

KEJADIAN ISOLASI GEDUNG REAKTOR DALAM KAITANNYA DENGAN KESELAMATAN OPERASIONAL RSG-GAS

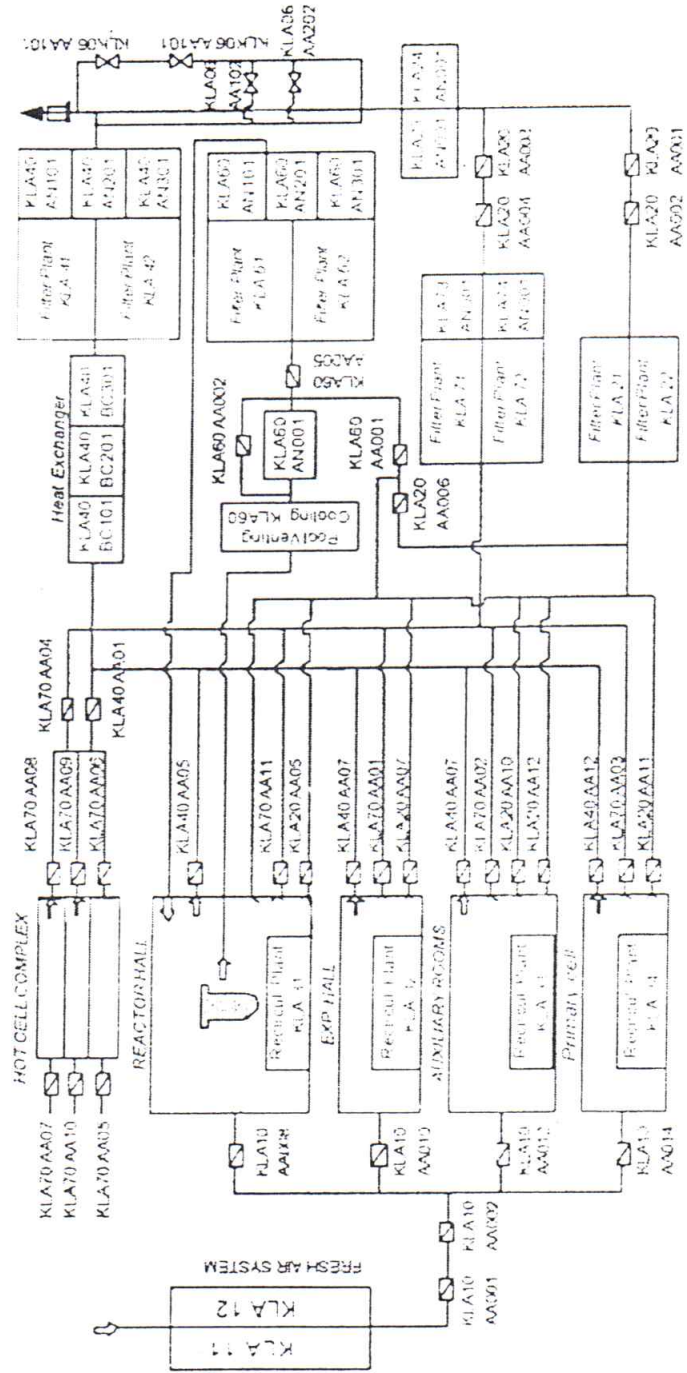
J. Sukmana S.ST, Jonnie AK, S. Suwanto

ABSTRAK

KEJADIAN ISOLASI GEDUNG REAKTOR DALAM KAITANNYA DENGAN KESELAMATAN OPERASIONAL RSG-GAS. Kejadian isolasi gedung di RSG-GAS secara acak dalam setahun telah terdata. Isolasi gedung adalah kondisi sistem ventilasi "tidak ada" pasokan dan buangan udara. Penerapannya di reaktor nuklir bertujuan untuk membatasi radionuklida yang ke luar (ke lingkungan) serendah mungkin dalam kondisi kecelakaan yang diantisipasi. Isolasi gedung terjadi tidak hanya ketika reaktor beroperasi tetapi juga ketika tidak operasi yang semata-mata disebabkan oleh unit-unit yang berhubungan dengan sistem ventilasi. Menurut hasil pengamatan, kejadian isolasi gedung yang dialami bukan karena *release* radiasi yang tinggi, melainkan lebih sering diakibatkan gangguan dari sistem ventilasi. Kejadian yang diawali dengan isolasi area kemudian isolasi gedung menunjukkan kinerja sistem proteksi radiasi dan sistem pengungkung reaktor dapat beroperasi handal.

ABTRACT

OCCURRENCE OF THE REACTOR BUILDING ISOLATION REGARDING THE OPERATIONAL SAFETY OF THE GA.SIWABESSY REACTOR. According to the reactor operation documentation, randomly occurrences of the reactor building isolation happened yearly. Disturbance of the air supply and venting of the ventilation system at which it may arise during both reactor operation and reactor shutdown will automatically actuate the reactor protection system to close containment damper and isolate the reactor building. Building isolation has also occurred during anticipate accident condition in order to keep the radionuclide release to the environment as low as possible. From the monitoring process it is confirmed that most of the building isolation occurrences are due to ventilation system disturbances. It means that reactor protection system is still function well.



Gambar 1. Skema Sistem Ventilasi RSG-GAS

Fitur desain sistem ventilasi disediakan di dalam desain sistem keselamatan, sehingga bersama-sama dengan pengoperasian sistem pemantauan radiasi dan eksekusi sistem isolasi gedung, sistem-sistem ventilasi akan membantu menghilangkan konsekuensi dari kejadian tidak normal di daerah operasi. Sistem dirancang dengan gradien tekanan yang menyebabkan udara mengalir dari daerah dengan potensi kontaminasi terendah ke daerah dengan potensi kontaminasi lebih tinggi. Perpindahan udara ke daerah dengan potensi kontaminasi yang lebih tinggi ini mencegah gerakan kontaminasi yang tertangkap udara²¹.

Di RSG-GAS, terdapat sistem *venting* kolam (KLA60, 61,62) berfungsi mencegah menyebarnya kontaminasi yang tertangkap di dalam udara dari kolam reaktor ke dalam Balai operasi (di lantai +13,00 m) dan untuk mengembalikan uap air hasil kondensasi ke dalam kolam reaktor. Sedangkan udara dibuang ke atmosfer melalui sistem udara buang daerah radiasi kelas menengah dan cerobong selama operasi normal.

Pengungkung Keselamatan

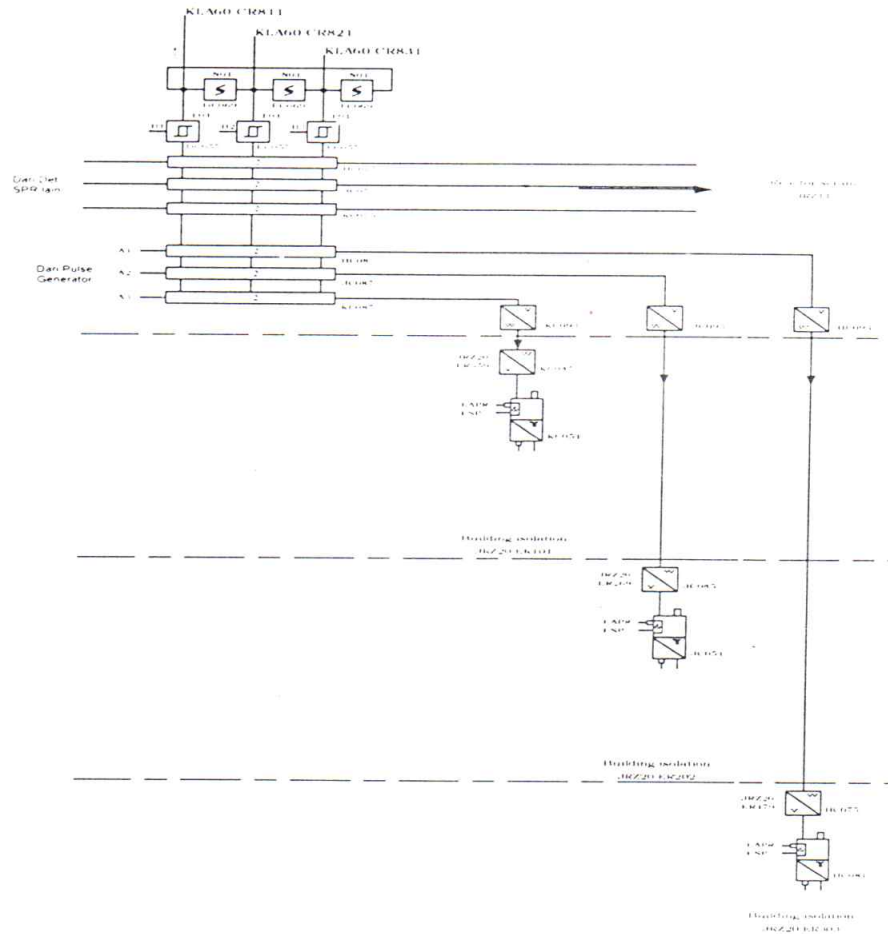
Isolasi gedung RSG-GAS adalah kondisi sistem ventilasi "tidak ada" pasokan dan buangan udara, dan dimungkinkan udara yang ke luar terkendali²¹. Penerapannya di reaktor nuklir bertujuan untuk menjaga radionuklida yang ke luar (ke lingkungan) serendah mungkin dalam kondisi kecelakaan yang diantisipasi.

Dalam hal terjadi pelepasan bahan radioaktif dalam jumlah melebihi harga batas yang diijinkan, pipa bersangkutan dan saluran udara yang menembus pembatas ditutup (isolasi gedung diaktifkan). Ragam keselamatan ini dipicu oleh pemantau aktivitas pada sistem ventilasi di kolam reaktor, lihat Gambar 2.

Untuk memisahkan satu daerah di dalam zona radiasi dan dalam mencegah kontaminasi silang antara daerah-daerah selama pengungkungan maka sistem didesain pula dapat melakukan isolasi area.

Damper isolasi gedung menutup secara otomatis apabila terjadi:

- a. Kehilangan gradien tekanan di dua dari tiga daerah;
- b. Kegagalan satu daya listrik normal; dan
- c. Perintah dari Sistem proteksi reaktor.



Gambar 2. Rangkaian logika Instrumentasi Sistem Isolasi Gedung RSG-GAS

Penutupan secara manual *damper* dilakukan dengan saklar yang dipasang di Ruang Kendali Utama maupun di Ruang Kendali Darurat. Ketika terjadi isolasi gedung sistem ventilasi yang bekerja adalah sistem cadangan dengan penyaringan udara khusus.

METODOLOGI

Kajian mengenai isolasi gedung reaktor

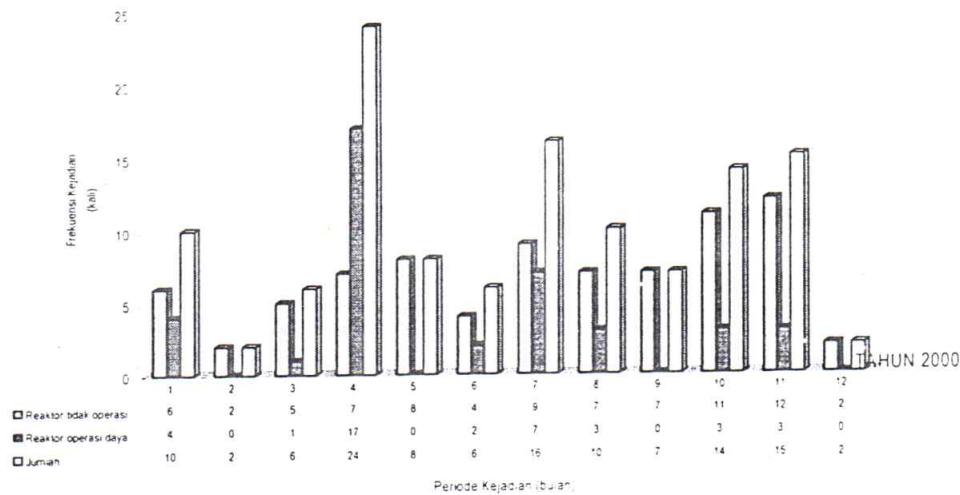
ini, dilakukan dengan langkah kegiatan yang direncanakan, sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data operasi dan pemantauan parameter isolasi gedung, yaitu KLA60, KLK06, dan sistem tekanan rendah (KLA40).
2. Melakukan rekapitulasi data kejadian isolasi gedung.
3. Melakukan evaluasi perbandingan batas-batas operasi keselamatan.
4. Membuat kesimpulan.

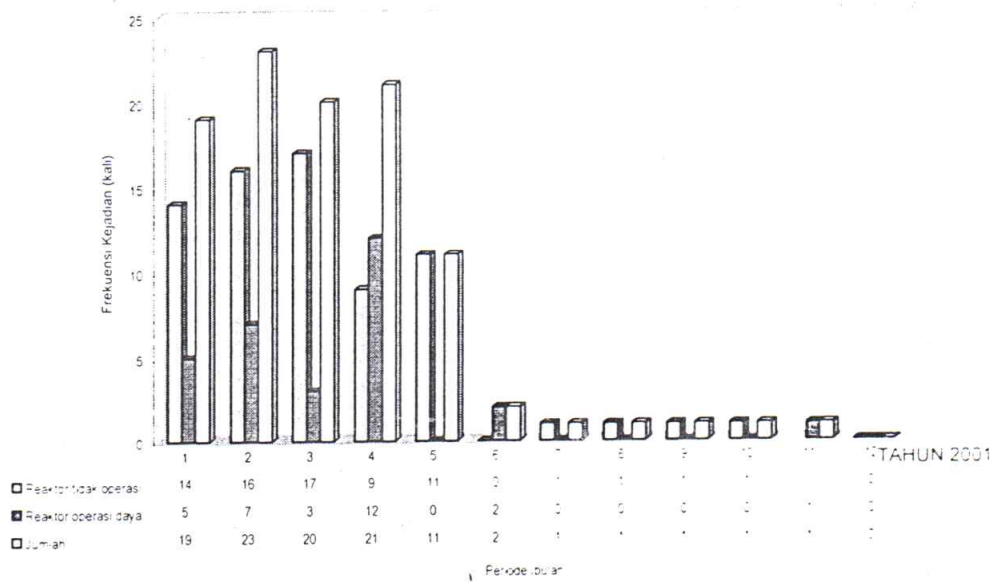
HASIL DAN PEMBAHASAN
Hasil Pengumpulan Data

Dari pemantauan terhadap buku operasi reaktor tahun 2000 - 2001 diperoleh data

kejadian isolasi gedung RSG-GAS. Tabel kejadian isolasi gedung ditunjukkan pada lampiran. Dari data tersebut maka gambaran kejadian isolasi gedung dalam 2 tahun dapat dilihat seperti grafik berikut ini.



Gambar 3. Grafik Kejadian Isolasi Gedung RSG-GAS dalam Satu Tahun Operasi (Th. 2000)



Gambar 4. Grafik Kejadian Isolasi Gedung RSG-GAS dalam Satu Tahun Operasi (Th. 2001)

Rangkuman data kejadian isolasi gedung tahun 2000

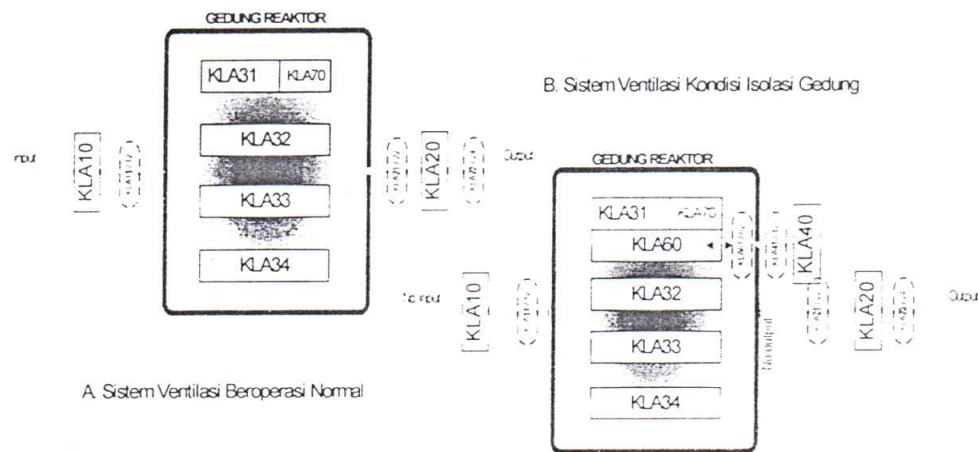
1. Jumlah kejadian:
 - ketika reaktor tidak operasi: 80 kali
 - ketika reaktor operasi daya: 40 kali
2. Catatan penyebab kejadian terbanyak:
 - ketika reaktor tidak operasi: gangguan QKJ atau trip PLN, indikasi dari KLK06, dan indikasi gangguan di KLA40
 - ketika reaktor operasi daya: indikasi gangguan QKJ atau trip PLN, indikasi gangguan di KLA40, dan indikasi dari KLA60 (1 kali).
3. Catatan kejadian hingga pemulihan terlama:
 - ketika reaktor tidak operasi: 3 hari 15 jam
 - ketika reaktor operasi daya: 4 jam

Rangkuman data kejadian isolasi gedung tahun 2001

1. Jumlah kejadian:
 - ketika reaktor tidak operasi: 71 kali
 - ketika reaktor operasi daya: 30 kali
2. Catatan penyebab kejadian terbanyak:
 - ketika reaktor tidak operasi: gangguan QKJ atau trip PLN, indikasi dari KLA31 s'd KLA33, indikasi dari KLK06.
 - ketika reaktor operasi daya: indikasi gangguan QKJ, indikasi gangguan di KLA31 s'd KLA33.
3. Catatan kejadian hingga pemulihan terlama:
 - ketika reaktor tidak operasi: 12 jam
 - ketika reaktor operasi daya: 8 jam

B. Hasil Evaluasi Sistem Ventilasi Dan Sistem Pengungkung

Skema sistem ventilasi dalam kondisi normal dan dalam kondisi isolasi gedung dapat digambarkan menjadi lebih sederhana sebagai berikut:



Gambar 4. Skema Sederhana dari Operasi Sistem Ventilasi Kondisi Normal dan Kondisi Isolasi Gedung

Dalam kondisi normal, sistem ventilasi radiasi menengah dan tinggi beroperasi seluruhnya, yaitu pada unit Balai operasi (KLA31), Balai eksperimen (KLA32), ruang-ruang bantu (KLA33), ruang primer

(KLA34), dan di *Hot cell* (KLA70) disertai dengan pasokan udara segar (KLA10, KLA11 KLA12) dan udara buang KLA20. Dilengkapi dengan unit penyaring udara, yaitu: untuk radiasi menengah (KLA21

KLA22 dan KLA23/KLA24) dan untuk radiasi tinggi (KLA71/KLA72 dan KLA73/KLA74). Sedangkan ketika terjadi isolasi gedung, sistem ventilasi yang beroperasi adalah unit resirkulasi udara KLA32, KLA33 dan KLA34, sedangkan untuk Balai operasi adalah KLA31 disertai KLA60, dan unit penyaring udara radiasi tinggi KLA61/KLA62. Untuk unit penyaring radiasi menengah diambil alih oleh KLA41/KLA42, dan unit ventilasi udara buang dilakukan oleh KLA40.

C. Evaluasi terhadap Penyebab Isolasi Gedung yang Berkaitan dengan Keselamatan Radiasi

Damper isolasi gedung tertutup dan alarm radiasi tinggi diinstruksikan dari pemantau radiasi saluran *venting* kolam. Laju dosis- γ (tingkat kontaminasi) sistem ventilasi kolam reaktor diukur oleh: KLA60 CR811/821/831. Bila laju dosis- γ terpantau $1.25e-3$ Gy/h (125 mR/h) atau lebih maka melalui sistem proteksi reaktor (SPR), reaktor *scram* dan terjadi isolasi gedung. Selama masa evaluasi (2 tahun), indikasi penyebab isolasi gedung karena paparan radiasi tinggi tercatat 1 kali. Secara logika urutan kejadian setelah terdeteksi adalah reaktor *scram* lalu isolasi gedung. Selain itu, sistem pengungkungan dapat juga terjadi oleh indikasi terpantaunya radiasi tinggi di *stack* reaktor pada KLA20 melalui alat pantau radiasi gas mulia KLK06, akan tetapi isolasi gedung ini tidak membuat reaktor *scram*. Batasan radiasi yang dibolehkan lepas melalui sistem ini adalah maks 5×10^{-4} Ci/m³.

D. Pembahasan

Sistem isolasi gedung beroperasi atau siap-siaga setiap saat, baik ketika reaktor beroperasi ataupun reaktor tidak beroperasi. Kejadian isolasi gedung ternyata lebih banyak terjadi ketika reaktor sedang tidak dioperasikan. Penyebab isolasi gedung ketika reaktor beroperasi (operasi daya) senantiasa diamati bila kemungkinan indikasi dari KLA60 atau KLK06.

Dari pengamatan diperoleh data bahwa isolasi gedung saat reaktor beroperasi lebih banyak diakibatkan oleh gangguan pada sistem pendinginan udara QKJ01-02 03 (gangguan di QKJ disebabkan trip daya listrik PLN), sistem ventilasi udara buang daerah radiasi menengah KLA40, sistem ventilasi daerah radiasi tinggi KLA31 s.d KLA33. Sedangkan isolasi gedung yang diperkirakan berkaitan dengan keselamatan radiasi terjadi hanya 1 kali, yaitu diinstruksikan oleh sistem pemantau laju dosis gamma KLA60. Hal ini terjadi ketika pengeluaran sampel iradiasi melalui *rabbit sistem* (November 2000). Namun isolasi gedung ini terjadi dalam beberapa saat karena tidak terjadi kontaminasi udara dalam gedung dan lepasan ke *stack* dalam batas aman.

Secara logika dari sistem proteksi reaktor akan menginstruksikan *scram* terhadap operasi reaktor bila sistem pemantau laju dosis- γ (KLA60) mendeteksi aktivitas radiasi tinggi. Kemudian instruksi diteruskan ke sistem isolasi gedung (JRZ20) sehingga terjadi pengungkungan gedung dan *release* radiasi ke lingkungan dalam batas aman.

Kejadian isolasi gedung terlama (hingga ke waktu pembilasan) adalah 4 jam (April 2000) yang disebabkan adanya gangguan pada sistem pendingin udara QKJ dan 8 jam (April 2001) yang diawali oleh kejadian *separated area* dari indikasi KLA33, KLA34, dan KLA31.

Indikasi isolasi gedung ketika reaktor tidak operasi biasanya diawali dengan *separated area*. Kejadian terlama dialami selama 3 hari 15 jam 10 menit (Oktober 2000). Penyebab beruntun yang diawali dengan trip daya PLN, kegagalan QKJ, adanya perbaikan KLA24, dan gangguan pada KLA20.

Sistem isolasi gedung RSG-GAS berkaitan dengan sistem keselamatan radiasi dan merupakan bagian dari sistem ventilasi gedung reaktor. Sehingga perawatan terhadap perangkat/unit isolasi gedung tidak terpisahkan dengan sistem ventilasi. Perawatan yang harus optimal dari unit ini

adalah pengecekan terhadap damper/katup isolasi dan sistem instrumentasi yang berfungsi memberikan instruksi menutup. Perawatan dan perbaikan dilakukan minimal 1 bulan sekali. Kondisi sistem isolasi gedung pada saat ini berfungsi baik.

Menurut evaluasi, kejadian isolasi gedung dapat berasal dari¹⁾:

1. Tingkat kontaminasi di Balai operasi melebihi batas yang diijinkan
2. Laju alir udara KLA20 CF001 > KLA20 CF002
3. Laju alir udara KLA20 CF002 < 11000 m³/jam
4. Ada gangguan pada motor katup KLA23/24 AA01; KLK06 AA 101/201/102/202
5. Dua dari tiga daerah tekanan negative melebihi batas atas
6. Pasokan udara segar (KLA11/12) mengalami gangguan
7. Unit buangan udara (KLA23/24) mengalami gangguan
8. Unit resirkulasi udara radiasi tinggi (KLA73/74) mengalami gangguan
9. Tiga unit pendinginan udara untuk daerah radiasi menengah (QKJ01/02/03) mengalami gangguan
10. Tidak ada catu daya PLN
11. Katup *fire damper* tertutup
12. Laju lepasan udara di *stack* melebihi batas yang diijinkan.

Dari uraian tersebut, jika beberapa sistem ventilasi mengalami gangguan maka secara logika diperintahkan terjadi isolasi gedung. Sehingga perlu adanya tinjauan kinerja terhadap logika perintah isolasi gedung yang berasal dari beberapa unit sistem ventilasi dengan tujuan untuk mempertahankan waktu hidup/*life-time* sistem isolasi gedung. Selain itu isolasi gedung dapat dispesifikkan terhadap adanya kecenderungan yang disebabkan adanya peningkatan aktivitas radiasi. Peningkatan aktivitas radiasi di reaktor dan lepasannya yang diamankan oleh kinerja sistem isolasi gedung

dapat menyederhanakan pengendalian dan evaluasi keselamatan operasi RSG-GAS.

KESIMPULAN

Peristiwa isolasi gedung merupakan suatu usaha untuk tidak mengeluarkan zat radioaktif melebihi batas yang diijinkan ke lingkungan. Hingga saat ini sistem isolasi gedung beroperasi normal.

Berkenaan dengan keselamatan reaktor, sistem isolasi gedung merupakan sistem penunjang yang tidak berkaitan secara langsung terhadap keselamatan operasi. Karena tidak dapat menginstruksikan *scram* reaktor, *Scram* reaktor dapat diikuti kejadian isolasi gedung bila sistem pemantau laju dosis- γ mengindikasikan ada radiasi di Balai operasi melampaui batas-batas keselamatan. Isolasi gedung secara logika menahan laju aktivitas lepasan udara di *stack* yang melebihi batas yang ditentukan dengan sistem pemantau laju aktivitas udara di *stack*. Isolasi gedung terjadi juga ketika reaktor tidak operasi yang disebabkan oleh perubahan tekanan, suhu, kinerja dari sistem-sistem ventilasi.

Dengan pentingnya fungsi pengungkungan ini maka perawatan dan evaluasi harus optimal sehingga operasi reaktor berhasil-guna dan RSG-GAS membuang udara dalam batas aktivitas radiasi yang selamat untuk lingkungan.

PUSTAKA

1. Hudi Hastowo. Keselamatan RSG-GA Siwabessy. Buletin Tri Dasa Mega eds I April 1993, vol no. 2.
2. LAK RSG-GAS Rev.9 PRSG-Batan, tahun 2006.
3. Sentot Alibasya Harahap. Evaluasi Unjuk Kerja Sistem Ventilasi RSG-GAS Setelah 10 Tahun Operasi. Proseding PRSG, ISSN 0854 – 528, tahun 2000
4. Sistem Ventilasi RSG-GAS. Pelatihan Penyegaran Operastor & Supervisor Reaktor. Pusdiklat-PRSG. 2005.

Lampiran

Tabel 1. frekuensi kejadian isolasi gedung saat reaktor tidak operasi pada tahun 2000

Bulan	Jumlah kejadian	Lama kejadian	Penyebab aktual (urutan)
Januari	6	Sesaat	QKJ03 mati, QKJ03 mati, QKJ03 mati, QKJ03 mati, QKJ03 mati, QKJ02 mati
Februari	2	Sesaat	QKJ01 dimatikan, manual isolasi oleh operator
Maret	5	Sesaat	Pengisian QKJ04, KLA40 "ON", indikasi dan KLK06 CR002, PLN padam dan QKJ10/20/30 "foult", FAK, KBE disel BRV10 "foult"
April	7	Sesaat	QKJ01 mati, QKJ03 mati, QKJ02 mati, KLK06 CR001/002, perbaikan KLK06, KLK06 CR002, QKJ02 mati
Mei	8	Sesaat	Perbaikan KLK06, KLK06, QKJ01 mati, QKJ03 mati, indikasi "high damper containment-foult" dan KLK06 CR002, perbaikan KLK06, KLK06
Juni	4	Sesaat	KLK06 dan hidupnya KLA40, PLN padam, QKJ02 mati, QKJ03 mati
Juli	9	Sesaat, dan 4 jam 16 mnt (5/7/00), 4 jam 28 mnt (20/7/00)	BRV30 "ON" perawatan, BRV10,20,30 "ON" simulasi, manual untuk perbaikan KLA40, KLA40, pengisian QKJ04, QKJ02 mati, QKJ03 mati, QKJ03 mati, QKJ01 mati dan KLA60 "foult"
Agustus	7	Sesaat dan 11 jam 8 mnt (19/8/00), 1 jam 7 mnt	Pergantian QKJ01 ke QKJ04 dan KLA40 operasi bergantian, QKJ01,02,03 mati, ketika sampel keluar dari Rabbit Sistem - alarm CQB03 - KLA40 "ON", QKJ02 mati lalu QKJ01 dan QKJ03, listrik PLN trip
September	7	19 jam, Sesaat, 4 jam 42 mnt, 23 jam 46 mnt	PLN mati KLA40 ON, Trip PLN lalu KLA31,32,34 "foult", KLA31 "foult", QKJ02 mati, QKJ02 mati, trip SPR perawatan, sparated area dan KLA40 "ON"
Oktober	11	Sesaat, 3 hari 15 jam 10 mnt, 5 jam 53 mnt, 6 jam 30 mnt	Dari sparated area (September) dan pergantian v belt KLA24, trip PLN, QKJ03 mati, KLA24, pindah dari KLA24 ke KLA23, QKJ01 mati, QKJ01 mati, QKJ02 mati, QKJ01 mati, KLA20 CF002
November	12	Sesaat, 4 jam 17 mnt	Perawatan KLK06-QKJ01,02, perawatan KLA32-KLA33 "foult", KLA40 mati, QKJ01 mati, QKJ01 mati, QKJ02 mati, QKJ01, KLA20 CF002, QKJ03 mati, KLA24 AN001 "foult", QKJ03 mati
Desember	2	Sesaat	QKJ03 mati, uji trip sinyal

Tabel 2. frekuensi kejadian isolasi gedung saat reaktor operasi daya pada tahun 2000

Bulan	Jumlah kejadian	Waktu kejadian	Penyebab aktual (urutan)
Januari	4	20 mnt, 3 jam 4 mnt, 2 jam 34 mnt	QKJ03 mati, QKJ03 mati, pengisian QKJ04-menghidupkan KLA40, mematikan QKJ02 untuk pengisian
Februari	-		
Maret	1	Sesaat	QKJ01 mati
April	17	Sesaat 2 jam 35jam*, 4jam**	QKJ01 mati, QKJ03 mati, QKJ03 mati, QKJ03 mati, QKJ03 mati, QKJ01 mati, QKJ01 mati, QKJ01 mati, QKJ01 mati, KLA40 red 2 hidup, QKJ01/02/03 mati*, QKJ03 mati, QKJ03 mati, QKJ02 mati**
Mei	-		
Juni	2	Sesaat	KLK06 CR001 uji fungsi, QKJ01/02/03 mati

Tabel 2. Lanjutan

Bulan	Jumlah kejadian	Waktu kejadian	Penyebab aktual (urutan)
Juli	7	Sesaat	Di isolasi untuk pengisian QKJ04. KLA40 ON diisolasi pengujian KLA40. KLA40 ON, diisolasi untuk perbaikan KLA40. QKJ03 mati. QKJ03 mati
Agustus	3	Sesaat	QKJ01 dimatikan untuk isi air. QKJ01 dioper ke QKJ02 dan mati. QKJ02 mati.
September	-		
Oktober	3	3 jam, 45 mnt. sesaat	v belt QKJ01 putus, PLN padam. QKJ01 mati
November	3	Sesaat. sesaat	QKJ03 mati, sebelumnya reaktor <i>scram</i> dan KLA60 maks (sampel lewat di Rabbit). QKJ02 off
Desember	-		

Tabel 3. Frekuensi kejadian isolasi gedung saat reaktor tidak operasi pada tahun 2001

Bulan	Jumlah kejadian	Lama kejadian	Penyebab aktual (urutan)
Januari	14	Sesaat, dan maks 2,5 jam	QKJ02 mati, QKJ01 mati, trip PLN, perawatan, QKJ04 mati, KLA40 ON, KLK06 CR002
Februari	16	Sesaat dan 12 jam	KLA33, KLA32, KLA32, KLA24
Maret	17	Sesaat, dan 11 jam	KLA40 "ON", QKJ01"
April	9	Sesaat dan 6 jam	KLA40 off, KLA33 fount, KLA31 fount, KLA40, KLA33.
Mei	11	Sesaat	-
Juni			
Juli	1	8 jam	QKJ02 mati
Agustus	1	Sesaat	-
September	1	12 jam	Trip PLN
Oktober	1	Sesaat	manual
November			
Desember			

Tabel 4. Frekuensi kejadian isolasi gedung saat reaktor operasi daya pada tahun 2001

Bulan	Jumlah kejadian	Waktu kejadian	Penyebab aktual (urutan)
Januari	5	Sesaat. 1 jam	KLA31, KLA33 fount
Februari	7	Sesaat. 7 jam. 10 jam	QKJ02 off. QKJ01, QKJ02. QKJ02 fount
Maret	3	Sesaat. 4 jam. 7 jam	KLA33. KLA33 fount
April	12	8 jam, sesaat	KLA34, KLA33. KLA31 fount
Mei	-		
Juni	2	sesaat	-
Juli	-		
Agustus	-		
September	-		
Oktober	-		
November	1	1 jam	Trip PLN
Desember	-		