
OPTIMASI ALAT UKUR PROTEKSI RADIASI TERPASANG DI RSG-GAS

Yulius Sumarno, Anto Setiawanto, Sukino
Pusat Pengembangan Teknologi Reaktor Riset - BATAN

ABSTRAK

OPTIMASI ALAT UKUR PROTEKSI RADIASI TERPASANG DI RSG-GAS. Sistem pemantau laju dosis gamma terpasang (UJA) merupakan peralatan pemantau laju dosis gamma yang ditempatkan di dalam gedung reaktor yang diperkirakan mempunyai paparan cukup tinggi. Oleh karena itu keakuratan alat ini sangat diperlukan untuk mengendalikan daerah kerja, sehingga alat ini perlu dikalibrasi secara berkala. Kalibrasi peralatan ini dilakukan dengan menggunakan sumber radiasi Cs-137 TKA 14/17. Setelah dilakukan kalibrasi diperoleh hasil besar penyimpangan UJA 02 CR 001 19%, UJA 02 CR002 19%, UJA 04 CR 001 19 %, UJA 04 CR 002 19%, UJA 04 CR 003 11,1%, UJA 04 CR 004 11,1%, UJA 06 CR 001 11,1%, UJA 06 CR 002 11,1%, UJA 07 CR 001 11,1%, UJA 07 CR 002 19%, UJA 07 CR 003 19%, UJA 07 CR 004 11,39% dan UJA 09 CR 001 0,25%. Dari hasil ini maka sistem pemantau laju dosis gamma terpasang di RSG-GAS dapat berfungsi dengan baik.

Kata kunci : kalibrasi sistem UJA

ABSTRACT

OPTIMUM MEASURING INSTRUMENT OF PROTECTION RADIATION IN RSG-GAS. System of gamma dose rate (UJA) are equipments of gamma dose placed in all estimated reactor building have high radiation potency. Therefore accuracy of this appliance very needed to control working area, so that this appliance require to calibrate periodically. To calibrate this equipments by using radiation source TKA 14 / 17. After calibrated has been result to be obtained deviation UJA 02 CR 001 19%, UJA 02 CR002 19%, UJA 04 CR 001 19%, UJA 04 CR 002 19%, UJA 04 CR 003 11,1%, UJA 04 CR 004 11,1%, UJA 06 CR 001 11,1%, UJA 06 CR 002 11,1%, UJA 07 CR 001 11,1%, UJA 07 CR 002 19%, UJA 07 CR 003 19%, UJA 07 CR 004 11,39% dan UJA 09 CR 001 0,25%. From this resultt the system of gamma dose rate in RSG-GAS can be good function.

Key word : calibration UJA system

PENDAHULUAN

Dalam pemanfaatan energi nuklir, faktor utama yang harus diperhatikan adalah keselamatan, baik itu keselamatan pekerja radiasi maupun masyarakat dan lingkungan. Salah satu tugas dan tanggung jawab utama Bidang Keselamatan di P2TRR adalah mendeteksi sejak dini serta mengendalikan daerah kerja, agar pekerja radiasi tidak terkena dampak negatif yang diakibatkan dari beroperasinya RSG – GAS dalam keadaan normal maupun abnormal. Untuk mengendalikan daerah kerja di dalam gedung reaktor dipasang peralatan sistem pemantau dosis radiasi. Sistem pemantau laju dosis γ terpasang (UJA) merupakan salah satu ujung tombak sistem pemantau keselamatan. Sistem UJA ini ditempatkan pada titik-titik di dalam gedung reaktor yang diperkirakan berpotensi terjadi kenaikan tingkat paparan radiasi gamma, apabila reaktor beroperasi.

Untuk menjaga agar sistem UJA ini tetap akurat, perlu dilakukan kalibrasi secara berkala, agar penyimpangan pembacaan pada indikator masih dalam batas toleransi yang diizinkan.

TEORI

Sistem pemantau laju dosis γ terpasang (UJA) merupakan suatu rangkaian elektronik yang terdiri dari :

1. Detektor model KG 122 SBL dan KG 151 RBF yang merupakan jenis detektor kamar ionisasi.
2. TKKV 33.15 (logarithmic DC Amplifier) sebagai penguat arus
3. TKKH 31.51 sebagai pembangkit tegangan tinggi untuk detektor
4. TKKT 31.14 SM untuk mengubah tegangan menjadi arus agar bisa dikirimkan atau dibaca dari *Cabinet*, Ruang Kendali Utama, Ruang Kendali Darurat dan Komputer.
5. TKKG 35.15 digunakan untuk mengatur sinyal alarm.

Ada tiga buah sinyal alarm yaitu :

- *Low Radiation*
- *High Radiation*
- *High High Radiation.*

Tinggi rendahnya sinyal alarm dapat diatur sesuai dengan ketentuan tingkat bahaya yang berlaku

6. TKKN 16.11 sebagai *power supply* untuk rangkaian ini. Untuk alat ini diberikan tegangan + 15 V dan – 15 V.
7. TKKA 04 adalah indikator skala (mR/h) yang dapat dibaca langsung

Untuk menjaga agar pengukuran laju dosis gamma tetap akurat maka harus dilakukan kalibrasi setiap enam bulan dan ada yang harus dikalibrasi setiap tahun. kalibrasi dilakukan dengan dua macam cara, yaitu :

1. menggunakan Pembangkit Arus (*current generator*) TKKP 31
2. menggunakan sumber radiasi Cs-137 TKKA 14/17

Untuk penelitian kali ini hanya akan dibahas mengenai kalibrasi menggunakan sumber radiasi Cs-137 dengan aktivitas saat diproduksi 10 mCi (tanggal : 11-07-1985). Kalibrasi sistem UJA ini dilakukan dengan cara memasang (mendekatkan) sumber Cs-137 TKKA 14/17 dari posisi 0, kemudian memutar *rotary switch* ke posisi 1,2,3 dan 4.

Dari indikator TKKA 04 dapat dilihat paparan radiasi gamma. Dengan cara membandingkan hasil pengukuran sebelum dan sesudah kalibrasi dengan hasil secara perhitungan, maka akan dapat disimpulkan seberapa besar penyimpangan sistem UJA tersebut.

Aktivitas saat ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$A_t = A_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2 \cdot t}{t_{1/2}}} \quad (1)$$

Dimana : A_t = Aktivitas sumber radiasi saat ini

A_0 = Aktivitas sumber radiasi saat dibuat

t = waktu

$t_{1/2}$ = waktu paro sumber radiasi

Sistem pemantau laju dosis γ terpasang (UJA) yang ada di RSG-GAS terdiri dari tiga belas monitor yang dipasang di setiap tempat yang diperkirakan terdeteksi kenaikan paparan radiasi pada saat reaktor beroperasi.

Ketiga belas monitor itu adalah :

1. UJA02 CR001 yang dipasang di lantai – 6,50 m di depan tempat penyimpanan sementara limbah padat
2. UJA02 CR002 yang dipasang di lantai – 6,50 m di depan ruang pompa KBE dan FAK
3. UJA04 CR001 yang dipasang di lantai + 0,00 m di samping *material acces*
4. UJA04 CR002 yang dipasang di lantai + 0,00 m di dalam ruang pompa primer
5. UJA04 CR003 yang dipasang di lantai + 0,00 m di depan beam tube S_1 dan S_2
6. UJA04 CR004 yang dipasang di lantai + 0,00 m di depan beam tube S_5 dan S_6 (dekat pintu masuk bagian dalam). Untuk UJA04 CR004 ini dipasang secara paralel indikator yang dipasang di depan pintu masuk, untuk memberi informasi bagi pekerja radiasi yang akan bekerja di Balai Percobaan.
7. UJA06 CR001 yang dipasang di lantai + 8,00 m di depan ruang penyimpanan *Fuel Element* baru.
8. UJA06 CR002 yang dipasang di lantai + 8,00 m di dekat *Rabbit System* untuk memantau berapa besar paparan yang diterima operator *rabbit system* .

9. UJA07 CR001 yang dipasang di lantai + 13,00 m di dekat pintu masuk. Alat ini dilengkapi indikator yang bisa dilihat berapa besar paparan sebelum personil masuk ke dalam gedung reaktor (ruang total body monitor)
10. UJA07 CR002 yang dipasang di lantai + 13,00 m pada dinding sebelah barat
11. UJA07 CR003 yang dipasang di lantai + 13,00 m pada dinding sebelah selatan di depan *Hot Cell*
12. UJA07 CR004 yang dipasang di lantai + 13,00 m di pinggir kolam reaktor.
13. UJA09 CR001 yang dipasang di lantai + 23,00 m di dalam Ruang Kendali Utama untuk memantau paparan yang diterima oleh operator maupun supervisor reaktor

TATA KERJA

Kalibrasi sistem UJA yang akan dibahas di sini adalah kalibrasi dengan menggunakan sumber radiasi Cs-137 aktivitas 10 mCi pada saat dibuat tanggal 11-07-1985.

Adapun langkah kerjanya adalah sebagai berikut :

1. Langkah pertama untuk kalibrasi sistem UJA ini adalah menghitung berapa besaran penunjukan (*set point*) pada saat dilakukan kalibrasi
 2. Tempelkan sumber Cs-137 ke detektor UJA yang akan diuji (posisi 0) dan catat hasil pengukurannya
 3. Putar *rotary switch* ke posisi 1 dan catat hasil pengukurannya
 4. Secara berurutan putar *rotary switch* ke posisi 2, 3, 4 dan catat hasil pengukurannya
 5. Bandingkan hasil pengukuran tersebut dengan *set point*
 6. Apabila penyimpangan terlalu besar lakukan kalibrasi dengan cara memutar potensio pada modul TKKV 33.15
 7. Lakukan ulang prosedur pengukuran seperti di atas dan catat hasil pengukurannya
- Untuk sumber radiasi Cs-137 yang dibuat pada tanggal 11-07-1985 dengan aktivitas 10 mCi besarnya pengukuran detektor UJA dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1 : Set Point penunjukan indikator TKKA 04 tanggal 11-07-1985

No	Jenis TKA	Akt. Sumber (mCi)	POSISI ROTARY SWITCH				
			0 (mR/h)	1 (mR/h)	2 (mR/h)	3 (mR/h)	4 (mR/h)
1	TKA 17	10	1	2,3	10	70	200
2	TKA 14	10	1,4	2,4	12,5	100	285

Aktivitas sumber pada Juli 2005 :

$$A_t = A_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2 \cdot t}{t_{1/2}}} \quad \text{dimana } t_{1/2} \text{ untuk Cs-137 adalah 30 tahun}$$

$$A_t = 10 \cdot e^{-\frac{\ln 2 \cdot 20}{30}}$$

$$A_t = 6,3 \text{ mCi}$$

Maka untuk tahun 2005 ini besarnya penunjukan pengukuran sistem UJA dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 : Set Point penunjukan indikator TKKA 04 Juli 2005

No	Jenis TKA	Akt. Sumber (mCi)	POSISI ROTARY SWITCH				
			0 (mR/h)	1 (mR/h)	2 (mR/h)	3 (mR/h)	4 (mR/h)
1	TKA 17	6,3	0,63	1,45	6,3	44,1	126
2	TKA 14	6,3	0,88	1,51	7,87	63	179,55

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil kalibrasi sistem UJA yang dilakukan pada bulan Juli 2005 menggunakan sumber Cs-137 dengan aktivitas 6,3 mCi diperoleh data-data yang dapat dilihat pada tabel 3 sampai dengan 15 di bawah ini.

Tabel 3 : Hasil kalibrasi UJA 02 CR 001

POSISI	SET POINT (mR/h)	Sebelum Kalibrasi (mR/h)	Sesudah Kalibrasi (mR/h)
0	0,63	1,5	0,7
1	1,45	3	1,6
2	6,3	15	8
3	44,1	100	50
4	126	300	150

Tabel 4 : Hasil kalibrasi UJA 02 CR 002

POSISI	SET POINT (mR/h)	Sebelum Kalibrasi (mR/h)	Sesudah Kalibrasi (mR/h)
0	0,63	2	0,8
1	1,45	3	1,7
2	6,3	20	7
3	44,1	150	50
4	126	300	150

Tabel 5 : Hasil kalibrasi UJA 04 CR 001

POSISI	SET POINT (mR/h)	Sebelum Kalibrasi (mR/h)	Sesudah Kalibrasi (mR/h)
0	0,63	0,7	0,7
1	1,45	1,7	1,6
2	6,3	8	8
3	44,1	60	50
4	126	200	150

Tabel 6 : Hasil kalibrasi UJA 04 CR 002

POSISI	SET POINT (mR/h)	Sebelum Kalibrasi (mR/h)	Sesudah Kalibrasi (mR/h)
0	0,63	0,7	0,6
1	1,45	1,8	1,6
2	6,3	8	7
3	44,1	70	50
4	126	200	150

Tabel 7 : Hasil kalibrasi UJA 04 CR 003

POSISI	SET POINT (mR/h)	Sebelum Kalibrasi (mR/h)	Sesudah Kalibrasi (mR/h)
0	0,63	0,7	0,6
1	1,45	1,5	1,4
2	6,3	8	7
3	44,1	60	50
4	126	200	140

Tabel 8 : Hasil kalibrasi UJA 04 CR 004

POSISI	SET POINT (mR/h)	Sebelum Kalibrasi (mR/h)	Sesudah Kalibrasi (mR/h)
0	0,63	0,8	0,6
1	1,45	1,8	1,5
2	6,3	8	7
3	44,1	70	50
4	126	200	140

Tabel 9 : Hasil kalibrasi UJA 06 CR 001

POSISI	SET POINT (mR/h)	Sebelum Kalibrasi (mR/h)	Sesudah Kalibrasi (mR/h)
0	0,63	0,8	0,7
1	1,45	2	1,6
2	6,3	10	7
3	44,1	80	50
4	126	200	140

Tabel 10 : Hasil kalibrasi UJA 06 CR 002

POSISI	SET POINT (mR/h)	Sebelum Kalibrasi (mR/h)	Sesudah Kalibrasi (mR/h)
0	0,63	0,8	0,7
1	1,45	1,8	1,6
2	6,3	9	7
3	44,1	70	50
4	126	200	140

Tabel 11 : Hasil kalibrasi UJA 07 CR 001

POSISI	SET POINT (mR/h)	Sebelum Kalibrasi (mR/h)	Sesudah Kalibrasi (mR/h)
0	0,63	1	0,7
1	1,45	1,5	1,3
2	6,3	9	7
3	44,1	70	50
4	126	200	140

Tabel 12 : Hasil kalibrasi UJA 07 CR 002

POSISI	SET POINT (mR/h)	Sebelum Kalibrasi (mR/h)	Sesudah Kalibrasi (mR/h)
0	0,63	1	0,6
1	1,45	3	1,5
2	6,3	15	8
3	44,1	100	50
4	126	300	150

Tabel 13 : Hasil kalibrasi UJA 07 CR 003

POSISI	SET POINT (mR/h)	Sebelum Kalibrasi (mR/h)	Sesudah Kalibrasi (mR/h)
0	0,63	1	0,6
1	1,45	3	1,5
2	6,3	15	8
3	44,1	100	50
4	126	300	150

Tabel 14 : Hasil kalibrasi UJA 07 CR 004

POSISI	SET POINT (mR/h)	Sebelum Kalibrasi (mR/h)	Tidak dilakukan Kalibrasi (mR/h)
0	0,88	1	1
1	1,51	2	2
2	7,87	10	10
3	63	60	60
4	179,55	200	200

Tabel 15 : Hasil kalibrasi UJA 09 CR 001

POSISI	SET POINT (mR/h)	Sebelum Kalibrasi (mR/h)	Setelah Kalibrasi (mR/h)
0	0,88	0,3	0,6
1	1,51	0,8	1,5
2	7,87	6	8
3	63	60	70
4	179,55	150	180

Dari data hasil pengukuran sebelum dan setelah kalibrasi di atas, maka besarnya penyimpangan sistem pemantau laju dosis gamma dapat dihitung dengan cara membandingkannya dengan *set point*. Untuk menghitung besaran penyimpangan, bisa dari posisi 1,2,3 atau 4. Untuk kegiatan kali ini besaran penyimpangan dihitung dari posisi 4.

Besar penyimpangan pengukuran sebelum dan setelah dilakukan kalibrasi dapat dilihat pada tabel 16 di bawah ini.

Tabel 16 : Penyimpangan pengukuran sebelum dan sesudah dilakukan Kalibrasi

SISTEM	SEBELUM KALIBRASI	SETELAH KALIBRASI
UJA 02 CR 001	$\frac{174 \text{ mR/h}}{126 \text{ mR/h}} \times 100\% = 138,1\%$	$\frac{24 \text{ mR/h}}{126 \text{ mR/h}} \times 100\% = 19\%$
UJA 02 CR 002	$\frac{174 \text{ mR/h}}{126 \text{ mR/h}} \times 100\% = 138,1\%$	$\frac{24 \text{ mR/h}}{126 \text{ mR/h}} \times 100\% = 19\%$
UJA 04 CR 001	$\frac{74 \text{ mR/h}}{126 \text{ mR/h}} \times 100\% = 58,7\%$	$\frac{24 \text{ mR/h}}{126 \text{ mR/h}} \times 100\% = 19\%$
UJA 04 CR 002	$\frac{74 \text{ mR/h}}{126 \text{ mR/h}} \times 100\% = 58,7\%$	$\frac{24 \text{ mR/h}}{126 \text{ mR/h}} \times 100\% = 19\%$
UJA 04 CR 003	$\frac{74 \text{ mR/h}}{126 \text{ mR/h}} \times 100\% = 58,7\%$	$\frac{14 \text{ mR/h}}{126 \text{ mR/h}} \times 100\% = 11,1\%$
UJA 04 CR 004	$\frac{74 \text{ mR/h}}{126 \text{ mR/h}} \times 100\% = 58,7\%$	$\frac{14 \text{ mR/h}}{126 \text{ mR/h}} \times 100\% = 11,1\%$
UJA 06 CR 001	$\frac{74 \text{ mR/h}}{126 \text{ mR/h}} \times 100\% = 58,7\%$	$\frac{14 \text{ mR/h}}{126 \text{ mR/h}} \times 100\% = 11,1\%$
UJA 06 CR 002	$\frac{74 \text{ mR/h}}{126 \text{ mR/h}} \times 100\% = 58,7\%$	$\frac{14 \text{ mR/h}}{126 \text{ mR/h}} \times 100\% = 11,1\%$
UJA 07 CR 001	$\frac{74 \text{ mR/h}}{126 \text{ mR/h}} \times 100\% = 58,7\%$	$\frac{14 \text{ mR/h}}{126 \text{ mR/h}} \times 100\% = 11,1\%$
UJA 07 CR 002	$\frac{174 \text{ mR/h}}{126 \text{ mR/h}} \times 100\% = 138,1\%$	$\frac{24 \text{ mR/h}}{126 \text{ mR/h}} \times 100\% = 19\%$
UJA 07 CR 003	$\frac{174 \text{ mR/h}}{126 \text{ mR/h}} \times 100\% = 138,1\%$	$\frac{24 \text{ mR/h}}{126 \text{ mR/h}} \times 100\% = 19\%$
UJA 07 CR 004	$\frac{20,45 \text{ mR/h}}{179,55 \text{ mR/h}} \times 100\% = 11,39\%$	$\frac{20,45 \text{ mR/h}}{179,55 \text{ mR/h}} \times 100\% = 11,39\%$
UJA 09 CR 001	$\frac{-29,55 \text{ mR/h}}{179,55 \text{ mR/h}} \times 100\% = -16,46\%$	$\frac{0,45 \text{ mR/h}}{179,55 \text{ mR/h}} \times 100\% = 0,25\%$

Dari hasil kalibrasi yang telah dilakukan pada sistem pemantau laju dosis gamma terpasang di RSG-GAS diperoleh hasil penyimpangan maksimum 19 % dan penyimpangan minimum 0,25 %.

KESIMPULAN

Dari hasil kalibrasi yang telah dilakukan, maka sistem pemantau laju dosis gamma terpasang di RSG-GAS dapat berfungsi dengan baik

SARAN

1. Indikator pembacaan manual (TKKA 04) diganti dengan digital agar tidak ada kesalahan dalam pembacaan dan kalibrasi dapat dilakukan dengan lebih akurat
2. Modul TKKV 33.15 yang rusak segera diperbaiki agar dapat melakukan kalibrasi dengan mudah

DAFTAR PUSTAKA

1. Radiation Protection and Activity Measurement Volume 3