

## WARM UP CYCLE DALAM RANGKA PROSES PEMELIHARAAN DETEKTOR HPGe

Dewita, Wagirin, Aris Basuki

Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan - BATAN  
Jalan Babarsari PO BOX 6101, Yogyakarta 55282  
E-mail: dewit@batan.ac.id

### ABSTRAK

**WARM UP CYCLE DALAM RANGKA PROSES PEMELIHARAAN DETEKTOR HPGe.** harus dilakukan, saat indikasi vakum bermasalah dan arus bocor meningkat muncul. Apa bila tidak dilakukan maka akan membuat kinerja detektor menurun dan berakhir dengan tidak dapat digunakan. Tulisan ini menguraikan penyebab menurunnya kinerja detektor seperti vakum bermasalah dan setup instrument yang tidak lengkap serta unjuk kerja detektor pasca warm up cycle dilakukan. Harapannya akan berguna bagi pengelola laboratorium, mahasiswa, peneliti diluar spesialisasi mereka untuk memperluas pemahaman mereka.

Kata kunci : Warm up cycle, HPGe detektor

### ABSTRACT

**THE WARM UP CYCLE PROCESS IN ORDER TO MAINTAIN THE HPGe DETECTORS.** must be done, when vacuum problem and the increasing leakage current indication were appeared. If It was not be done then it will make decreasing detector performance and fail . This paper outlines the causes of decreasing detector performance like vacuum problem and incomplete setup instrument also the detector performance after warm up cycle was done. The hope will be useful for laboratory managers, students, researchers working outside their specialities to broaden their understanding

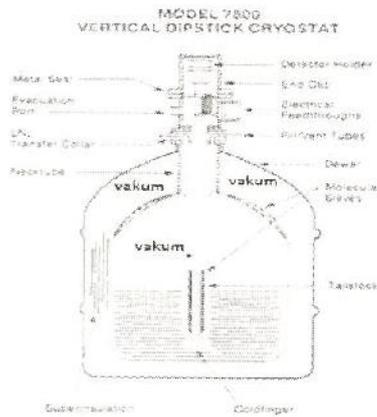
Keywords : HPGe Detektor, warm up cycle.

### PENDAHULUAN

Detektor HPGe (*Hyperpure Germanium*) terbuat dari high-purity germanium (dengan konsentrasi pengotor kurang dari  $10^{16}/m^3$ )<sup>[1]</sup>. Detektor ini mempunyai karakteristik resolusi yang sangat baik oleh karena itu sangat luas penggunaannya antarlain dalam analisis sample dengan metode NAA (*Neutron Activation Analysis*). Detektor HPGe boleh berada di temperatur kamar apa bila tidak beroperasi, tetapi harus didinginkan (pada temperatur Liquid Nitrogen 77K) apabila dioperasikan. Tidak berfungsinya atau menurunnya kinerja detektor HPGe biasanya disebabkan *setup* yang tidak sempurna dan masalah pada vakum, seperti yang terjadi pada salah satu detektor HPGe milik PTAPB. Detektor HPGe milik PTAPB buatan Canberra model GC1018 dengan resolusi energi atau *Full Width at Half Maximum* (FWHM) 1.8 keV

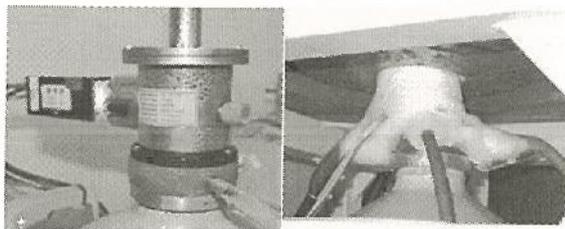
untuk energi 1.33MeV, terpasang pada Cryostat model 7500, dengan tegangan operasi 4KV dan preamplifier model 2002C. Gambar 1 bagan *setup* sistem spektrometri gamma sebelum pemeliharaan dilakukan. Pada Juni 2012 diinformasikan bila tegangan tinggi (HV) dinaikan 1KV indikator *rate* menyala merah (pertanda preamp mencapai laju cacah maksimum).walaupun tidak ada sumber radioaktif, dan *HV inhibit* led menyala hijau (indikator temperatur layak operasi), sehingga detektor tidak dapat difungsikan. Tulisan ini menguraikan usaha mengembalikan kinerja detektor dengan *warm up cycle* dalam rangka proses perawatan. Ada beberapa penyebab kegagalan atau menurunnya kinerja detektor HPGe antara lain *setup* sistem spektrometri yang tidak sempurna dan menurunnya kevakuman.





Gambar 3. Cryostat Model 7500

Pada daerah antara vacuum dan dewar terdapat *molecular sieve* gunanya untuk menjaga ke vakuman, layaknya seperti pompa vakum. Saat pendinginan *molecular sieve* biasanya menjadi dingin terlebih dulu memompa/membersihkan gas-gas yang ada sebelum perangkat keras menjadi dingin seluruhnya. Bila LN2 berkurang temperatur mulai naik, detector hangat, molecular sieve akan berusaha mempertahankan kevakuman dengan mengeluarkan gas, tekanan menaik dan dapat menimbulkan loncatan listrik dalam rangkaian HV apabila HV hidup yang dapat menyebabkan kerusakan pada FET. Pada detector Canberra disediakan evakuasi port untuk menghindari tekanan yang tinggi [3]. Masalah pada vakum tidak hanya ditandai dengan meningkatnya laju berkurangnya berat LN2 tetapi juga adanya pengembunan yang berlebih dan adanya bunga es yang tidak wajar [4] seperti pada Gambar 4, hal ini menyebabkan detector lebih cepat menjadi hangat dan akibatnya meningkatkan arus bocor apabila HV tidak segera diturunkan.



Gambar 4. Gangguan pada vakum

Oleh sebab itu sebelum mencapai suhu yang tidak layak untuk detector dioperasikan maka harus segera diisi LN2 kembali. Kalaupun terpaksa mencapai suhu yang tidak layak dioperasikan lebih baik dilakukan pemanasan penuh (LN2 dikosongkan total) sebelum

didinginkan kembali proses ini sering disebut sebagai *warm up cycle*. Apa bila pemanasan parsial sering terjadi hal ini makin lama akan menurunkan kinerja detector. Dengan pemanasan penuh atau *warm up cycle* maka akan mengembalikan kinerja detector yang menurun.

*Warm up cycle* dilakukan dengan cara mengosongkan total LN2 dalam dewar, preamp dilepas dari soketnya, detector dikeluarkan, bagian electrical feedthroughs dikeringkan dengan disemprot udara panas (*hair dryer*) untuk produk detector lain cukup dikeringkan dan dewar dikeringkan pula. Hal ini dilakukan agar *molecular sieve* dapat berfungsi optimum dalam mempertahankan kevakuman. Kemudian detector dan preamp dipasang kembali pada dewar. Isi dengan LN2 diamkan selama 24 jam, lalu diuji coba. *Warm up cycle* berhasil memperbaiki kinerja detector apa bila pengukuran resolusi energi sebelumnya masih cukup baik sekitar 2.3 keV. Pengujian dilakukan dengan menggunakan sumber radiasi  $^{60}\text{Co}$  untuk kalibrasi dan pengukuran resolusi serta  $^{137}\text{Cs}$  untuk melihat perubahan (FWHM) vs tegangan catu detector.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

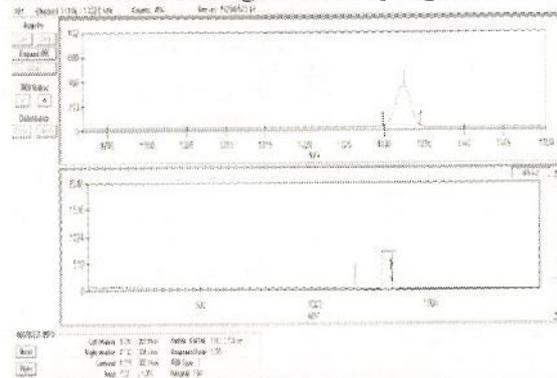
Setelah detector dan preamp diinstall kembali tahanan RTD diukur menunjukkan 111.2  $\Omega$  (temperatur kamar). Jangkau suhu pendinginan detector HpGe biasanya beroperasi pada temperature 85-120K [5]. Bila temperatur kamar diasumsikan 28°C atau 310K tahanannya 111.2  $\Omega$  maka tahanan terukur setelah diisi LN2 40.8  $\Omega$  berarti suhunya 110.4 K masih dalam jangkau yang yang dianjurkan. Trip diatur pada 43-44  $\Omega$ . Ternyata pendinginan hanya bertahan sampai 4 hari dan terjadi pengembunan tidak normal, kevakuman dewar atau *colar* sudah tidak layak oleh karena itu dewar Canberra diganti dengan dewar Ortec seperti pada Gambar 5. Kemudian dilakukan pengukuran tegangan *test jack* dan *HVinhibit* seperti pada Tabel 2.



Gambar 5. Detektor dan preamp Canberra dewar Ortec

Pasca *warm up cycle setup* sistem seperti pada Gambar 1 dengan *HV inhibit* yang terhubung ke konektor *OTHERS shutdown* di panel belakang modul HV, kemudian pencacahan spektrum dan kalibrasi dilakukan hasilnya ditampilkan pada Gambar 6. Dari gambar spektrum dan Tabel 2 terlihat detektor telah pulih kembali. Perubahan FWHM energi 662keV dari sumber  $^{137}\text{Cs}$  terhadap HV ditampilkan pada Gambar 7. spektrum diukur dengan menggunakan MCA 16K yang ada di lab. cacah BK2 dan MCA 8 K yang ada di Lab. cacah Reaktor. Ada perubahan FWHM menjadi membaik dengan naiknya tegangan tinggi sampai pada tegangan operasional detektor 3400V menunjukkan detektor berfungsi baik. Hasil dengan pengukuran spektrum MCA 16 K terlihat lebih nyata

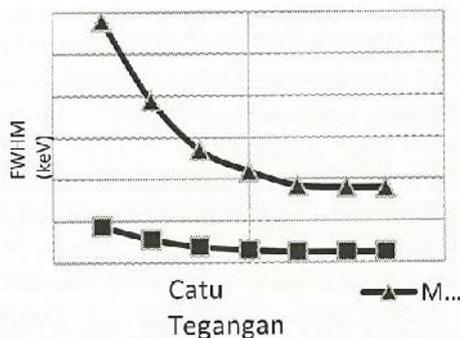
perubahannya karena nilai keV per kanalnya lebih kecil dibandingkan MCA yang 8 K



Gambar 6. Spektrum energy  $^{60}\text{Co}$  setelah pencacahan selama 563 detik resolusi 1.9 keV menggunakan ADC 16K

Tabel 2. Hasil pengukuran tegangan dan FWHM

No	Pengukur-an	Spesifi-kasi	Hasil		Ket
			Sebe-lum	Ter-ukur	
1	Tegangan Inhibit dingin	+12V	+ 11.9	+11.9V	
2	Tegangan Test jack	-1V	4 V	-0.9	
3	FWHM $^{60}\text{Co}$ pada Energi 1332keV	1.8 keV (27 April 1992)	2.3 keV 11 April 2012	1.9 keV (30 Juli 2012)	Pengu-uran selama 563 detik



Gambar 7. Grafik Resolusi vs Tegangan, sumber radioaktif Cs-137 energi 662 keV

### KESIMPULAN

Pasca *warm up cycle* Detektor HPGe Canberra milik Bidang Reaktor kinerjanya telah pulih dan layak untuk digunakan,. Bagi detektor yang telah beroperasi selama 10 tahun nilai FWHM energi 1332.5 keV mencapai 1.9 keV sudah cukup baik. Dengan menggunakan MCA16K kanal memberikan hasil resolusi energi yang lebih baik

### DAFTAR PUSTAKA

1. Nicolas Tsoufanidis, *Measurement and Detection of Radiation*, Hemisphere Publishing Corporation, Inc., New York, U.S.A., p.241.(1983)
2. Leakage Current Available from: <http://www.hephy.at/user/friedl/diss/html/nodc14>. Diakses Oktober. (2013)
3. Canberra, Germanium Detector User's Manual, Canberra Industries, Inc.(1972)
4. Luis Mondragón Contreras., *Test Procedure for High Purity Germanium Radiation Detectors and Associated Electronics*. Available from: [www.inin.gob.mx/mini\\_sitios/documentos/MRNI-500D0.pdf](http://www.inin.gob.mx/mini_sitios/documentos/MRNI-500D0.pdf) . Diakses Oktober (2008).
5. D. L. Upp, R. M. Keyser, T. R. Twomey, *New Cooling Methods For Hpgc Detectors And Associated Electronics*, Available from: [www.ortec-online.com](http://www.ortec-online.com) . Diakses Oktober (2013).