

EVALUASI UNJUK KERJA MCA-MICRONOMAD RSG-GAS

B. Bandriyana.^{*)} Pudjijanto MS^{**)}

^{*)} Staf P2SRM-BATAN

^{**)} Staf P2TRR-BATAN

ABSTRAK

EVALUASI UNJUK KERJA MCA-MICRONOMAD RSG-GAS. MCA-MicroNOMAD adalah spektrometer yang digunakan sebagai alat ukur radiasi gamma dengan metoda matrik respon. Peralatan ini menggunakan detektor NaI untuk menghasilkan spektrum energi, yang kemudian diolah menjadi besaran dosimetri dengan menggunakan paket program komputer. Untuk mengetahui ketelitian dan keandalan hasil pengukuran alat telah dilakukan evaluasi unjuk kerja MCA MicroNOMAD. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran radiasi menggunakan MCA-MicroNOMAD dengan hasil pengukuran survei meter yang telah dispesifikasi keandalannya. Pengukuran laju dosis serap gamma dilakukan di Balai Percobaan, Balai Operasi dan di luar gedung RSG-GAS pada operasi daya reaktor 15 MW. Hasil ukur di Balai Percobaan menggunakan MicroNOMAD menunjukkan paparan sebesar $92,4 \times 10^{-6}$ rad/jam, sedangkan dengan Ion Chamber: $(62 \sim 88) \times 10^{-6}$ rad/ jam. Hasil ukur di Balai Operasi menunjukkan paparan sebesar $165,4 \times 10^{-6}$ rad jam untuk MicroNOMAD sedang dengan Ion Chamber $(167 \sim 194) \times 10^{-6}$ rad/ jam. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa penyimpangan pembacaan jumlah cacah dari MCA-Micro NOMAD dengan peralatan standard cukup kecil. Selain itu hasil evaluasi menunjukkan bahwa peralatan cukup baik untuk digunakan sebagai alat ukur radiasi gamma, dengan rentang energi 0,2 – 9 MeV.

ABSTRACT

PERFORMANCE EVALUATION OF THE RSG-GAS MICRONOMAD MCA. The MicroNOMAD-MCA is a gamma spectrometer for radiation exposure measurement using matrix respond method. The equipment used NAI detector to produce pulse spectrum and then convert to quantities of dosimeter by a computer program. Performance evaluation of the MCA-MicroNOMAD has been done to evaluate the reliability and accuracy of the measurement result. The evaluation was done by comparison test with standard survey meter. Measurement of gamma radiation was performed in the Experimental Hall, Operation Hall of the RSG-GAS and outside of reactor building with 15 MW reactor power. The gamma radiation exposure measurement results in the Experimental Hall using the MicroNOMAD MCA and Ion Chamber survey meter are $92,4 \times 10^{-6}$ rad/hour and $(62 \sim 88) \times 10^{-6}$ rad/hour, respectively. The gamma radiation exposure in the Operation Hall using the MicroNOMAD MCA and Ion Chamber are $165,4 \times 10^{-6}$ rad / hour and $(167 \sim 194) \times 10^{-6}$ rad/ hour, respectively. By means of this result it can be concluded that the reading error of the Micro NOMAD MCA with standard surveymeter is small enough. Beside the point the MicroNOMAD MCA has a good performance for gamma radiation measurement in the energy range of 0,2 – 9 MeV.

PENDAHULUAN

MCA Micro NOMAD adalah salah satu peralatan survei radiasi yang digunakan untuk mengevaluasi medan radiasi gamma baik yang berada di dalam maupun di luar kawasan fasilitas nuklir. Peralatan ini mempunyai kemampuan dan jangkau pengukuran dengan rentang energi yang lebar dari 0,2 MeV sampai dengan 9 MeV sehingga mampu digunakan untuk pengukuran pada daerah dengan latar rendah dengan ketelitian tinggi.

Peralatan MCA MicroNOMAD ini dikopel dengan suatu program kom-p-uter dan hasilnya dapat ditampilkan dalam komputer personal. Deskripsi dari peralatan ini terdiri dari: detektor NaI, micro-Nomad, 2 buah aki masing-masing 2 Volt yang dihubungkan secara seri sebagai penyedia daya, sumber tegangan tinggi dan komputer portabel sebagai tampilan spektrum. Pemrograman dan pengolahan data MicroNOMAD dihubungkan ke komputer personal (PC) melalui *high speed parallel port*. Software "MicroMCB" dapat disisipkan ke PC untuk pengendalian moda akuisisi, emulasi MCA, dan analisis kuantitatif

KESIMPULAN

Uji banding pengukuran paparan radiasi gamma menggunakan MCA MicroNOMAD dengan peralatan survei meter yang terkalibrasi menunjukkan hasil dengan penyimpangan yang bersesuaian, khususnya untuk kondisi medan radiasi alam. Dari hasil ini dapat disimpulkan

bahwa unjuk kerja MCA MicroNOMAD cukup baik untuk digunakan sebagai alat ukur proteksi radiasi dengan rentang energi yang cukup lebar antara 0,2 MeV sampai dengan 9 MeV. Kesulitan karena ketidakpraktisan peralatan jika dibawa ke dalam daerah pengukuran dapat diatasi dengan menambah peralatan PMT256 ORTEC.

DAFTAR PUSTAKA

1. PUDJIJANTO, MS, "MCA MicroNOMAD dengan program GABATAN dan NAGABAT untuk survei radiasi gamma", Prosedur pengoperasian, No. Ident: RSG.HP/ MCA 22/99, 1999;
2. AKHMAD, YR, "Program komputer pengolah data spektrometer gamma NaI (TI) untuk pemantauan radiasi gamma di sekitar fasilitas nuklir", Buletin Teknologi Reaktor Nuklir Vol 7, Nomor 2, Juni 1998;
3. WISNU SUSETYO, "Kalibrasi spektrometer-□□ dengan metode PTB," Prosiding Kalibrasi Instrumentasi dan Meteorologi, KIM-LIPI 1983;
4. AKHMAD, YR, dan PUDJIJANTO, MS, "SONGMD1: Program Pengolah Luaran Spektrometer Gamma NaI (TI) dan Penentuan Indeks Taradosis-dalam dan Tara-dosis-Permukaan, Lokakarya Kom-putasi dalam Sains dan Teknologi Nuklir VII-PPI Batan, Jakarta 1997.

PEMANTAUAN SUMBER PAPARAN RADIASI DI PPTA SERPONG

Th. Rina M. Subiharto

ABSTRAK

PEMANTAUAN SUMBER PAPARAN RADIASI DI PPTA SERPONG. Telah dilakukan pengukuran paparan radiasi di sekitar PPTA Serpong dengan peralatan MCA Micronomad. Digunakan paket program NAGABAT untuk menganalisis sumbangan foton gamma alam terhadap laju paparan di lokasi pengukuran. Pengambilan data dilakukan pada 14 lokasi, di dalam kawasan PPTA Serpong pada saat instalasi nuklir tidak beroperasi. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa paparan radiasi bervariasi, yang bersumber dari nuklida-nuklida potasium, uranium, dan torium. Konsentrasi torium tertinggi 5,269 ppm, uranium 1,650 ppm, dan potasium 0,752 %. Besarnya konsentrasi nuklida ini tergantung pada kandungan nuklida tersebut dalam matrik lingkungan.

ABSTRACT

MONITORING OF RADIATION EXPOSURE SOURCE IN PPTA SERPONG. The radiation exposure in the area of PPTA Serpong was measured by means of MCA micronomad. The computer codes NAGABAT was used for analyzing the contribution of natural gamma rays to the exposure rate in the measuring locations. Measurement was taken for 14 locations, under conditions that the nuclear facilities are not in operation. The result showed that the exposure varieties, dependently on potassium, uranium and thorium contents in the environment matrix. The maximum of thorium, uranium and potassium are in amount of 5,269 ppm; 1,650 ppm; and respectively 0,72 %.

PENDAHULUAN

Radiasi lingkungan dapat berasal dari sumber alam dan sumber radiasi buatan. Radionuklida di alam dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu kelompok radionuklida kosmogenik dan kelompok radionuklida primordial. Radionuklida kosmogenik adalah radionuklida yang terbentuk akibat interaksi sinar kosmik dengan bahan yang terdapat di atmosfer, sedangkan radionuklida primordial adalah radionuklida yang telah ada di dalam kerak bumi, antara lain K-40, U-238 dan Th-232. Kadar radionuklida primordial dalam tanah tergantung pada radioaktivitas batuan induk dan sifat proses yang terjadi pada waktu pembentukan tanah.

Radionuklida buatan terjadi karena reaksi yang sengaja ditimbulkan oleh manusia, misal reaksi yang terjadi dalam reaktor nuklir. Daur bahan bakar nuklir meliputi penambangan batuan dan pengolahan awal bijih uranium, konversi bijih menjadi bahan bakar, fabrikasi bahan bakar, pembangkitan daya dalam reaktor nuklir, pengolahan kembali bahan bakar yang telah dipakai, dan pembuangan limbah radioaktif. Pada setiap langkah/tahap dari daur bahan bakar dapat terjadi pelepasan sejumlah kecil bahan radioaktif ke lingkungan.

Di kawasan PUSPIPTEK Serpong terdapat Pusat Penelitian Tenaga Atom (PPTA). Di sini beroperasi tujuh instalasi nuklir dan empat laboratorium sarana penunjang, yang masing-masing dilengkapi dengan fasilitas untuk keamanan dan keselamatan. Akibat pengoperasian instalasi nuklir tersebut kemungkinan ada sebagian kecil bahan radioaktif yang terlepas ke lingkungan, untuk itu perlu dilakukan pemantauan radioaktivitas lingkungan secara kontinyu.

Pemantauan lingkungan dilakukan untuk mengetahui total ekosistem dan pencemaran lingkungan sampai pada manusia. Beberapa macam contoh perlu diamati seperti udara, air, tanah, dll. Kegiatan tersebut adalah merupakan salah satu cara untuk mengatasi secara dini mengenai tingkat pencemaran udara di suatu tempat baik yang berasal dari sumber radioaktif alam maupun yang berasal dari buatan manusia. Agar dapat membuktikan bahwa tingkat paparan zat radioaktif buatan manusia dari waktu ke waktu rendah, perlu dilakukan pemantauan tingkat radiasi dan radioaktivitas lingkungan di sekitar instalasi nuklir.

Pada penelitian ini dilakukan pemantauan/pengukuran radioaktivitas lingkungan dengan metode pengukuran langsung paparan udara dengan menggunakan peralatan MCA

MicroNOMAD. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk mengetahui tingkat paparan lingkungan di sekitar PPTA Serpong dan mengetahui jenis radionuklida penyebab paparan tersebut.

Instalasi Nuklir di PPTA Serpong

Di PPTA Serpong beroperasi beberapa instalasi nuklir dan laboratorium penunjang, seperti:

1. Reaktor Serba Guna G.A Siwabessy (RSG-GAS)
Kegiatan operasi reaktor meliputi pelayanan iradiasi serta melaksanakan penelitian dan pengembangan teknologi reaktor. Reaktor ini dapat dioperasikan sampai dengan daya 30 MW.
2. Instalasi Produksi Elemen Bakar Reaktor Riset
Instalasi ini sebagai fasilitas industri untuk memproduksi elemen bakar nuklir dan elemen kendali, litbang bahan bakar dan elemen kendali.
3. Instalasi Elemen Bakar Eksperimental
Merupakan fasilitas untuk memproduksi elemen bakar untuk jenis reaktor berat.
4. Instalasi Radiometalurgi
Kegiatan yang dilakukan di instalasi ini meliputi penelitian dasar, pengujian dan pemeriksaan pasca iradiasi elemen bakar.
5. Instalasi Produksi Radioisotop
Merupakan fasilitas yang melakukan kegiatan produksi radioisotop dan radiofarmasi.
6. Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif
Bertugas melaksanakan pengelolaan limbah radioaktif yang dihasilkan oleh instalasi-instalasi nuklir di BATAN dan yang berasal dari pemanfaatan ilmu dan teknologi nuklir oleh instalasi lain di luar BATAN.
7. Instalasi Spektrometri Neutron
Merupakan fasilitas yang melakukan kegiatan litbang ilmu bahan yang dilengkapi dengan fasilitas hamburan neutron.

Laboratorium sarana penunjang terdiri dari :

1. Laboratorium Pusbang Perangkat Nuklir
Bertugas merencanakan dan mengembangkan desain perangkat nuklir. Pusbang ini dilengkapi dengan bengkel elektromekanik.
2. Laboratorium Pusbang Teknologi Keselamatan Nuklir
Bertugas melaksanakan kegiatan litbang sistem proteksi reaktor, komponen dan sistem reaktor, analisis kecelakaan reaktor dan penelitian korosi.

3. Sarana Pengelolaan Informatika
Bertugas mengelola informasi teknik dan sistem komputer.
4. Sarana Pengelolaan Kawasan PPTA Serpong

Radioaktivitas Alam di Udara

Radioaktivitas alam di udara sebagian besar ditimbulkan oleh adanya kandungan uranium dan torium di dalam tanah. Karena nuklida tersebut ada dalam jumlah tertentu di seluruh kerak bumi, maka hasil-hasil peluruhannya selalu terbentuk setiap saat. Dan karena radon (turunan uranium) dan toron (turunan torium) merupakan gas, maka cenderung mendifusi ke atas melalui permukaan bumi ke udara. Selanjutnya hasil-hasil peluruhan kedua gas ini terikat/terperangkap pada debu udara serta sebagian kecil bersifat bebas pada debu udara.

TATA KERJA

Bahan dan Peralatan Penelitian

- MCA MicroNOMAD
- Perangkat pengolahan data.
- Peta lokasi kawasan PPTA Serpong

Cara Pengumpulan Data

1. Berdasarkan peta lokasi PPTA Serpong, ditetapkan titik-titik tempat pengambilan data paparan lingkungan.
2. Digunakan MCA MicroNOMAD untuk pengukuran paparan lingkungan.
3. Waktu pengukuran ditetapkan 15 menit untuk tiap titik
4. Data hasil pengukuran diolah dengan paket program NAGABAT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengukuran paparan radiasi di sekitar PPTA Serpong di tunjukkan pada Tabel 1. Diambil 14 titik sampling yang terletak di dalam kawasan (Gambar 1). Data diambil pada saat instalasi-instalasi yang ada di PPTA Serpong tidak beroperasi, sehingga pada penelitian ini tidak dapat dihitung sumbangan paparan gamma yang berasal dari pengoperasian instalasi di PPTA Serpong.

Data hasil pengukuran diolah dengan paket program NAGABAT, yaitu paket program yang digunakan untuk menganalisis sumbangan foton gamma alam terhadap laju paparan di suatu lokasi. Besaran yang dihitung meliputi laju paparan (*exposure rate*), fluks total (*total flux*). Dalam hal ini tidak dapat dibedakan apakah nilai besaran tersebut berasal dari radiasi gamma alam

atau gamma artifisial, tetapi mencakup seluruh radiasi gamma terdeteksi oleh sistem pengukuran. Perhitungan lainnya adalah konsentrasi potasium, uranium dan torium: EXCAL (laju paparan) dan FLCAL (fluks) yang berasal dari sumbangan radiasi gamma alam. Sedangkan ratio EOBSECAL (ratio antara laju paparan total terhadap laju paparan gamma alam), dan FOBSFCAL (ratio antara fluks gamma total terhadap fluks gamma alam). Untuk kondisi dimana sumbangan pulsa dari radiasi gamma artifisial dapat diabaikan, maka nilai ratio ini berdasarkan pengalaman biasanya tidak menyimpang jauh dari angka 1.⁽¹⁾ Ratio EOBSECAL sebagai indikator untuk mengamati adanya penyimpangan dari karakteristik paparan radiasi alam di suatu lokasi sehingga dapat dievaluasi dan ketika ada perubahan karena dampak operasi fasilitas nuklir dapat segera diketahui.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa laju paparan radiasi di tiap titik/lokasi pengukuran bervariasi. Paparan radiasi ini disebabkan oleh radioaktivitas alam. Hal ini terjadi karena adanya nuklida-nuklida torium, uranium, dan potasium di dalam tanah. Hasil pengukuran juga menunjukkan bahwa konsentrasi nuklida-nuklida tersebut di setiap titik/lokasi pengukuran bervariasi. Konsentrasi torium tertinggi adalah di lokasi 1 (di sebelah gedung RII) yaitu 5,269 ppm, kandungan uranium tertinggi di lokasi 14 (belakang gedung reaktor) yaitu 1,650 ppm, sedangkan kandungan potasium tertinggi adalah di lokasi 14 juga (belakang gedung reaktor), yaitu 0,752 %. Radionuklida-radionuklida ini memancarkan radiasi semenjak terbentuknya bumi dan batubatuannya. Kuantitasnya tergantung kondisi geologis setiap daerah.

Bervariasinya konsentrasi radionuklida di titik-titik sampling dapat dijelaskan sebagai berikut. Konsentrasi uranium dan torium di suatu lokasi bervariasi tergantung kondisi meteorologis seperti arah dan kecepatan angin, suhu, tekanan, kelembaban dan laju perubahannya. Faktor-faktor ini saling berhubungan dan sulit dipisahkan. Disamping itu konsentrasi U dan Th (termasuk hasil peluruhannya) juga sangat bervariasi menurut waktu dan kondisi geologis di suatu daerah tertentu, misal adanya distribusi unsur-unsur

tersebut di batuan yang tidak sama. Disamping itu pelepasan gas mulia radon (turunan uranium) dan toron (turunan torium) dari tanah atau dinding bangunan ke atmosfer sehingga sumber mendekati detektor akan menyebabkan cacah dari puncak ^{214}Bi (turunan radon) dan ^{208}Tl (turunan dari toron) bervariasi tergantung pada kondisi atmosfer. Hal ini karena penyebaran dari anak-anak radon dan toron di udara ditentukan oleh kategori stabilitas atmosfer.⁽²⁾

Berbeda dengan radon dan toron, potasium terikat kuat di dalam matrik lingkungan. Jadi bervariasinya konsentrasi potasium hasil pengukuran pada tiap titik pengukuran disebabkan karena bervariasinya kandungan potasium pada matrik lingkungan (tanah) di lokasi pengambilan data.

Pada penelitian ini tidak dapat ditentukan adanya sumbangan paparan dari fasilitas nuklir yang ada. Karena untuk itu perlu dilakukan penentuan paparan total (pada saat instalasi beroperasi) D_T dan penentuan paparan alam D_A , yaitu untuk menentukan nilai r ratio dari D_T terhadap D_A pada saat fasilitas tidak beroperasi. Paparan dari sumbangan fasilitas nuklir D_F ditentukan dengan rumus $D_F = D_T - r \cdot D_A$.⁽³⁾ Paparan total ditentukan melalui pengukuran paparan pada saat instalasi nuklir beroperasi, sedangkan pada penelitian ini pengukuran hanya dilakukan pada saat instalasi tidak beroperasi, sehingga paparan sumbangan dari fasilitas nuklir tidak dapat ditentukan.

KESIMPULAN

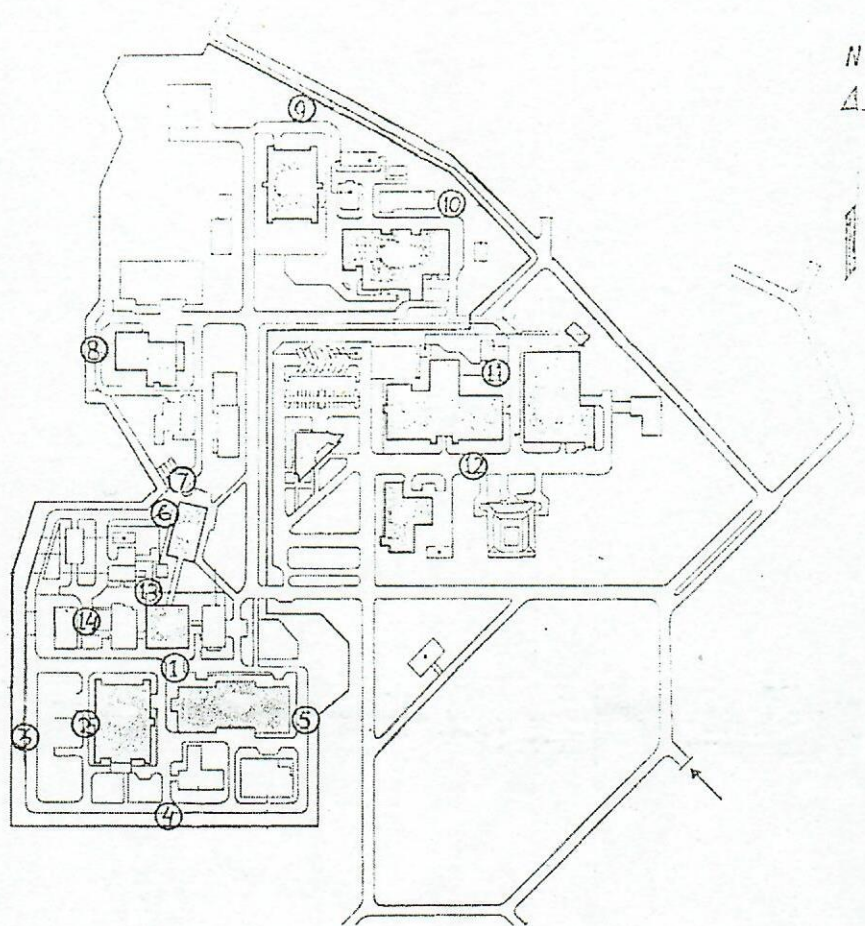
1. Paparan radiasi terukur bervariasi, sumber paparan radiasi adalah potasium, uranium, dan torium yang merupakan radionuklida alam dan terkandung di dalam tanah pada lokasi pengukuran dilakukan.
2. Konsentrasi potasium, uranium, dan torium pada tiap titik pengamatan bervariasi tergantung pada kandungan nuklida-nuklida tersebut di dalam matrik lingkungan.
3. Sumbangan paparan radiasi dari operasi fasilitas nuklir yang ada tidak dapat ditentukan, karena penelitian dilakukan pada saat fasilitas nuklir yang ada tidak beroperasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Y. RUSDIANTO A, PUDJIJANTO MS, SUBIHARTO, Program Komputer Pengolah Data Spektrometer Gamma NAI(TL) untuk Pemantauan Radiasi Gamma di sekitar Fasilitas Nuklir, Buletin Teknologi Reaktor Nuklir, Vol 7, No.2, Juni 1998.
2. ANONYMOUS, Penentuan Konsentrasi Cemar Sr-90 dan Cs-137 dalam Air dan Makanan, Diktat latihan keahlian, PSPKR, Batan, 1993.
3. Y. RUSDIAN A, PUDJIJANTO MS, Evaluasi Medan Radiasi Gamma dengan Metoda Matrik Respon, Presentasi Ilmiah Keselamatan Radiasi dan Lingkungan, PSPKR, BATAN, 1996.

Tabel 1. Data Hasil Pemantauan Paparan Radiasi di PPTA Serpong

No	LOKASI	KONSENTRASI			Laju Paparan Total (μ R/jam)	Laju Paparan Alam (μ R/jam)	EOBS/ECAL
		K (%)	U (ppm)	Th (ppm)			
1	Samping kiri gedung RII	0,608	1,614	5,269	9,625	3,541	2,718
2	Belakang gedung RMI	0,219	0,986	2,805	4,684	1,808	2,589
3	Belakang mess RMI	0,176	0,743	1,852	3,355	1,298	2,585
4	Samping kanan gedung RMI	0,141	0,777	2,914	4,119	1,595	2,582
5	Depan gedung RII	0,262	0,834	2,532	4,493	1,692	2,655
6	Belakang Gedung NGH	0,204	0,947	3,239	4,180	1,896	2,205
7	Samping kiri gedung PPSM	0,271	1,031	2,334	4,380	1,767	2,479
8	Belakang gedung RWI	0,374	0,996	2,943	4,955	2,087	2,374
9	Belakang gedung FEPI	0,201	0,891	4,081	3,769	2,117	1,780
10	Belakang gedung EFEI	0,716	1,519	4,025	6,083	3,257	1,867
11	Belakang gedung A	0,239	0,791	4,192	4,303	2,147	2,004
12	Antara gedung A dan ESI	0,134	0,814	3,048	3,894	1,649	2,361
13	Sebelah kiri gedung reaktor	0,318	1,089	4,561	5,513	2,563	2,151
14	Belakang RSG	0,752	1,650	4,339	7,923	3,489	2,271



Keterangan gambar

- | | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| 1. Samping kiri gedung RII | 8. Belakang gedung RWI |
| 2. Belakang gedung RMI | 9. Belakang gedung EFEI |
| 3. Belakang mess RMI | 10. Belakang gedung A |
| 4. Samping kanan gedung RMI | 11. Belakang gedung FEPI |
| 5. Depan gedung RII | 12. Antara gedung A dan ESI |
| 6. Belakang Gedung NGH | 13. Sebelah kiri gedung reaktor |
| 7. Samping kiri gedung PPSM | 14. Belakang RSG |

Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel