

MANAJEMEN PENGOPERASIAN REAKTOR RSG-GAS

Yusi Eko Yulianto, Mochamad Imron
PRSG-BATAN

ABSTRAK

Reaktor RSG-GAS yang berlokasi di Kawasan Puspiptek Serpong merupakan reaktor riset terbesar (dengan daya 30 MW) di BATAN yang dikelola oleh Pusat Reaktor Serba Guna (PRSG). Reaktor RSG-GAS yang telah dioperasikan sejak 1987 dan telah melayani pengguna untuk keperluan-keperluan produksi radioisotop, Analisis sampel dengan metode *Neutron Activation Analysis* (NAA), Pewarnaan Batu Topas, Riset elemen bakar reaktor dengan *Power Ramp Test Facility* (PRTF) dan Riset Bahan Industri Nuklir dengan menggunakan fasilitas *Beam tube* (Tabung berkas S1-S6). PRSG bersama-sama dengan para pengguna merencanakan jadwal operasi, berkoordinasi tentang pelaksanaan operasi dan melakukan evaluasi yang diperlukan untuk memperbaiki layanan operasi. Bidang-bidang teknis pendukung operasi (BSR, BOR dan BK) melakukan pembinaan terhadap sumber daya manusia melalui diklat keahlian bekerjasama dengan PUSDIKLAT dan kualifikasi yang diselenggarakan oleh BAPETEN. Bidang-bidang teknis PRSG mendukung pengoperasian reaktor dengan mengerahkan semua kemampuan dalam rangka memenuhi kebutuhan operasi reaktor. Sampai dengan pengoperasian reaktor teras yang ke 82, PRSG telah mampu memberikan layanan terbaiknya kepada para pelanggan potensialnya.

ABSTRACT

RSG-GAS is located in Puspiptek Serpong. This area is the biggest nuclear research reactor (30 MW Thermal) in BATAN, which is managed by Center for Multi Purpose Reactor (PRSG). The RSG-GAS reactor has been operated since 1987 and given it's service for the radioisotope production, sample analysis by the NAA method, gemstone coloration, research on nuclear power reactor fuel element using the Power Ramp Test Facility and research on Nuclear Industry Material using S1-S6 Neutron Beam Tubes. Center For Multipurpose Reactor (PRSG) is working together with the users to plan operation schedule, coordinating on the reactor utilization and evaluating the services of PRSG. Technical Divisions (BOR, BSR and BK) are in charge to support the reactor operation. PRSG is under cooperation with the Batans Training Center (PUSDIKLAT) doing the training and education for the staf preparing the Licensing. Regulatory Body (BAPETEN) organizes and conducts the Licensing. The operation of RSG-GAS reactor (core 82) has been full dedicated to serve the potential BATAN customers.

PENDAHULUAN

Reaktor nuklir riset RSG-GAS yang berada di Pusat Penelitian Nuklir BATAN Serpong telah dioperasikan hingga saat ini selama 26 Tahun. Dalam pengoperasiannya oleh Pusat Reaktor Serba Guna (PRSG), reaktor RSG-GAS digunakan untuk kegiatan: Produksi Radioisotop yang dikonsumsi oleh rumah sakit untuk keperluan pengobatan dan diagnosis, keperluan industri sebagai bahan perunut dan aplikasi teknis lainnya; dan dunia pendidikan memanfaatkannya untuk keperluan penelitian di laboratorium-laboratorium universitas. Analisis sampel menggunakan jasa iradasi neutron diminati oleh dunia industri, lembaga penelitian dan dunia kesehatan. Pewarnaan batu mulia seperti topaz menggunakan sinar gamma menghasilkan warna-warna: merah, biru, toka, hijau, coklat dan kuning yang berkilau.

Reaktor RSG-GAS sedang dalam pengembangan untuk melengkapi fungsinya sebagai reaktor serba guna. Pengembangan fasilitas tersebut antara lain dengan menambahkan fasilitas: *Power Ramp Test Facility* (fasilitas uji undak daya) yang digunakan

untuk menguji pin elemen bakar nuklir pada reaktor daya, dan pengembangan fasilitas pewarnaan batu topaz di luar teras reaktor dan pengembangan fungsi dari sistem *pneumatic rabbit* untuk menambah kecepatan layanan iradiasi sampel.

Fasilitas layanan iradiasi di teras reaktor merupakan bagian dari keseluruhan fasilitas layanan yang ada di RSG-GAS. Fasilitas iradiasi lainnya melalui tabung berkas (*beam tube*) S2 s/d S6 antara lain digunakan untuk penelitian di bidang sains dan materi oleh Pusat Teknis Bahan Industri Nuklir (PTBIN). Kegiatan penelitian yang dilakukan antara lain: Neutron Radiografi, Neutron Spektrometri-3 Sumbu dan Neutron Defraktometri. Penelitian dibidang sains -materi ini telah banyak memberikan sumbangan kemajuan penelitian ilmu bahan di dunia. Kancah dunia nano teknologipun telah dicapainya.

Program pengoperasian reaktor RSG-GAS dibuat dengan cara melibatkan para pengguna yang berkaian dengan rencana mereka memperoleh layanan iradiasi di reaktor untuk berbagai kepentingan. Dari data hasil diskusi dengan pengguna kemudian diolah oleh PRSG untuk

membuat jadwal operasi tahunan yang di tampilkan di *website* BATAN.

Dengan dukungan 3 bidang teknis: Bidang Sistem Reaktor (BSR), Bidang Operasi Reaktor (BOR), Bidang Keselamatan (BK) dan satu bidang non-teknis, Bidang Tata Usaha (BTU), maka PRSG melaksanakan kegiatan pengoperasian reaktor sesuai dengan jadwal yang telah dibuat dalam rangka mencapai kepuasan pelanggan.

Sumber daya manusia sebagai aset penting dikelola oleh PRSG untuk mencapai prestasi terbaiknya. Setiap petugas teknis harus menempuh ujian kualifikasi yang diselenggarakan oleh BAPETEN. Untuk itu PRSG bekerjasama dengan PUSDIKLAT BATAN menyelenggarakan diklat guna meningkatkan dan mempertahankan pengetahuan di bidang keselamatan, terutama tentang keselamatan pengoperasian reaktor.

Melengkapi tugas pengoperasian, maka bidang teknis di PRSG (BSR, BOR dan BK) harus mengelola kebutuhan bahan-bahan dan jasa yang diperlukan dalam pengoperasian reaktor RSG-GAS.

Layanan pengoperasian reaktor RSG-GAS ditargetkan untuk mencapai layanan terbaiknya kepada para pengguna baik secara nasional maupun internasional.

TEORI

Dalam rangka mencapai target pengoperasian reaktor dengan selamat dan aman, maka manajemen reaktor RSG-GAS membuat perencanaan atau kegiatan pra-operasi seperti:

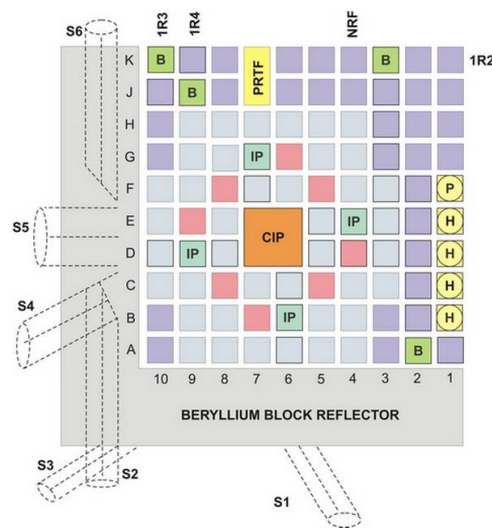
- Membuat jadwal operasi reaktor selama satu tahun.
- Mengisi formulir Persiapan Sarana Operasi setiap awal pengoperasian reaktor.
- Mengecek dokumen LAK, prosedur dan spesifikasi teknis target yang akan diiradiasi di reaktor
- Menyelesaikan pekerjaan perawatan sistem reaktor, terutama untuk sistem keselamatan reaktor.
- Membuat akuntansi bahan nuklir reaktor.

Bila hal-hal penting tersebut di atas dapat dipenuhi artinya reaktor telah bersedia untuk dioperasikan. Setelah melalui tahap kalibrasi, maka reaktor dapat dioperasikan dengan berbagai macam moda penggunaannya seperti berikut ini:

Penggunaan reaktor untuk Produksi Isotop

Penggunaan reaktor RSG-GAS untuk produksi radioisotop antara lain menghasilkan isotop : Molibdenum (Mo^{99}), Iodium (I^{125} , I^{131}), Samarium (Sm^{153}), Holium (Ho^{166}), Bromium (Br^{85}), Iridium (Ir^{192}), Arsen (As^{75}), Posphor (P^{32}) dan Sulfur (S^{35}), serta masih banyak lagi. Fasilitas iradiasi untuk produksi isotope ini berada di posisi *Irradiation*

Position (IP) dan *Central Irradiation Position* (CIP) yang berada di posisi: B6, D6, D7, D9, E4, E6, E7 dan G7 di dalam *grid* teras reaktor. Prosedur pemuatan dan iradiasi target untuk menjadi isotop diatur dalam sebuah tatalaksana kerja standar. Setiap target iradiasi yang berada dalam teras reaktor harus dilengkapi dengan analisis keselamatan untuk menjamin tidak terjadinya akibat merusak terhadap sistem reaktor.



Gambar 1. Teras reaktor RSG-GAS

Penggunaan Reaktor untuk iradiasi sampel dalam sistem Rabbit.

Sistem Rabbit adalah sistem transfer kapsul yang berisi sampel yang akan diiradiasi. Sistem ini terdiri dari susunan pipa yang berisi air dan membentuk aliran sirkulasi tertutup. Aliran air dalam pipa diatur sedemikian sehingga dapat digunakan untuk menghantarkan kapsul dari terminal pemuatan, menuju ke posisi iradiasi di teras reaktor dan membawa kembali ke terminal pembongkaran. Proses pengiriman dengan masa tinggal tertentu sesuai dengan keinginan dapat diatur melalui sebuah sistem kendali berbasis computer digital.

Penggunaan Reaktor untuk Pewarnaan Batu Topaz.

Pewarnaan batu topaz (batuan Silikat dengan rumus kimia $Al_2SiO_4(FOH)_3$ (Aluminium Silicate Fluoride Hydroxide) merupakan cara pembuatan batuan perhiasan artifisial yang dapat menghasilkan warna-warna pilihan menarik dari warna cerah (kuning, hijau, magenta) sampai warna kegelapan (merah, biru, coklat dan ke arah ketuaan) dengan memanfaatkan iradiasi sinar gamma dari proses fisi yang terjadi di teras reaktor. Batuan Silika dengan warna dasar putih dengan berbagai ukuran diameter (2mm s/d 30 mm) diletakkan di dalam wadah dengan rancangan khusus yang dapat diletakkan baik di dalam (pada posisi IP) maupun di luar teras

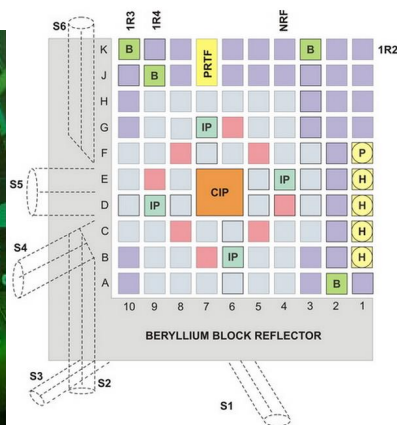
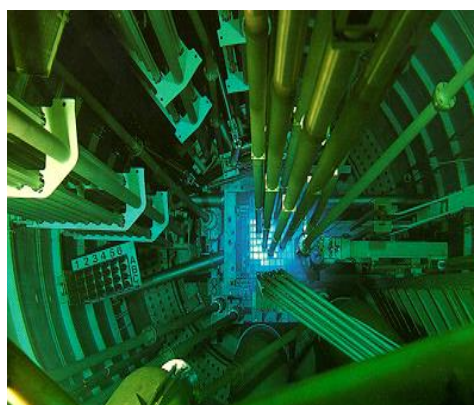
reaktor. Setelah diiradiasi selama 4 hari maka batuan ini dapat di keluarkan dari teras dan menghasilkan warna-warna pilihan.

Penggunaan Reaktor untuk Pengujian dengan Undak Daya (*Power Ramp Test*).

Fasilitas pengujian dengan undak daya adalah fasilitas yang akan digunakan untuk menguji Pin elemen bakar nuklir dari sebuah reaktor daya yang berada di dalam sebuah kalang tertutup pendingin primer dengan tekanannya 150 Bar dan dilengkapi kalang pendingin sekunder yang berhubungan

langsung dengan pendingin primer reaktor RSG-GAS. Sistem ini menyerupai sebuah sistem reaktor pembangkit daya dalam bentuk mini dan diletakkan di sebelah teras reaktor RSG-GAS. Fasilitas ini rencananya akan dioperasikan di akhir tahun 2013, setelah keluarnya ijin operasi dari PRTF dari Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nasional.

Item a. sampai dengan d. tersebut di atas merupakan fasilitas iradiasi yang berada di dalam teras reaktor. Khususnya fasilitas Iradiasi batu topas juga memiliki fasilitas yang didisain khusus untuk iradiasi di luar teras reaktor.



Gambar 2. Fasilitas Iradiasi di dalam dan di luar teras reaktor

Penggunaan Reaktor untuk penelitian bahan (materi).

Reaktor RSG-GAS dilengkapi dengan fasilitas pengarah berkas neutron dalam bentuk tabung-tabung pengarah sebanyak 6 buah (Tabung S1-S6). Tabung-tabung tersebut disusun secara radial dari teras ke pinggiran sumur reaktor, hingga ujungnya menembus dinding sumur hingga ke dinding luar reaktor dan berhubungan dengan berbagai peralatan dan fasilitas riset. Tabung S1 digunakan untuk produksi isotop Iodium-131, Tabung S2 digunakan untuk penelitian dengan radiografi, Tabung 3 dan 4 untuk fasilitas spektrometri neutron 3-sumbu dan Tabung 5 dan 6 untuk fasilitas penelitian dengan defraktometri neutron. Fasilitas tabung berkas merupakan fasilitas iradiasi yang berada di luar teras reaktor.

Sesuai dengan jadwal pengoperasian reaktor (180 hari dalam satu tahun), maka sisa waktu digunakan untuk kegiatan perawatan sistem reaktor. Pelaksanaan kegiatan perawatan telah diatur menurut kelompok yang dibuat, seperti perawatan sistem mekanik, sistem elektrik, sistem ventilasi, sistem kimia air, sistem instrumentasi dan kendali. Berdasarkan periode perawatannya, maka kegiatan dapat digolongkan menjadi: Perawatan 1-bulanan, 3-bulanan, 6-bulanan, 1-tahunan dan 5-tahunan. Disamping jadwal kegiatan perawatan rutin, maka

juga dilaksanakan kegiatan perawatan non-rutin atau perawatan perbaikan. Kegiatan ini didasarkan atas permintaan perbaikan dari operator reaktor^[2].

STRUKTUR ORGANISASI PENGOPERASIAN REAKTOR RSG-GAS

Berdasarkan SK Ka.BATAN No 392/KA/XI/2005, PRSG ditunjuk sebagai pengelola kegiatan pengoperasian reaktor RSG-GAS. PRSG dikepalai oleh seorang Kepala Pusat yang membawahi Tiga (3) Bidang Teknis dan Satu (1) Bagian Tata Usaha. Bidang Teknis tersebut adalah Bidang Operasi Reaktor, Bidang Sistem Reaktor dan Bidang Keselamatan.

Bidang Operasi Reaktor bertugas melaksanakan kegiatan pengoperasian reaktor, utilisasi reaktor dan Seifgard. Bidang Operasi didukung oleh 4 Sub Bidang, yakni:

- a. Sub Bidang Perencanaan Operasi Reaktor bertugas untuk membuat perencanaan operasi reaktor, mengkoordinasikan penerimaan target iradiasi dengan pengguna, membuat laporan operasi reaktor dan mengkoordinasikan pelaksanaan diklat operator dan supervisor reaktor, serta *coaching*.
- b. Sub Bidang Pelaksanaan Operasi bertugas untuk mengkoordinasikan dan melaksanakan kegiatan

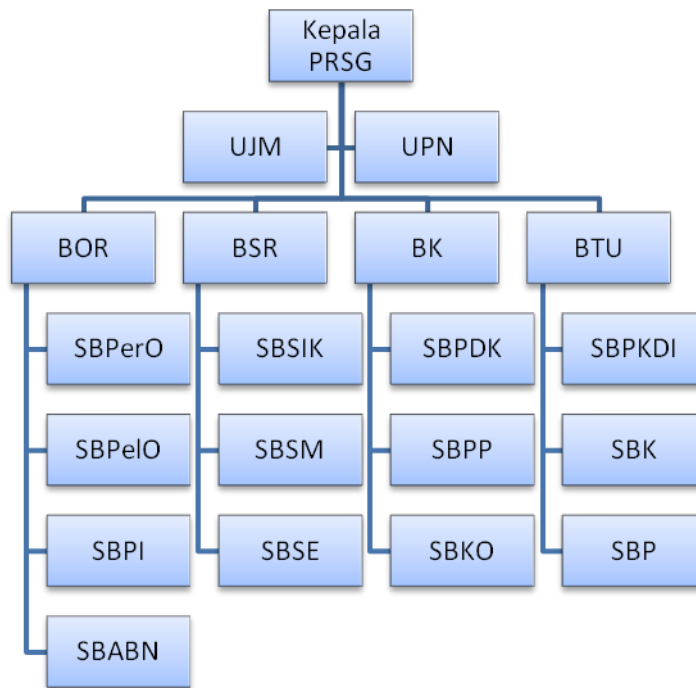
pengoperasian reaktor dan semua perangkat dan sistem reaktor. Tugas Sub Bidang Pelaksanaan Operasi adalah mempersiapkan prosedur dan administrasi operasi reaktor dan mengatur tugas operator dan supervisor reaktor yang bekerja secara *shift*.

- c. Sub Bidang Layanan Iradiasi bertugas untuk mempersiapkan dan melaksanakan kegiatan iradiasi target di dalam dan diluar teras reaktor, iradiasi di dalam sistem rabbit dan mengoperasikan-mengembangkan sistem *Power Ramp Test Facility*.
- d. Sub Bidang Akutansi Bahan Nuklir bertugas untuk membuat pembukuan tentang penggunaan bahan fisil uranium (U^{235}) di reaktor RSG-GAS. Disamping itu Sub Bidang Akutansi Bahan Nuklir bertugas untuk menyiapkan semua ijin

dan administrasi yang berkaitan dengan pengoperasian reaktor.

Bidang Keselamatan bertugas memberikan dukungan terhadap pengoperasian reaktor dalam melaksanakan pengendalian daerah kerja terhadap bahaya radiasi dan non-radiasi. Pelaksanaan pengendalian paparan radiasi personel dan koordinasi kedaruratan nuklir fasilitas, Pelaksanaan analisis dan pengkajian keselamatan operasi reaktor riset serta penyiapan dokumen Laporan Analisis Keselamatan (LAK)^[1].

Bidang Sistem Reaktor bertugas menyiapkan Sistem Reaktor dalam hal Perawatan sistem mekanik dan proses reaktor, mengoperasikan bengkel mekanik dan laboratorium pendukung serta melaksanakan kegiatan *in service inspection*. Melakukan perawatan sistem elektrik dan operasi bengkel elektrik.



Gambar 3. Struktur Organisasi PRSG

Merawat sistem instrumentasi dan kendali reaktor riset serta mengoperasikan bengkel instrumentasi.

Unit Jaminan Mutu bertugas untuk melakukan pemantauan pelaksanaan program jaminan mutu. Melakukan pengembangan program jaminan mutu. Melakukan audit internal dan melakukan pengelolaan *Quality Life Time Document* Reaktor yang bersifat teknis.

Unit Pengaman Nuklir bertugas untuk melakukan:

1. Pengamanan dan penjagaan terhadap kawasan kerja, instalasi, sarana penelitian, bahan nuklir dan non nuklir, bahan keterangan, kegiatan dan personel secara fisik dan atau melalui Sistem Pengamanan BATAN.

2. Pengamanan dan pengawalan terhadap pengangkutan peralatan dan bahan nuklir serta bahan lain yang dianggap penting.

3. Pengamanan dan pengawalan terhadap pegawai/pejabat atau tamu bila dipandang perlu.

4. Tindakan atas reaksi sistem pengamanan yang diperlukan dalam penanggulangan kedaruratan.

5. Koordinasi dengan Unit Pengamanan Nuklir BATAN yang lain dan aparat keamanan.

6. Peningkatan kinerja melalui pelatihan K3, kedaruratan, keterampilan dan kesehatan fisik secara berkala.

7. Perawatan dan pengujian peralatan sistem pengamanan dan,

8. Kegiatan yang berkaitan dengan ketertiban pegawai.

Bagian Tata Usaha bertugas untuk melaksanakan urusan persuratan, kepegawaian, administrasi kegiatan ilmiah, dokumentasi dan publikasi; melaksanakan urusan keuangan dan melaksanakan urusan perlengkapan dan rumah tangga.

DATA

Berdasarkan pengamatan di lapangan, maka penggunaan reaktor RSG-GAS untuk kegiatan layanan iradiasi dan penelitian telah menunjukkan angka peningkatan dari waktu ke waktu. Peningkatan penggunaan ini sebanding dengan jumlah produk dan jam operasi yang dilaksanakan selama ini.

Layanan Jasa Iradiasi

Layanan iradiasi reaktor RSG-GAS dapat dipenuhi sesuai dengan jadwal operasi yang diperlihatkan pada Gambar 3.

Layanan iradiasi dari pengoperasian reaktor diberikan menggunakan fasilitas-fasilitas: 8 kanal pada Sistem Rabbit, IP(4 *Irradiation Positions* dan 4 CIP (*Central Irradiation Positions* di dalam teras reaktor), *Special Container* di luar teras reaktor dan 6 *beam tubes*.

Dalam bidang produksi isotop, layanan iradiasi telah menunjukkan peningkatan secara signifikan, terutama dengan meningkatnya permintaan produksi isotop Molibdenum Mo⁹⁹ untuk memenuhi kebutuhan di dunia kesehatan (rumah sakit). Kebutuhan isotop Molibdenum Mo⁹⁹ datang baik dari nasional maupun dari internasional (Jepang, China, Malaysia, Bangladesh, Thailand dll. Peningkatan jumlah Radioisotop ter-iradiasi dari teras 80 ke 81, dan ke teras 82 terdapat kenaikan sebesar 31, 35 dan 26

Dalam bidang layanan iradiasi dan analisis sampel dengan menggunakan sistem rabbit juga telah menunjukkan peningkatan dari tahun sebelumnya ke waktu saat ini dari kurun waktu yang sama. Jumlah sampel yang teriradiasi tahun 2011 sebanyak 490 sampel, dan tahun 2012 sebanyak 528 sampel^[3].

Dalam bidang layanan iradiasi batu topaz menunjukkan peningkatan dari tahun sebelumnya ke

tahun sekarang sebanyak, 2011 = 167.493 g, 2012 = 614.255 g).

Penggunaan 6 *beam tubes* untuk litbang bahan industri nuklir dikelola sepenuhnya oleh Pusat Teknik Bahan Industri Nuklir (PTBIN).

Pembinaan Sumber Daya Manusia

Sumber daya manusia merupakan aset penting dalam manajemen. Hasil pembinaan hingga saat ini PRSG telah mendidik dan mengantarkan sertifikasi 12 Operator 6 Supervisor, 27 Petugas Perawat sistem Reaktor dan 6 Petugas Proteksi Radiasi. Hal ini menunjukkan, bahwa para pekerja di PRSG telah memenuhi kompetensi yang diharapkan (standar BAPETEN)

Manajemen Pengoperasian Reaktor

Kegiatan pengoperasian reaktor membutuhkan dukungan banyak faktor seperti: dukungan dana, dukungan *skill* (pengetahuan), dukungan birokrasi, dukungan komunikasi dan publikasi sampai dengan dukungan politis (kebijakan).

Kebutuhan dana diperlukan untuk memenuhi kebutuhan operasional, seperti pengadaan bahan bakar nuklir, kebutuhan perawatan sistem reaktor, pemenuhan kebutuhan administratif dan kebutuhan bahan operasional lainnya.

Kebutuhan *skill* (pengetahuan) diperlukan untuk memenuhi kompetensi dari SDM operator, seifgard, perawat dan petugas keselamatan. Pengetahuan ini ada yang hanya dipelihara (*maintained*) maupun yang harus ditambahkan sesuai dengan kebutuhan di lapangan, seperti seifgard, *ageing* dan proteksi fisik.

Kebutuhan akan kelancaran dalam proses perijinan merupakan bagian penting dari faktor birokrasi yang harus diperhatikan.

Kebutuhan komunikasi dan publikasi sangat penting untuk mendorong pertukaran informasi antara PRSG dan dunia luar sebagai calon pengguna jasa pengoperasian reaktor RSG-GAS.

Dukungan politis (kebijakan) diperlukan untuk menjamin status reaktor RSG-GAS sebagai fasilitas penting di BATAN untuk memenuhi kebutuhan nasional dan internasional yang terus dioperasikan dan didayagunakan semaksimal mungkin^[4].

MONTH	DATE																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
JANUARY	Maintenance II, Christmas, New Year			Operation II (Core 81)												Maintenance III			Operation III (Core 81)					Maintenance IV			Operation IV (Core 81)				
FEBRUARY	Operation IV (Core 81)			Maintenance V		Operation V (Core 81)					Maintenance VI		Operation VI (Core 81)					Maintenance VII													
MARCH	Operation VII (Core 81)			Maintenance, Fuel Reshuffle, Criticality, Rod & Power Calibration (1-M)												Operation I (Core 82)			Maintenance II		Operation II (Core 82)										
APRIL	Operation II (Core 82)					Maintenance III		Operation III (Core 82)					Maintenance IV		Operation IV (Core 82)			Maintenance V		Operation V (Core 82)											
MAY	Operation V (Core 82)			Maintenance VI		Operation VI (Core 82)					Maintenance VII		Operation VII (Core 82)			Maintenance, Fuel Reshuffle, Criticality, Rod & Power Calibration (1-M)															
JUNE	Reactor Operator & Supervisor Training			Operation I (Core 83)					Maintenance II		Operation II (Core 83)												Maintenance III		Operation III (Core 83)						
JULY	Maintenance IV					Operation IV (Core 83)					Maintenance V												Operation V (Core 83)								
AUGUST	Maintenance VI, Iedul Fitri 1434 H												Operation VI (Core 83)			Maintenance VII															
SEPTEMBER	Operation VII (Core 83)		Maintenance VIII										Operation VIII (Core 83)					Maintenance, Fuel Reshuffle, Criticality, Rod & Power Calibration (1-M)													
OCTOBER	Operation I (Core 84)			Maintenance II, Iedul Adha 1434 H												Operation II (Core 84)			Maintenance III												
NOVEMBER	Operation III (Core 84)			Maintenance IV					Operation IV (Core 84)					Maintenance V																	
DECEMBER	Operation V (Core 84)		Maintenance VI					Operation VI (Core 84)					Maintenance VII, Christmas, New Year																		

Approved by Alim Tarigan

Gambar 4. Jadwal Operasi dan Perawatan Reaktor tahun 2013

PEMBAHASAN

Kegiatan produksi isotop meningkat sejalan dengan permintaan pasar dan pengguna isotop di berbagai bidang kehidupan seperti: rumah sakit, perusahaan farmasi, industri makanan olahan, pertanian, peternakan, pertambangan, penelitian dan pendidikan. Dengan demikian maka layanan produksi isotop juga harus dikembangkan sarana dan prasarannya, seperti teknologi sarana iradiasi (kapsul), kemasan dan manajemen tranportasinya guna memenuhi batasan-batasan yang diberikan oleh konsumen baik di dalam maupun di luar negeri.

Kegiatan pewarnaan batu topaz telah meningkat drastis kapasitas dan kualitasnya setelah ditemukan bentuk wadah dan posisi yang tepat di luar teras reaktor. Hingga saat ini telah diiradiasi total sebanyak 7.485.103 g dengan kualitas warna yang baik dan berkilau.

Kegiatan layanan iradiasi dan analisis sampel dengan menggunakan sistem *rabbit* telah meningkat dengan meningkatnya pengetahuan masyarakat tentang pentingnya analisis unsur. Sampel yang harus dianalisis juga berkembang lebih beragam, mulai dari tanah, darah, logam, batuan dan lainnya, yang hendak diketahui unsur-unsur penyusunnya. Saat ini sedang dikembangkan kanal *rabbit* pneumatik yang menggunakan media pendorong kapsul dari gas helium. Kanal pnumatik adalah kanal khusus dengan kecepatan tinggi, yang akan digunakan untuk menganalisis unsur-unsur radioaktif dengan umur paruh yang pendek (dalam orde detik).

Kegiatan penelitian/pengujian dengan undakan daya PRT saat ini telah diselesaikan pembangunannya, kemudian telah dilalui tahap pengujian dan komisioning sampai dengan

dibuatnya dokumen laporan analisis keselamatannya (LAK), sehingga telah siap dioperasikan. Tahapan berikutnya, pengguna sedang mempersiapkan laporan analisis keselamatan dari target yang akan dimuat. Diharapkan pada akhir tahun 2013 telah dapat dilakukan pengujian target pin elemen bakar nuklir reaktor pembangkit daya di fasilitas PRT.

Kegiatan *Neutron Transmutation Dopping* (NTD) untuk memproduksi silicon-semikonduktor merupakan kegiatan yang sedang dipersiapkan. Pembangunan fasilitas dan instalasinya di reaktor RSG-GAS. Bila kegiatan produksi silicon-semikonduktor ini dapat dilaksanakan dengan hasil yang memuaskan, maka penggunaan reaktor RSG-GAS ke depan akan lebih meningkat lagi, terutama dalam menyambut jaman modern, era digital.

PRSG juga sedang mempersiapkan diri menjadi pusat yang memberikan dukungan kepada program pelatihan, pendidikan dan peningkatan kualitas SDM bagi operator reaktor, petugas perawatan sistem reaktor dan petugas keselamatan dengan penyediaan sarana diklat dan pengajar yang berkualitas.

Reaktor RSG-GAS telah dikunjungi banyak tamu dalam setahun. Pengunjung yang datang dari berbagai latar belakang, seperti: mahasiswa, professional, ilmuwan, militer, wartawan, ulama, birokrat, politikus, ibu-ibu rumah tangga, diplomat sampai dengan Presiden yang menyaksikan bagaimana cara kerja reaktor nuklir dan kepiawaiannya bangsa Indonesia dalam mengoperasikan reaktor nuklir tersebut. Gambaran ini menunjukkan pentingnya instalasi reaktor RSG-GAS bagi bangsa Indonesia.

Sampai dengan pengoperasian reaktor teras yang ke 82, manajemen pengoperasian reaktor RSG-GAS telah terbukti berfungsi dengan baik dengan

pencapaian kinerja operasi reaktor seperti ditunjukkan oleh data-data tersebut di atas.

KESIMPULAN

Penggunaan reaktor RSG-GAS dalam memberikan layanan jasa iradiasi nampak dari tahun ke tahun terjadi peningkatan dalam jumlah dan kualitas.

PRSG merupakan pusat yang memberikan dukungan kepada program pembinaan SDM melalui pelatihan, pendidikan dan peningkatan kualitas SDM, seperti operator reaktor-supervisor operasi reaktor, petugas perawatan sistem reaktor dan petugas keselamatan dengan penyediaan sarana diklat dan pengajar yang berkualitas.

Sampai dengan pengoperasian reaktor teras yang ke 82, manajemen pengoperasian reaktor RSG-GAS telah terbukti berlangsung dengan baik dengan pencapaian kinerja operasi reaktor dalam memberikan layanan terbaiknya kepada para pelanggan potensialnya.

PUSTAKA

1. PRSG, Laporan Analisis Keselamatan reaktor RSG-GAS, 2008
2. PRSG, Laporan Kegiatan PRSG, 2012
3. Bidang Operasi Reaktor-PRSG, Laporan Kegiatan Triwulan II Bidang Operasi Reaktor 2013, Des. 2013
4. Yusi Eko Yulianto, Presentasi Internasional tentang Utilisasi Reaktor RSG-GAS, 2012.