

## PENINGKATAN SISTEM PENGENDALIAN KESELAMATAN REAKTOR

Slamet Suprianto

### ABSTRAK

**PENINGKATAN SISTEM PENGENDALIAN KESELAMATAN REAKTOR.** Pusat Reaktor Serba Guna (PRSG) bertanggung jawab atas pengendalian radiasi yang ditimbulkan dari suatu kegiatan fasilitas nuklir, utamanya terhadap pekerja radiasi dan lingkungan RSG-GAS. Sejak tahun 1987 PRSG sebagai pengelola reaktor bertugas sebagai mengoperasikan reaktor dan telah memanfaatkan reaktor secara aman, efektif dan efisien serta tidak berbahaya terhadap para pekerja dan lingkungannya. Sistem pengendalian keselamatan reaktor di PRSG telah dilaksanakan dalam berbagai kegiatan untuk menjaga keselamatan kerja maupun fasilitasnya melalui tindakan preventif maupun korektif. Namun demikian umur reaktor yang telah memasuki paruh kedua dari umur desainnya sudah sewajarnya jika mengalami penurunan kerja sistemnya. Untuk itu diperlukan kegiatan refungsionalisasi dan peningkatan sistem pengendalian keselamatan yang efektif agar kehandalan dan keselamatan operasi RSG-GAS tetap terjaga dan bahkan dapat ditingkatkan. Untuk mencapai tujuan tersebut, maka kegiatan peningkatan sistem pengendalian keselamatan reaktor dapat di implementasikan dalam bentuk kegiatan-kegiatan peningkatan keselamatan reaktor melalui: peningkatan fungsi dan jumlah fasilitas keselamatan dan komponen pendukungnya, peningkatan fasilitas laboratorium cacah dan komponen pendukungnya agar diperoleh fasilitas yang handal, aman dan memadai serta hasil analisis yang tepat, peningkatan fungsi pengawasan operasi reaktor dan pemutakhiran laporan analisis kecelakaan RSG-GAS serta menumbuh kembangkan budaya keselamatan di RSG-GAS. Dengan kegiatan tersebut diharapkan kinerja pengendalian keselamatan RSG-GAS lebih meningkat untuk menjamin rasa aman dan nyaman pekerja radiasi.

**KATA KUNCI:** Radiasi, Keselamatan reaktor, Analisis keselamatan reaktor.

### ABSTRACT

**INCREASING OF REACTOR SAFETY CONTROL SYSTEM.** Multipurpose reactor centre (PRSG) responsible to control the radiation that evoked from a nuclear facilities activity, predominantly towards radiation worker and environment RSG-GAS. Since 1987 PRSG as reactor manager had duty to operate reactor and utilized reactor safely, effective and efficient with not dangerous for workers and the environment. Reactor safety control system PRSG has been done in many activities to keep the worker safety also the facilities from preventive action also correctional. But the reactor age was enter second beak from the design age is properly if the system work depreciation. For that, it needs refunctionalization activity and increase of effective safety control system so that reliability and operation safety RSG-GAS permanent awake and can be increased. To achieve that, the reactor safety control system activity can be implementationed in the form of reactor safety activities such as: increasing the function and amount of safety facilities and the support component, increasing the amount of laboratory facilities and the support component so that effective facilities can be got, saved with correct analysis result, increasing of reactor operation supervision function and up to date accident analysis report RSG-GAS with develop safety culture at RSG-GAS. With this activity supposed safety control performance RSG-GAS more increase to guarantee safe and pleasure radiation worker.

*Keyword: Radiation, Reactor safety, Reactor safety analysis*

### PENDAHULUAN

Pengendalian Keselamatan Reaktor Riset RSG-GAS, dapat dipandang dari Aspek keselamatan Pengendalian Reaktor dan Keselamatan Pengendalian Radiasi. Pengelolaan dan pemanfaatan reaktor RSG-GAS sebagai salah satu instalasi nuklir

harus dijaga agar paparan radiasi yang ditimbulkan tidak merugikan dan membahayakan pekerja, masyarakat, dan lingkungan. Untuk menjamin keselamatan radiasi dari adanya kegiatan operasi instalasi nuklir seperti di RSG-GAS perlu adanya disain yang baik, keselamatan operasional dan kinerja personil yang optimal. Untuk itu diperlukan

pengetahuan tentang pengoperasian reaktor, pengendalian personil dan pengendalian daerah kerja di RSG-GAS.

Reaktor G.A. Siwabessy menetapkan persyaratan untuk membentuk, melaksanakan, mengkaji dan memperbaiki secara terus menerus sistem pengendalian keselamatan, serta memastikan bahwa keselamatan dipertimbangkan sebagaimana mestinya dalam semua kegiatan operasi reaktor. Keselamatan pekerja radiasi di instalasi nuklir perlu dijadikan prioritas utama dan semakin bertambah tua fasilitas reaktor serta pemanfaatannya bertambah banyak, maka jalur pemantauan radiasi yang terjadi di dalam reaktor perlu mendapat perhatian yang serius, khususnya pengawasan terhadap pekerja radiasi, penerapan prosedur kerja, mapping daerah kerja serta peningkatan dokumen laporan analisis kecelakaan (LAK) RSG-GAS.

Pusat Reaktor Serba Guna (PRSG) sebagai pengelola reaktor yang bertugas sebagai mengoperasikan reaktor, telah memanfaatkan reaktor secara aman, efektif dan efisien dan tidak berbahaya terhadap para pekerja dan lingkungannya. Pekerja radiasi yang telah memiliki sikap dan tata cara bekerja yang terprosedural telah melekat pada pekerja radiasi, dan pengendalian lepasan radiasi yang keluar dari gedung reaktor serta dokumen laporan analisis keselamatan yang lengkap merupakan indikator terkendali keselamatan instalasi nuklir, hal ini secara terus menerus perlu adanya peningkatan dari segala aspek keselamatan di fasilitas reaktor, utamanya memberikan rasa aman dan nyaman kepada para pekerja radiasi dalam melakukan segala aktivitas para pekerja radiasi.

Peningkatan Pengendalian Sistem Keselamatan reaktor di RSG-GAS merupakan upaya untuk:

1. Melindungi seluruh personil (pekerja dan tamu) dari paparan radiasi dan kontaminasi yg berlebihan, tidak direncanakan dan tidak diijinkan.
2. Menjaga dan mengendalikan terlepasnya radioaktivitas ke lingkungan dalam batas-batas yang diijinkan.
3. Menjaga agar paparan radiasi yang ditimbulkan tidak merugikan dan membahayakan pekerja, masyarakat, dan lingkungan.

Keberhasilan dari kegiatan peningkatan pengendalian keselamatan reaktor, selain didukung oleh SDM yang cukup dan berpengalaman dalam bidangnya, juga didukung adanya hasil-hasil modifikasi peralatan dan bahan-bahan kegiatan keselamatan RSG-GAS melalui peningkatan kinerja pengendalian personil, pengendalian daerah kerja radiasi, dan peningkatan pengawasan pengendalian sistem keselamatan operasi reaktor.

Tujuan kegiatan Pengendalian Keselamatan RSG-GAS adalah:

1. Menciptakan sistem keselamatan dengan melibatkan unsur manajemen dan individu, dalam rangka mencegah dan mengurangi kecelakaan untuk menjamin keselamatan operasi.
2. Meningkatkan kinerja Bidang keselamatan melalui perencanaan, pengendalian dan supervisor kegiatan yang berkaitan dengan keselamatan, baik pada keadaan normal, transien/abnormal maupun pada keadaan darurat.
3. Mendorong dan mendukung terciptanya budaya keselamatan yang kuat melalui pembentukan dan penguatan sikap dan perilaku keselamatan yang baik dalam individu dan tim agar dapat melaksanakan tugasnya dengan selamat.

Maka dari ke tiga tujuan utama kegiatan peningkatan sistem pengendalian keselamatan reaktor dapat diimplementasikan dalam bentuk kegiatan-kegiatan peningkatan keselamatan yaitu:

1. Meningkatkan fungsi dan jumlah fasilitas keselamatan dan komponen pendukungnya, agar diperoleh fasilitas yang handal, aman dan memadai serta hasil analisis yang tepat.
2. Meningkatkan fasilitas laboratorium cacah dan komponen pendukungnya, agar diperoleh fasilitas yang handal, aman dan memadai serta hasil analisis yang tepat
3. Meningkatkan fungsi pengawasan operasi reaktor dan pemutahiran LAK RSG-GAS.
4. Menumbuhkembangkan budaya keselamatan di RSG-GAS

Metoda kegiatan Pengendalian Keselamatan RSG-GAS merupakan metoda yang dilakukan untuk tercapai suatu kegiatan pengendalian keselamatan reaktor yang optimal. Untuk mencapai tujuan Peningkatan sistem Pengendalian keselamatan yang prima dapat didekatkan melalui pendekatan terhadap keselamatan nuklir dari beberapa pendekatan praktis seperti ;

1. Pendekatan Proteksi radiasi
2. Pendekatan Operasional dan Pemeliharaan
3. Pendekatan Kinerja.

Oleh sebab itu, berbagai metodologi teknis yang akan diterapkan antara lain:

- Meningkatkan dan menyempurnakan kinerja fasilitas alat pemonitor radiasi personil dan kontaminasi.
- Mengoptimasikan sistem pendukung fasilitas laboratorium dan bahan pengendalian daerah kerja radiasi.
- Selain metode teknis, diskusi, konsultasi dan presentasi adalah salah satu kiat yang dijadikan sebagai metode pendukung terhadap keberhasilan pengendalian keselamatan reaktor RSG-GAS.

## TEORI

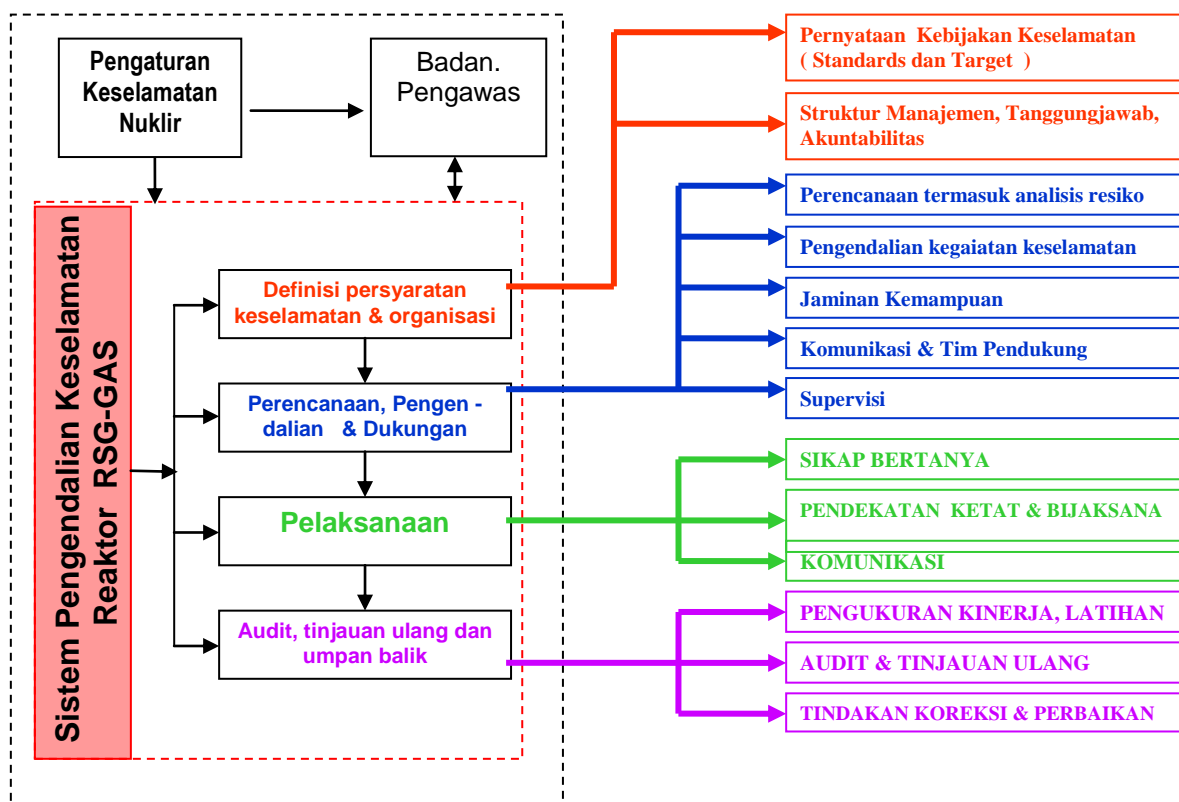
Pengoperasian reaktor RSG-GAS dengan mengutamakan keselamatan dan keandalan serta tingkat penggunaan yang tinggi akan difokuskan untuk mendukung/melayani produksi radioisotop, mendukung litbang ilmu bahan/material dan pengembangan profesionalisme dan kompetensi SDM.

Sistem Pengendalian Keselamatan Instalasi Nuklir RSG-GAS meliputi:

### 1. Komitmen Dan Kebijakan

2. Perencanaan
3. Pelaksanaan
4. Pengukuran dan Evaluasi
5. Tinjauan Ulang & Tindakan Perbaikan

Komponen-komponen yang berkaitan dengan sistem pengendalian keselamatan reaktor dapat dilihat pada gambar 2.1, mempunyai beberapa variable yang harus dipenuhi untuk menjamin agar sistem keselamatan reaktor terpenuhi dan didukung oleh kualifikasi teknis sumber daya manusia dari berbagai ilmu dasar.



Gambar 2.1. Sistem Pengendalian Keselamatan Reaktor RSG-GAS

### Komitmen dan Kebijakan :

Komitmen dan Kebijakan Keselamatan Batan menyatakan bahwa pada setiap kegiatan di seluruh unit kerja Batan bahwa keselamatan adalah prioritas utama yang harus mendapat perhatian sebelum tenaga nuklir dimanfaatkan.

PRSG telah melakukan dan menerapkan kebijakan keselamatan RSG-GAS untuk menjamin bahwa keselamatan dijunjung tinggi di dalam instalasi reaktor, melalui Kebijakan Keselamatan RSG-GAS yaitu :

- Sistem keselamatan personil harus mengikuti ketentuan Badan Pengawas
- Sistem keselamatan daerah kerja harus memenuhi persyaratan Badan Pengawas

- Sistem keselamatan operasi harus memenuhi persyaratan Badan Pengawas.

Dalam mengimplementasi kebijakan keselamatan tersebut, PRSG melalui bidang keselamatan membentuk dan menentukan sasaran dan prinsip keselamatan RSG-GAS melalui :

- Kinerja manajemen keselamatan personil optimum
- Kinerja manajemen keselamatan daerah kerja optimum
- Kinerja manajemen pengendalian keselamatan operasi reaktor optimum

Prinsip Keselamatan RSG-GAS :

- Mengutamakan keselamatan pengoperasian reaktor RSG-GAS

- Meningkatkan jumlah layanan dan kepuasan pengguna
- Meningkatkan profesionalisme dan kompetensi SDM
- Meningkatkan budaya kerja dan budaya keselamatan nuklir

- f) Peningkatan penerapan persyaratan keselamatan
- g) Perhatian terhadap sikap dan perilaku pekerja
- h) Sikap terhadap keselamatan reaktor
- i) Penerapan falsafah desain keselamatan “pertahanan berlapis”.

#### **Perencanaan.**

Semua rencana kegiatan tersebut dituangkan dalam Rencana Strategik PRSG yang disusun berdasarkan berbagai faktor baik yang bersifat sebagai peluang maupun tantangan, serta mempertimbangkan kekuatan dan kelemahan yang dimiliki. Namun demikian umur reaktor yang telah memasuki paruh kedua dari umur desainnya, sudah sewajarnya jika mengalami penurunan unjuk kerja sistemnya. Untuk itu diperlukan kegiatan refungsionalisasi sistem dan manajemen pengoperasian yang efektif agar keandalan dan keselamatan operasi RSG-GAS tetap terjaga dan bahkan dapat ditingkatkan

Keberadaan Badan Pengawas (BAPETEN) yang independen, merupakan tantangan sehingga PRSG harus benar-benar mampu menunjukkan bahwa semua sistem dan prosedur kerja dapat menjamin keselamatan pengoperasian reaktor.

Perpaduan dari berbagai faktor seperti yang tertuang dalam Kekuatan, Kelemahan, Peluang dan Tantangan di atas, dapat disusun sejumlah pilihan strategik yang dapat dilaksanakan untuk mencapai tujuan keselamatan. Namun demikian, dengan menitik beratkan pada visi, misi serta nilai-nilai yang harus dipegang, maka PRSG menetapkan/memilih 3 (tiga) unggulan strategik yang dinamakan Faktor Kunci Keberhasilan (FKK), yaitu:

1. Optimalisasi operasi reaktor untuk memenuhi peningkatan permintaan pengguna merupakan FKK untuk mencapai misi pertama
2. Pemeliharaan dan refungsionalisasi sistem reaktor yang menua untuk meningkatkan keandalan sistem reaktor, merupakan FKK untuk mencapai misi kedua
3. Peningkatan pengendalian keselamatan reaktor untuk memenuhi persyaratan badan pengawas, merupakan FKK untuk mencapai misi ketiga.

Perencanaan Sistem Pengendalian Keselamatan Reaktor meliputi :

- a) Perencanaan identifikasi bahaya, penilaian dan pengendalian resiko
- b) Peraturan Perundangan dan Persyaratan lainnya
- c) Tujuan , Sasaran dan Kebijakan
- d) Indikator Kinerja
- e) Perencanaan Awal dan Perencanaan kegiatan yang sedang berlangsung

#### **Pelaksanaan**

- a) Identifikasi sumber bahaya, penilaian, dan pengendalian resiko
- b) Kepastian Kompetensi Sumberdaya (SDM, Sarana, Prasarana , tanggungjawab dan tanggung gugat)
- c) Supervisi dari line manager, supervisor, team leader terhadap organisasi
- d) Komunikasi, konsultasi dan dukungan tim
- e) Pelatihan untuk memastikan Kompetensi SDM
- f) Pelaporan, pendokumentasian, pengendalian dokumen, pencatatan dan manajemen informasi.
- g) Pendekatan ketat & Bijaksana ( Preparedness & Response, Penilaian Keselamatan, Pelayanan keselamatan / safety services )
- h) Perilaku aman (safe behaviour) : sikap bertanya, motivasi dan kesadaran

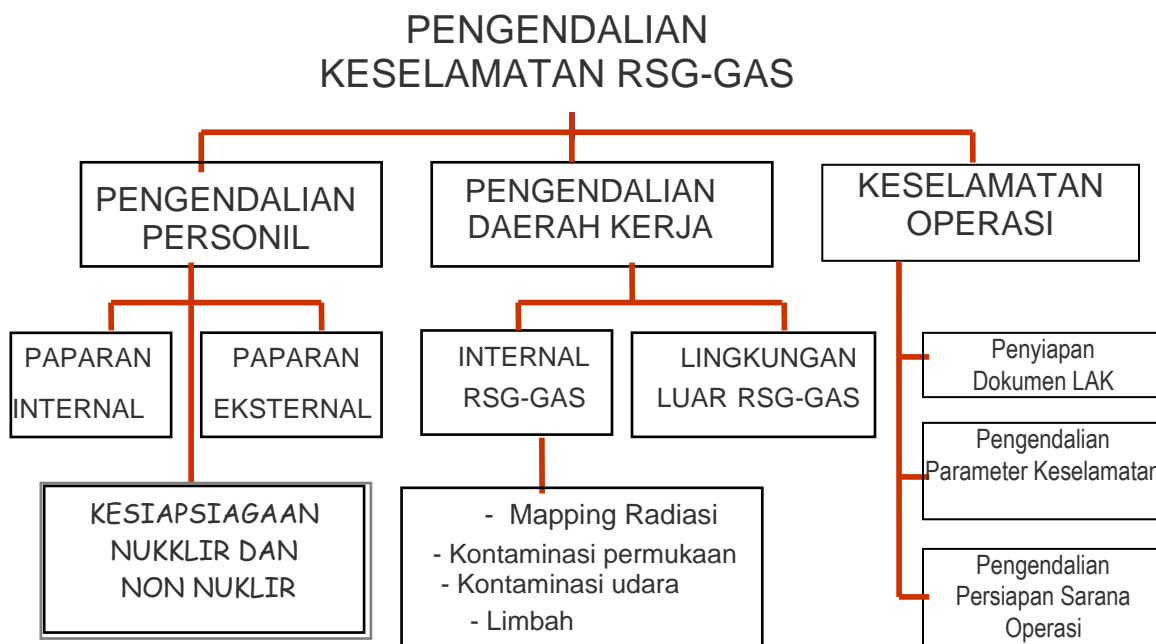
#### **Pengukuran dan Evaluasi**

- a) Monitoring secara rutin (proaktif) untuk memastikan standar keselamatan dipelihara dan ditingkatkan (Prosedur inspeksi, pengujian dan pemantauan, frekuensi inspeksi, tindaklanjut temuan hasil inspeksi ).
- b) Inspeksi secara reaktif
- c) Audit sistem manajemen keselamatan ( audit berkala, auditor, frekuensi audit, tindaklanjut hasil audit ).

#### **Tinjauan Ulang & Tindakan Perbaikan**

- a) Review sistem pengendalian keselamatan reaktor
- b) Review tujuan, sasaran dan kinerja keselamatan reaktor
- c) Tindaklanjut temuan hasil audit sistem pengendalian keselamatan reaktor
- d) Evaluasi efektifitas penerapan sistem pengendalian keselamatan reaktor dan kebutuhan untuk perbaikan pengendalian keselamatan reaktor atau umpan balik utk perbaikan sistem pengendalian keselamatan reaktor.

Untuk menjalankan proses peningkatan keselamatan reaktor , maka diperlukan perangkat kerja yang sistematis guna kinerja keselamatan dapat terarah dan efektif. Hal ini tertuang pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Perangkat Kendali Keselamatan RSG-GAS

Perangkat kendali keselamatan reaktor dalam meningkatkan kinerjanya telah mengupayakan penambahan infrastruktur peralatan keselamatan dan perbaikan di beberapa bagian dari indikator kinerja keselamatan yaitu melalui sistem keselamatan pemantauan radiasi antara lain;

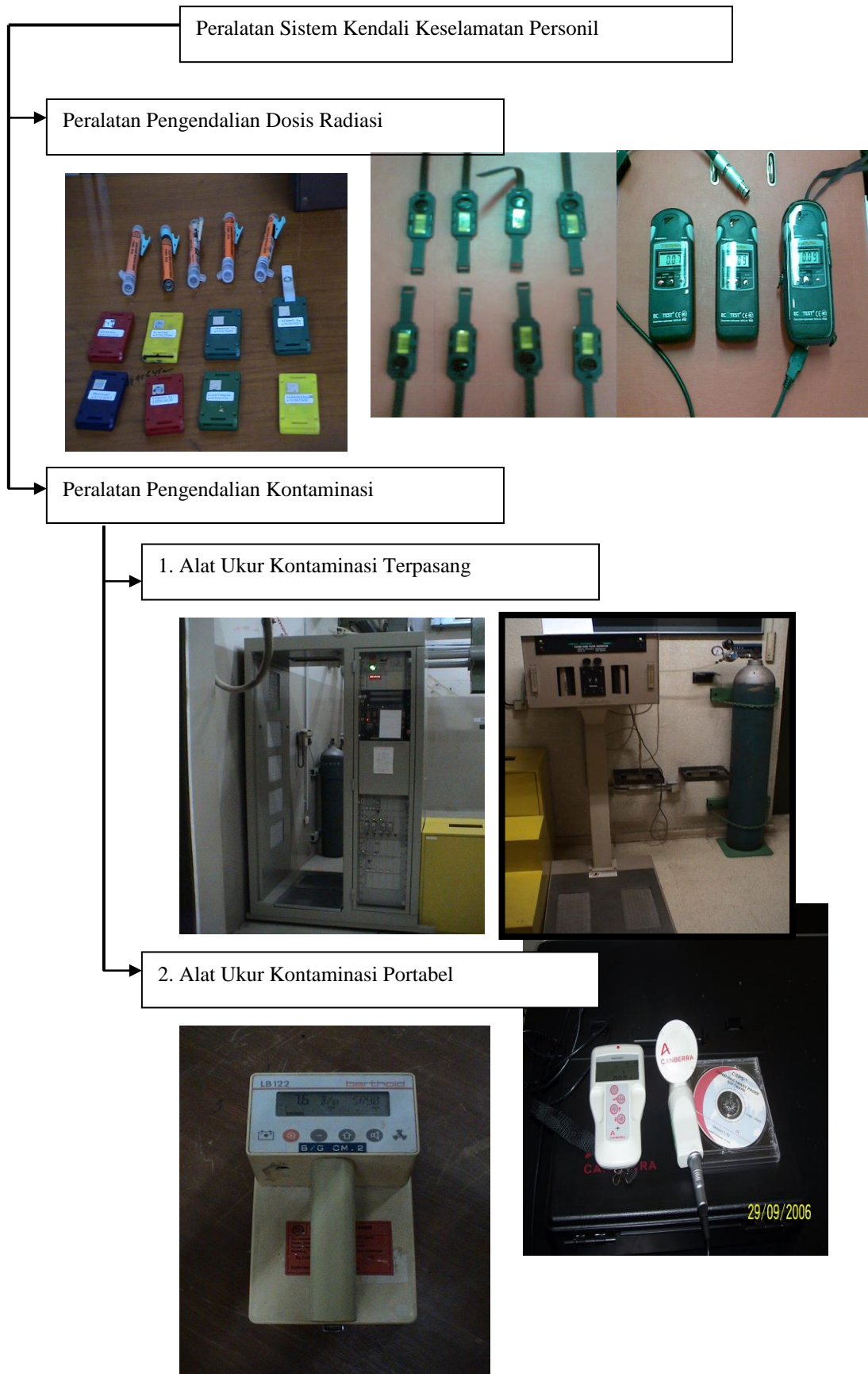
- Instrumentasi monitor radiasi terpasang.
- Peralatan monitor radiasi portable.
- Peralatan monitor pH, konduktivitas.
- TLD dan Pen Dosimetri digital
- Laboratorium Cacah dan Laboratorium Fisika Kesehatan.
- Ruang Dekontaminasi.
- Perlengkapan Survey (*smear tools*).
- Gudang Limbah Padat.
- Peralatan ruang thomson/kritis, alat kesiapsiagaan nuklir dan non nuklir.
- LabJas, shoe cover, rantai pembatas, marka daerah radiasi dll.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari kegiatan penguatan kelembagaan iptek. Peningkatan Sistem keselamatan RSG telah

mengupayakan beberapa modifikasi, refungsionalisasi peralatan keselamatan dan dokumen analisis keselamatan serta peningkatan kinerja keselamatan. Kegiatan ini merupakan akibat dari penuaan umur fasilitas keselamatan yang secara fungsi kerja telah mengalami penurunan unjuk kerja, sehingga diperlukan peningkatan sistem keselamatan melalui optimasi kinerja keselamatan personil, optimasi kinerja keselamatan daerah kerja dan optimasi kinerja pengendalian keselamatan operasi reaktor.

Optimasi kinerja keselamatan personil yang telah dilakukan dengan meningkatkan sistem peralatan pengendalian personil dan kesiapsiagaan nuklir guna merespon serta meningkatkan kewaspadaan terhadap kemungkinan adanya resiko kegagalan operasi reaktor. Peningkatan peralatan sistem peningkatan kendali keselamatan personil dapat dilihat pada gambar 3a dan peningkatan peralatan peningkatan kedali kesiapsiagaan pada gambar 3b. Pengendalian personil juga telah mengoptimalkan tentang rekap data dosis pekerja radiasi melalui dosis yang terima baik interna yang dipantau dari hasil whole body counter dan dosis eksterna yang dipantau dari TLD.



Gambar 3a. Peningkatan Peralatan Sistem Pengendalian Personil RSG-GAS.



Gambar 3b. Peningkatan Peralatan Sistem Kendali Kesiapsiagaan Nuklir RSG-GAS.

Optimasi kinerja pengendalian daerah kerja telah dilakukan dengan meningkatkan sistem komponen peralatan pengendalian daerah kerja radiasi, melalui beberapa peningkatan diantaranya peningkatan pengendalian ruangan kerja, peningkatan pengendalian sistem reaktor dan peningkatan pengendalian udara buang (cerobong) / lingkungan serta peningkatan alat ukur radiasi jinjing (*portable*).

Peningkatan pengendalian ruangan kerja dilakukan dengan mengendalikan udara ruangan kerja RSG-GAS dari bahan radioaktif yang terkandung di dalam udara, dimungkinkan untuk :

- a. Mendeteksi sedini mungkin adanya peningkatan konsentrasi aktivitas di dalam udara ruangan.
- b. Mendeteksi ruangan- ruangan yang menyebabkan terjadinya peningkatan konsentrasi aktivitas di dalam udara buangan.
- c. Mengetahui adanya kebocoran di dalam sistem atau komponen:komponen sistem yang mengandung bahan radioaktif.
- d. Memberikan peringatan (bunyi) yang menunjukkan bahwa nilai batas telah terlampaui. Instrumen peralatan yang digunakan untuk memantau udara ruangan adalah :
  1. monitor *aerosol* (partikel udara) dan *noble gas*(gas mulia) dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Monitor  $\alpha$ - $\beta$  Aerosol

## 2. Monitor laju dosis ruangan kerja RSG-GAS

Pengendalian radiasi gamma dilakukan dengan menggunakan peralatan yang terpasang permanen pada titik lokasi pengukuran sebanyak 13 buah dengan kode UJA yaitu UJA02 CR001 CR002; UJA 04 CR001, CR002, CR003, CR004; UJA 06 CR001, CR002; UJA 07 CR001, CR002, CR003 CR004, dan UJA 09 CR001. Selain peralatan yang terpasang permanen juga dilakukan pengukuran menggunakan peralatan portabel seperti babyline, smartIon,

Radiagem dll. Keselamatan radiasi di RSG-GAS diadakan untuk melindungi personil, sistem daerah kerja, dan pencegahan pengelepasan radiasi ke lingkungan.



Gambar 5. Alat pantau laju dosis ruangan kerja RSG-GAS

Peningkatan pengendalian sistem reaktor, adalah untuk mengendalikan pengukuran konsentrasi aktivitas gamma yang terkandung di dalam pendingin primer diperlukan untuk mengecek aktivitas air secara kontinyu, mengontrol efisiensi sistem purifikasi dan medeteksi setiap kemungkinan adanya penembusan filter. Untuk pengukuran konsentrasi aktivitas gamma yang terkandung di dalam pendingin sekunder, sistem sekunder ini mempunyai perbedaan tekanan yang lebih besar dari sistem primer sehingga tidak terjadi kontak pada penukar bahang. Pada waktu tertentu atau jika diperlukan contoh air pendingin sekunder dikirim ke laboratorium cacah untuk pemeriksaan kandungan konsentrasi gamma air dengan spektrometer gamma.

Peningkatan pengendalian udara buang (cerobong) / lingkungan. Dengan menggunakan

berbagai teknik pengukuran untuk memantau udara buang cerobong, dijamin bahwa bahan radioaktif yang terkandung di dalam udara buang reaktor dapat diketahui dan tercatat dengan sensitivitas yang memadai. Untuk memenuhi maksud tersebut, selain diperlukan monitor dan pencuplik udara yang andal juga diperlukan sistem pengaliran contoh udara yang representative.

Kegiatan pengendalian udara cerobong/lingkungan berikut fasilitasnya terdiri dari:

- a. Pemantauan gas mulia (dua buah monitor gas mulia masing-masing untuk pengukuran pada kondisi normal dan kecelakaan; satu diantaranya mempunyai jangkauan ukur yang lebih tinggi).
- b. Pemantauan aerosol (sebuah monitor aerosol beta).
- c. Penentuan riwayat (saldo) aktivitas untuk aerosol, radio-iodine, strontium dan pemicar alpha yang terlepas melalui cerobong dengan cara pengambilan contoh dengan filter kemudian diukur di lab (sebuah Iodine and aerosol sampler).
- d. Pencuplikan contoh udara buang untuk menentukan komposisi dan konsentrasi udara buang (sebuah kompresor berikut tabung contoh udara bertekanan tinggi).

Peningkatan alat ukur radiasi jinjing (*portable*) dan spektrometri gamma. Dilakukan pemantauan daerah radiasi untuk mengoptimalkan mapping radiasi di RSG-GAS, hal ini dapat dilihat pada lembar mapping pada gambar 6. Peralatan mapping yang ditingkatkan adalah Alat Survei-Meter Gamma, Survei-Meter Neutron, Survei-Meter Kontaminasi Permukaan, Alat Ukur Pencacahan (Counter) dan Spektrometri gamma dapat dilihat pada gambar 7.





Optimasi kinerja keselamatan operasi reaktor telah dilakukan dengan meningkatkan sistem pengendalian PSO (persiapan sarana operasi), pengkajian sistem parameter keselamatan RSG-GAS dan pemutahiran serta penyiapan dokumen laporan

analisis keselamatan. Peningkatan keselamatan operasi reaktor dapat dilihat dari peralatan sistem kendali keselamatan reaktor dan dokumen yang telah dimutakhirkan pada gambar 8



Gambar 8. Peralatan Sistem Kendali Keselamatan Reaktor Dan Dokumen LAK RSG-GAS.

Peningkatan sistem pengendalian keselamatan reaktor RSG-GAS yang telah dicapai dari ke 3 pilar keselamatan di antaranya;

1. meningkatkan sistem peralatan pengendalian personil dan kesiapsiagaan nuklir
  2. meningkatkan sistem komponen peralatan pengendalian daerah kerja radiasi
  3. Optimasi kinerja keselamatan operasi reaktor
- Keberhasilan ke tiga pilar keselamatan diatas diperlukan tumbuh dan kembangnya budaya keselamatan di RSG-GAS. Budaya keselamatan senantiasa mendorong dan mendukung terciptanya keselamatan yang kuat melalui pembentukan dan

peningkatan sikap dan perilaku keselamatan yang baik dalam individu dan tim agar dapat melaksanakan tugasnya dengan selamat.

**KESIMPULAN**

1. Keberhasilan peningkatan sistem pengendalian keselamatan reaktor RSG-GAS mencakup; disain yang baik, keselamatan operasional dan sistem pemantauan radiasi yang baik dan Optimasi kinerja personil

2. Peningkatan sistem pengendalian keselamatan reaktor RSG-GAS, menjadikan umban balik terhadap tumbuh dan perkembangan budaya keselamatan di RSG-GAS

#### **DAFTAR PUSTAKA**

1. IAEA, Safety Report INSAG-13, Management of Operational Safety in Nuclear Power Plant, Vienna, 1999
2. IAEA, Safety Series No. 115, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Vienna, 1996.
3. U.U No. 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran
4. Pernyataan Kebijakan keselamatan Nuklir, BAPETEN, Jakarta, 2000
5. Laporan Analisis Kecelakaan RSG-GAS, Rev 9, Serpong, 2006