

## PC BASED DAQ & CONTROL FOR NUCLEAR COUNTING SYSTEM

Zainudin Bin Jaafar, Mukhlis Bin Mokhtar and Abu Bakar Mhd Ghazali

AgensiNuklear Malaysia, Bangi, Selangor

[zainudin\\_jaafar@nuclearmalaysia.gov.my](mailto:zainudin_jaafar@nuclearmalaysia.gov.my)

### ABSTRACT

*Personal computer (PC) based user interface for equipment control and data acquisition from the nuclear counting system to count nuclear radiation energy from radioactive sources have been developed at Malaysian Nuclear Agency. Effort is made to ensure a good reliability of the system for nuclear counting, especially neutrons particles and gamma rays. It will be used in laboratory for testing and maintenance of nuclear spectrometry instruments. Personal computer is used to control the operation of equipment and data acquisition from counter/timer module. Control and data communication between PC and the Counter/ Timer is made through the USB' to RS 232 converter terminal. The program for this system was written using Labview 8.6 software on Windows XP environment. This system has been successfully tested using a pulse generator to simulate the detector signal for calibration and then followed by actual measurement using HE-3 detector.*

### ABSTRAK

*Antaramuka pengguna bagi kawalan peralatan dan pemerolehan data dari Sistem Pembilang Nuklear untuk pengukuran keamatan sinaran radioaktif berasaskan komputer peribadi telah dibangunkan di Agensi Nuklear Malaysia. Usaha dilakukan untuk memastikan sistem ini mempunyai keboleharapan yang tepat bagi pembilangan nuklear terutamanya zarah neutron dan sinar gamma bagi kegunaan dimakmal untuk tujuan pengujian dan penyenggaraan alat spektrometri nuklear. Komputer peribadi digunakan bagi operasi kawalan peralatan dan pemerolehan data dari modul Pembilang/Pemasa. Modul ini dijadikan sebagai pengantaramuka kepada Sistem Pembilang Nuklear. Kawalan dan hubungan data dibuat melalui terminal alat penukar 'USB' ke RS 232 . Aturcara untuk sistem ini ditulis menggunakan Perisian Labview 8.6, manakala sistem operasi komputer menggunakan Window XP. Sistem ini telah telah berjaya diuji menggunakan penjana denyut sebagai simulasi isyarat voltan dari pengesan dimakmal bagi ujian kawalan kualiti modul elektronik nuklear. Ujian menggunakan Pengesan HE-3, juga dilakukan dan didapati antaramuka pengguna berfungsi dengan baik.*

**Keywords:** User interface, data acquisition, PC, Counter/ Timer, Nuclear counting, LabView 8.6.

## **PENGENALAN**

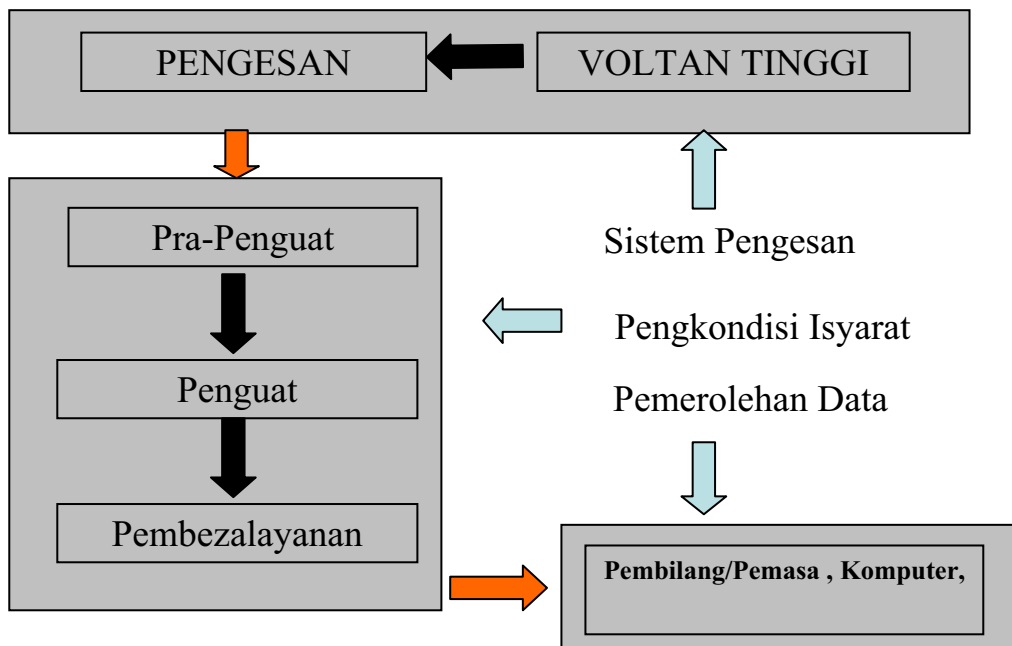
Ujian dan Penyenggaraan Alat spektrometri nuklear sentiasa dilakukan di Agensi Nuklear Malaysia. Ia bertujuan memastikan peralatan spektrometri nuklear berkeadaan baik dan sedia berfungsi mengikut spesifikasi yang dikehendaki. Ini amat perlu khususnya memenuhi piawaian ISO yang dimiliki oleh makmal-makmal analisis radiokimia di Agensi Nuklear Malaysia. Tugas –tugas ini dilakukan oleh kakitangan Pusat Instrumentasi Dan Automasi. Untuk memastikan kerja berkenaan sentiasa memenuhi kualiti yang diperlukan maka data dan prosedur yang digunakan mestilah sentiasa boleh dirujuk apabila diperlukan. Salah satu pengujian yang sering dilakukan ialah penyenggaraan modul peralatan nuklear sist dan ujian operasi alat pengesanan nuklear.

Peroses pengujian ini menggunakan modul peralatan nuklear komersial yang ada dipasaran. Semua ujian sebelum ini dilakukan secara manual dan seperti biasa memerlukan masa yang panjang dan mudah terdedah kepada kesilapan .Pengambilan data pembilangan nuclear secara manual telah tidak sesuai lagi pada masa sekarang maka pembaharuan sistem pembilangan nuklear, bagi sinar gamma kegunaan khusus iaitu pembilangan keseluruhan badan yang melibatkan perisian dan perkakasan juga telah dilakukan [1].Untuk mengatasi masaalah ini maka sistem Antaramuka pengguna bagi kawalan peralatan dan pemerolehan data dari Sistem Pembilang Nuklear untuk membilang tenaga sinaran dari punca radioaktif berasaskan komputer peribadi telah dibangunkan. Di harapkan antaramuka pengguna akan dapat mengurangkan kesilapan berkenaan disamping mengadakan data yang boleh dijadikan rujukan dimasa hadapan.

## **METODOLOGI**

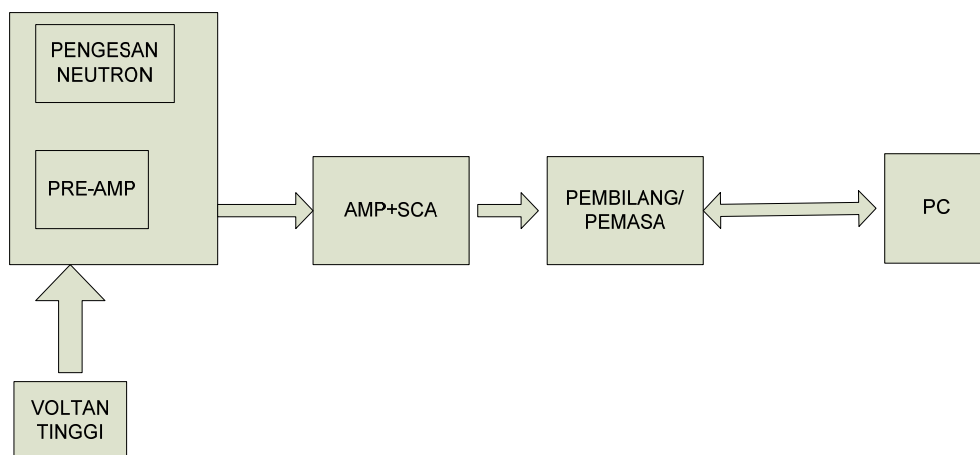
### **PERALATAN PEMEROLEHAN DATA BERASASKAN KOMPUTER PERIBADI**

*Asas sistem elektronik pembilangan* nuklear dapat dilihat dengan jelas dari rajah 1, iaitu rajah blok asas fungsi dan modul Alatan Elektronik pembilangan nuklear. Fungsi sistem pembilangan adalah untuk mendapatkan data utama iaitu jumlah bilangan isyarat digital yang diterima dari pembeza layanan.



**Rajah 1:** Rajah Blok Asas Modul Alatan Elektronik Sistem Pembilangan Nuklear

Denyut elektrik yang diterima oleh pra-penguat seterusnya disalurkan ke modul pembezalayanan menerusi Penguat. Isyarat yang memenuhi ciri yang ditentukan dipembezalayanan akan menghasilkan isyarat digital dengan nilai voltan sebanyak 5 volt dan salurkan ke modul pembilang/pemasa untuk dibilang dan digambarkan secara skematik seperti rajah 2



**Rajah 2:** Rajah Skematik Pendawaian Sistem Pemerolehan Data Berasaskan Komputer Peribadi Sistem Pembilang

Pembilang/Pemasa Canberra Model 512 mempunyai fungsi bersepadu iaitu pembilang dan pemasa. Ia boleh dikendalikan secara manual dan secara kawalan jauh menggunakan komputer.

*Kawalan peralatan dan pemerolehan data.* Kawalan peralatan dan pemerolehan data Modul Pembilang/Pemasa Canberra 512, yang mendapatkan isyarat dari Modul Instrument Nuklear, pembeza layanan-penganalisa saluran tunggal dilakukan sepenuhnya menggunakan komputer (peribadi atau riba). Sistem lengkap mengandungi alatan komputer (peribadi/riba), Modul Pembilang/Pemasa Canberra 512, dan sistem pembilang nuklear yang terdiri dari Pembeza Layanan-Modul Penganalisa Saluran Tunggal, Penguat, PraPenguat, Modul Voltan Tinggi, Pegasan nuklear dan punca radioaktif.

Pembilang/Pemasa Canberra Model 512, terkawal komputer adalah alat pengantaramuka antara komputer dan Sistem penganalisa Saluran Tunggal. Pengantaramuka ini dihubungkan secara bersiri yang menggunakan protokol komunikasi RS-232. Kabel disambung dari terminal 25 pin jenis D pada alat pengantaramuka ke komputer melalui alat penukar Bas bersiri universal (USB), ke bersiri, dan terminal 'USB'.

## **PEMBANGUNAN PERISIAN**

Pembangunan perisian dengan tujuan mengautomasikan pemerolehan data dari alat pembilang nuklear semasa proses ujian operasi pegasan nuklear adalah teknologi yang banyak digunapakai pada masa ini. Pembangunan yang dibincangkan ini melibatkan proses pemerolehan, penyimpanan dan menganalisa data operasi ujian dan penyenggaraan modul peralatan nuklear di Agensi Nuklear Malaysia. Antara proses yang dihasilkan dari pembangunan antaramuka pengguna ini ialah merekod data seterusnya menjana graf. Bagi melihat keberkesanan autcara antaramuka pengguna ini maka data diambil dari kerja-kerja pengujian alat pegasan nuklear bagi menentukan nilai plateau voltan tinggi. Perisian ini telah ditulis dalam bahasa G(graphical) menggunakan Labview 8.6 dan berinteraksi dengan Pembilang/Pemasa Canberra 512 secara serial melalui terminal USB (alat penukar 'USB' ke 'serial').

Dalam pembangunan sistem kawalan dan pemerolehan data yang dibincangkan, ia melibatkan tiga fungsi utama iaitu kawalan operasi alatan pengantaramuka pemerolehan data, operasi membaca data dari alatan pengantara muka dan menyimpan fail data dicakera keras dan membuat analisa ringkas dalam bentuk carta. Fungsi operasi kawalan ini bertujuan mengawal alat Pembilang/Pemasa yang bertindak sebagai alat utama yang menunjukkan secara jelas operasi pembilangan daripada sistem pembilang nuklear.

*Modul alatan nuklear.* Pembilang/Pemasa Canberra 512 adalah modul antaramuka yang digunakan dalam sistem ini. Beberapa parameter perlu ditetapkan sebelum dikawal secara kawalan jauh. Parameter alat yang perlu ditetapkan ialah Menatarajah modul- pemulaauto ditetapkan pada 'OFF' (*Auto start = OFF*), penetapan Mod ditetapkan pada Pemasa+Pembilangan (*Set Mode = Timer + Counters*), masa asas ditetapkan pada saat (*Time Base = Seconds*) atas/bawah ditetapkan pada atas (*Up/Down = Up*). Masukkan Aturcara-

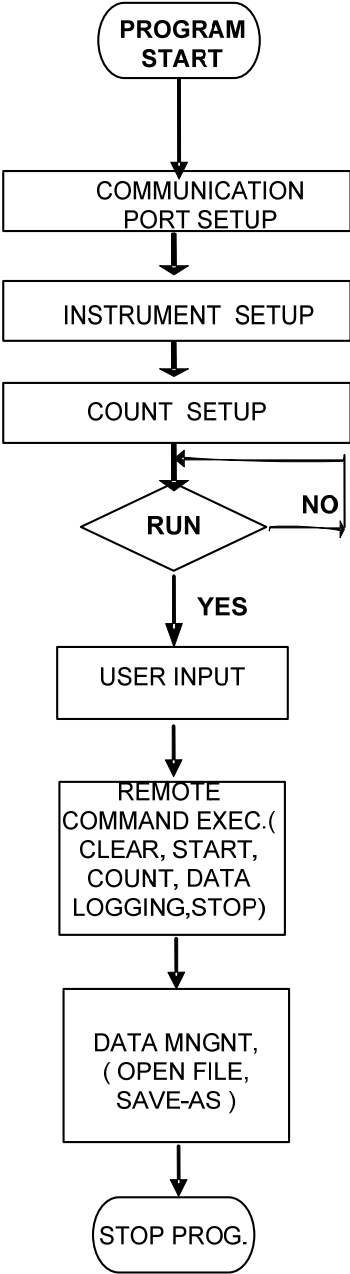
pembilang A atau B, polariti ditetapkan sesuai dengan isyarat dari penguat, menyesuaikan ambang ditetapkan mengikut paras voltan digit yang dihasilkan dari pembezaan. [3]

*Kod aturcara antaramuka pengguna* menggunakan LabView 8.6 yang mana ia berasaskan aliran data dan kod ditulis dalam tulisan grafik. Rajah 3 menunjukkan carta alir blok kawalan aturcara operasi kawalan dan pemerolehan data. Struktur aturcara perisian (Rajah 4) dimulakan dengan satu protokol komunikasi yang dinamakan VISA (Virtual Instrument System Architecture). [1] Protokol VISA ini lazimnya digunakan jika alat tersebut menggunakan serial, USB atau GPIB sebagai saluran komunikasi di antara perisian dengan alat-alat instrumentas [4]. Untuk memulakan komunikasi, pengguna hanya perlu menetapkan saluran komunikasi (communication port) di panel kawalan maya (gambar 2). Setelah protokol komunikasi ini stabil atau telah dibuka oleh aturcara melalui sub-protokol VISA Open, operasi bagi kawalan diteruskan dengan menghantar kod aturcara kawalan melalui sub-protokol VISA Write kepada Pembilang/Pemasa Canberra 512.

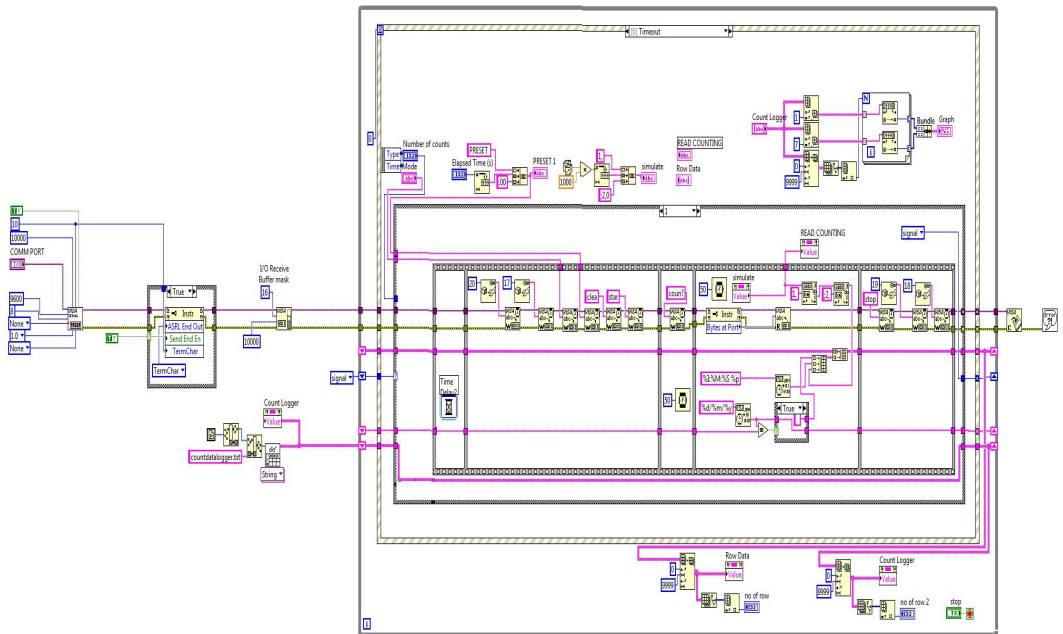
Kod aturcara kawalan bagi pengantaramuka yang digunakan antaranya seperti, operasi kawalan jauh ('REMOTE CONTROL'), jabatan (HANDSHAKE/FLOW CONTROL'), ('SET MODE'), ('SET TIMER'), ('CLEAR'), ('STAR'), ('COUNT'), ('STOP) adalah berasaskan ANSI/IEEE Std 488.2-1987. Kod ini dimasukkan ke dalam kod aturcara melalui melalui sub-protokol VISA .

Bagi setiap kod aturcara, pembilang akan melaksanakan arahan dan memberi output seperti meminta masukkan dari pengguna melalui dialog yang dipapar pada papan kawalan maya. Juga maklumat dari aturcara digambarkan melalui penunjuk. Data utama yang diperlukan dari alat antaramuka ialah jumlah bilangan cas dari tindakbalas nuklear yang diperlukan. Dalam aturcara data ini ini diterima melalui sub-protokol VISA Read dan diolah supaya hanya format nombor sahaja disusun dalam Jadual. Pengguna akan menggunakan papan kawalan maya yang dibina dalam antaramuka pengguna ini bagi memberi masukkan yang dikehendaki oleh aturcara dan melihat keluaran. Dalam aturcara ini data akan direkodkan didalam Jadual dan diplotkan secara terus pada graf. Pengurusan data dilakukan oleh pengguna melalui butang kawalan yang terpapar pada terminal kawalan . dimana data ( Rajah 5).

*Ujikaji.* Bagi memastikan antaramuka pengguna berfungsi seperti yang dirancang maka ujian telah dilakukan bagi mendapatkan data dari proses kerjs menguji pengesan nuklear jenis HE-3 yang baru dibeli untuk memastikan ia berfungsi. Sebelum proses pemerolehan data dijalankan maka adalah perlu untuk kita memastikan bahawa modul alatan nuklear yang digunakan masih berfungsi dengan baik. Untuk tujuan itu ujian kawalan kualiti modul alatan nuklear dilakukan bagi menjamin data yang terhasil mempunyai keboleharapan. Peralatan perlu digunakan dalam ujian ini ialah Penjana Denyut, BNC Model PB-5 , 'Penguat' ORTEC Model 572A, Penganalisa saluran tunggal CANBERRA Model 2030, Pemasa ORTEC Model 719" , Pembilang/pemasa Canberra model 512, Bekalan kuasa 'Nim Bin' Ortec Model 4001A, 'Digital Oscilloscope' Yokogawa Model 01510 , Kabel BNC dan penyambung T. Ujian kawalan kualiti ini terdiri dari ujian pembilangan, ujian 'Integral Non Linearity' dan ujian 'Differential Non-Linearity' [3] . ujian pembilangan ini bertujuan untuk membandingkan modl pembilang yang akan digunakan memberikan bacaan pembilangan tidak jauh berbeza dengan pembilang rujukkan model Pemasa ORTEC Model 719" . Kedua-dua Ujian ini bagi menguji kelinearan (Linearity) alat penganalisis saluran tunggal dalam julat yang ditetapkan.

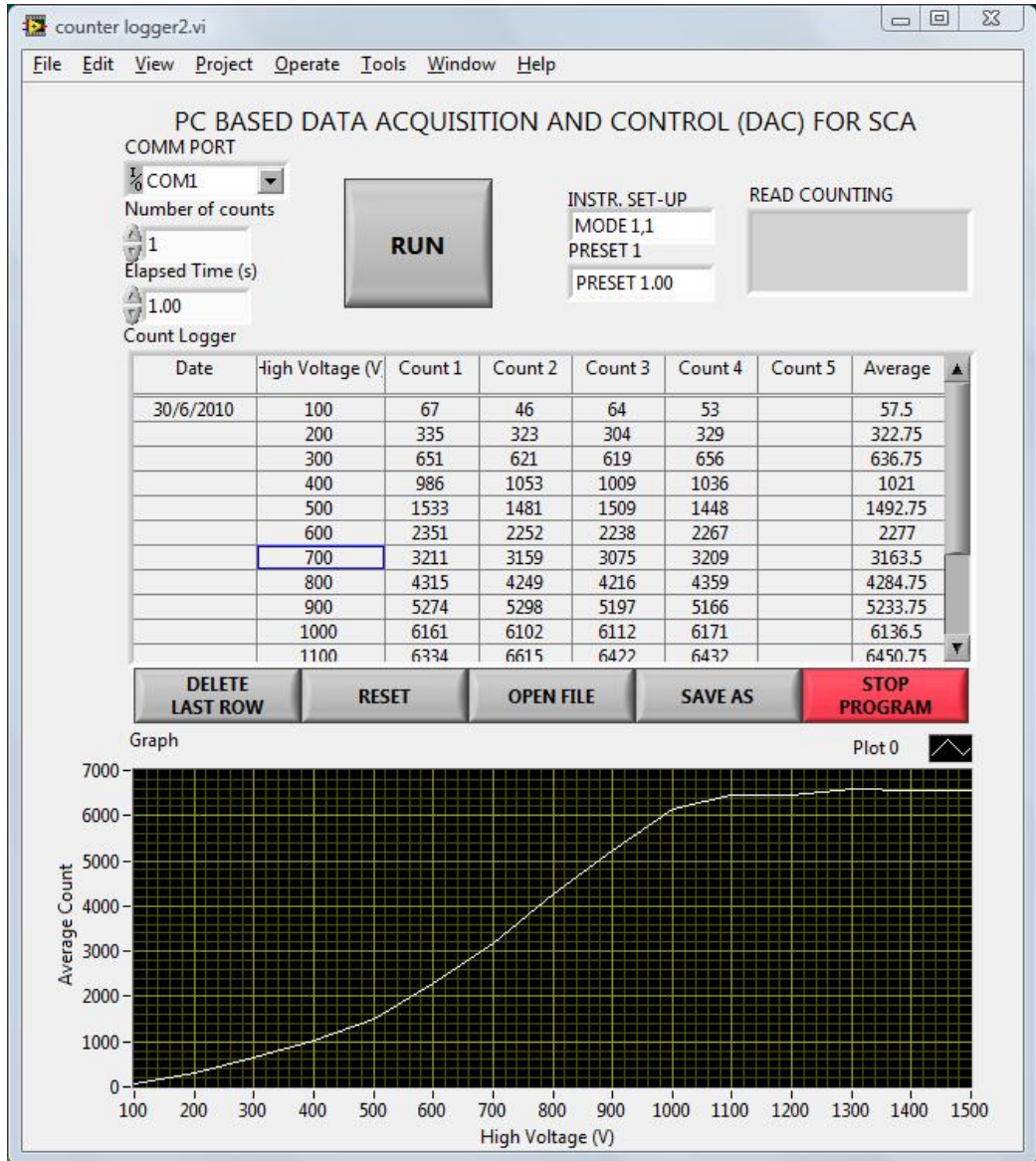


Rajah 3: Rajah Blok Carta Alir Operasi Aturcara antaramuka Pengguna



**Rajah 4:** Struktur Aturcara Perisian

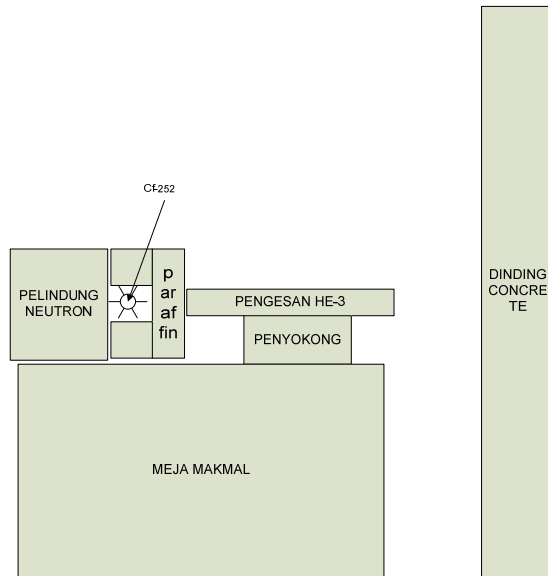
Ujian operasi bagi masa benar pengesanan dan pembilang neutron bagi antaramuka pengguna yang dibangunkan ini dijalankan didalam bilik dedahan. Punca neutron, Californiam – 252 , 0.49mCi digunakan . Modul peralatan nuklear yang digunakan ialah Penguat ORTEC Model 572A, Pra-Penguat amp Ortec 142PC. Penganalisa saluran tunggal CANBERRA Model 2030, Pembilang/pemasa Canberra model 512, Bekalan kuasa ‘Nim Bin’ Ortec Model 4001A, Kabel BNC dan penyambung T. Pengesan HE-3 dengan ukuran garispusat 1 inci diletakkan secara mendatar dengan muka sebelah hujung menghadapi punca neutron. Punca berkenaan diletakkan dalam lubang bekas pelambam. Paraffin block dengan ketebalan 5 sm diletakkan sebagai pelambat neutron diantara punca zarah neutron dan pengesan dan berhampiran dinding seperti rajah 6, rajah blok keratan rentas pengesan dan punca zarah neutron. Ujian ini bagi mendapatkan data bagi mendapatkan nilai voltan tinggi plateau, atau voltan operasi pengesan He-3. Modul peralatan nuclear yang gunakan dalam ujiakji ini telah ditetapkan pada nilai parameter yang dinyatakan dalam Jadual 4.



Source: (Author, year)

**Rajah 5:** Panel Kawalan Maya





**Rajah 6:** Keratan Rentas Susunatur kedudukan pengesan dan Punca Zarah Neutron

## KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Data dari ujian pembilangan dilihat dari Jadual 1 dan hasilnya didapati perbezaan antara modul pembilang/pemasa 512 dan modul rujukan ( Ortec 871 ) kurang dari 5%. Manakala Data dari ujian ‘Integral Non Linearity’ pula dilihat dari Jadual 2 dimana memberikan keputusan 0.0048%. Data Ujian ‘ Differential Non-Linearity ‘ dilihat dalam Jadual 3, dengan memberikan keputusan 16.7%.

Keputusan ujian pembilangan yang memberikan ‘ralat’ kurang dari 5% menunjukkan alat antaramuka yang digunakan adalah masih mempunyai keboleharapan untuk digunakan dalam ujikaji pemerolehan data ini. Keputusan Ujian ‘Integral Non Linearity’ didapati peratusan ketidaklinearannya adalah 0.048% dan mungkin berpunca dari hingar elektronik. Keputusan Ujian ‘ Differential Non-Linearity ‘ sebanyak 16.7 peratus adalah disebabkan terdapat ‘ralat’ pada pulse height yang berpunca dari penguat dan suis penetapan ‘zero’ pada Penguat.

**Jadual 1:** Ujian ketepatan pembilangan

Masa : 60 Saat

Frekuensi (KHz)	Pembilangan		Cd-Cc	% of dev
	Timer And Counter 719 (Cc)	Sistem Pembilang 512 (Cd)		
0.1	5859	5858	-1	-0.000170678
1	59578	59579	1	1.67847E-05
10	597699	597706	7	1.17116E-05
15	937909	937920	11	1.17282E-05
30	1970303	1970393	90	4.56783E-05
45	3011687	3011721	34	1.12894E-05
60	3655690	3655783	93	2.54398E-05
100	6014344	6014411	67	1.114E-05
250	16064797	16064975	178	1.10801E-05

Data pembilangan dari kerja penentuan voltan operasi menggunakan antaramuka pengguna bagi memastikan ia berfungsi sebagaimana dikehendaki dapat dilihat dari Jadual 5 dan Rajah 5. Didapati nilai voltan operasi yang disyorkan bagi alat pengesan He-3 tersebut ialah 1100 Volt.

**Jadual 2:** Ujian 'Integral Non Linearity'

Window: 10 V

LLD 'Dial'	Pulse Height ( Volt)	$\Delta$ PH	Purata $\Delta$ PH- $\Delta$ PH (Volt)
1	0.31	—	—
3	0.94	0.63	-0.005
5	1.58	0.64	-0.015
7	2.18	0.60	0.025
9	2.81	0.63	-0.005
	Purata $\Delta$ PH	0.625	

**Jadual 3:** Ujian ‘Differential Non-Linearity’

## DATA UJIAN DIFFERENTIAL NON-LINEARITY

Window: 1 V

LLD ‘Dial’	Pulse Height ( Volt)		$\Delta$ PH (Volt)
	Mula Membilang	Henti Membilang	
1	0.31	0.62	0.31
3	0.96	1.27	0.31
5	1.57	1.90	0.33
7	2.20	2.54	0.34
9	2.80	3.18	0.38

**Jadual 4:** Penetapan Parameter Ujian antaramuka pengguna

Penetapan Parameter Modul Peralatan Nuklear bagi pemerolehan data masa sebenar

Setting untuk SCA	Paras bawah : 0.2	‘Window ‘ : 10	
Tetapan untuk Penguat	Shaping time : 1	Coarse Gain : 20	Gain : 5.0

**Jadual 5:** Data pembilangan masa sebenar Pengesan HE-3

Date	HV (Volt)	Average Count
6/30/2010	100	57.5
	200	322.75
	300	636.75
	400	1021
	500	1492.75
	600	2277
	700	3163.5
	800	4284.75
	900	5233.75
	1000	6136.5
	1100	6450.75
	1200	6443.75
	1300	6578.25
	1400	6544.25
Masa Pembilangan 30 saat	1500	6554.75

## KESIMPULAN

Sistem antaramuka pengguna yang berasaskan komputer peribadi yang dibangunkan ini sangat sesuai bagi kegunaan memperolehi dan menguruskan data system pembilang nuklear. Dengan menggunakan komputer maka kesilapan merekod data dapat diatasi dan analisa awal keputusan dari data dapat dilakukan terus dari panel kawalan maya. Aturcara ini juga sesuai digunakan semasa latihan pengendalian modul alatan nuklear dimakmal bagi menambah kefahaman peserta.

## **PENGHARGAAN**

Setinggi-tinggi terima kasih dan penghargaan ingin disampaikan kepada semua kakitangan penyenggaraan Alatan Nuklear Agensi Nuklear Malaysia, dibawah pengawasan Puan Sarizah Mohamed Nor diatas kerjasama dan komitmen dalam melaksanakan ujikaji diatas dan semoga beliau dan kakitangan menggunakan antaramuka pengguna ini dimasa hadapan dalam tugas penyenggaraan alatan nuclear.

## **RUJUKAN**

Ishak Mansor (2007). Refurbish of the whole body counter bed-type ND7500 using rectangular (NaI) scintillation detector and development of integrated system software, *Proceedings of technical meeting held in Vienna, 20-23 Nov. 2006, 121-128.*

Norizam Saad (2003). Workshop Technical Report, *Regional Workshop on Refurbishment of an uptake system 27-31Jan 2003.*

Canberra (2004), 512 Dual Counter/Timer, *Operation Manual.*

National Instrument , Labview Instrument Control, *Hand On Course*