
KAJIAN KINERJA ALARM UNIT EMERGENCY DI RUANG BALAI OPERASI REAKTOR

Subiharto¹, Nazly Kurniawan², Sukino³

¹²³ PRSG – BATAN Kawasan Puspipstek Gd. 31 Serpong, 15310
email: ¹ subiharto@batan.go.id, ² nazly@batan.go.id, ³ sukino@batan.go.id

Diterima: 28 Januari 2020, diperbaiki: 18 Maret 2020, disetujui: 13 April 2020

ABSTRAK

KAJIAN KINERJA ALARM UNIT EMERGENCY DI RUANG BALAI OPERASI REAKTOR. Balai operasi reaktor RSG-GAS merupakan ruangan utama dimana terdapat kolam reaktor serta kolam penyimpanan bahan bakar bekas (sementara). Kegiatan pekerjaan dalam ruangan ini selalu ada, baik dalam keadaan reaktor sedang beroperasi maupun sedang tidak beroperasi, kegiatan tersebut antara lain: memasukkan sampel dan mengeluarkan berbagai macam target iradiasi pada kolam reaktor, kegiatan penanganan target (pemindahan, pembungkusan atau pengeluaran) pascairadiasi, kegiatan perawatan dan perbaikan komponen reaktor (fasilitas iradiasi, detektor neutron, *refuelling* bahan bakar), penanganan limbah radioaktif dan lain-lain. Untuk menjamin keselamatan operasi reaktor dan keselamatan pekerja radiasi terhindari menerima paparan berlebih, maka Balai Operasi dilengkapi dengan 4 sistem proteksi radiasi berupa peralatan pemantau laju dosis gamma (UJA07 CR001/002/003/004) dan satu unit Alarm *Emergency* (AUE) yang terpasang di dekat pintu masuk Balai Operasi. Sejak reaktor mulai beroperasi pada tahun 1987 sistem AUE tersebut tidak pernah dilakukan uji fungsi, sedangkan sistem pemantau radiasi yang lain secara periodik enam bulan dan satu tahun selalu dilakukan pengujian. Hal ini dikarenakan sistem AUE tersebut tidak masuk dalam program perawatan dan perbaikan yang tertuang dalam *Maintanance and Repair Manual* (MRM). Hal tersebut kemudian menjadi temuan BAPETEN karena tidak dapat menunjukkan bukti bahwa AUE tersebut masih berfungsi. Permasalahan tersebut kemudian menjadi latar belakang perlunya dilakukan kajian uji fungsi terhadap AUE. Kajian dilakukan dengan menelusuri dokumen *Spesification* dan dokumen *Turn Over Package* (TOP). Dari hasil kajian dan penelusuran dokumen diperoleh data bahwa Sistem AUE dapat berfungsi apabila 2 dari 4 sistem pemantau laju dosis gamma yang berada di Balai Operasi menunjukkan nilai $\geq 1.10^4$ mR/jam. Selanjutnya dilakukan pengujian dengan simulasi menggunakan sumber standard dengan hasil bahwa sistem AUE dapat beroperasi dan berfungsi dengan baik. Sebagai tindak lanjut akan dilakukan pengujian secara berkala setiap enam dan tahunan sesuai dengan schedule *MRM* yang ada di RSG-GAS

Kata kunci : Kajian , *alarm unit* emergency, Reaktor, Balai Operasi, perawatan

ABSTRACT

STUDY OF EMERGENCY UNIT ALARM PERFORMANCE IN RSG-GAS OPERATION HALL. The RSG-GAS reactor's operation hall is the main room where there are reactor pools and (temporary) used fuel storage ponds. There are always work activities in this room, both in the state of the reactor in operation or not, these activities include: inserting samples and removing various types of irradiation targets in the reactor pool, target handling activities (removal, packaging or releasing) after irradiation, maintenance and repair activities of reactor components (irradiation facilities, neutron detectors, fuel refueling), radioactive waste treatment and others. To ensure safety of reactor's operation and safety of the radiation workers from receiving excessive exposure, this Operation Hall is equipped with 4 radiation protection system. There are gamma dose rate

monitoring equipment (coded UJA07 CR001/002/003/004) and an Emergency Unit Alarm (EAU) that installed near the entrance to the Operation Hall. Since the reactor began operating in 1987 the EAU system has never been tested whether the EAU system is functioning, while the other radiation monitoring systems are periodically six months and one year always tested. This is because the EAU system is not included in the maintenance and repair program contained in the MRM (Maintenance and Repair Manual). This was then BAPETEN's discovery because it could not show evidence that the EAU was still functioning when conducting Inspections. This problem was then carried out with regard to the function and testing of the EAU. The study was carried out by tracing the specification's document, the MRM document and the TOP (Turn Over Package) document. From the results of the study and document searching, it is obtained that the EAU system can function if 2 of the 4 gamma dose rate monitoring systems in the Operation Hall show values $\geq 1,10^4 \text{mR/hour}$. Then the test is done by simulation using standard sources with the result that the EAU system can operate and function properly. As a follow up, there will be an annual periodic testing and this test will be added to the maintenance and testing Program (MRM) in the RSG-GAS.

Keywords : study , emergency alarm unit, reactor, operation hall, maintenance

PENDAHULUAN

Balai operasi reaktor RSG-GAS merupakan ruangan utama dimana terdapat kolam reaktor serta kolam penyimpanan bahan bakar bekas (sementara). Kegiatan pekerjaan dalam ruangan ini selalu ada, baik dalam keadaan reaktor sedang beroperasi maupun sedang tidak beroperasi, kegiatan tersebut antara lain: memasukkan sampel dan mengeluarkan berbagai macam target iradiasi pada kolam reaktor, kegiatan penanganan target (pemindahan, pembungkusan atau pengeluaran) pascairadiasi, kegiatan perawatan dan perbaikan komponen reaktor (fasilitas iradiasi, detektor neutron, *refuelling* bahan bakar), penanganan limbah radioaktif dan lain-lain¹.

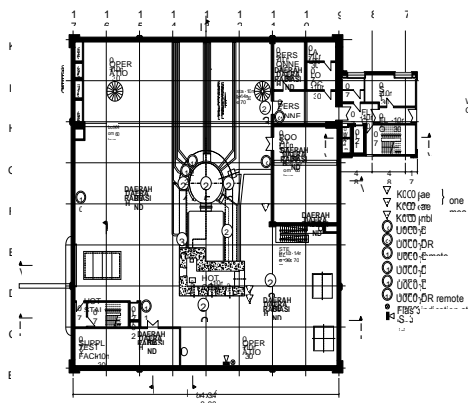
Sesuai Perka BAPETEN No.4 Tahun 2013, tentang Proteksi Dan Keselamatan Radiasi Dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir, Pasal 36 ayat 2.a, yang menyebutkan bahwa pemegang izin wajib menyediakan peralatan pemantau tingkat radiasi dan/atau kontaminasi radioaktif di daerah kerja². Peralatan tersebut untuk menjamin keselamatan operasi reaktor dan keselamatan pekerja radiasi agar terhidar dari menerima paparan berlebih, maka Balai Operasi dilengkapi dengan 4

sistem peralatan pemantau laju dosis radiasi gamma, yang diberi kode UJA07 CR001/002/003/004 dan satu *Alarm unit Emergency* (AUE) yang terpasang di dekat pintu masuk Balai Operasi reaktor. Untuk menjamin agar peralatan sistem proteksi radiasi berfungsi sebagaimana mestinya maka dilakukan perawatan dan uji fungsi secara berkala dengan periode enam bulanan dan tahunan dengan pelaksanaannya mengacu kepada *Maintanance and Repair Manual* (MRM).

Pelaksanaan perawatan dan uji fungsi dilakukan dengan menggunakan generator fungsi sumber arus dengan melakukan simulasi linearitas pengukuran instrumentasi, dan menggunakan sumber standar untuk memastikan respon detektor terhadap sumber radiasi³. Permasalahan yang timbul adalah saat inspeksi BAPETEN menjadi temuan karena tidak dapat menunjukkan data hasil uji fungsi AUE tersebut, selain itu, karena letaknya berdekatan dengan indikator sistem UJA07 CR001, dianggap sistem AUE merupakan bagian (berhubungan) dengan sistem UJA07 CR001, namun saat dilakukan uji fungsi dengan menggunakan sumber standard hingga mencapai batas alarm (radiasi tinggi) ternyata lampu indikator AUE tidak merespon sehingga dinyatakan rusak dan

menjadi temuan oleh BAPETEN. Temuan BAPETEN tersebut dikirim melalui lembar hasil inspeksi (LHI) Nomor: 2616 / IS 00 / DI2BN / VII / 2017, ASPEK PERLINDUNGAN RADIASI, RSG / PRD Kode / 18/02/01, dengan masalah dasarnya adalah fungsi peralatan proteksi radiasi tidak memadai⁴⁾.

Berdasarkan temuan tersebut, PRSG segera menindaklanjuti temuan tersebut dengan menelusuri dokumen *Spesification*, *MRM* dan *TOP* dan melakukan kajian. Dengan dilakukannya kajian melalui beberapa dokumen diharapkan diperoleh kejelasan dan solusi tentang sistem AUE tersebut, sehingga dapat diketahui secara pasti apakah sistem tersebut masih berfungsi dengan baik dan aspek keselamatan dapat terpenuhi.



Gambar 1. Ruang balai operasi reaktor

Balai operasi reaktor terletak di gedung reaktor lantai 3 dengan ketinggian 13 meter, ditempat ini terdapat kolam reaktor, kolam penyimpanan bahan bakar bekas, tempat penyimpanan *handling tool*, tempat penanganan material radioaktif pascairadiasi, dan pengoperasian *hot cell* untuk penanganan sampel pascairadiasi sehingga kemungkinan adanya paparan radiasi di balai operasi

reaktor sangat besar. Oleh karena itu untuk memberikan informasi tentang tentang laju dosis dilakukan pemantauan area. Pengukuran yang ditujukan untuk memantau udara ruangan dan laju dosis lokal dilakukan menggunakan peralatan pengukuran terpasang tetap dan peralatan yang dapat dipindahkan untuk melindungi personil dari radiasi pengion dan zat radioaktif yang terbawa di udara⁵⁾. Sistem pemantau laju dosis gamma (UJA CR), adalah alat ukur radiasi yang digunakan untuk memantau paparan radiasi gamma baik pada saat reaktor beroperasi maupun tidak beroperasi dan ditempatkan disekeliling titik di dalam gedung RSG-GAS⁶⁾. Alat tersebut menggunakan detektor Ionisasi, yang dilengkapi dengan indikator laju dosis dalam satuan mRem/jam, 3 lampu indikator (warna putih kondisi normal, warna kuning untuk menandakan ada *fault pada sistem* dan warna merah menunjukkan radiasi tinggi), *flash lamp* dan bunyi alarm.

Sistem ini terintegrasi dengan ruang kendali utama dan ruang kendali darurat. Prinsip kerjanya, jika hasil pengukuran alat ini melebihi *setting point* batas keselamatan yang ditentukan, maka akan timbul alarm, *flash lamp* berkedip, lampu indikator warna merah berkedip sedangkan di ruang kendali utama dan ruang kendali darurat akan timbul lampu indikator berkedip dan bunyi alarm dengan maksud untuk memperingatkan pekerja radiasi. Detektor peralatan tersebut dipasang di ruangan yang berpotensi terpancarnya radiasi gamma sehingga para pekerja radiasi dapat mengetahui laju dosis di daerah tempat bekerja selain itu, agar mudah diakses. Di Balai Operasi reaktor terdapat 4 (empat) unit. UJA07 CR001 dipasang disebelah timur kolam, yang berfungsi untuk mengukur laju dosis radiasi gama pada jalur akses pekerja radiasi yang akan melakukan kegiatan di balai reaktor.

UJA07 CR002 dipasang disebelah barat kolam, yang berfungsi untuk mengukur laju dosis radiasi gama ditempat penyimpanan *handling tool*. UJA07 CR003 dipasang disebelah selatan kolam, yang berfungsi untuk mengukur laju dosis radiasi gama didepan *hot cell* dekat operator melakukan kegiatannya. UJA07 CR004 dipasang disebelah barat, di samping kolam, yang berfungsi untuk mengukur laju dosis radiasi gama disekitar kolam reaktor.



Gambar 3. sistem *Alarm Unit Emergency*

Selain sistem yang berfungsi untuk mengukur laju dosis gamma di daerah kerja pada kondisi operasi normal, dilengkapi juga dengan sistem *Alarm Unit Emergency* yang berfungsi untuk memberi peringatan kepada pekerja radiasi jika di balai operasi reaktor telah terjadi kedaruratan yang menyebabkan paparan radiasinya sangat tinggi. Alat ini terdiri dari lampu *flash* yang dihubungkan dengan sistem UJA yang terdapat di balai operasi reaktor, dan hanya akan aktif jika memenuhi beberapa persyaratan.



Gambar 4. Sumber standar Cs-137

TKA 14 dan 17 adalah sumber radiasi standar Cs-137 yang digunakan untuk menguji respon detektor terhadap radiasi dan alarmnya. Sumber tersebut dirancang di dalam *shielding* yang potabel dan mempunyai tombol potensio untuk mengatur kolimator sehingga besar kecilnya paparan dapat ditentukan sesuai dengan kebutuhan. *Setting point* untuk paparan radiasi dan posisi tombol potensio disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Setting point* untuk TKKA 04⁷⁾

No	Jenis	Posisi	<i>Setting Point</i> (mR/h)
1	TKA 17	0	0,63
		1	1,45
		2	6,3
		3	44,1
		4	126
2	TKA 14	0	0,88
		1	1,51
		2	7,87
		3	63
		4	179,55



Gambar 5. Sumber Arus

Pembangkit Arus, Keithley 6220, merupakan pembangkit arus yang sangat akurat dengan rentang pengukuran mulai dari $(10^{-13}\text{s/d}10^{-3})$ A. Alat ini digunakan untuk menguji linearitas instrumentasi pengukuran dengan cara memberikan inputan dengan arus yang sesuai^{8]}.

METODOLOGI PENKKAJIAN

- Melakukan penelusuran dokumen yang terkait dengan AUE meliputi: dokumen spesifikasi, MRM dan TOP
- Melakukan pengujian sistem pemantau laju dosis gamma dengan menggunakan sumber arus dan sumber standar
- Membandingkan data hasil uji fungsi dengan referensi

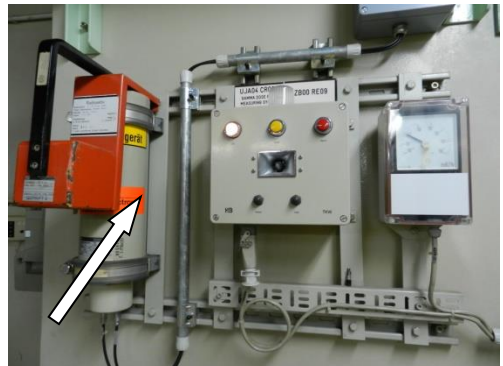
ALAT YANG DIGUNAKAN

- Multimeter Keithley
- Pembangkit arus Keithley 6220
- Sumber Standar Cs- 137, TKA 14 dan TKA 17

LANGKAH PENGUJIAN

Pengujian dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

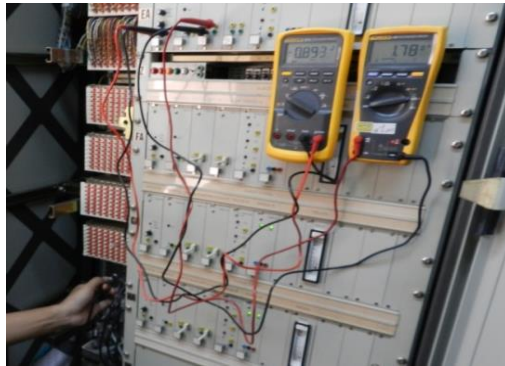
- Menguji respon detektor dengan menggunakan sumber standar TKA 04 untuk mengaktifkan *high radiation* (alarm radiasi tinggi) sistem UJA07 (CR001/002/003/004)
- Menguji respon linearitas sistem instrumentasi menggunakan pembangkit arus untuk mengaktifkan *high radiation* (alarm radiasi tinggi) dan alarm *High high radiation* (radiasi sangat tinggi) sistem UJA07 (CR001/002/003/004) Selanjutnya dilakukan pengujian dengan menggunakan kombinasi simulasi (menggunakan generator fungsi sumber arus) dan menggunakan sumber standard. Sebagai tindak lanjut akan dilakukan pengujian secara berkala setiap enam bulan dan pengujian ini akan ditambahkan dalam program perawatan dan pengujian (MRM) yang ada di RSG-GAS.



Gambar 6. Posisi sumber standar Cs-137 saat pengujian detektor.



Gambar 7. pembangkit arus Keithley 6220



Gambar 8. Mengukur tegangan dan arus saat dilakukan pengujian respon detektor

DATA PENGUJIAN

Data hasil pengujian menggunakan sumber standar dan pembangkit arus disajikan pada Tabel 1, 2,3,4,5 dibawah ini:

Tabel 1. Data hasil pengujian sistem pemantau laju dosis gamma menggunakan Pembangkit arus

No	Input Arus (A)	TKKA 04 (mR/h)	Alarm UJA 07			
			CR 001	CR 002	CR 003	CR 004
1	1.10^{-10}	1.10^1	Off	Off	Off	Off
2	1.10^{-9}	1.10^2	On	On	On	On
3	1.10^{-8}	1.10^3	On	On	On	On
4	1.10^{-7}	1.10^4	On	On	On	On

Tabel 2. Data hasil pengujian sistem pemantau laju dosis gamma dengan sumber standar Cs-137, type TKA 17, dengan aktivitas 10 mCi

No	Input sumber standar posisi	TKKA 04 mR/h	Alarm UJA 07			
			CR 001	CR 002	CR 003	CR 004
1	0	1	Off	Off	Off	Off
2	1	2	Off	Off	Off	Off
3	2	10	Off	Off	Off	Off
4	3	80	On	On	On	On
5	4	150	On	On	On	On

Tabel 3. Data hasil pengujian kombinasi 2 (dua) dari 4 (empat) sistem UJA dengan kedua-duanya dikondisikan dalam High High alarm

No	Input sumber standar 10 mCi \approx 150 mR/h, UJA 07	Input sumber Arus 1.10^{-7} A \approx (1.10^4 . mR/h), UJA 07				AUE
		CR 001 H	CR 002 H	CR 003 H	CR 004 HH	
1	CR001 (H)	---	---	---	---	Off
2	CR002 (H)	√	---	---	---	Off
3	CR003 (H)	√	---	---	---	Off
4	CR004 (H)	√	---	---	---	Off

Tabel 4. Data hasil pengujian kombinasi 2 (dua) dari 4 (empat) sistem dengan kedua-duanya dikondisikan dalam High High alarm

No	Input sumber standar 10 mCi \approx 150 mR/h, UJA 07	Input sumber Arus 1.10^{-7} A \approx (1.10^4 . mR/h), UJA 07				AUE
		CR 001 H	CR 002 H	CR 003 H	CR 004 HH	
1	CR001 (H)	---	√	---	---	Off
2	CR002 (H)	---	---	---	---	Off
3	CR003 (H)	---	√	---	---	Off
4	CR004 (H)	---	√	---	---	Off

Tabel 5. Data hasil pengujian kombinasi 2 (dua) dari 4 (empat) sistem dengan kedua-duanya dikondisikan dalam High High alarm

No	Input sumber standar 10 mCi \approx 150 mR/h, UJA 07	Input sumber Arus 1.10^{-7} A \approx (1.10^4 . mR/h), UJA 07				AUE
		CR 001 H	CR 002 H	CR 003 H	CR 004 HH	
1	CR001 (H)	---	---	√	---	Off
2	CR002 (H)	---	---	√	---	Off
3	CR003 (H)	---	---	---	---	Off
4	CR004 (H)	---	---	√	---	Off

Tabel 6. Data hasil pengujian kombinasi 2 (dua) dari 4 (empat) sistem dengan kedua-duanya dikondisikan dalam High High alarm

No	Input sumber standar 10 mCi \approx 150 mR/h, UJA 07	Input sumber Arus 1.10^{-7} A \approx (1.10^4 . mR/h), UJA 07				AUE
		CR 001 H	CR 002 H	CR 003 H	CR 004 HH	
1	CR001 (H)	---	---	---	√	On
2	CR002 (H)	---	---	---	√	Off
3	CR003 (H)	---	---	---	√	On
4	CR004 H	---	---	---	---	Off

PEMBAHASAN

Tabel 1. Adalah format data hasil perawatan pengujian menggunakan sumber arus untuk mengetahui linieritas respon sistem elektroniknya dengan mengacu kepada MRM untuk sistem UJA07 CR001/002/003/004 dalam perawatan rutin inputan sumber arus dimulai dari 10^{-13} A, tetapi pada Tabel 3, inputan mulai dari 10^{-10} A, hal ini dimaksudkan untuk mempersingkat waktu pengambilan data agar segera tercapai *setting* batas alarm. Alarm mulai aktif (On) pada saat menerima inputan 10^{-9} A, nilai ini setara dengan *setting High alarm* 1. 10^2 mR/Jam sedangkan untuk *setting High High alarm* akan tercapai saat inputan 10^{-7} A, nilai ini setara dengan 1. 10^4 mR/Jam⁹. Dari tabel 2 pengujian menggunakan sumber standar Cs-137 dimaksudkan untuk menguji respon detektor inputan dilakukan dengan cara mengatur tombol potensiometer dari posisi 0, 1, 2, 3, 4, *High alarm* mulai tercapai pada posisi 3 setara dengan nilai 80 mR/Jam dan posisi 4 setara dengan nilai 150 mR/Jam. Berdasarkan Tabel 1 dan 2 dapat diketahui bahwa sistem alarm untuk keempat sistem diatas berfungsi dengan baik karena bisa mengaktifkan *pilot lamp*, lampu *blitz* dan alarm, namun demikian untuk pengujian AUE tidak tersedia kolomnya sehingga perawatan tidak bisa dilakukan.

Tabel 3 menunjukkan matrik hasil pengujian yang dilakukan secara kombinasi, dua dari empat sistem yaitu pada saat UJA07 CR001 mencapai radiasi tinggi dikombinasi dengan (UJA07 CR002, UJA07 CR003 dan UJA07 CR004 kondisi radiasi tinggi, berdasarkan tabel tersebut AUE masih off. Tabel 4 merupakan matrik pengujian kombinasi dua dari empat sistem yaitu pada saat UJA07 CR002 mencapai radiasi tinggi dengan (UJA07 CR001, UJA07 CR003 dan UJA07 CR004, kondisi radiasi tinggi,

berdasarkan tabel tersebut AUE masih off. Tabel 5 merupakan matrik pengujian kombinasi dua dari empat sistem UJA07 CR003 mencapai radiasi tinggi dengan (UJA07 CR001, UJA07 CR002 dan UJA07 CR004), kondisi radiasi tinggi, berdasarkan tabel tersebut AUE masih off. Tabel 6 merupakan matrik pengujian kombinasi dua dari empat sistem, berdasarkan tabel tersebut AUE akan aktif (On) pada saat UJA07 CR004 mencapai radiasi sangat tinggi dengan UJA07 CR002 kondisi radiasi tinggi dan UJA07 CR004 mencapai radiasi sangat tinggi dengan UJA07 CR003 kondisi radiasi tinggi sedangkan untuk kombinasi UJA07 CR004 mencapai radiasi sangat tinggi (1.10^4 mR/h) dengan UJA07 CR001 kondisi radiasi tinggi ≥ 125 mR/h, AUE tetap off.

Berdasarkan uraian di atas dapat disederhanakan bahwa AUE akan aktif (on), jika kombinasi dari 2 (dua) sistem UJA07 mencapai radiasi tinggi secara bersamaan¹⁰. Syaratnya adalah dengan kombinasi sebagai berikut:

- Sistem UJA07 CR 004 harus mencapai nilai radiasi sangat tinggi dan sistem UJA07 CR001 mencapai nilai radiasi tinggi atau
- Sistem UJA07 CR004 harus mencapai nilai radiasi sangat tinggi dan sistem UJA07 CR003 mencapai nilai radiasi tinggi.
- Untuk kombinasi sistem UJA07 CR004 dan 002 walaupun mencapai nilai radiasi tinggi tidak akan mengaktifkan AUE, hal ini menunjukkan bahwa tidak ada keterkaitannya.

Hal ini menunjukkan bahwa untuk mengaktifkan AUE syarat yang harus dipenuhi adalah Sistem UJA07 CR004 harus mencapai nilai radiasi sangat tinggi terlebih dahulu baru disusul oleh salah satu sistem Sistem UJA07 CR003 atau UJA07 CR001 mencapai nilai radiasi tinggi. Dalam perawatan nilai radiasi

sangat tinggi hanya bisa dicapai dengan menggunakan simulasi pembangkit sumber arus karena kalau menggunakan sumber standar aktivitasnya sangat besar selain PRSG tidak punya juga sangat membahayakan bagi pekerja radiasi, oleh karena dalam pelaksanaannya harus menggunakan pembangkit arus untuk sistem UJA07 CR004 dan menggunakan sumber standar untuk sistem UJA07 CR001 atau UJA07 CR003. Berdasarkan data dan keterangan di atas dapat dikatakan bahwa AUE dirancang bukan untuk kondisi paparan daerah kerja normal melainkan paparan daerah kerja dalam kondisi darurat sehingga jika menyala berarti ruangan di balai operasi paparnya sudah sangat tinggi sehingga memberi peringatan bagi seluruh pekerja radiasi untuk tidak masuk ke balai operasi reaktor atau bagi yang sudah terlanjur di dalam cepat-cepat segera evakuasi keluar meninggalkan ruang balai operasi, hal ini hanya bisa terjadi jika telah terjadi kedaruratan. Data dan penjelasan dari Tabel 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 diatas dapat digunakan juga untuk menjelaskan dan menjawab temuan Bapeten bahwa sistem AUE yang berada di Ruang 0726 masih berfungsi dengan baik sesuai dengan yang tertera dari TOP agar sistem bisa dirawat secara terus menerus maka dalam MRM dilembar perawatan rutin perlu ditambahkan kolom pengujian *Alarm Unit Emergency*.

KESIMPULAN

Dari data-data dan penjelasan tersebut yang telah diuraikan diatas maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Perlu ditambahkan satu formulir di dalam lembar perawatan MRM yang mencantumkan AUE agar bisa dilakukan perawatan secara terus menerus.

2. Sistem AUE yang berada di Ruang 0726 masih berfungsi dengan baik.
3. Sistem UJA07 CR002 tidak ada keterkaitannya dengan Sistem AUE

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Diskripsi fasilitas reaktor serba guna, Tahun 1987
- [2] Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir, Nomor 4 Tahun 2013, tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir
- [3] MRM (Maintenance and Repair Manual) part 1, Chapter 5.2, Instrumentation and onontrol, Radiation Monitoring System (RMS), Tahun 1987
- [4] LHI Bapeten Nomor: 2616 / IS 00 / DI2BN / VII / 2017, ASPEK PERLINDUNGAN RADIASI, RSG / PRD Kode / 18/02/01, dengan masalah dasarnya adalah fungsi peralatan proteksi radiasi tidak memadai
- [5] SOP 029.002/KN 00 01/RSG 4, tentang Pengendalian keselamatan kerja daerah radiasi di RSG-GAS, Tahun 2018
- [6] SOP 014.003/KN 00 01/RSG 4.1, tentang Pemeliharaan sistem pemantau laju dosis Gamma detektor KG 151 di RSG GAS, Tahun 2018
- [7] Operating manual TKKA 04, Tahun 1987
- [8] Operating manual pembangkit arus Keithley 6220, Tahun 2007
- [9] SOP 013.003/KN 00 01/RSG 4.1, tentang Pemeliharaan sistem pemantau laju dosis Gamma detektor KG 122 di RSG GAS, Tahun 2018
- [10] TOP (Turn Overpackage) No.13 Sistem Proteksi radiasi, Tahun 1987