

## KAJIAN PENETAPAN PEMBAGIAN DAERAH KERJA DENGAN BERPEDOMAN PERKA BAPETEN No. 4 TAHUN 2013 DI RSG-GAS

Anthony Simanjuntak, Rohidi, Fahmi Alfa Muslimu  
PRSG - BATAN

### ABSTRAK

**KAJIAN PENETAPAN PEMBAGIAN DAERAH KERJA BERPEDOMAN PERKA BAPETEN No. 4 TAHUN 2013 DI RSG-GAS**, Perubahan yang urgen pada Perka BAPETEN No.4 Tahun 2013 tentang proteksi keselamatan radiasi dalam pemanfaatan Tenaga Nuklir, adalah perubahan nilai penerimaan dosis pekerja radiasi tahunan, dimana dari peraturan sebelumnya 50 mSv menjadi 20 mSv. Untuk terpenuhi perubahan penerimaan dosis tahunan maka diperlukan penentuan daerah kerja di RSG-GAS. Oleh karena pada tulisan ini, dilakukan kajian untuk penetapan daerah kerja disetiap lokasi maupun ruangan di dalam gedung RSG-GAS. Metode kajian dilakukan dengan kajian antara lain : penentuan titik pengukuran pada lokasi ataupun ruangan di dalam gedung RSG-GAS berdasarkan studi desain radiologi reaktor, pengukuran paparan radiasi gamma pada titik pengukuran yang telah ditentukan, jangka waktu reaktor beroperasi selama 1 tahun dengan daya reaktor 15 MW dan dengan jangka waktu maksimal pekerja radiasi melakukan kegiatan selama satu tahun, dengan jam efektif 5,5 jam per hari dan menghitung nilai dosis radiasi pada tiap lokasi ataupun ruangan pengukuran. Hasil kajian pembagian daerah kerja menurut Perka BAPETEN No. 4 Tahun 2013, diperoleh 32 titik pengukuran, kemudian diperoleh penetapan daerah kerja 14 lokasi maupun ruangan merupakan daerah kerja supervisi dan 18 lokasi daerah pengendalian.

**Kata Kunci :** Nilai Batas Dosis, Daerah Supervisi, Daerah Pengendalian

### ABSTRACT

**STUDY OF WORKING AREA ARRANGEMENT, BASED ON THE REGULATION OF NUCLEAR ENERGY REGULATORY AGENCY NUMBER 4 YEAR OF 2013 IN THE GAS – MPR.** A significant change in the regulation of Nuclear Energy Regulatory Agency number 4 year of 2013, is the dose limit value change from 50 mSv becoming 20 mSv. As the respond for that new regulation, then the new working area categorization is urgently needed. In this case study, it has been done the study of working area arrangement in the GAS – MPR. The study stepsn which has been done, were : the arrangement of gamma radiation measurement location inside the GAS – MPR based on the reactor radiology design study, gamma dose rate measurement at the each arranged locations, the calculation of reactor operation duration at 15 MW, the maximal working time of each radiation worker in 1 year, with effective working time is 5.5 hours a day, and the calculation of radiation dose at each arranged location. The study results showed that based on the regulation of Nuclear Energy Regulatory Agency Number 4 Year Of 2013, it was obtained that there were 32 measurement location points. Then, after the calculation and the categorization, it was obtained that there were 14 locations as the supervision area and there were 18 locations as control area.

**Key Words :** Dose Limit Value, Supervision Area, Control Area

### PENDAHULUAN

Dengan diberlakukan peraturan kepala badan pengawasan tenaga nuklir nomor 4 tahun 20013 tentang proteksi radiasi dan keselamatan radiasi dalam pemanfaatan tenaga nuklir, berbagai perubahan yang semestinya disesuaikan pada Instalasi RSG-GAS diantaranya :

- perubahan nilai batas penerimaan dosis pekerja radiasi tahunan berubah dari 50 mSv menjadi 20 mSv
- pembagian daerah kerja di RSG-GAS meliputi

daerah radiasi rendah, sedang dan tinggi berubah menjadi daerah kerja supervisi dan pengendalian

Sebelum diberlakukan Perka BAPETEN di atas, di RSG-GAS ditetapkan nilai batas penerimaan dosis dan pembagian daerah kerja yang dijelaskan secara rinci pada dokumen Laporan Analisis Keselamatan (LAK) RSG-GAS. Demikian juga untuk menyesuaikan Perka BAPETEN ini yang akan dilakukan revisi dokumen LAK untuk mendukung revisi LAK tersebut diperlukan terlebih dahulu kajian untuk penetapan pembagian daerah kerja. Di dalam tulisan ini akan dilakukan kajian

penetapan pembagian daerah kerja di setiap lokasi ataupun ruangan di dalam gedung RSG-GAS, Adapun penetapan pembagian daerah kerja terdiri dari daerah kerja supervisi dan pengendalian<sup>(1)</sup>.

- Daerah supervisi adalah daerah yang tidak memerlukan tindakan proteksi atau ketentuan keselamatan khusus;
- Daerah pengendalian yang memerlukan tindakan proteksi dan ketentuan keselamatan khusus untuk mengendalikan paparan normal atau mencegah penyebaran kontaminasi selama kondisi kerja normal dan untuk mencegah atau membatasi tingkat paparan potensial.

Kajian penetapan pembagian daerah kerja pada lokasi ataupun ruangan, seperti daerah pengendalian yang disebutkan di dalam pasal pada peraturan, ditentukan berdasarkan potensi paparan radiasi melebihi 3/10 NBD pekerja radiasi atau adanya potensi kontaminasi, sehingga untuk pembagian daerah kerja, dilakukan terlebih dahulu dilakukan penentuan titik pengukuran pada lokasi ataupun ruangan yang tepat. Titik pengukuran di tentukan berdasarkan potensi radiasi yang dapat ditimbulkan pada lokasi, analisis dilakukan berdasarkan desain radiologi RSG-GAS. Kemudian dilakukan pengukuran paparan radiasi pada titik titik pengukuran, dimana reaktor dalam kondisi beroperasi pada daya 15 Mw.

Metode kajian penetapan pembagian daerah kerja dilakukan dengan lingkup sebagai berikut:

- Pemahaman PERKA BAPETEN NO 4 TAHUN 2013
- Studi dokumen LAK RSG-GAS;
- Penentuan lokasi pengukuran paparan ;
- Penentuan waktu satu siklus pengoperasian reaktor ;
- Peralatan survey meter radiasi ;
- Mengelolah data pengukuran;

Dengan lingkup kajian di atas kajian penetapan daerah kerja lokasi maupun ruangan akan diperoleh penetapan daerah kerja yang di jelaskan secara rinci pada makalah ini.

## TEORI

### Potensi Sumber Radiasi di RSG-GAS

Selama pengoperasian maupun perawatan RSG-GAS tidak dapat dihindari bahwa di lokasi maupun ruangan berpeluang terpapar radiasi di dalam gedung reaktor. Potensi paparan radiasi di ruangan dapat berasal dari antara lain : Ruangan pengoperasian reaktor yang bersumber dari teras reaktor tempat bahan bakar di tempatkan, paparan radiasi dari pipa air pendingin primer, pendingin sekunder, lepasan partikulat maupun gas dari pengotor uranium bahan bakar maupun hasil aktivasi

di fasilitas iradiasi teras reaktor, pengeluaran target pasca iradiasi dari berbagai fasilitas iradiasi yang ada di RSG-GAS serta sewaktu melakukan penyimpanan limbah radioaktif di tempat penyimpanan sementara serta melakukan perawatan sistem di mana komponennya teraktivasi netron.

Sumber potensi Radiasi di RSG-GAS yang berpeluan memaparkan radiasi berasal dari<sup>(2)</sup>:

- 1) Kolam Reaktor yang berhubungan langsung dengan sistem pendingin primer, dimana kolam reaktor terdapat teras reaktor tempat terjadi reaksi fisi antara netron dengan U-235 (bahan bakar) yang menghasilkan netron dan netron akan mengaktivasi komponen yang terdapat pada kolam reaktor misalnya bahan bakar, air pendingin dan lain lain. Sehingga akan menimbulkan radiasi yang berasal dari reaksi aktivasi dan fisi di atas, dan berpeluang lepas ke udara dan mengkontaminasi lantai ruangan. Hasil aktivasi dengan air akan menghasilkan nuklida radioaktif diantaranya : N-16, N-17, dan O-19, serta kandungan garam pada air yaitu Na-24, dan terbentuk reaksi aktivasi dengan bahan aluminium Na-23 dengan netron, S-35 terbentuk dari reaksi aktivasi Cl-35 (n,p).Demikian juga akan terdapat tritium berasal dari Deutrium ( $H_2O_2$ ) yang secara alamiah terdapat dalam air ringan ( $H_2O$ ), reaksi fisi tingkat tiga dari bahan bakar, pengotor litium yang terdapat pada bahan aluminium, dan reaksi aktivasi dari reflector berilium. Demikian pula reaksi aktivasi gas Ar-41 yang terbentuk dari gas argon yang terdapat udara yang larut dalam air dengan neutron thermal dan epitermal. Reaksi pembentukan C-14, dengan sumber sumber pembentukan C-14 yaitu; reaksi N-14(n,p) C-14, reaksi o-17 (n,  $\alpha$ ) C-14, dan reaksi U-235 (n,fissi) C-14. Aktivasi yang terjadi dari nuklida-nuklida yang terbentuk akibat adanya kontaminasi pengotor pada permukaan bahan bakar. Karena keterbatasan pembuatan bahan bakar selalu terikut faktor pengotor yang uranium di permukaan lempengan bahan bakar (10  $\mu$ gr-uranium) tiap lempengan, akan mengakibatkan adanya aktivasi dengan netron mengakibatkan terbentuk nuklida hasil fisi, yaitu terdiri dari nuklida- nuklida partikulat dan gas yaitu : I-128, I-131, I-132 sampai I-136, Br-82 sampai Br-84, Sr-89, Sr-90, y-90, y-91, Zr-95, Nb-95, Ru-103, Rh-103m, Ru-106, Rh-106, Sn-125, Sb-125, Te-127m, Te-129m, Te-132, Cs-137, Ba-140, La-140, Ce-141, Ce-144, Pr-144, Nd-147, Sm-151, Kr-83m, Kr85 sampai 90, Xe-131 sampai Xe-138.
- 2) Sistem Pendingin Sekunder berpeluang terjadinya paparan radiasi dikarenakan adanya perbedaan tekanan antara pendingin primer dengan pendingin sekunder memperkecil adanya kebocoran air dari primer ke sekunder akibat

adanya kebocoran di penukar panas. Dengan pengoperasian reaktor yang kontinu berpeluang memaparkan radiasi di ruangan.

3) Fasilitas Iradiasi

a. Hot Cell (lantai 13 m)

Paparan radiasi dari hot cell umumnya dari kegiatan yang berhubungan dengan pembongkaran wadah target iradiasi maupun perawatan ruang hot cell

b. Rabbit system (lantai 8 m)

Paparan radiasi dan kontaminasi dari pengeluaran target iradiasi

c. CIP, IP dan Luar teras reaktor (Lantai 13 m)

Paparan radiasi dan kontaminasi dari pengeluaran target iradiasi

4) Tempat penyimpanan sementara limbah radioaktif yang berupa padat dan cairan

Desain radiologi RSG-GAS, berupa potensi penyebaran paparan radiasi gamma di setiap Ruang RSG-AGS di rinci sbb<sup>(1)</sup>:

- ◆ No. ruang 0222 level – 6,50 m, laju dosis radiasi yang diijinkan  $\leq 125$  mrem/jam kategori ruang radiasi tinggi, terdapat ruang penampungan limbah padat, untuk kegiatan lalu lintas komponen terkontaminasi dan memilah/ sortir limbah padat.
- ◆ No. ruang 0223 level – 6,50 m laju dosis radiasi yang diijinkan  $\leq 125$  mrem/jam, kategori ruang radiasi tinggi, terdapat tangki penampungan limbah cair aktif rendah (KPK01)
- ◆ No. ruang 0221 level – 6,50 m, laju dosis radiasi yang diijinkan  $\leq 2,5$  mrem/jam, kategori ruang radiasi sedang yaitu : untuk kegiatan pengambilan cuplikan sampel air primer (*inlet*)
- ◆ No. ruang 0122 level – 6,50 m laju dosis radiasi yang diijinkan  $\leq 125$  mrem/jam, kategori ruang radiasi tinggi, terdapat tangki penampungan limbah cair aktif tinggi (KPK02), untuk kegiatan pengambilan cuplikan sampel air primer (*outlet*), *drainase venting air primer*.
- ◆ No. ruang 0221 level – 6,50 m, laju dosis radiasi yang diijinkan  $\leq 2,5$  mrem/jam, kategori ruang radiasi sedang, untuk kegiatan *transfer* bahan resin penukar ion.
- ◆ No. ruang 0421 level  $\pm 0,00$  m, laju dosis radiasi yang diijinkan  $2,5 < D < 125$  mrem/jam, kategori ruang radiasi tinggi, ruang akses material yaitu untuk kegiatan lalu lintas pengangkutan bahan pasca iradiasi, transfer resin penukar ion dan terdapat tempat penampungan limbah resin sementara.
- ◆ No. ruang 0423 level  $\pm 0,00$  m, laju dosis radiasi yang diijinkan  $\leq 2,5$  mrem/jam, kategori ruang radiasi sedang yaitu : ruang fasilitas iradiasi radiografi neutron
- ◆ No. ruang 0423 level  $\pm 0,00$  m, laju dosis radiasi yang diijinkan  $\leq 2,5$  mrem/jam, kategori ruang

radiasi sedang yaitu : ruang fasilitas iradiasi spektrometer neutron tiga sumbu

- ◆ No. ruang 0423 level  $\pm 0,00$  m, laju dosis radiasi yang diijinkan  $\leq 2,5$  mrem/jam, kategori ruang radiasi sedang yaitu : ruang fasilitas iradiasi difraktrometer neutron
- ◆ No. ruang 0621 level + 8,00 m, laju dosis radiasi yang diijinkan  $2,5 < D < 125$  mrem/jam, kategori ruang radiasi tinggi yaitu : ruang bahan bakar baru, ruang penyimpanan sementara batu topaz pasca iradiasi dan untuk kegiatan memilah/ sortir batu topaz
- ◆ No. ruang 0620 level + 8,00 m, laju dosis radiasi yang diijinkan  $\leq 2,5$  mrem/jam, kategori ruang radiasi sedang yaitu : untuk kegiatan lalu lintas bahan pasca iradiasi dari fasilitas sistem rabbit ke ruang laboratorium
- ◆ No. ruang 0624 level + 8,00 m, laju dosis radiasi yang diijinkan  $2,5 < D < 125$  mrem/jam, kategori ruang radiasi tinggi yaitu : untuk kegiatan bongkar muat bahan pasca iradiasi dari fasilitas sistem rabbit
- ◆ No. ruang 0721 level + 13,00 m, laju dosis radiasi yang diijinkan  $\leq 2,5$  mrem/jam, kategori ruang radiasi sedang yaitu : tempat lalu lintas personil dan pengangkutan bahan iradiasi
- ◆ No. ruang 0721 level + 13,00 m, laju dosis radiasi yang diijinkan  $2,5 < D < 125$  mrem/jam, kategori ruang radiasi tinggi yaitu : tempat penyimpanan penanganan alat/ *handling tool* di kolam reactor
- ◆ No. ruang 0721 level + 13,00 m, laju dosis radiasi yang diijinkan  $2,5 < D < 125$  mrem/jam, kategori ruang radiasi tinggi yaitu : tempat kegiatan perbaikan komponen dari kolam reaktor dan lalu lintas bahan pasca iradiasi dari fasilitas *hot cell*
- ◆ No. ruang 0721 level + 13,00 m, laju dosis radiasi yang diijinkan  $2,5 < D < 125$  mrem/jam, kategori ruang radiasi tinggi yaitu : ruang Bongkar muat komponen/ peralatan teriradiasi dari kolam reaktor

#### Daerah Pengendalian

Di dalam Gedung RSG-GAS, berbagai fasilitas pendukung reaktor yang keberadaannya di sekat dengan berbagai ruangan, dimana dari desain radiologi RSG-GAS, bahwa ruangan-ruangan berpotensi memaparkan radioaktif. Untuk menjamin tercapainya tujuan dari proteksi radiasi yaitu bahwa pekerja, masyarakat maupun lingkungan menerima dosis iradiasi sekecil mungkin maka ruangan ini akan di identifikasi, dan menetapkan pembagian daerah kerja.

Tercapainya tujuan proteksi radiasi melalui penyesuaian Perka BAPETEN No. 4 Tahun 2013, khususnya batasan penerimaan dosis tahunan

pekerja radiasi di RSG-GAS, pada pasal 27 di diatur tentang pembagian daerah kerja berdasarkan kriteria:

- 1) Daerah Pengendalian, adalah daerah yang mempunyai potensi penerimaan paparan radiasi melebihi 3/10 dari NBD pekerja radiasi, atau adanya potensi radiasi.
- 2) Daerah Supervisi, adalah daerah kerja di luar Daerah pengendalian yang memerlukan peninjauan terhadap paparan kerja dan tidak memerlukan tindakan proteksi atau ketentuan keselamatan.

### Laju Dosis Paparan Gamma

Tingkat Paparan radiasi gamma di dalam gedung merupakan hal yang utama menentukan pengendalian daerah kerja, dimana nilai paparan radiasi di RSG-GAS bergantung dari pada daya pengoperasian reaktor. Secara rutin reaktor dioperasikan maksimal adalah 15 Mw dan dalam satu tahun dilakukan pengoperasian dengan 4 (empat) siklus. Waktu rata-rata satu siklus pengoperasian adalah 1055 jam, sehingga dalam satu tahun reaktor dioperasikan selama 4220 jam, selebihnya waktu reaktor di gunakan untuk perbaikan dan perawatan. Demikian juga penetapan daerah kerja akan diperhitungkan dari jangka waktu pekerja melakukan kegiatan di dalam gedung RSG-GAS secara maksimal selama satu tahun.

Pekerja RSG-GAS merupakan pegawai lembaga pemerintah sehingga waktu jam efektif melakukan kegiatan di dalam gedung RSG-GAS berdasarkan peraturan pemerintah yaitu 5,5 jam per hari.

Dari kedua parameter merupakan dasar kajian untuk menghitung laju dosis maksimal, jika pekerja melakukan kegiatan di setiap lokasi pengukuran, yang kemudian besaran dosis yang diperoleh dianalisis dan di evaluasi untuk dapat menetapkan daerah kerja di setiap lokasi pengukuran.

### Waktu Pengoperasian RSG-GAS

Pengoperasian RSG-GAS dalam satu siklus operasi dilakukan dengan daya reaktor 15 MW (daya tinggi) mencapai > 98 % per siklus, adapun yang dimaksud persiklus adalah jangka waktu beberapa elemen bakar nilai *burn up* sudah mencapai baku mutu yang dipersyaratkan (ditentukan), biasanya di dalam satu siklus pengoperasian, secara rutin ada 5 elemen bakar dan 1 elemen batang kendali yang dilakukan pergantian. Pengoperasian RSG-GAS di dalam satu tahun dilakukan dengan 4 siklus, sehingga jumlah waktu pengoperasian daya 15 MW dapat diketahui<sup>(3)</sup>.

Disajikan pada tabel 1.1. data operasi total satu siklus pengoperasian di RSG –GAS.

Tabel 1.1. Data Operasi Total

NO	Parameter	Daya Total	
	umum		
1	a. Lama siklus	1872 jam	78 hari
	b. Lama Padam	799,13 jam	33,30 hari
	c. Jumlah Waktu Operasi	1072,87 jam	44,70 hari
	- Daya tinggi	1053,20 jam	
	- Daya rendah	19,67 jam	
	d. Total Jam Operasi s.d Teras ke 82	83635,37 jam	
2	Energi total selama operasi Teras ke 82	652,3474 MWD	

Perencanaan pengoperasian reaktor selama 1 tahun dilakukan dengan 4 siklus pengoperasian, dimana secara umum waktu pengoperasian di dominasi dengan daya tinggi (15 MW), dengan data di atas waktu pengoperasian reaktor di asumsikan menjadi 4420 jam.

### Batasan Waktu Pekerja Di RSG-GAS

Berbagai macam kegiatan yang dilakukan pekerja radiasi di dalam gedung reaktor, namun waktu melakukan kegiatan ada batasan waktu yang diperbolehkan. Adapun baku mutu waktu bekerja sesuai dengan peraturan pemerintah yang berkerja di lembaga pemerintah Indonesia, dimana jumlah jam kerja perminggu adalah 26 jam. Sesuai dengan filosofi bawahan pengendalian radiasi bagi pekerja

radiasi, di dalam pengendalian radiasi, besaran atau nilai yang digunakan adalah nilai yang ketat ( konservatif ) sehingga pada pengkajian ini sebagai batasan jam kerja efektif pekerja radiasi yang digunakan yaitu 5,5 jam per hari.<sup>(5)</sup>

### Penentuan Kategori Daerah Kerja di RSG – GAS

Langkah – langkah untuk menentukan kategori daerah kerja pada tiap – tiap lokasi di RSG – GAS, adalah sebagai berikut :

1. Memperhitungkan dosis gamma total di tiap – tiap lokasi total berdasarkan; laju dosis gamma rata – rata dalam dan durasi pengoperasian reaktor pada daya tinggi (15 MW), dalam 1 siklus pengoperasian reaktor,

2. Memperhitungkan dosis radiasi yang diterima oleh setiap pekerja radiasi, berdasarkan nilai total dari dosis gamma lokasi dalam 1 tahun dan fraksi jam kerja efektif setiap pekerja radiasi terhadap jangka waktu pengoperasian reaktor pada daya tinggi (15 MW),
3. Menentukan kategori daerah kerja pada tiap – tiap lokasi di RSG – GAS, dengan cara; membandingkan hasil perhitungan dosis total setiap pekerja radiasi jangka waktu 1 tahun dengan Nilai Batas Dosis yang telah ditetapkan di dalam PERKA. BAPETEN Nomor 4 Tahun 2013.

#### TATA KERJA

- a. Penentuan lokasi Pengukuran
  1. Lakukan Studi desain radiologi pada dokumen LAK RSG-GAS
  2. Lakukan survei lapangan
  3. Tentukan lokasi pengukuran paparan radiasi gamma
- b. Alat dan Bahan
  - Survey meter (alat ukur) radiasi gamma
  - ATK
- d. Pemantauan paparan radiasi pada lokasi pengukuran<sup>(4)</sup>
- e. Pengelolaan hasil pengukuran
- f. Studi Laporan Pengoperasian Reaktor satu siklus
- g. Estimasi waktu pengoperasian reaktor dalam satu tahun
- h. Kalkulasi jangka waktu pekerja radiasi melakukan kegiatan di dalam RSG-GAS selama satu tahun
- i. Evaluasi dosis dari hasil pengukuran dosis gamma di tiap – tiap lokasi dengan inputan jangka waktu reaktor Operasi dan jumlah waktu pekerja melakukan kegiatan.

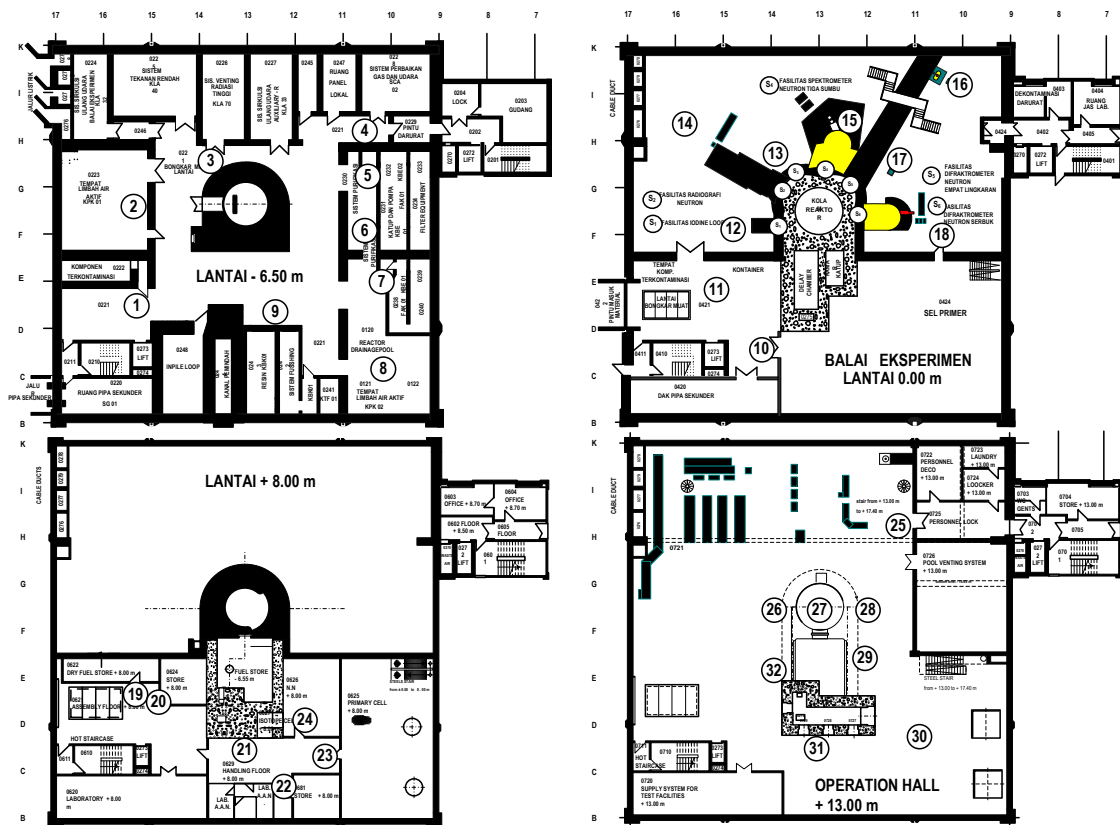
#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Diperoleh 32 lokasi titik pengukuran paparan radiasi gamma yang mempunyai potensi radiasi tertinggi yang terletak di setiap lantai yaitu lantai - 6.5 m, 0,0 m, 08,0 m dan 13,0 m di dalam gedung RSG-GAS, yang denah dapat dilihat pada gambar 1 .

- a) Nama lokasi titik pengukuran di lantai -6,5 m, yaitu:

No.1: Ruang penampungan limbah padat,  
No.2: Tempat limbah cair aktif KPK01,  
No.3: Tempat limbah cair aktif KPK01,

- No.4: Ruang pengambilan cuplikan sampel air primer (inlet),  
No.5: Ruang pengambilan cuplikan sampel air primer (inlet),  
No.6: Ruang pengambilan cuplikan sampel air primer (outlet),  
No.7: Ruang transfer bahan kimia (resin) di sistem air primer,  
No.8: Ruangan Pompa KBE01,  
No.9: Ruangan Valve FAK  
b) Nama lokasi titik pengukuran di lantai 0.0 m, yaitu:  
No. 10: ruang penampungan limbah resin , lalu lintas pengangkutan bahan pasca iradiasi.  
No. 11: Fasilitas iradiasi radiografi neutron  
No. 12: Fasilitas iradiasi spektrometer neutron tiga sumbu  
No. 13: Fasilitas iradiasi difraktrometer neutron  
No. 14: Area Fasilitas iradiasi difraktrometer neutron  
No. 15: Ruangan Spektrometer netron 3 sumbu  
No. 16: Ruangan Oprator peralatan beam tube berkas netron ke PTBIN  
No. 17: Ruangan Oprator peralatan beam tube dfraktrometer  
No. 18: Pintu ruangan pompa primer  
c) Nama lokasi titik pengukuran di lantai 8.0 m, yaitu:  
NO. 19: Ruang penyimpanan sementara dan memilah batu topaz pasca iradiasi serta ruang bahan bakar baru  
NO. 20: Ruang lalu lintas bahan pasca iradiasi dari fasilitas sistem rabbit  
NO. 21: Ruang bongkar muat bahan pasca iradiasi dari fasilitas sistem rabbit  
NO. 22: Laboratorium AAN  
NO. 23: Pintu Ruangan pompa primer  
NO. 24: Ruangan pengambilan sampel  
d) Nama lokasi titik pengukuran di lantai 8.0 m, yaitu:  
NO. 25: Ruang Masuk Balai Operasi  
NO. 26: Tepi reactor sebelah barat  
NO. 27: Diatas jembatan kolam bagian tengah kolam  
NO. 28: Tepi reactor sebelah Timur  
NO. 29: Sisi kolam penyimpanan bahan bakar bekas Timur  
NO. 30: Area balai Operasi  
NO. 31: Depan Hot Cell  
NO. 32: Sisi Kolam penyimpanan bahan bakar bekas barat



Gambar 1. Denah lokasi titik pengukuran di dalam Gedung RSG-GAS

Telah dilakukan pengukuran paparan radiasi gamma pada titik-titik penguran dengan menggunakan survey meter, dan daya reaktor 15 MW.

Setelah dilakukan pengukuran laju dosis gamma di tiap – tiap lokasi, selanjutnya dilakukan perhitungan dosis total perorang dan ditetapkan kategori daerah kerja dari tiap – tiap lokasi

**Contoh Perhitungan :**

1. Ditentukan jam efektif pekerja radiasi jangka waktu 1 tahun. Pada PERKA. BAPETEN Nomor 1 Tahun 1999, digunakan asumsi bahwa jam kerja efektif seorang pekerja radiasi adalah 2000 jam/ tahun, yang setara dengan 8 jam/ hari. Untuk menyesuaikan dengan KEPRES. No. 68 Tahun 1995, yang menyebutkan bahwa jam kerja seseorang adalah 5,5 jam/ hari, maka jam kerja efektif pekerja radiasi dapat dikonversi dengan persamaan :  

$$\text{Jam Kerja Efektif Pekerja Radiasi} = (2000 \text{ jam/ tahun}) \times (5,5 \text{ jam/ hari}) / (8 \text{ jam/ hari}) = \mathbf{1375 \text{ jam/ tahun}}$$
2. Pada lokasi nomor 1, diperoleh rata – rata laju dosis gamma per-teras sebesar 0,21 mRem/ jam. Asumsi dosis gamma total (per-lokasi) selama 1 tahun dihitung dengan persamaan :

Dosis Gamma Total (per-lokasi) = Laju Dosis Gamma Rata – Rata (per-teras) × Durasi Pengoperasian Reaktor Pada Daya 15 MW × Jumlah Siklus (Teras) Dalam 1 Tahun

Dosis Gamma Total (per-lokasi) = (0,21 mRem/ jam) × 1053,20 jam/ siklus × 4 siklus/ tahun = 884,69 mRem/ tahun = **8,85 mSievert/ tahun**

3. Asumsi dosis radiasi yang diterima setiap pekerja radiasi selama 1 tahun dapat dihitung dengan persamaan :  

$$\text{Dosis Personil Total} = \text{Dosis Gamma Total (per-lokasi)} \times \text{Jam Efektif Pekerja Radiasi/ Total Durasi Pengoperasian Reaktor Dalam 1 Tahun}$$

Pada Daya 15 MW = ((8,85 mSievert/ tahun) × (1375 jam/ tahun)) / ((1053,20 jam/ siklus) × (4 siklus/ tahun)) = **2,89 mSievert/ tahun**
4. Karena hasil perhitungan pada nomor 3 (**2,89 mSievert/ tahun**), menunjukkan nilai yang lebih kecil dari 0,3 NBD (**0,3 NBD = 6 mSievert/ tahun**), maka lokasi nomor 1 termasuk dalam kategori **Daerah Supervisi**.

Hasil pengukuran, perhitungan, dan penetapan daerah kerja pada setiap lokasi, disajikan pada tabel 1.2

Tabel 1.2. Hasil Perhitungan Penetapan Daerah Kerja

No. Lokasi	Rata-rata laju dosis gamma per-teras (mRem/ jam)	Dosis gamma total per-teras (mRem)	Asumsi dosis gamma total (per-lokasi), tahun 2013 (mRem)	Asumsi dosis gamma total (per-lokasi), tahun 2013 (mSievert)	Asumsi dosis perorangan total selama tahun 2013 (mSievert)	Pembagian daerah kerja
1	0,21	221,17	884,69	8,85	2,89	Supervisi
2	0,25	263,30	1053,20	10,53	3,44	Supervisi
3	0,2	210,64	842,56	8,43	2,75	Supervisi
4	0,24	252,77	1011,07	10,11	3,30	Supervisi
5	0,54	568,73	2274,91	22,75	7,43	Pengendalian
6	1,03	1084,80	4339,18	43,39	14,16	Pengendalian
7	0,42	442,34	1769,38	17,69	5,78	Supervisi
8	0,84	884,69	3538,75	35,39	11,55	Pengendalian
9	0,34	358,09	1432,35	14,32	4,68	Supervisi
10	3,81	4012,69	16050,77	160,51	52,39	Pengendalian
11	0,34	358,09	1432,35	14,32	4,68	Supervisi
12	1,13	1190,12	4760,46	47,60	15,54	Pengendalian
13	1,28	1348,10	5392,38	53,92	17,60	Pengendalian
14	0,23	242,24	968,94	9,69	3,16	Supervisi
15	0,36	379,15	1516,61	15,17	4,95	Supervisi
16	0,24	252,77	1011,07	10,11	3,30	Supervisi
17	1,65	1737,78	6951,12	69,51	22,69	Pengendalian
18	1,72	1811,50	7246,02	72,46	23,65	Pengendalian
19	0,3	315,96	1263,84	12,64	4,13	Supervisi
20	1,11	1169,05	4676,21	46,76	15,26	Pengendalian
21	0,34	358,09	1432,35	14,32	4,68	Supervisi
22	0,32	337,02	1348,10	13,48	4,40	Supervisi
23	4,14	4360,25	17440,99	174,41	56,93	Pengendalian
24	0,76	800,43	3201,73	32,02	10,45	Pengendalian
25	0,25	263,30	1053,20	10,53	3,44	Supervisi
26	0,59	621,39	2485,55	24,86	8,11	Pengendalian
27	1,65	1737,78	6951,12	69,51	22,69	Pengendalian
28	0,48	505,54	2022,14	20,22	6,60	Pengendalian
29	1,5	1579,80	6319,20	63,19	20,63	Pengendalian
30	0,47	495,00	1980,02	19,80	6,46	Pengendalian
31	0,57	600,32	2401,30	24,01	7,84	Pengendalian
32	1,43	1506,08	6024,30	60,24	19,66	Pengendalian

Dengan adanya 18 lokasi daerah pengendalian maka di RSG-GAS diperlukan tindakan sebagai berikut:

- ◆ Menandai dan membatasi daerah pengendalian yang ditetapkan dengan tanda fisik yang jelas
- ◆ Memasang atau menempatkan tanda peringatan atau petunjuk pada titik akses dan lokasi yang dianggap perlu
- ◆ Memastikan akses ke Daerah pengendalian hanya untuk pekerja radiasi, pengunjung yang masuk ke daerah pengendalian di dampingi oleh Petugas Proteksi Rdiasi.
- ◆ Tersedia peralatan pemantauan
- ◆ Menyediakan sarana pemantauan kontaminasi kulit,dan pakaian
- ◆ Peralatan pemantau kontaminasi terhadap benda yang dipindahkan dari daerah pengendalian
- ◆ Tersedia fasilitas mencuci dan mandi untuk dekontaminasi
- ◆ Tersedia tempat penyimpanan untuk peralatan dan peralatan protektif radiasi yang terkontaminasi.

## KESIMPULAN

Hasil kajian penentuan lokasi berdasarkan desain radiologi di peroleh 32 lokasi pengukuran, dimana penetapan daerah kerja ditetapkan sebagai berikut:

- ◆ 14 lokai ataupun ruang merupakan daerah kerja supervisi
- ◆ 18 lokai ataupun ruang merupakan daerah kerja Pengendalian

## DAFTAR PUSTAKA

1. Surat Keputusan BAPETEN No.1/Ka. BAPETEN/V-99, “tentang Ketentuan Keselamatan Kerja Terhadap Radiasi”.
2. LAK. RSG-GAS Rev.9. PRSG - BATAN
3. Petunjuk teknis pengendalian Paparan radiasi gamma daerah kerja di RSG-GAS.
4. Laporan Operasi Reaktor RSG-GAS Teras 82, No.Ident: RSG.OR.02.04.44.13.Bidang Operasi Reaktor ,Pusat Reaktor Serba Guna,Kawasan Puspipstek Gedung No.31,Serpong Tangerang, Juli 2013.
5. Kepres No. 68 Tahun 1995, Tentang hari kerja di Lingkungan Lembaga Pemerintah.