

## PENGALAMAN DISAIN, KOMISIONING DAN OPERASI RSG-GAS, SUATU CATATAN UNTUK PROGRAM PERSIAPAN PLTN DI INDONESIA

Bakri Arbie, Hudi Hastowo

Pusat Reaktor serba Guna - BATAN

### ABSTRAK

**PENGALAMAN DISAIN, KOMISIONING DAN OPERASI RSG-GAS, SUATU CATATAN UNTUK PROGRAM PERSIAPAN PLTN DI INDONESIA.** Diuraikan pengalaman selama tahapan disain, komisioning dan operasi reaktor dalam kurun waktu 8 tahun pertama. Sampai dengan tahun-tahun pertama operasi reaktor, kegiatan alih teknologi telah dilakukan oleh pihak pemasok reaktor melalui pelatihan formal baik di dalam maupun diluar negeri, serta kegiatan *on the job training*. Beberapa kendala yang ada selama kegiatan komisioning dan operasi reaktor telah diidentifikasi. Penyiapan kemampuan personil untuk mendukung suatu kegiatan Operasi dan Perawatan reaktor ternyata memerlukan waktu yang relatif lama, dan mestinya dapat disiapkan dalam suatu jadwal yang sesuai dengan kebutuhannya. Pengalaman yang dipetik selama kegiatan disain, komisioning dan operasi reaktor RSG-GAS, dapat digunakan untuk menunjang kegiatan sejenis pada PLTN yang akan dibangun di Indonesia.

### ABSTRACT

**EXPERIENCE ON DESIGN, COMMISIONING AND OPERATION OF THE RSG-GAS REACTOR, NOTES FOR PREPARATION PROGRAM OF THE NUCLEAR POWER PLANT IN INDONESIA.** Experience gained during design phase, commisioning and the first 8 year reactor operation has been described. Since the design phase up to the first year of reactor operation, transfer of technology and know-how have been done by reactor supplier to the Indonesian personnel through formal and informal training either onshore or offshore, including also on the job training. Several constrains occurred during commisioning and reactor operation periods have been identified. Preparation of qualified personnel to support activities on reactor operation and maintenance relatively takes a time, and it should be prepared as required by schedule. Experience gathered during design phase, commisioning and reactor operation activities can be used to support the same activities for the nuclear power plant which will be built in Indonesia.

### 1. PENDAHULUAN

Pada bulan Agustus 1995 ini, Reaktor Serbaguna G.A Siwabessy (RSG-GAS) telah memasuki tahun ke delapan operasionalnya. Bagi program nuklir nasional, RSG-GAS dianggap sebagai salah satu *milestone* untuk menuju pengoperasian suatu pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN). Secara teknis memang dapat dirasakan bahwa dari segi jenis serta kerumitan sistem yang ada, PLTN merupakan suatu sistem

yang beberapa tingkat lebih besar dibandingkan dengan sistem reaktor RSG-GAS. Sehingga dapat dikatakan bahwa pengalaman disain, komisioning, operasi dan perawatan reaktor RSG-GAS merupakan suatu hal yang sangat berharga dalam menuju program penggunaan PLTN di Indonesia mendatang

Hal yang lebih menarik untuk disampaikan di dalam tulisan ini adalah bila kita menengok satu dasa warsa yang lalu, yaitu pada saat RSG-GAS didisain (pada saat itu masih diberi

nama *Multipurpose Reaktor 30 MW = MPR30*). Pengalaman yang dimiliki oleh staf dan teknisi BATAN pada saat itu adalah disain dan operasi reaktor jenis TRIGA. Reaktor TRIGA merupakan suatu reaktor riset yang relatif sederhana serta mempunyai sifat ragam keselamatan diri yang sangat tinggi. Bisa dikatakan bahwa kerumitan reaktor RSG-GAS satu tingkat lebih tinggi dibandingkan dengan reaktor TRIGA. Dengan latar belakang tersebut, diasumsikan bahwa ada suatu korelasi yang linear antara peningkatan kemampuan disain, operasi dan perawatan dari reaktor jenis TRIGA, RSG-GAS dan PLTN. Dokumentasi pengalaman selama kegiatan disain, komisioning, dan operasi RSG-GAS kiranya dapat bermanfaat untuk mempersiapkan kegiatan pembangunan dan operasi PLTN mendatang. Lingkup yang berkaitan dengan kegiatan pembangunan/konstruksi reaktor tidak disinggung dalam tulisan ini karena kegiatan tersebut merupakan tanggung jawab unit kerja lain di lingkungan BATAN dan bukan merupakan tanggung jawab Penulis .

## 2. LINGKUP KEGIATAN DISAIN, KOMISIONING, SERTA STATUS PERSONIL PADA AWAL PROYEK RSG-GAS

### LINGKUP KEGIATAN

Reaktor RSG-GAS dipasang oleh perusahaan dari Jerman INTERATOM GmbH, yang merupakan suatu bagian dari grup perusahaan SIEMENS AG. Dalam perjanjian kerjasama pengadaan reaktor ini pihak pemasok (INTERATOM) mempunyai kewajiban untuk memasok suatu reaktor riset dengan daya besar, dengan spesifikasi yang termasuk dalam kategori

teknologi maju<sup>11</sup>. Disamping kewajiban untuk memasok perangkat keras, INTERATOM mempunyai kewajiban untuk melakukan proses alih teknologi kepada pihak Indonesia melalui kegiatan pelatihan maupun kesempatan kerja di lokasi pembangunan reaktor. Pelatihan yang diberikan INTERATOM dilakukan di luar negeri maupun di Indonesia, diantaranya yaitu : QA/QC, industrial training, operator dan supervisor reaktor, perawat reaktor, serta pelatihan setempat/magang (*on the job training*) untuk menunjang kegiatan pembangunan dan komisioning reaktor. Pelatihan ini diberikan tidak hanya kepada staf dan teknisi BATAN, tetapi juga diberikan kepada perusahaan nasional yang akan terlibat dalam kegiatan pembangunan dan instalasi reaktor. Data tentang pelatihan yang diberikan oleh Interatom dalam rangka pelaksanaan kontrak kerjasama pengadaan reaktor ditunjukkan dalam Tabel 1.

Dilain pihak, BATAN selaku pemilik (*owner*) mempunyai kewajiban untuk menyediakan personil serta sejumlah kegiatan yang berkaitan dengan disain, komisioning dan operasi reaktor. Untuk menunjang kegiatan disain rinci reaktor, BATAN mengirimkan 14 orang personil (tim disain reaktor) dengan berbagai spesialisasi/latar belakang keahlian ke INTERATOM, Jerman, masing-masing untuk jangka waktu 6 bulan. Sedangkan untuk mempersiapkan operasi reaktor, dikirimkan 15 orang staf dan teknisi ke Jerman untuk dididik selama 1 tahun sebagai operator dan supervisor reaktor dengan lisensi di negara tersebut. Untuk menunjang perawatan reaktor, telah dikirimkan sebanyak 8 orang staf dan teknisi dengan bidang keahlian mekanik, elektrik, dan instrumentasi nuklir ke berbagai perusahaan pemasok sistem dan komponen reaktor di Jerman.

Tabel 1. Pelatihan yang diberikan oleh Interatom dalam kontrak pengadaan Reaktor

No.	Jenis Pelatihan	Tempat pelatihan	Jumlah Peserta	Jml O.B
1.	Industrial training, mekanik	Pasar Jumat, Jakarta	20	20
2.	Industrial training, elektrik	Pasar Jumat, Jakarta	20	20
3.	Quality Assurance	Interatom, Jakarta	15	7.5
4.	Inhouse training, mekanik	PRSG, Serpong	6	36
5.	In-house training, elektrik/ elektronik	PRSG, Serpong	6	36
6.	Operator & Supervisor Reaktor	Bensberg, Karlsruhe, Geesthacht, RFJ.	15	180
5.	Perawat reaktor	Bensberg, RFJ	6	48
6.	Disain reaktor	Bensberg, RFJ	12	72

O.B = orang-bulan.

Beberapa hasil penting yang diperoleh dari pengiriman Tim Disain Reaktor BATAN ke Interatom, Bensberg adalah :

1. Diperoleh suatu hasil disain reaktor yang lebih cocok dengan kondisi operasi yang ada di Indonesia, misalnya dalam hal :
  - a. penggunaan reflektor berilium untuk menggantikan reflektor air berat yang sebelumnya diusulkan oleh pihak Interatom.
  - b. penggunaan *telescopic polar beam crane* di *Experimentation Hall* yang dapat menjangkau seluruh posisi di ruangan tersebut.
  - c. Penempatan panel-panel pengukur, dudukan motor batang kendali, dan beberapa peralatan lain yang secara *ergonomic* lebih memperhatikan kondisi di Indonesia.
2. Diperoleh pengalaman untuk melakukan proses disain suatu reaktor dengan standard yang berlaku di suatu negara industri maju. Pengalaman dalam menggunakan suatu standard, prosedur dan perlakuan lain yang menjadi bagian dari proses disain, hal mana sebelumnya tidak pernah diperoleh dari suatu

kegiatan training yang diikuti oleh staf BATAN.

3. Diperoleh suatu kelompok personil yang mengetahui secara lebih rinci disain reaktor dengan harapan bahwa kelompok ini akan menjadi inti dan membina kelompok yang lebih besar untuk menunjang kegiatan komisioning dan operasi reaktor di kemudian hari
  - a. penggunaan reflektor berilium untuk menggantikan reflektor air berat yang sebelumnya diusulkan oleh pihak Interatom.
  - b. penggunaan *telescopic polar beam crane* di *Experimentation Hall* yang dapat menjangkau seluruh posisi di ruangan tersebut.
  - c. Penempatan panel-panel pengukur, dudukan motor batang kendali, dan beberapa peralatan lain yang secara *ergonomic* lebih memperhatikan kondisi di Indonesia.

Selain hal-hal yang sudah diterangkan di atas, pihak BATAN selaku pemilik reaktor mempunyai kewajiban untuk menyiapkan perizinan reaktor. Untuk mendapatkan izin reaktor sesuai dengan status dan tahap

kegiatan pembangunan, pemilik reaktor diharuskan menyiapkan sejumlah dokumen, terutama tentang Laporan Analisis Keselamatan Awal (*Preliminary Safety Analysis Report= PSAR*) dan Laporan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL). Meskipun dokumen ini penyiapannya dibantu oleh beberapa pihak lain, namun beberapa bagian diantaranya hanya dapat disiapkan oleh pihak pemilik reaktor sendiri, terutama tentang data karakteristik tapak dan lingkungan, organisasi, program keselamatan radiasi, dll.

Pihak BATAN juga mempunyai kewajiban untuk menyelenggarakan kegiatan komisioning dengan supervisi dari pihak INTERATOM. Komisioning yang dimaksud meliputi komisioning non-nuklir dan komisioning nuklir. Komisioning non-nuklir merupakan suatu kegiatan uji fungsi sistem-sistem reaktor sehingga seluruh sistem tersebut dapat berfungsi dengan baik dan siap untuk mendukung dilakukannya komisioning nuklir. Sedangkan komisioning nuklir dimulai dengan pemuatan awal bahan bakar dan sumber neutron sebagai langkah awal pemuatan teras dan kekritisan, serta berakhir setelah dicapainya keadaan operasi pada daya nominal 30 MW secara kontinu sesuai dengan kemampuan siklus operasi reaktor. Termasuk dalam lingkup tanggung jawab BATAN adalah penyediaan bahan habis pakai untuk menunjang kegiatan komisioning, serta penyediaan PERSONIL untuk mendukung kegiatan tersebut.

#### STATUS PERSONIL PADA AWAL KEGIATAN PROYEK

Sampai dengan saat penandatanganan kontrak kerjasama dengan INTERATOM serta kegiatan awal proyek, kegiatan penyiapan kontrak dan pelaksanaannya dilakukan oleh Tim Pembangunan RSG-LP. Secara berangsur kemudian kegiatan penanganan kegiatan

proyek ditangani oleh UPT-PPIN<sup>/2/</sup>. Kemudian setelah adanya reorganisasi BATAN th 1986, kegiatan pembangunan menjadi tanggung-jawab UPT-MPIN sedangkan untuk pelaksanaan komisioning dan operasi ditangani oleh PRSG<sup>/3/</sup>.

Untuk memenuhi kewajiban pengiriman Tim Disain Reaktor ke Jerman, telah dikirimkan beberapa orang staf BATAN (1 orang dari PUSPIPEK/BPPT untuk konstruksi sipil) dengan latar belakang dan kualifikasi yang telah disetujui oleh kedua belah pihak. Personil BATAN direkrut dari beberapa unit kerja yang ada di BATAN. Dengan pertimbangan belum tersedianya personil dengan kualifikasi yang memadai di lingkungan UPT-PPIN, maka calon operator/supervisor reaktor maupun perawat reaktor yang akan dilatih di Jerman sebagian besar juga direkrut dari unit kerja lain di lingkungan BATAN.

Secara berangsur, personil yang akan melaksanakan kegiatan pembangunan, dan komisioning RSG-GAS mulai disiapkan. Sebagian besar tenaga yang direkrut merupakan tenaga baru, baik untuk staf maupun teknisinya. Mobilisasi tenaga dari unit kerja BATAN yang lain sangat terbatas, diutamakan beberapa tenaga senior yang akan memimpin staf/teknisi baru tersebut ataupun untuk memenuhi kualifikasi tenaga yang akan dikirim ke luar negeri untuk mengikuti pelatihan. Dalam penyiapan tenaga untuk pembangunan dan komisioning RSG-GAS ini, terdapat beberapa kendala berupa :

Pembangunan RSG-LP (Reaktor Serbaguna dan Laboratorium Penunjang) memerlukan banyak sekali personil, baik itu tenaga baru apalagi tenaga yang sudah berpengalaman. Dengan adanya kenyataan ini, maka jumlah tenaga yang dapat direkrut dan dialokasikan untuk kegiatan RSG-GAS menjadi terbatas

2. Untuk mengantisipasi beroperasinya fasilitas RSG-LP, organisasi BATAN berkembang dengan pesat. Sebagai dampak dari pengembangan organisasi BATAN, sebagian besar personil yang sebelumnya menjadi anggota Tim Disain Reaktor dimutasikan ke luar kegiatan penyiapan komisioning RSG-GAS. Hal ini sangat terasa sekali karena sebagian besar personil yang ada merupakan staf baru/junior yang masih miskin dalam pengalaman kerja dan mereka itu diharapkan dapat dibimbing oleh ex. anggota Tim Disain.
3. Mobilisasi/pemindahan tenaga senior dari unit kerja lain di luar Serpong ternyata tidak begitu mulus karena terbentur pada masalah-masalah non teknis

Dengan gambaran latar belakang kemampuan personil seperti tersebut di atas, kegiatan penyiapan komisioning dan operasi reaktor RSG-GAS harus berlangsung. Bahkan untuk melakukan kegiatan awal komisioning, telah dilakukan mobilisasi tenaga dari unit kegiatan lain di Serpong ke PRSG untuk membantu pelaksanaan komisioning<sup>/4/</sup>.

### 3. KEGIATAN KOMISIONING DAN OPERASI REAKTOR

Kegiatan komisioning RSG-GAS dilaksanakan oleh tenaga dari BATAN/PRSG dengan supervisi dari INTERATOM selaku pihak pemasok berlangsung mulai awal tahun 1987. Sebagai reaktor riset pertama di dunia yang dioperasikan secara langsung dengan bahan bakar uranium perkayaan rendah (LEU)<sup>5/</sup>, banyak lembaga penelitian nuklir dari luar negeri yang tertarik untuk mengikuti kegiatan komisioning. Keikutsertaan dalam kegiatan komisioning tersebut dinyatakan dengan pemberian bantuan teknis, baik berupa tenaga ahli, kesempatan pelatihan bagi staf BATAN di luar negeri, serta bantuan peralatan. Hal ini merupakan suatu dukungan teknis yang sangat bernilai bagi pihak BATAN. Secara lebih rinci, bantuan lembaga penelitian tersebut dapat disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Bantuan teknis yang diterima oleh PRSG-BATAN dalam rangka pelaksanaan komisioning, dan operasi reaktor sejak tahun 1987.

No.	Pemberi Bantuan	Jenis Bantuan	Th. pelaksanaan	Keterangan
1.	IAEA	- Expatriate/tenaga ahli	1987-1989	
2.	BMFT-Jerman	Expatriate/tenaga ahli dalam bidang: - operasi dan maintenance reaktor - Fisika reaktor dan komputasi - proteksi radiasi  Pelatihan dalam bidang : - Operasi dan perawatan - Fisika dan keselamatan reaktor  Peralatan :	1987-1992          1987	
3.	JAERI, JAPAN	Expatriate/tenaga ahli dalam bidang: - operasi dan maintenance reaktor - Fisika reaktor - proteksi radiasi  Pelatihan personil BATAN dalam : - Operasi, Perawatan dan Pemanfaatan reaktor. - Fisika Reaktor - Manajemen reaktor, - Proteksi radiasi  Peralatan	1990-1994          1990-1995          1994	

Sejak dimulainya kegiatan komisioning sampai dengan saat ini, dapat dicatat beberapa pencapaian atau hasil-hasil penting yang berkaitan dengan operasi reaktor RSG-GAS, sebagai berikut :

1. Operasi reaktor.

Sebagai awal dari kegiatan operasi reaktor, tercatat tanggal 29 Juli 1987 sebagai saat kekritisasi yang pertama kali dicapai. Disamping itu, tercatat sebagai *milestone* penting lainnya adalah peresmian reaktor serta pemberian nama resmi reaktor oleh Presiden RI pada tanggal 21 Agustus 1987, serta pencapaian daya nominal 30 MW pada tanggal 23 Maret 1992.

Bila pencapaian daya nominal 30 MW dipakai sebagai titik akhir kegiatan komisioning RSG-GAS, maka kegiatan komisioning ini berlangsung selama 55 bulan. Beberapa hal yang menyebabkan kegiatan komisioning tersebut berlangsung lama adalah :

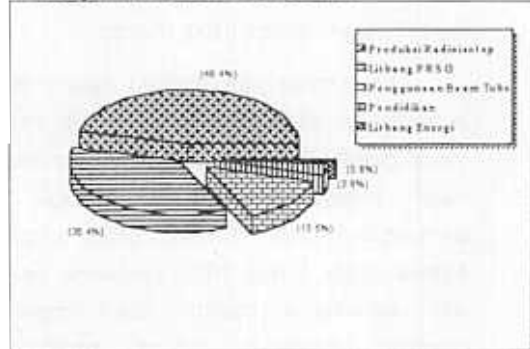
- a. Gangguan pada beam-tube S-1, berupa getaran yang terjadi pada saat operasi daya teras I akhir bulan Desember 1987. Gangguan ini timbul karena kesalahan disain sistem pengikat beam-tube pada teras reaktor, sehingga timbul suatu vibrasi. Sebagai suatu solusi disain sistem pengikat beam-tube tersebut perlu diperbaiki, namun mengingat bahwa teras reaktor sudah aktif, maka perbaikan sistem ini harus dilakukan dengan mempertimbangkan banyak hal. Sebagai akibatnya maka kegiatan operasi reaktor terhenti selama 11 bulan.
- b. Kegiatan operasi reaktor harus dihentikan untuk mengakomodasikan keperluan kontraktor dari luar, baik asing maupun lokal, dalam memasang peralatan yang termasuk dalam Phase II dan III maupun proyek lainnya. Patut dicatat bahwa selama kegiatan komisioning RSG-GAS berlangsung, kegiatan pembangunan fasilitas *In-pile Loop* (Proyek Fase II), serta pemasangan peralatan eksperimen berkas neutron (proyek hibah Jepang dan Proyek

Fase III). Meskipun kegiatan ini telah diusahakan sejauh mungkin dapat dilaksanakan bersamaan dengan kegiatan operasi reaktor, namun toh tidak dapat dihindarkan terjadinya kondisi bahwa reaktor berhenti beroperasi, bahkan teras reaktor harus dibongkar untuk suatu pekerjaan yang berada di tangki reaktor. Untuk mengakomodasikan kegiatan ini, jadwal operasi reaktor terhenti secara akumulatif kira-kira .10 bulan.

- c. Setelah kegiatan eksperimen untuk mendukung kegiatan komisioning selesai, serta reaktor telah beroperasi pada daya tinggi, dengan pertimbangan efisiensi penggunaan elemen bakar, kadang-kadang kegiatan operasi terpaksa ditunda dari rencana semula bila tidak ada permintaan penggunaan reaktor.
- d. Diakui pula bahwa pada saat awal kegiatan komisioning setelah tenaga ahli dari pihak pemasok tidak ada di lapangan, kemampuan personil dalam melakukan tindakan perbaikan terhadap gangguan belum optimum. Hal ini secara berangsur mulai berkurang sejalan dengan bertambahnya pengalaman yang dimiliki oleh kelompok perawatan dan operasi reaktor dalam menangani gangguan pada sistem dan komponen reaktor.

Terlepas dari adanya hambatan selama kegiatan komisioning seperti tersebut di atas, mulai teras IV reaktor RSG-GAS telah digunakan untuk melayani iradiasi produksi radioisotop. Secara bertahap, penggunaan reaktor semakin meluas bidang cakupannya, seperti pengujian elemen bakar jenis oksida dan silisida produksi IPEBRR-PEBN, iradiasi kristal silikon dan batu topaz, eksperimen berkas neutron, serta penggunaan untuk penelitian fisika reaktor. Data tentang pemanfaatan RSG-GAS sejak awal kegiatan

penggunaan reaktor sampai saat ini bila ditinjau dari segi bidang pemakaiannya dapat ditunjukkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Persentase penggunaan RSG-GAS menurut bidang kegiatan

Perlu dicatat bahwa mulai bulan Agustus 1995, reaktor RSG-GAS telah dioperasikan dengan menggunakan 100 % perangkat elemen bakar dan kendali buatan PEBN. Dengan terbuktinya unjuk kerja elemen bakar buatan lokal, berarti terbuka kesempatan untuk menjadi pemasok elemen bakar untuk reaktor riset lain di luar negeri.

## 2. Peningkatan kemampuan SDM dalam bidang Operasi dan Perawatan Reaktor serta Fisika Reaktor.

Kegiatan komisioning suatu reaktor riset dengan daya besar memerlukan dukungan serta partisipasi aktif dari beberapa kelompok kegiatan, diantaranya adalah : kelompok operasi dan perawatan reaktor serta kelompok Fisika Reaktor. Dapat dikatakan bahwa kelompok-kelompok ini berawal dari sekelompok personil dengan pengalaman sangat minim, kalau tidak boleh dikatakan nol, dan berkembang di bawah bimbingan dan interaksi langsung tenaga ahli dalam bidangnya masing-masing untuk menghadapi masalah yang riil ada di lapangan. Kondisi ini sangat menantang dan akhirnya menghasilkan suatu

kelompok yang dapat mendukung operasi dan perawatan reaktor, serta kelompok yang menunjang kegiatan fisika reaktor.

Bila jumlah jam operasi dalam setiap bulan/tahun serta problema sistem reaktor yang dapat diatasi dapat dijadikan ukuran hasil kegiatan kelompok operasi dan perawatan reaktor<sup>6,7/</sup>, maka boleh dikatakan bahwa mulai tahun 1992 kelompok operasi dan perawatan reaktor telah mencapai tahapan minimum dalam penguasaan kemampuan operasi dan perawatan reaktor. Peningkatan kemampuan kelompok ini masih harus ditingkatkan untuk mengejar kinerja yang lebih baik sehingga target reaktor siap dioperasikan untuk 5000 jam/tahun dapat dicapai.

Selama kegiatan komisioning reaktor RSG-GAS kelompok Fisika Reaktor berkembang dengan bimbingan langsung dari beberapa tenaga ahli yang berasal dari beberapa negara. Kemampuan dalam pelaksanaan kegiatan komisioning nuklir, baik kemampuan dalam eksperimen maupun analisis hasil eksperimen juga telah berkembang. Dari pengalaman komisioning serta keahlian yang diperoleh dari sumber lain, kelompok fisika reaktor dalam waktu dekat diharapkan mampu untuk melakukan evaluasi disain teras reaktor daya dalam menunjang program PLTN di Indonesia<sup>8/</sup>.

Sebagai hasil samping dari kegiatan komisioning yang perlu dicatat sebagai hal positif adalah timbulnya suatu lingkungan yang secara aktif melakukan kegiatan ilmiah. Kelompok ini secara sadar mendokumentasikan hasil pekerjaannya dalam suatu bentuk bahan publikasi dan kemudian disajikan dalam berbagai seminar maupun sarana publikasi lainnya. Secara

lebih lanjut, hal ini merupakan suatu hal yang mendukung untuk berkembangnya kelompok karyawan yang memilih jalur jenjang fungsional.

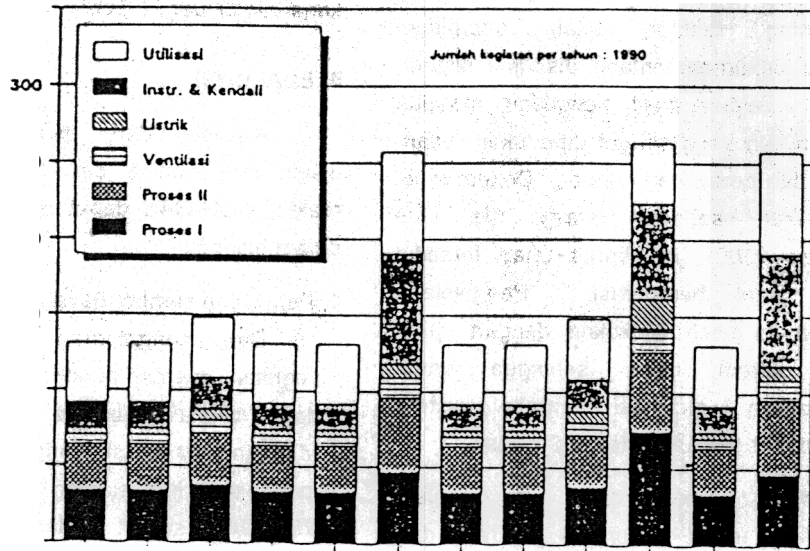
### 3. Sistem perawatan dan pengelolaan suku cadang

Untuk mendukung operasi reaktor dengan aman dan handal, telah disusun dan dikembangkan suatu sistem perawatan cegah (*preventive maintenance*) bagi sistem dan komponen RSG-GAS<sup>7/</sup>. Perawatan ini dilakukan secara rutin untuk seluruh sistem reaktor, berupa perawatan mingguan, bulanan, tiga bulanan, sampai dengan perawatan 5 tahunan. Total terdapat 1990 buah kegiatan perawatan rutin yang terdiri dari kelompok proses II, elektrik, instrumentasi & kendali, ventilasi dan utilitasi. Gambar 2 menunjukkan jumlah kegiatan perawatan RSG-GAS selama satu tahun. Sistem perawatan ini dilengkapi dengan tata cara dokumentasi baku, sehingga data yang ada dapat digunakan untuk berbagai keperluan, misalnya : prediksi waktu perawatan, prediksi ketersediaan/ kegagalan sistem, prediksi penggantian suku cadang, dsb. Dengan sistem perawatan yang semakin dikuasai oleh para staf PRSG, jumlah gangguan dari tahun-ketahun dirasakan semakin menurun, seperti ditunjukkan dalam Gambar 3.

Untuk menangani suku cadang yang diperlukan dalam kegiatan perawatan, telah dikembangkan suatu sistem pengelolaan suku cadang berbasis komputer. Sistem pengelolaan suku cadang ini dapat memberikan suatu informasi tentang stok minimum dari komponen kritis yang harus dimiliki, sehingga sangat membantu dalam perencanaan pengadaannya.

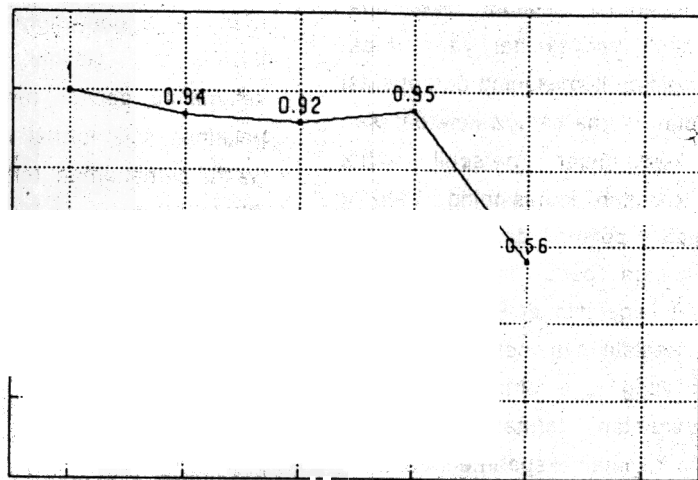


Banyak kegiatan



kegi

ulangan, a 1/7'



#### 4. Sistem dokumentasi untuk menunjang operasi, perawatan reaktor dan perizinan

Selama disain, pembangunan dan komisioning reaktor, telah diterbitkan berbagai dokumen tentang diskripsi sistem, gambar maupun hasil pengujian maupun dokumen lain yang sangat diperlukan dalam operasi dan perawatan reaktor. Dokumen ini diperlakukan sebagai *quality life time document (QLD)* dan harus tetap tersedia selama plant beroperasi. Pengelolaan dokumen ini telah dilakukan dengan suatu sistem sistem baku, sehingga untuk mendapatkan informasi tentang sistem reaktor dapat dilakukan dengan mudah.

Sistem dokumentasi ini selain bermanfaat untuk keperluan operasi dan perencanaan perawatan reaktor, juga sangat membantu untuk pelaksanaan inspeksi yang dilakukan oleh Badan Perizinan, BPTA.

Di samping keberhasilan kegiatan komisioning seperti telah diungkapkan dengan pencapaian selama kegiatan tersebut, perlu pula diketengahkan beberapa hambatan yang ada selama kegiatan tersebut. Disadari bahwa bila faktor penghambat tersebut tidak ada, maka akan lebih banyak hal yang dapat diperoleh dari kegiatan komisioning dan operasi reaktor. Hambatan utama berupa keterbatasan jumlah dan kemampuan personil untuk melaksanakan kegiatan komisioning, bahkan pada awal kegiatan personil dari PRSG tidak mencukupi sehingga perlu minta bantuan personil dari unit kerja lain di PPTA Serpong yang saat itu kegiatannya belum optimum. Hambatan lain yang juga dirasakan adalah keterbatasan peralatan, terutama peralatan untuk menunjang kegiatan eksperimen reaktor.

Keterbatasan jumlah dan kemampuan personil selama komisioning ini menyebabkan proses alih pengetahuan dari tenaga ahli pihak pemasok maupun pihak lainnya kepada personil PRSG/BATAN menjadi tidak optimum. Dari

segi keterbatasan kemampuan personil, sangat terasa sekali pengaruh dari alih tugas beberapa anggota kelompok Tim Disain Reaktor ke unit kerja lain di luar PRSG.

#### 4. EVALUASI

Analisis dari pengalaman kegiatan disain, komisioning dan tahap awal operasi reaktor RSG-GAS dapat dipetik beberapa hal dalam bidang :

##### 1. Penyiapan sumber daya manusia.

Dari pengalaman komisioning dan kegiatan operasi reaktor pada tahap awal, dapat dikatakan bahwa penyiapan personil (dengan kualifikasi yang memadai) untuk mendukung komisioning dan operasi reaktor RSG-GAS sedikit terlambat dibandingkan dengan jadwal kebutuhan personil tersebut. Sebagai konsekuensinya, baik pengelola/manajer maupun para pelaksana kegiatan komisioning harus bekerja "ekstra keras" untuk dapat mensukseskan pelaksanaan kegiatan tersebut.

Untuk dapat bekerja dengan baik sesuai dengan bidangnya masing-masing, setiap staf maupun teknisi perlu untuk mengenal, mengetahui dan memahami sistem reaktor RSG-GAS. Sesuai dengan pengalaman selama ini, dengan melalui berbagai bentuk pelatihan baik formal maupun tidak formal, waktu pemahaman terhadap sistem reaktor RSG-GAS minimum 2-3 tahun.

Berbagai kendala yang ada baik segi teknis maupun non-teknis perlu diperhitungkan dalam mempersiapkan personil. Mempersiapkan personil dengan kualifikasi sesuai yang disyaratkan perlu dijadwalkan yang benar, sesuai dengan tahun kebutuhan personil tersebut. Bagi suatu kegiatan yang belum pasti, akan muncul masalah : kalau kegiatan fisik belum ada, belum ada organisasi yang menangani, hal ini mengakibatkan belum ada rencana kegiatan yang jelas dan pasti.

## 2. Proses alih teknologi

Pengalaman dari kegiatan disain dan komisioning menunjukkan bahwa proses alih teknologi dari pakar asing kepada staf dan teknisi kita akan bisa optimum bila kemampuan pihak yang diberi telah mencapai suatu tingkatan minimum yang diperlukan. Hambatan bahasa masih dirasakan sebagai suatu kendala dalam proses alih teknologi. Di samping itu proses alih teknologi tersebut lebih efektif bila dilakukan lewat suatu proses "*learning by doing*", dengan seorang mediator yang dapat membantu proses tersebut. Sebagai mediator digunakan seorang kepala kelompok dengan suatu keahlian yang memadai serta mempunyai kemampuan berbahasa asing dengan baik.

## 3. Antisipasi untuk program PLTN di Indonesia

Melihat bahwa proses penyediaan personil yang terlatih memerlukan waktu relatif lama, untuk menunjang operasi dan perawatan PLTN diperlukan antisipasi yang benar. Kalau sekarang ini sudah ada beberapa orang staf BATAN maupun instansi lain yang saat ini berpartisipasi sebagai tim disain dari beberapa reaktor daya di Luar Negeri, maka pengalaman serta kemampuan anggota tim tersebut perlu ditingkatkan, atau paling tidak dijaga pada suatu tingkat yang ada untuk tidak meluruh kembali. Kegiatan ini hanya bisa dilakukan melalui suatu penugasan dalam suatu bidang yang sesuai dan berkesinambungan dengan apa yang telah diperoleh sebelumnya. Melihat tingkat kerumitan suatu reaktor daya, jumlah personil yang terlibat dalam disain maupun bidang

kegiatannya masih perlu ditambah.

Perlu ada suatu unit kerja yang secara khusus untuk mewisuda kegiatan persiapan PLTN dengan penekanan dari segi persiapan personil. Organisasi ini mempunyai program yang jelas untuk mempelajari sistem PLTN, fasilitas yang cukup untuk menunjang program pelatihan serta mempunyai sasaran yang pasti dalam menyiapkan jumlah serta kualifikasi personil yang diperlukan untuk menunjang Operasi dan Perawatan PLTN nantinya.

## 5. KESIMPULAN

- Dengan usaha ekstra keras komisioning reaktor dapat dilaksanakan dan telah dibuktikan bahwa reaktor dapat beroperasi dengan daya 30 MW.

Dari kegiatan komisioning telah diperoleh peningkatan kemampuan SDM di BATAN dalam bidang Operasi & Perawatan, serta kemampuan analisis fisika dan keselamatan reaktor riset daya tinggi. Kemampuan tersebut merupakan modal yang mendukung persiapan program PLTN di Indonesia.

Proses alih teknologi yang akan terjadi selama masa persiapan dan pengoperasian PLTN nanti perlu diantisipasi dengan baik. Perlu disiapkan program alih teknologi yang mantap dan jelas, terutama penyediaan SDM dengan kualitas yang memadai sehingga mampu menyerap informasi yang diberikan. Penyediaan SDM dengan kualitas yang memadai memerlukan waktu, pengorganisasian yang baik, serta program pembinaan yang jelas.



## ACUAN

- /1/ Anonymous., Technical documents (Appendix B), Contract by and between The REPUBLIC OF INDONESIA, Acting and through BADAN TENAGA ATOM NASIONAL and INTERATOM INTERNATIONALE ATOMREAKTORBAU GMBH, April, 1982.
- /2/ Struktur Organisasi UPT-PPIN, 1984
- /3/ SK Direktur Jenderal No. 127/DJ/XII/1986
- 4/ SK Deputi Dirjen Bidang PPIN-BATAN No. KP 02 01/107/DE-2/87 tentang Pembentukan Panitia Komisioning Reaktor Serbaguna Serpong.
- /5/ ARBIE, B., SUPADI, S., and ALBAT, W.H., "Irradiation Facilities at the MPR-GA Siwabessy Reactor for R & D Programmes", IAEA-SM-300/106, IAEA, Vienna, 1988.
- /6/ Tarigan, A. 'Pengalaman 8 tahun operasi RSG-GAS', makalah disampaikan dalam seminar ini
- /7/ Mardi, A., "Perawatan RSG-GAS, Pengalaman dan antisipasi Masa Depan", Buletin Tri Dasa Mega, Vol. 3. No. 3, ISSN 0854-3631, November 1994,
- /8/ Jujuratisbela, U., dkk., "Fisika Reaktor Dalam Komisioning Nuklir dan Operasi RSG-GAS' makalah disampaikan dalam seminar ini.