

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 jangkauan 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 komp-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 pengolah 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

spektrum dari detektor NaI. Setelah parameter operasi ditetapkan MicroNOMAD dapat dilepaskan dari PC untuk pemakaian di lapangan. Komputer personal yang di-gunakan harus mempunyai kelengkapan *software*: "Microsoft Windows Versi 3.1" atau lebih tinggi, DOS 3.3 atau lebih tinggi dan *hardware*: Intel 386 atau processor yang lebih tinggi, 4-MB memori, 3,5 inch *floppy drive*, *hard disk*, dan *coprocessor*. Adapun spesifikasi dari MicroNOMAD adalah sebagai berikut:

- Memori data: 128 k RAM, dapat menyimpan sampai 127 file untuk spektrum 256 kanal, atau 63 file untuk spektrum 512 kanal, atau 31 file untuk spektrum 1024 kanal, atau 15 file untuk spektrum 2048 kanal. Apabila memori terisi penuh akan timbul pesan LED untuk mengingatkan agar file ditransfer ke PC.
- Stabilitas: *spectrum broadening* dan *spectrum shift* yang mencerminkan stabilitas atau statistik pencacahan yang disumbangkan oleh sistem spektrometer masing-masing lebih kecil dari 3 % pada kanal 661 keV ¹³⁷ Cs.
- Waktu pengoperasian: lebih dari 8 jam dengan 8 buah baterai alkaline ukuran AA atau dengan *external ac-power adapter* (4V - 6V).

Sebagai peralatan yang akan digunakan untuk pengukuran dalam medan radiasi, karakteristik dan unjuk kerja MCA MicroNOMAD perlu diketahui. Dengan mengetahui karakteristik dan unjuk kerja alat ini diharapkan dapat diperoleh hasil pengukuran paparan radiasi yang akurat dengan teknik pengukuran yang cukup handal. Untuk keperluan ini perlu dilakukan evaluasi dan pengkajian terhadap unjuk kerja alat.

Dalam penelitian ini dilakukan kajian dan evaluasi terhadap unjuk kerja MCA MicroNOMAD dengan uji banding pengukuran di medan radiasi gamma menggunakan peralatan yang telah dikalibrasi dan diuji keandalannya. Perbedaan dan penyimpangan hasil pengukuran akan menunjukkan keandalan dan unjuk kerja peralatan. Dengan mengetahui unjuk kerja dari MCA MicroNOMAD ini dapat dilakukan pengukuran radiasi di lapangan dengan koreksi dan ketelitian yang optimal.

METODE DAN TATA KERJA

Untuk menganalisis medan radiasi gamma dengan peralatan MCA MicroNOMAD

digunakan penerapan metode respon matriks. Dengan peralatan ini distribusi fluks (spektrum energi) di lokasi detektor dapat ditentukan melalui prosedur matematik yang dikenakan kepada distribusi tinggi pulsa terhadap salur. Dari data fluks ini dapat dihitung berbagai besaran lain seperti laju paparan dan laju dosis serap dengan teknik dan metoda yang cukup handal. Proses transfer hasil pengukuran MCA MicroNOMAD ke dalam komputer personal menggunakan paket program GABATAN (*Gamma Analyzer of BATAN*) dan NAGABAT (*Natural Gamma Analyzer of BATAN*) milik BKK-P2TRR yang telah disusun dan diuji coba dengan hasil cukup baik.

Evaluasi unjuk kerja peralatan ini dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran radiasi pada medan radiasi gamma yang berlainan yaitu pada Balai Operasi Reaktor, Balai Eksperimen Reaktor-RSG-GAS dan di luar gedung reaktor. Pengukuran dilakukan untuk laju dosis serap gamma untuk kondisi operasi daya reaktor 15 MW, dengan menggunakan alat ukur/survei meter yang telah dikalibrasi dan alat ukur MCA MicroNOMAD. Spesifikasi alat ukur/surveymeter yang digunakan untuk pengukuran adalah :

- Surveymeter NRC model IP 100 (Ion Chamber) milik Bidang Keselamatan Kerja, Pusat Pengembangan Teknologi Reaktor Riset- BATAN.
- Environmental meter type 6-80 (GM Counter), milik PSPKR-BATAN.
- MCA MicroNOMAD yang dikopel dengan program pengolahan data NAGABAT dan GABATAN *spectrometer*, milik Bidang Keselamatan Kerja, Pusat Pengembangan Teknologi Reaktor Riset P2TRR)-BATAN.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran radiasi di Balai Operasi Reaktor dan Balai Eksperimen RSG-GAS pada kondisi reaktor ber-operasi dengan daya 15 MW disajikan dalam Tabel 1, sedangkan hasil pengukuran di luar gedung reaktor disajikan dalam Tabel 2. Data yang ditampilkan dalam Tabel 2 untuk MicroNOMAD adalah hasil pengukuran laju dosis serap total (EXRATE), laju dosis serap gamma alam (EXCAL).

Tabel 1. Laju dosis serap gamma di Balai Operasi dan Balai Percobaan pada operasi reaktor 15 MW.

Alat / metode	Laju dosis serap gamma, (10^{-6} rad/ jam)	
	Balai Operasi	Balai Percobaan
NRC model IP100 (Ion Chamber)	167 ~ 194	62 ~ 88
Environmental meter type 6-80 (GM Counter)	180 ~ 200	80 ~ 90
GABATAN- NAGABAT NaI (TI) Spectrometer	165,4	92,4

Tabel 2. Laju dosis serap gamma di luar gedung RSG-GAS pada operasi reaktor 15 MW.

Alat / metode	Laju dosis serap gamma, (10^{-6} rad/ jam)
NRC model IP100 (Ion Chamber)	---
Environmental meter type 6-80 (GM Counter)	EXRATE : 3,3 EXCAL : 2,1
GABATAN- NAGABAT NaI (TI) Spectrometer	2,8 ~ 3,8

Pada pengukuran di Balai Operasi perbedaan satu sama lain tidak lebih dari 13 %, apabila yang digunakan sebagai acuan adalah nilai tengah dari respon survei meter pembanding. Sedangkan untuk pengukuran di Balai Percobaan perbedaan satu sama lain mencapai 22 %, dimana perbedaan antara luaran MicroNOMAD menggunakan GABATAN dengan alat survei tipe 6-80 adalah 8 %. Perbedaan atau kesalahan sistematis dari hasil uji banding tersebut karena menyangkut keterbatasan dari masing-masing alat dan karakteristik medan radiasi khususnya energi foton dan ketidak-seragaman fluks gamma di setiap titik pengukuran. Pada umumnya survey-meter dikalibrasi menggunakan medan radiasi gamma berenergi sedang antara 0,67 ~ 1,3 MeV, menggunakan Cs-137 atau Co-60. Pada kenyataannya energi foton rata-rata dari Balai Percobaan adalah sekitar 3 MeV yang berasal dari radiasi hamburan N-16 dengan bahan media di sekitarnya. Untuk pengukuran di Balai Operasi energi rata-rata medan radiasinya termasuk dalam rentang energi yang umum untuk kalibrasi surveymeter, maka perbedaan hasil terutama terletak pada ketidakseragaman medan radiasi.

Data hasil pengukuran yang dilakukan di luar gedung reaktor yang dibandingkan adalah laju dosis serap gamma total (EXRATE), laju dosis serap gamma alam (EXCAL), dan konsentrasi radioaktivitas alam. Dalam hal laju dosis serap

gamma total, luaran dari MCA yang dikopel dari NAGABAT diban-dingkan dengan GM Counter-Environmental meter type 6-80. Untuk mak-sud ini sumbangan dari kosmik pada respon GM Counter terlebih dahulu dieliminasi dengan mengacu bahwa sumbangannya sekitar $3,2 \times 10^{-6}$ rad/ jam. Dengan cara ini diperoleh bahwa laju dosis serap gamma total adalah $2,8 \sim 3,8 \times 10^{-6}$ rad/ jam dimana respon alat sebelum dikoreksi adalah $6 \sim 7 \times 10^{-6}$ rad/ jam. Apabila nilai tengah dari respon GM counter ini dibandingkan dengan luaran dari metode HASL, yang mengandalkan alat spektrometer gamma HPGe, hasil yang didapatkan cukup sesuai untuk peralatan MicroNomad dengan penyimpangan terbesar 6 %.

Penggunaan MCA MicroNOMAD sebagai alat ukur paparan radiasi menemui kendala teknis karena beratnya peralatan yang harus dibawa ke daerah pengukuran sehingga menjadi tidak praktis. Kesulitan dan kekurangan ini dapat diatasi dengan menambah kabel untuk penyambung alat ukur berupa komponen PMT 256 ORTEC sehingga pengoperasian alat menjadi lebih praktis. Komponen PMT 256 ORTEC saat ini sudah dimiliki BKK-P2TRR BATAN dan sudah dioperasikan di lapangan. Dengan tambahan alat ini MCA MicroNOMAD dapat digunakan sebagai alat ukur pembanding yang baik dalam survei medan radiasi.

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.