.105558841
6	0.132511185
6	0.132511185
6	0.132511185
7	0.145518284
7	0.145518284
7	0.145518284
8	0.139794374
8	0.139794374
8	0.139794374
8	0.139794374
8	0.139794374
9	0.117481351
9	0.117481351
9	0.117481351
10	0.086368479
10	0.086368479
10	0.086368479
11	0.055545479
11	0.055545479
11	0.055545479
12	0.031249946
average	7.2
std dev	2.734202273
max	12
min	2
median	7.5
variansi	7.475862069
SK 95%	0.9784023
skew	-0.148791687

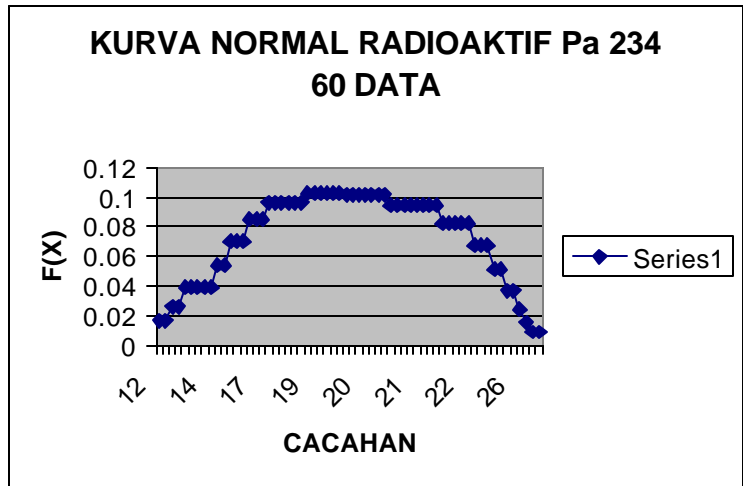


Pa 234 1 data
24
average : 24 std dev : 0

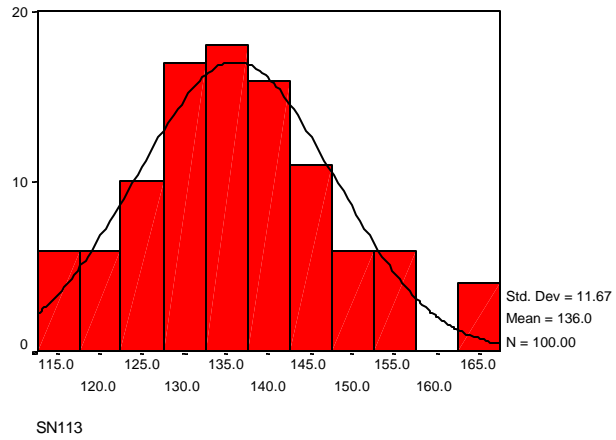
Pa 234 30 data yang telah diurutkan	
Jumlah cacahan	Distribusi normal
12	0.016546606
13	0.022418532
13	0.022418532
14	0.029347664
15	0.037120005
15	0.037120005
16	0.045363927
16	0.045363927
17	0.053565033
18	0.061111119
19	0.067363899
19	0.067363899
20	0.071746765
21	0.073832157
21	0.073832157
21	0.073832157
22	0.073410285
22	0.073410285
22	0.073410285
25	0.058708328
26	0.050872556
26	0.050872556
26	0.050872556
27	0.042592735
27	0.042592735
27	0.042592735
28	0.034455267
28	0.034455267
28	0.034455267
30	0.020337623
average	21.13333333
std dev	5.393056413
max	30
min	12
median	21
variansi	29.08505747
SK 95%	1.929842128
skew	-0.088434442

2

Pa 234 60 data yang telah diurutkan	
Jumlah cacahan	Distribusi normal
12	0.016602899
12	0.016602899
13	0.026253455
13	0.026253455
14	0.038852374
14	0.038852374
14	0.038852374
14	0.038852374
14	0.038852374
15	0.053811761
15	0.053811761
16	0.069753402
16	0.069753402
16	0.069753402
17	0.084621775
17	0.084621775
17	0.084621775
18	0.096078767
18	0.096078767
18	0.096078767
18	0.096078767
18	0.096078767
19	0.102094245
19	0.102094245
19	0.102094245
19	0.102094245
19	0.102094245
20	0.101532166
20	0.101532166
20	0.101532166
20	0.101532166
20	0.101532166
20	0.101532166
20	0.101532166
20	0.101532166
21	0.094500605
21	0.094500605
21	0.094500605
21	0.094500605
21	0.094500605
21	0.094500605
21	0.094500605
21	0.094500605
22	0.082317861
22	0.082317861
22	0.082317861
22	0.082317861
22	0.082317861
23	0.067109208
23	0.067109208
23	0.067109208
24	0.051203388
24	0.051203388
25	0.03656317
25	0.03656317
26	0.024435292
27	0.015283392
28	0.008946446
28	0.008946446
average	19.41666667
std dev	3.885181176
max	28
min	12
median	20
variansi	15.09463277
SK 95%	0.983066963
skew	0.087728914



Sn-133	
134	
153	154
143	130
128	146
156	146
138	132
131	123
139	117
156	132
145	143
138	144
146	132
114	129
126	129
151	119
154	124
134	124
134	142
130	124
120	130
138	122
148	139
135	135
138	126
147	133
138	143
142	118
140	135
143	130
149	139
130	143
149	137
137	116
154	134
165	125
131	138
149	127
136	124
164	125
136	140
120	142
122	129
164	134
134	129
140	131



SN113

SN113 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem &	Leaf
1.00	11 .	4
7.00	11 .	5566789
9.00	12 .	002234444
11.00	12 .	55667899999
19.00	13 .	0000011122233444444
20.00	13 .	55556677778888888999
12.00	14 .	000222333334
10.00	14 .	5666789999
5.00	15 .	13444
2.00	15 .	66
4.00	Extremes	(>=164)

Stem width: 10.00
Each leaf: 1 case(s)

Dari pengolahan data terlihat bahwa untuk cacahan dengan N yang semakin banyak akan menghasilkan kurva yang mendekati sebaran normal.

IV. ANALISIS

Semua grafik histogram yang dibuat diatas memperlihatkan distribusi pencacahan yang dilakukan terhadap sample. Distribusi itu mengikuti distribusi normal untuk $m > 30$. Pencacahan latar bertujuan untuk mengukur radiasi yang disebabkan oleh sumber radiasi alamiah pada lingkungan tersebut.

Dapat dilihat dari nilai cacahan untuk $m=1$ yang berada di dalam daerah $\bar{N} \pm \sqrt{\bar{N}}$ pada kurva normal yang dibentuk oleh data-data cacahan $=60$. Sebenarnya $\bar{N} \pm \sqrt{\bar{N}}$ menginterpretasikan daerah tempat data ,yang diperoleh dari percobaan, mengumpul atau berpusat. $\bar{N} \pm \sqrt{\bar{N}}$ berarti suatu daerah yang memiliki peluang muncul lebih besar dibandingkan dengan daerah lain pada kurva. Jadi apabila data yang kita peroleh ada di dalam daerah ini, berarti percobaan yang kita lakukan sudah dapat dikatakan cukup berhasil.

Semakin banyak kita melakukan pengulangan data-data maka kurva yang akan didapat semakin mendekati distribusi normal.

Keadaan ideal untuk melakukan percobaan ini adalah sistem pencacahan berada dalam keadaan stabil, maksudnya tabung tidak menyisakan bahan radioaktif yang dipergunakan dalam percobaan sebelumnya.

Dalam percobaan kali ini kami menggunakan pencacah dengan selang waktu 0,1 menit atau 6 detik. Apabila terlalu lama dimungkinkan yang terhitung adalah cacahan lain yang tidak berasal dari sumber yang ditinjau, disamping itu akan dapat menimbulkan kondisi gas dalam tabung GM terionisasi secara berlebihan dan masuk ke daerah discharge.

V. KESIMPULAN

Dengan melakukan percobaan dan membuat analisis data, maka kami dapat mengambil beberapa kesimpulan, diantaranya:

1. Sifat radioaktif tiap bahan itu berbeda-beda, ada yang tinggi dan ada yang rendah. Dengan membandingkan antara Pa-234 dengan Sn-113 kita menyimpulkan bahwa Sn-113 mempunyai aktivitas yang lebih tinggi dibandingkan Pa-234.
2. Latar belakan atau lingkungan juga turut mempengaruhi aktivitas radiasi bahan walaupun hanya sedikit.
3. Agar didapat hasil yang baik, sebaiknya pencacahan dilakukan pada daerah plateau (1,4 s.d. 1,7 kV) dan waktu cacah yang relatif kecil (6 detik).
4. Semakin banyak data yang diperoleh maka kurva yang dibuat akan semakin mendekati distribusi normal.
5. Bila diambil harga m yang besar (tak hingga) maka \bar{N} (jumlah rata-rata cacahan) mendekati harga N yang sebenarnya. Karena tidak mungkin mengambil harga m tak berhingga, maka m diambil harga yang memadai.