

## UJI KARAKTERISTIK ELEKTROMETER KEITHLEY 642 PADA SISTEM PENCACAH KAMAR PENGION CENTRONIC UNTUK MENENTUKAN DATA MASUKAN KOMPUTASI

Wijono, Nazaroh dan Holnisar

Puslitbang Keselamatan Radiasi dan Biomedika Nuklir - BATAN

### ABSTRAK

UJI KARAKTERISTIK ELEKTROMETER KEITHLEY 642 PADA SISTEM PENCACAH KAMAR PENGION CENTRONIC UNTUK MENENTUKAN DATA MASUKAN KOMPUTASI. Telah dilakukan uji karakteristik elektrometer Keithley 642 pada sistem pencacah kamar pengion centronic untuk menentukan data masukan komputasi. Peralatan uji berupa multimeter digital Sanwa PC 100 beserta software DMM Link dan kabel RG 58. Radionuklida bahan uji adalah Cs-137 No Kode 2714 PTB dan A372 dengan aktivitas 5,1 dan 22,6 MBq. Elektrometer tersebut memiliki 2 buah analog output, yaitu 1V/100 counts dan 1V/10.000 counts. Uji karakteristik juga dilakukan tanpa menggunakan radionuklida. Pencacahan dilakukan pada variasi range, eksponen arus dan analog output. Hasil uji tersebut ditampilkan pada display elektrometer dan multimeter digital sanwa. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa analog output 1V/10.000 counts relatif lebih banyak memberikan data masukan komputasi dan ada kesamaan penunjukan nilai arus pada display, sehingga analog output 1V/10.000 counts lebih cocok sebagai data masukan komputasi.

### ABSTRACT

CHARACTERISTIC TEST OF KEITHLEY ELECTROMETER 642 ON CENTRONIC IONIZATION CHAMBER COUNTING SYSTEM FOR COMPUTATION INPUT DATA. Characteristic test of Keithley electrometer 642 on centronic ionization chamber system for computation input data has been carried out. Instruments for testing are Sanwa PC 100 digital multimeter, DMM link software and cable of RG 58. Radionuclide test is <sup>137</sup>Cs (Nomor of code : 2714 PTB and A372) with the activity of : 5.1 and 22.6 MBq. The electrometer provided with 2 output analogs that are 1 V/100 counts and 1V/10,000 counts. The characteristic test was also done without Radionuclide. Counting was done on range variation, current exponent and output analogs. The result of testing was displayed on electrometer monitor and Sanwa digital multimeter. The result showed that the output analog of 1 V/10,000 counts was much more computation input data and the display of current on the electrometer was the same with Sanwa digital multimeter so that output analog of 1 V/10,000 counts was more suitable as computation data input.

### PENDAHULUAN

Sistem pencacah kamar pengion *centronic* merupakan salah satu jenis peralatan ukur radionuklida yang memiliki peranan sangat penting di Bidang Metrologi Radiasi khususnya di Sub. Bidang Standardisasi - P3KRBiN. Salah satu bagian dari sistem pencacah tersebut adalah Elektrometer 642 Keithley. Data hasil pencacahannya ditunjukkan pada *display*-nya dan hanya memiliki tampilan *digital* hasil cacahan saja serta belum memiliki fasilitas untuk mencetaknya, sehingga proses pengambilan data cacahannya masih dilakukan perhitungan secara manual. Untuk menaikkan efisiensi, maka tampilan/olah data dapat dilakukan dengan suatu operasi *hardware* dan *software* yang dilanjutkan dalam sistem komputasi. Namun sebagai data masukan komputasi diperlukan kesesuaian antara data keluaran sistem pencacah kamar pengion

*centronic* dengan sistem *software* pengolah data. Dalam rangka ini, perlu dilakukan Uji Karakteristik Elektrometer 642 Keithley pada sistem pencacah kamar pengion *centronic* untuk menentukan data masukan komputasi.

### TEORI

#### *Sistem Pencacah Kamar Pengion*

Sistem pencacah kamar pengion adalah alat ukur radiasi untuk mencacah radioaktivitas suatu sumber radioaktif. Sistem pencacah ini terdiri dari detektor dan peralatan penunjang. Detektor merupakan sensor radiasi dan peralatan penunjang berupa rangkaian alat elektronik. Radiasi dari suatu sumber radioaktif yang masuk ke detektor dikuatkan sinyalnya oleh sistem peralatan penunjang dan

keluarannya berupa sinyal yang dapat diamati dengan suatu alat ukur arus.

Dalam suatu pengukuran radiasi terdapat berbagai jenis detektor sesuai tegangan kerjanya. Namun detektor yang digunakan dalam sistem pencacah kamar pengion adalah jenis tabung isian gas. Gas dimasukkan ke dalam suatu tabung silinder dan dinding silinder dihubungkan ke kutub negatif (*katoda*) sumber tegangan, sedangkan sumbuanya dihubungkan ke kutub positif (*anoda*). Energi radiasi yang mengenainya akan diubah menjadi energi listrik (*pulsa listrik*) melalui proses pembentukan ion positif dan negatif (sepasang ion) dari sebuah atom netral (*ionisasi*) pada suatu gas. Jumlah pasangan ion yang terbentuk pada proses ionisasi tergantung jenis gas dan energi radiasi yang mengenainya. Tinggi pulsa yang dihasilkan sebanding dengan jumlah elektron yang terkumpul pada anoda. Prinsip kerja detektor ini menyerupai sebuah kapasitor dan tinggi pulsa merupakan tegangan listrik yaitu beda potensial antara anoda dan katoda. Perubahan muatan di dalam kapasitor sebanding dengan jumlah elektron yang terkumpul pada anoda.

Tinggi pulsa yang dihasilkan detektor isian gas sangat dipengaruhi oleh tegangan kerjanya. Dengan energi radiasi yang sama tetapi tegangan kerja yang berbeda dapat dihasilkan tinggi pulsa yang berbeda. Namun dalam daerah kamar pengion sudah tidak ada lagi rekombinasi, sehingga seluruh ion primer dapat tertangkap oleh masing-masing elektroda dan berkontribusi menghasilkan pulsa listrik. Di sepanjang daerah ini, tinggi pulsa yang dihasilkan tidak dipengaruhi oleh perubahan tegang-

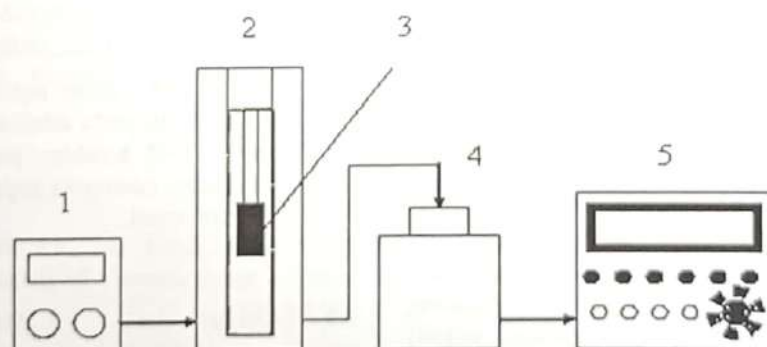
an kerja. Jadi hanya tergantung pada energi radiasi yang mengenainya.<sup>(1)</sup>

### Sistem Pencacah Kamar Pengion Centronic

Dalam melaksanakan fungsinya sebagai alat ukur pencacah partikel, sistem pencacah ion centronic ini memiliki sebuah detektor tipe IG11, nomor seri 9448-55 dan tekanan atmosfer sampai 20 Atm. Namun detektor ini tidak dapat berdiri sendiri tanpa didukung beberapa peralatan penunjang yang lain, yaitu :<sup>(4)</sup>

- Sistem sumber tegangan tinggi model KEITHLEY 248, untuk menyediakan sumber daya (*power supply*) pada peralatan elektronik dan sumber tegangan tinggi (*high voltage bias supply*) pada catu tegangan kerja detektor yang dapat menghasilkan tegangan variabel 800 Volt.<sup>(2)</sup>
- Elektrometer *remote head* KEITHLEY 642, sebagai pelipat pulsa listrik yang dihasilkan oleh detektor.
- Sistem elektrometer KEITHLEY 642, berfungsi untuk memisahkan derau (*noise*) pulsa listrik yang ditimbulkan rangkaian penguat maupun detektornya sendiri, menghitung dan menunjukkan jumlah pulsa listrik yang memasukinya dalam selang waktu tertentu serta mengendalikan selang waktu perhitungan pulsa.<sup>(3)</sup>

Skema sistem pencacah kamar pengion *centronic* ditunjukkan dalam Gambar 1.



Keterangan :

1. High Voltage Supply KEITHLEY 248
2. Detektor Type IG11 Serial No. 9448-55
3. Radionuclide
4. Elektrometer Remote Head KEITHLEY 642
5. Elektrometer KEITHLEY 642

Gambar 1. Skema sistem pencacah kamar pengion Centronic

### Sistem Elektrometer KEITHLEY 642

Sistem elektrometer KEITHLEY 642 terdiri dari beberapa pengatur panel/tombol yang harus dipilih sesuai besaran sumber yang akan dicacah. Dari beberapa pengatur panel/tombol tersebut adalah:

1. *Range* : *range current* yang tersedia pada elektrometer KEITHLEY 642 terdiri dari tiga jangkauan bacaan, yaitu :
  - Range 0.1 : maksimum bacaan arus yang terdisplay adalah 0.19999.
  - Range 1 : maksimum bacaan arus yang terdisplay adalah 1.9999.
  - Range 10 : maksimum bacaan arus yang terdisplay adalah 10.999.
2. *Current* : tahanan umpan balik dari pemilihan sensitivitas arus untuk memilih kesesuaian antara tampilan *display* terhadap besarnya arus input. Besarnya arus input tergantung dari besarnya aktivitas sumber yang dicacah. Tombol *current* berupa pengali eksponen yang terdiri dari 5 pilihan :  $10^{-12}$ A,  $10^{-11}$ A,  $10^{-10}$ A,  $10^{-8}$ A dan Ext FDBK.
3. *Analog output* : keluaran arus sistem elektrometer yang terdiri dari 2 bagian yaitu *analog output* 1V/100 counts dan 1V/10.000 counts.
4. *Zero check* : posisi *in* digunakan untuk *set-up* dan menormalkan konfigurasi, di mana *short input across* 100 k $\Omega$  dalam volts. Sedangkan posisi *out* digunakan dalam proses pengambilan data.
5. *Damping* : posisi *var* digunakan untuk pengaturan variabel perbedaan kecepatan *damping level* dan posisi *min* digunakan dalam pengaturan waktu untuk memberikan spesifikasi kecepatan.
6. *Chg (charge)* : elemen umpan balik yang berupa kapasitor 20 pF. Pembacaan pada *display* dalam 10-11 coulombs.
7. *Volts* : digunakan bila gerbang konfigurasi tanpa unit inverting sehingga pembacaan hasil cacahan dalam display selalu ditunjukkan dalam volts.
8. *Power* : Penyedia daya untuk model KEITHLEY 642.

### TATA KERJA

Peralatan dan bahan yang digunakan untuk uji karakteristik elektrometer 642 adalah :

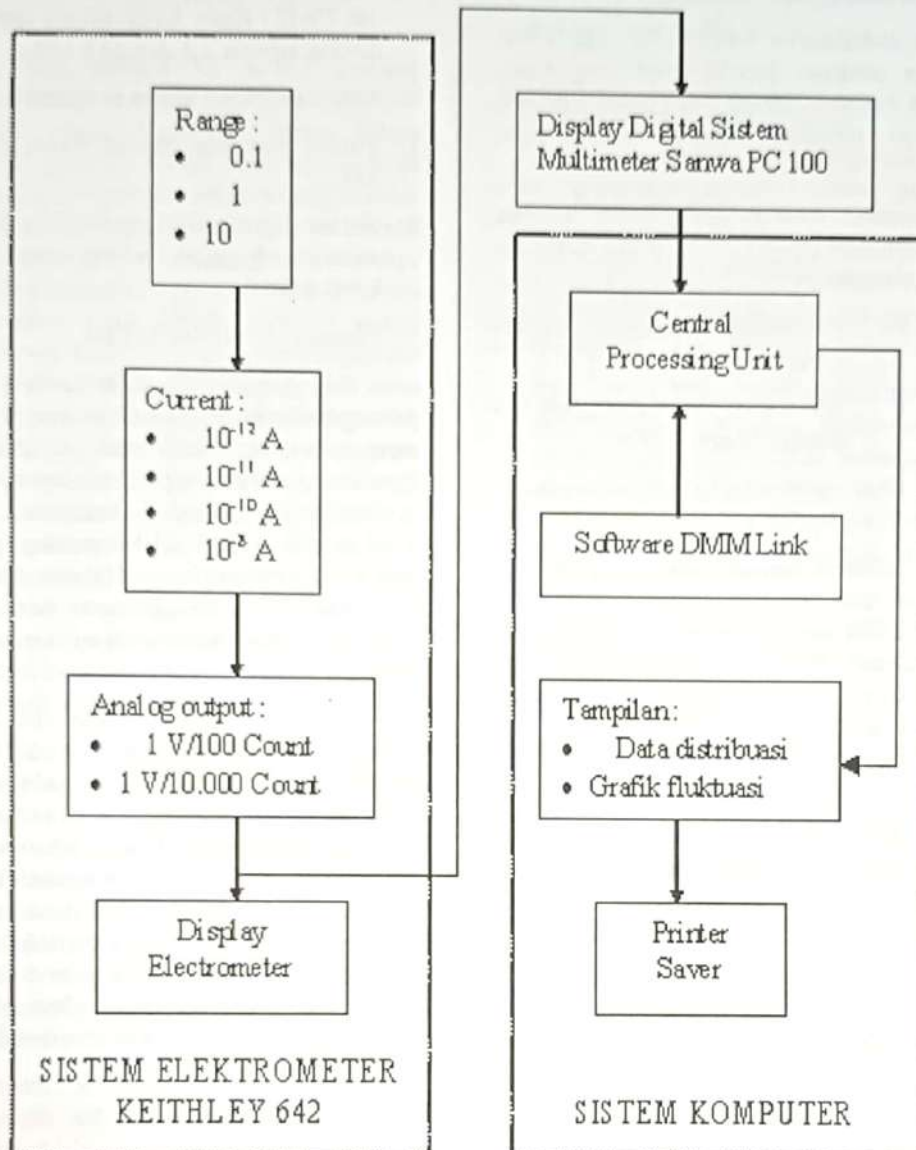
1. Bahan uji radionuklida : Cs-137 PTB No. 2714 dan Cs-137 Kode A372 dengan aktivitas masing-masing sebesar 5,1 dan 22,6 MBq.
2. Sistem pencacah kamar pengion *centronic*.
3. Sistem komputer beserta steker dan kabel RS 232.
4. Sistem digital multimeter sanwa PC 100, 4000 counts/*barb graph* beserta sistem penghubung kabel RG 58.
5. Sistem *software* DMM Link.

Uji karakteristik 642 Keithley pada sistem pencacah kamar pengion Centronic dilakukan untuk menentukan kesesuaian data masukan *komputasi*. Peralatan dan bahan uji disusun seperti pada Gambar 2. Selain menggunakan bahan uji Cs-137, uji karakteristik ini juga dilakukan tanpa menggunakan bahan uji radionuklida. Hal ini dilakukan untuk menentukan karakteristik arus *back ground* pada beberapa variasi posisi *range*, *current* dan *analog output*.

Elektrometer tersebut memiliki 2 buah analog output, yaitu 1V/100 Counts dan 1 V/10.000 Counts. Kedua analog output ini dihubungkan dengan masukan *digital* multimeter sanwa secara bergantian sehingga diperoleh 2 buah hasil tampilan *display* pada elektrometer 642 dan digital multimeter sanwa PC 100. Untuk mendapatkan kesamaan nilai arus dan tampilan *display* yang ditunjukkan pada *display* elektrometer 642 terhadap *display* digital multimeter sanwa PC 100, maka pencacahan dilakukan pada variasi *range*, eksponen arus dan *analog output*.

Hasil uji karakteristik ditampilkan pada *display* elektrometer 642 dan *digital* multimeter sanwa PC 100. Sistem elektrometer tersebut dihubungkan sistem *digital* multimeter sanwa dengan kabel RG 58. Sedangkan sistem komputer dihubungkan *digital* multimeter sanwa dengan kabel RS 232. Data distribusi yang diambil adalah tampilan sistem komputer yang dilengkapi *software* DMM Link sehingga data distribusi yang terambil utuh dan berurutan setiap satu detik. *Software* tersebut juga dapat mengolah data distribusi dalam bentuk grafik *fluktuasi*.<sup>(5)</sup>

Apabila kedua *analog output* dapat menunjukkan kesamaan nilai arus dan tampilan pada kedua *display* maka kedua *analog output* tersebut dapat langsung digunakan sebagai data awal masukan komputasi. Namun apabila keduanya tidak dapat menunjukkan kesamaan nilai arus dan tampilan pada kedua *display* maka perlu dibuatkan peralatan penguat (*amplifier*) dan *diskriminator* untuk menyamakan dan menstabilkan arusnya.



Gambar 2. Skema uji karakteristik electrometer KEITHLEY 642.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji karakteristik tanpa radionuklida ditunjukkan dalam Tabel 1. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa *display elektrometer* pada umumnya dapat memberikan banyak variasi nilai penuh dengan arus (A) pada range 0.1; 1 dan 10. Namun arus *back ground* pada range 0.1 dengan posisi *current*  $10^{-12}$  dan  $10^{-11}$  diperoleh data penunjukan *display elektrometer* yang tidak sempurna pada tiap detiknya. Sehingga pada posisi ini tidak baik digunakan sebagai data masukan komputasi karena masih terjadi *over flow* pada sebagian tampilan *display electrometer* tersebut.

Penunjukan nilai arus *back ground* pada Tabel 1 posisi *current*  $10^{-8}$  berupa data distribusi dengan nilai positif semua. Sehingga dalam kondisi ini dapat memberikan akurasi data masukan komputasi yang baik khususnya untuk jenis sampel radionuklida aktivitas besar, karena dapat dicapai nilai standard deviasi dan nilai ketidakpastian yang relatif kecil. Hasil perhitungan nilai rerata dan standard deviasi arus *back ground* ini dapat dilihat pada Tabel 2. Namun apabila sampel yang diukur memiliki aktivitas yang relatif kecil dapat digunakan posisi *current* yang lebih kecil dari  $10^{-8}$ . Kekurangan posisi ini adalah diperolehnya nilai standard deviasi arus *back ground* yang relatif besar

karena pada sebagian data distribusinya memiliki nilai minus.

Arus *back ground* yang ditampilkan *display* elektrometer pada posisi *current*  $10^{-8}$  memiliki tingkat ketelitian *digit* yang berbeda-beda pada tiap posisi *range*-nya. Semakin kecil nilai *range* yang

digunakan maka ketelitian data distribusi *display* elektrometer yang ditunjukkan semakin bagus. Oleh karena itu kesesuaian pengambilan data masukan komputasi diupayakan pada posisi *range* yang kecil, sehingga data distribusi yang diolah *software* komputer nantinya juga memiliki akurasi yang lebih baik.

Tabel 1. Data uji tanpa radionuklida.

No	Arus (A)				Range
	$\times 10^{-12}$	$\times 10^{-11}$	$\times 10^{-10}$	$\times 10^{-8}$	
1	-	0,00872	0,00327	0,00089	0,1
2	-0,08129	-	0,00515	0,00096	0,1
3	-	-0,01679	0,00156	0,00096	0,1
4	0,13187	0,01576	-0,00076	0,00090	0,1
5	-	-	0,00121	0,00094	0,1
6	-	0,01685	0,00154	0,00092	0,1
7	0,09563	-0,00983	-0,00129	0,00089	0,1
8	-0,12781	-	0,00317	0,00093	0,1
9	-	-	0,00092	0,00091	0,1
10	0,44026	0,03978	0,00116	0,00092	0,1
1	0,0377	0,0643	0,0016	0,0010	1
2	-0,2165	-0,0518	0,0032	0,0009	1
3	-0,2916	0,0279	0,0007	0,0008	1
4	0,1553	-0,0113	-0,0156	0,0009	1
5	0,3248	0,1026	0,0064	0,0008	1
6	-0,3516	0,0994	-0,0070	0,0010	1
7	0,0916	-0,0157	0,0048	0,0009	1
8	-0,1962	-0,0479	0,0009	0,0009	1
9	0,5812	0,1346	0,0083	0,0010	1
10	0,1936	0,0185	-0,0079	0,0008	1
1	0,432	-0,049	0,003	0,001	10
2	-0,350	0,028	0,005	0,001	10
3	0,288	-0,007	0,001	0,001	10
4	-0,232	0,032	-0,010	0,001	10
5	0,083	-0,102	0,006	0,001	10
6	0,215	0,167	0,008	0,001	10
7	-0,257	0,050	0,015	0,001	10
8	-0,407	-0,083	-0,017	0,001	10
9	0,051	0,079	0,007	0,001	10
10	0,149	0,022	-0,002	0,001	10

Tabel 2. Nilai rerata dan standard deviasi data uji tanpa radionuklida.

No	Rerata Arus (A) dan standard deviasi				Range
	$\times 10^{-12}$	$\times 10^{-11}$	$\times 10^{-10}$	$\times 10^{-8}$	
1	-	-	0,001593 $\pm 0,001903$	0,000922 $\pm 0,000026$	0,1
2	0,076130 $\pm 0,288822$	0,042420 $\pm 0,058819$	-0,000460 $\pm 0,007451$	0,000900 $\pm 0,000082$	1
3	0,067200 $\pm 0,28094$	0,015100 $\pm 0,079152$	0,001600 $\pm 0,009288$	0,001000 $\pm 0,000000$	10

Tabel 3. Data uji dengan analog output 1 V/100 counts Sumber Cs-137 ; No. 2714 ;  $A_0 = 8,2712 \text{ MBq}$  ; 01/01/1985.

No	Eksponen arus (A)								Range
	Display Elektrometer 642				Display DMM Sanwa PC 100				
	$10^{-12}$	$10^{-11}$	$10^{-10}$	$10^{-8}$	$10^{-12}$	$10^{-11}$	$10^{-10}$	$10^{-8}$	
1	-	-	-	0,01244	5,69	5,69	5,69	5,69	0,1
2	-	-	-	0,01258	5,69	5,69	5,69	5,69	0,1
3	-	-	-	0,01249	5,69	5,69	5,69	5,69	0,1
4	-	-	-	0,01252	5,69	5,69	5,69	5,69	0,1
5	-	-	-	0,01245	5,69	5,69	5,69	5,69	0,1
6	-	-	-	0,01248	5,69	5,69	5,69	5,69	0,1
7	-	-	-	0,01251	5,69	5,69	5,69	5,69	0,1
8	-	-	-	0,01240	5,69	5,69	5,69	5,69	0,1
9	-	-	-	0,01245	5,69	5,69	5,69	5,69	0,1
10	-	-	-	0,01242	5,69	5,69	5,69	5,69	0,1
1	-	-	1,1970	0,0123	5,69	5,69	5,69	1,249	1
2	-	-	1,1876	0,0124	5,69	5,69	5,69	1,253	1
3	-	-	1,2041	0,0125	5,69	5,69	5,69	1,238	1
4	-	-	1,1796	0,0126	5,69	5,69	5,69	1,241	1
5	-	-	1,1819	0,0125	5,69	5,69	5,69	1,229	1
6	-	-	1,1857	0,0127	5,69	5,69	5,69	1,240	1
7	-	-	1,2063	0,0124	5,69	5,69	5,69	1,246	1
8	-	-	1,1961	0,0125	5,69	5,69	5,69	1,261	1
9	-	-	1,1852	0,0123	5,69	5,69	5,69	1,258	1
10	-	-	1,1777	0,0124	5,69	5,69	5,69	1,236	1
1	-	-	1,169	0,013	5,69	5,69	5,69	0,1218	10
2	-	-	1,182	0,013	5,69	5,69	5,69	0,1201	10
3	-	-	1,191	0,012	5,69	5,69	5,69	0,1243	10
4	-	-	1,206	0,012	5,69	5,69	5,69	0,1236	10
5	-	-	1,205	0,013	5,69	5,69	5,69	0,1217	10
6	-	-	1,197	0,012	5,69	5,69	5,69	0,1234	10
7	-	-	1,185	0,013	5,69	5,69	5,69	0,1243	10
8	-	-	1,190	0,013	5,69	5,69	5,69	0,1212	10
9	-	-	1,187	0,013	5,69	5,69	5,69	0,1205	10
10	-	-	1,198	0,012	5,69	5,69	5,69	0,1227	10

Hasil uji karakteristik elektrometer 642 dengan analog output 1 V/100 counts (sumber Cs-137; No. 2714) ditunjukkan dalam Tabel 3. Dari data distribusi tabel tersebut diperlihatkan bahwa tidak semua arus dapat ditampilkan pada display elektrometer 642 karena terjadinya *over flow*, terutama pada posisi *current* yang bereksponen kecil ( $10^{-12}$  dan  $10^{-11}$ ). Pada posisi tersebut display DMM Sanwa PC 100 masih menunjukkan nilai arus yang konstan. Namun demikian data ini tidak bisa

digunakan sebagai data masukan komputasi karena tidak terjadi perbandingan penunjukan nilai arus yang sesuai. Untuk memperoleh kesamaan nilai tampilan display elektrometer 642 dengan display DMM Sanwa PC 100 harus mengubah posisi *current* dan *range*. Namun tidak semua posisi *range* dapat memberikan kesamaan nilai tampilan display. Hal ini dibuktikan pada data uji analog output 1 V/100 counts pada posisi *range* 0,1.

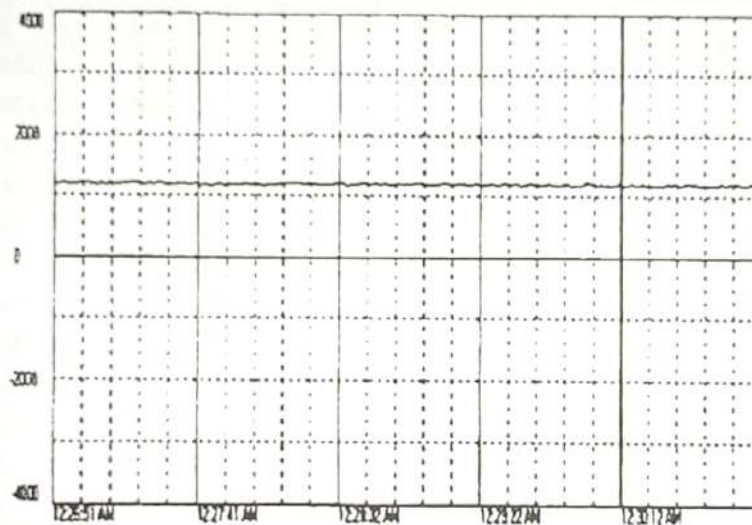
Tabel 4. Data uji dengan analog output 1 V/10.000 counts Sumber Cs-137; No. 2714;  $A_0 = 8,2712 \text{ MBq}$ ; 01/01/1985.

No	Eksponen arus (A)								Range
	Display Elektrometer 642				Display DMM Sanwa PC 100				
	$10^{-12}$	$10^{-11}$	$10^{-10}$	$10^{-8}$	$10^{-12}$	$10^{-11}$	$10^{-10}$	$10^{-8}$	
1	-	-	-	0,01241	5,67	5,67	5,67	0,1245	0,1
2	-	-	-	0,01252	5,67	5,67	5,67	0,1248	0,1
3	-	-	-	0,01250	5,67	5,67	5,67	0,1243	0,1
4	-	-	-	0,01244	5,67	5,67	5,67	0,1241	0,1
5	-	-	-	0,01241	5,67	5,67	5,67	0,1248	0,1
6	-	-	-	0,01248	5,67	5,67	5,67	0,1246	0,1
7	-	-	-	0,01249	5,67	5,67	5,67	0,1252	0,1
8	-	-	-	0,01244	5,67	5,67	5,67	0,1249	0,1
9	-	-	-	0,01252	5,67	5,67	5,67	0,1247	0,1
10	-	-	-	0,01241	5,67	5,67	5,67	0,1242	0,1
1	-	-	1,2051	0,0126	5,67	5,67	1,175	0,0125	1
2	-	-	1,1744	0,0125	5,68	5,68	1,204	0,0123	1
3	-	-	1,1996	0,0124	5,67	5,67	1,202	0,0125	1
4	-	-	1,1827	0,0127	5,67	5,67	1,176	0,0123	1
5	-	-	1,1896	0,0126	5,67	5,67	1,203	0,0126	1
6	-	-	1,1983	0,0124	5,67	5,67	1,198	0,0124	1
7	-	-	1,1776	0,0125	5,67	5,67	1,181	0,0123	1
8	-	-	1,1954	0,0127	5,67	5,67	1,192	0,0124	1
9	-	-	1,2051	0,0123	5,67	5,67	1,188	0,0127	1
10	-	-	1,2087	0,0125	5,67	5,67	1,187	0,0122	1
1	-	-	1,207	0,013	1,325	1,196	1,184	0,0012	10
2	-	-	1,180	0,012	1,325	1,209	1,182	0,0012	10
3	-	-	1,192	0,013	1,325	1,185	1,193	0,0012	10
4	-	-	1,176	0,013	1,325	1,198	1,178	0,0012	10
5	-	-	1,202	0,013	1,325	1,190	1,196	0,0012	10
6	-	-	1,182	0,012	1,325	1,201	1,179	0,0012	10
7	-	-	1,190	0,012	1,325	1,185	1,203	0,0012	10
8	-	-	1,200	0,013	1,325	1,200	1,198	0,0012	10
9	-	-	1,193	0,012	1,325	1,207	1,206	0,0012	10
10	-	-	1,203	0,013	1,325	1,186	1,197	0,0012	10

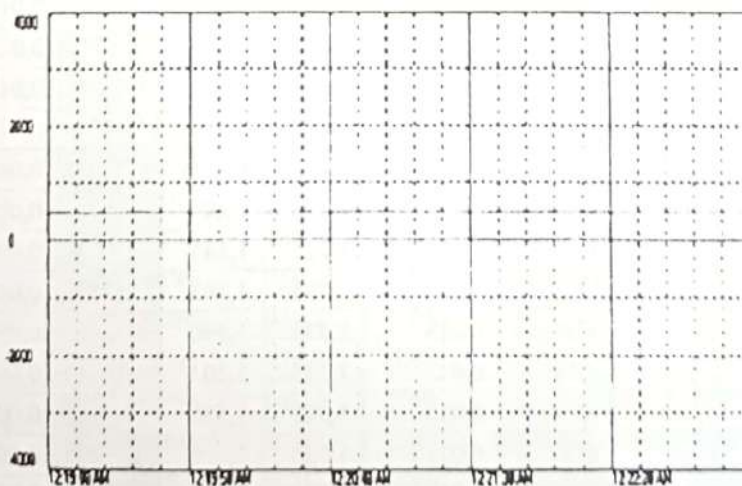
Data uji dengan *analog output* 1 V/10.000 counts (sumber Cs-137; No. 2714) ditunjukkan dalam Tabel 4. Data distribusi yang ditunjukkan pada tabel ini hampir sama dengan yang ditunjukkan pada Tabel 3. Namun hasil data uji dengan *analog output* 1 V/10.000 counts ini lebih baik karena lebih banyak memiliki kesamaan nilai tampilan arus *display* elektrometer 642 dengan *display* DMM Sanwa PC 100. Tidak seperti pada Tabel 3, data distribusi dalam Tabel 4 ini membuktikan bahwa pada semua posisi *range* dapat memberikan kesamaan nilai tampilan arus pada kedua *display*. Bahkan untuk posisi *range* 1 dan 10 dapat memberikan dua variasi kesamaan nilai tampilan arus *display*. Dengan demikian dapat

dipastikan bahwa posisi *analog output* 1 V/10.000 counts lebih baik dan dapat digunakan untuk keluaran elektrometer 642 sekaligus sebagai data masukan komputasi.

Grafik fluktuasi pada uji karakteristik tersebut di atas ditunjukkan dalam Gambar 3 dan 4. Bahan uji sampel yang digunakan memiliki aktivitas yang berbeda yaitu Cs-137 PTB No. 2714 dan Cs-137 Kode A372 dengan aktivitas masing-masing sebesar 5,1 dan 22,6 MBq. Dari kedua grafik diketahui bahwa semakin besar arus cacahan maka kestabilan data yang tertampil dalam kedua *display* semakin baik, demikian sebaliknya. Grafik ini diambil dari 250 buah data agar kestabilannya dapat ditampilkan lebih jelas.



Gambar 3. Grafik Cs-137 No. 2714 untuk 250 data.



Gambar 4. Grafik Cs-137 A372 untuk 250 data.



Tabel 5. Rerata arus (A) dan standard deviasi data uji dengan analog output 1 V/100 counts.

No	Rerata arus (A) dan standard deviasi				Range
	Display Elektrometer 642		Display DMM Sanwa PC 100		
	$10^{-10}$	$10^{-8}$	$10^{-10}$	$10^{-8}$	
1	-	0,012442 $\pm 0,000066$	-	0,012461 $\pm 0,000034$	0,1
2	1,193650 $\pm 0,012079$	0,012520 $\pm 0,000132$	1,190600 $\pm 0,010997$	0,012000 $\pm 0,000155$	1
3	1,192500 $\pm 0,010607$	0,012600 $\pm 0,000516$	1,191600 $\pm 0,010124$	0,012000 $\pm 0,000000$	10

Tabel 6. Prosentase perbedaan tampilan arus display DMM Sanwa PC 100 terhadap display elektrometer 642.

No	Perbedaan (%)		Range
	$10^{-10}$	$10^{-8}$	
1	-	0,1527	0,1
2	0,2555	0,7987	1
3	0,0755	4,7619	10

Fluktuasi data yang semakin kecil akan menghasilkan nilai standard deviasi yang semakin kecil. Pada Tabel 5 ditunjukkan nilai rerata arus (A) dan standard deviasi data uji dengan analog output 1 V/10.000 counts. Pada posisi current  $10^{-8}$  memberikan nilai standard deviasi arus yang lebih kecil dibanding pada posisi  $10^{-10}$ . Hal ini disebabkan ketelitian data pada posisi current  $10^{-10}$  lebih baik yaitu bertambah dua digit dibelakang koma. Dengan adanya ketelitian data yang lebih baik ini maka diperoleh perbedaan nilai prosentase tampilan arus display yang lebih kecil. Prosentase perbedaan tampilan arus display ini dapat dilihat pada Tabel 6.

## KESIMPULAN

1. Elektrometer KEITHLEY 642 masih dalam kondisi stabil dan berfungsi dengan baik.
2. Keluaran display analog output 1 V/10.000 counts relatif lebih sesuai dengan display digital

multimeter sanwa PC 100 dan ada kesamaan penunjukan nilai arus yang lebih banyak dibanding analog output 1 V/100 counts sehingga dipilih sebagai data masukan komputasi.

## DAFTAR PUSTAKA

1. *A Handbook of Radioactivity Measurements Procedures*, NCRP Report No. 58, 1 edition, 1978.
2. *Model 248 High Voltage Supply*, KEITHLEY, USA, 1981.
3. *Instruction Manual Addendum Model 642 Electrometer*, USA, 1981.
4. *Instruction Manual Model 642 Electrometer*, KEITHLEY, USA, 1980.
5. *Instruction Manual DMM Link PC 100*, Sanwa Electric Instrument Co., Ltd.

---

**TANYA JAWAB****Pujadi**

- Secara teknis, mengapa keluaran *display* analog *out-put* 1V/10000 *counts* lebih baik/sesuai dengan *display* Sanwa PC100?

**Wijono**

- Secara teknis keluaran *display* analog *out-put* 1V/10.000 *counts* lebih baik/sesuai dengan *display* sanwa PC100, karena pada analog *out put* 1V/10000 *counts* lebih banyak memberikan kesamaan/keseragaman tampilan terhadap *display* DMM *link* pada sanwa PC100. Keseragaman tersebut meliputi daerah "range" maupun faktor pengalinya "eksponen arus".

**Muji Wiyono**

- Bagaimana alur/proses data masukan komputasi hingga diperoleh hasil akhir proses komputasi?
- Dalam bentuk apa data masukan komputasi itu?

- Hasil akhir apa yang akan diperoleh dari proses komputasi nantinya?

**Wijono**

- Data masukan komputasi yang merupakan keluaran dari elektrometer Keithley 642 dihubungkan ke sistem software di CPU dengan perantara Digital Multimeter Sanwa PC100 beserta softwarenya. Input digital multimeter dengan R658 sedangkan keluarannya dengan RS232. Dengan adanya software pengolah data pada CPU, maka data masukan komputasi dapat diproses lebih lanjut sampai diperoleh hasil akhir.
- Data masukan komputasi dalam satuan  $\mu A$  s/d  $pA$  ( $10^{-7}$  s/d  $10^{-13}$  Ampere).
- Hasil akhir berupa aktivitas dalam satuan Bequerel.