

**PEMANTAUAN RADIOAKTIVITAS RUANG KERJA DAN LINGKUNGAN
PUSAT PENGEMBANGAN BAHAN GALIAN DAN GEOLOGI NUKLIR (P2BGGN)**

(P2BGGN/KKL/02/2002)

Oleh : Bambang Purwanto

ABSTRAK

**PEMANTAUAN RADIOAKTIVITAS RUANG KERJA DAN LINGKUNGAN
PUSAT PENGEMBANGAN BAHAN GALIAN DAN GEOLOGI NUKLIR (P2BGGN).**

Pemantauan lingkungan dan proteksi radiasi merupakan kegiatan rutin P2BGGN yang harus dilakukan setiap tahun sebagai instansi yang mengolah bahan galian nuklir. Pemantauan radioaktivitas yang dilakukan adalah pengukuran tingkat radioaktivitas ruang dan lingkungan kerja, kadar debu radioaktif di udara pada ruang kerja dan gudang, dan penggunaan perlengkapan kerja terhadap radiasi. Tujuan pemantauan ini adalah untuk mendapatkan data radioaktivitas ruang dan lingkungan kerja, kadar debu radioaktif dan proteksi radiasi terhadap pekerja radiasi dan lingkungan. Hasil pengukuran radioaktivitas ruang kerja berkisar (0,11-0,32) $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ dan radioaktivitas lingkungan kerja berkisar (0,11-1,45) $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ (di bawah nilai batas dosis yang diijinkan yaitu 25 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$), kadar debu radioaktif di udara pada ruang kerja dan laboratorium Total α (1,09-1,78). 10^{-6} Bq/l dan Total β (1,02-1,89). 10^{-6} Bq/l (di bawah kadar tertinggi yaitu $2 \cdot 10^{-6}$ Bq/l), kadar debu radioaktif di udara pada ruang preparasi bijih dan gudang penyimpanan bijih Total α (1,65-3,74). 10^{-3} Bq/l dan Total β (2,71-3,35). 10^{-3} Bq/l (di atas kadar tertinggi yang diijinkan yaitu $2 \cdot 10^{-6}$ Bq/l), dan penggunaan perlengkapan kerja terhadap radiasi cukup baik.

Kata kunci : Pemantauan, radioaktivitas, ruang kerja, lingkungan.

ABSTRACT

RADIOACTIVITY MONITORING ON WORKING PLACE AND ITS SURROUNDING ENVIRONMENT OF P2BGGN. Radioactivity and radiation protection monitoring are the routine work at P2BGGN. Those activity should be done for the nuclear ores processing Installation. Working place (room) and its surrounding environment have been monitored yearly for the radioactivity, radioactive dust content in air of the ores preparation rooms and storage. The goal is to gain radioactivity data of working place, radioactive dust content and utilization of radiation protection equipment. Result of radioactivity measurement of working place is in the range 0.11-0.32 $\mu\text{Sv}/\text{hour}$, the surrounding environment is (0.11-1.45) $\mu\text{Sv}/\text{hour}$ that means is still lower than the permissible limit value (NAD) 25 $\mu\text{Sv}/\text{hour}$. Radioactive dust content at working place and in laboratory analysis about α total (1.09-1.78). 10^{-6} Bq/l. and β total (1.02-1.89). 10^{-6} Bq/l that still lower than permissible limit value (NAD) of radioactive dust is about 2×10^{-6} Bq/l, while in air at ores preparation rooms and storage α total (1.65-3,74) $\times 10^{-3}$ Bq/l and β total (2.71-3.35) $\times 10^{-3}$ Bq/l. that means slightly higher than permissible limit value 2×10^{-6} Bq/l. Utilization of safety equipment is fairly good.

Key word. : Monitoring, radioactivity, working place, environment, P2BGGN.

PENDAHULUAN

Kegiatan Pusat Pengembangan Bahan Galian dan Geologi Nuklir terutama kegiatan laboratorium yang meneliti/mengolah bahan galian nuklir. Bahan galian nuklir tersebut mengandung unsur radioaktif yang berpotensi memberikan paparan radiasi baik kepada pekerja radiasi maupun lingkungan kerja. Paparan radiasi terhadap pekerja radiasi dapat melalui paparan radiasi dalam (interna) dan paparan radiasi luar (eksterna). Untuk mencegah kemungkinan tersebut diperlukan pemantauan terhadap pekerja radiasi, radioaktivitas ruang dan lingkungan kerja, kadar debu radioaktif di udara dalam ruangan yang berasal dan proses kegiatan tersebut di atas sebelum dibuang ke lingkungan. Tujuannya adalah untuk mendapatkan data paparan radiasi ruang dan lingkungan kerja, kadar debu radioaktif di udara dalam ruangan, dan kedisiplinan pekerja radiasi dalam melaksanakan ketentuan keselamatan kerja terhadap radiasi sehingga dicapai keselamatan pekerja dan lingkungan. Pemantauan terhadap pekerja radiasi meliputi : perlengkapan keselamatan kerja terhadap radiasi dan prosedur bekerja yang menggunakan alat serta sumber radiasi.¹⁾ Pengukuran radioaktivitas ruang dan lingkungan kerja dilakukan dengan alat deteksi radiasi dan pengukuran kadar debu radioaktif di udara dalam ruangan. Kegiatan tersebut di atas dilakukan dengan metode pencacahan menggunakan detektor Ludlum α model 44-9 dan Eberline model SPA-1, β model 44-1, yang dihubungkan dengan alat pencacah Sealer Model 1000.²⁾

BAHAN, PERALATAN, DAN METODA

Bahan dan Peralatan

Bahan berupa contoh debu radioaktif, HCl (1M) dan alkohol. Peralatan yang digunakan adalah detektor α Ludlum model 44-9 dan Eberline model SPA-1, detektor β Ludlum model 44-1. Alat pencacah Sealer Ludlum model-1000, kabel konektor, ruang cacah contoh, planset stainlesssteel, eksikator, SPP₂NF, Alat penyedot debu.

Metoda

Pemantauan pekerja radiasi

Pemantauan dilakukan setiap hari kerja terhadap pekerja radiasi pada saat bekerja sesuai dengan ketentuan keselamatan kerja terhadap radiasi. Seperti penggunaan perlengkapan kerja terhadap radiasi, yaitu pakaian kerja/jas laboratorium, sarung tangan, masker, TLD-Badge, dan lain-lain.

Pemantauan tingkat radioaktivitas ruang dan lingkungan kerja

Pengukuran tingkat radioaktivitas ruang dan lingkungan kerja dilakukan dengan alat deteksi radiasi SPP₂NF. Pengukuran tingkat radioaktivitas ruang kerja dilakukan dengan pengukuran paparan radiasi pada ruangan yang digunakan untuk bekerja (laboratorium, ruang kerja dan staf). Pengukuran tingkat radioaktivitas lingkungan kerja dilakukan dengan pengukuran paparan radiasi di luar ruangan kerja atau halaman kantor.

Pengukuran kadar debu radioaktif di udara

Pencuplikan contoh debu radioaktif di udara dilakukan dengan menggunakan alat penyedot debu (Personal air sampler) di ruangan kerja. Contoh debu radioaktif diletakan di atas planset dan dicacah di ruang cacah contoh menggunakan detektor α Eberline model SPA-1 dan detektor β Ludlum model 44-1 yang dihubungkan dengan alat pencacah Sealer Ludlum model-1000 untuk dicacah sebanyak tiga kali pencacahan, masing-masing selama lima menit. Dari hasil pencacahan ditentukan kadar debu radioaktif di udara ruangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pemantauan terhadap pekerja radiasi dalam penggunaan perlengkapan kerja terhadap radiasi seperti : pakaian kerja dan jas laboratorium, masker, sarung tangan, kaca mata asam, sepatii kerja dan TLD-Badge pada Tabd 1. Pengukuran tingkat radioaktivitas lingkungan kerja atau halaman kantor yang terdiri dan 27 baris sebanyak 174 titik pengukuran tersebar

merata di sekeliling gedung kantor seperti pada Tabel 2. Pengukuran tingkat radioaktivitas ruangan kerja dan staf yang digunakan untuk bekerja para pekerja radiasi diperlihatkan pada Tabel 3. Sedangkan pengukuran kadar debu radioaktif di udara dalam ruangan total (α dan β) diperlihatkan pada Tabel 4.

Pembahasan

*** Pemantauan Pekerja Radiasi**

Penggunaan perlengkapan kerja terhadap radiasi seperti jas-laboratorium, masker, sarung tangan, TLD-Badge sudah sesuai dengan jenis pekerjaan dan peruntukannya. Selama pemantauan dilakukan perlengkapan kerja terhadap radiasi tersebut selalu digunakan (Tabel 1). Hal ini harus dipertahankan bahkan terus ditingkatkan menjadi kebiasaan sehingga akan menumbuhkan sikap disiplin mentaati dan menggunakan perlengkapan kerja untuk menuju pada budaya keselamatan.

*** Pemantauan radioaktivitas lingkungan kerja**

Radioaktivitas (paparan radiasi) lingkungan kerja berkisar antara (0,11-1,45) $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ (Tabel 2). Radioaktivitas tertinggi terdapat pada baris ke-17 berkisar (0,65-1,45) $\mu\text{Sv}/\text{jam}$, terdapat di sekitar kolam penampungan limbah radioaktif di belakang gedung Pilot Plant yaitu di sekitar ruangan penyimpanan dan pengolahan limbah radioaktif. Hal ini disebabkan karena di samping dekat dengan kolam limbah juga dekat dengan ruangan pengolahan limbah radioaktif. Tetapi dari bulan Januari sampai dengan Desember radioaktivitasnya mengalami penurunan secara terus-menerus seiring dengan berkurangnya limbah radioaktif cair yang disimpan. Berkurangnya limbah radioaktif cair ini karena dilakukan pengolahan secara bertahap oleh Sub Bidang Pengelolaan Limbah dan Keselamatan Lingkungan. Dari hasil pengukuran radioaktivitas lingkungan kerja dapat dikatakan bahwa lingkungan kerja P2BGGN adalah merupakan daerah aman bagi pekerja radiasi, karena masih di bawah Nilai Batas Dosis (NBD) yang diijinkan yaitu 25 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$.

*** Pemantauan radioaktivitas ruang kerja**

Radioaktivitas ruang kerja yang digunakan untuk bekerja bagi pekerja radiasi berkisar (0,11-0,32) $\mu\text{Sv/jam}$. Ruang kerja Preparasi Biji TPPBGGN, ruang mikroskop, dan ruangan laboratorium KL sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan ruangan lainnya. Hal ini disebabkan karena terdapat biji dan limbah radioaktif yang disimpan di ruangan sebelum dan selama dilakukan kegiatan. Tetapi radioaktivitas seluruh ruangan yang digunakan untuk bekerja bagi pekerja radiasi dapat dikatakan aman, karena masih di bawah Nilai Batas Dosis (NBD) yang diijinkan yaitu 25 $\mu\text{Sv/jam}$ (Tabel 3).

*** Kadar debu radioaktif di udara**

Telah dilakukan pengukuran kadar debu radioaktif di udara pada beberapa ruang kerja, laboratorium, dan gudang penyimpanan biji yang diduga berpotensi menimbulkan debu radioaktif. Hasil pengukuran yang dilakukan dengan detektor α Eberline model SPA-1 dan detektor β Ludlum model 44-1 pada ruang kerja dan laboratorium di dapat kadar debu radioaktif di udara berkisar Total α (1,09-1,78). 10^{-6} Bq/l dan Total β (1,02-1,89). 10^{-6} Bq/l (Tabel 4). Merupakan ruang kerja yang layak dan aman terhadap debu radioaktif bagi pekerja radiasi karena masih di bawah Kadar Tertinggi yang diijinkan (KTD) yaitu $2 \cdot 10^{-6}$ Bq/l.³. Namun demikian perlu diusahakan agar kadar debu radioaktif udara di ruang kerja dapat ditekan seminimal mungkin. Misalnya dengan cara memberi penutup plastik terhadap contoh biji, tanah, lumpur yang berpartikel halus agar tidak berterbangan ke udara terutama pada musim panas dan menjaga kebersihan ruangan. Kadar debu radioaktif di udara pada ruangan gudang Eksplorasi, Preparasi Biji PTPBGGN dan ruang kerja Preparasi Biji yang dipakai untuk penggerusan biji Total α (1,65-3,74). 10^{-3} Bq/l dan Total β (2,71-3,35). 10^{-3} Bq/l sudah melebihi KTD yaitu $2 \cdot 10^{-6}$ Bq/l. Tingginya kadar debu radioaktif di ruangan ini karena disimpan biji yang berpartikel halus sehingga mudah mengapung di udara. Apabila bekerja di ruangan ini, pekerja radiasi harus menggunakan perlengkapan kerja terhadap radiasi terutama masker, penutup mata (kacamata), sarung tangan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya paparan radiasi interna.

KESIMPULAN

Dan hasil pengukuran radioaktivitas ruang kerja dan lingkungan/halaman kantor, merupakan ruang dan lingkungan kerja yang aman bagi pekerja radiasi karena paparan radiasinya di bawah nilai batas dosis yang diijinkan. Kadar debu radioaktif di udara pada ruangan kerja dan laboratorium merupakan daerah aman bagi pekerja radiasi kecuali ruangan gudang Bidang Eksplorasi, ruangan kerja dan gudang Preparasi Bijih PTPBGGN melebihi Kadar Tertinggi yang Diijinkan.

SARAN

- Diusahakan untuk menurunkan/meminimalkan ruangan gudang Eksplorasi, ruangan kerja dan gudang Preparasi Bijih PTPBGGN yang kadar debu radioaktif di udara melebihi KTD, misalnya dengan cara memberi penutup plastik terhadap contoh bijih, tanah, lumpur yang berpartikel halus agar tidak berterbangan ke udara terutama pada musim panas dan menjaga kebersihan ruangan.

DAFTAR PUSTAKA

1. BAPETEN, S.K No. 01/Ka-Bapeten/V-99, "Ketentuan Keselamatan Kerja Terhadap Radiasi", Jakarta, 1999
2. LUDLUM MEASUREMENTS, INC, 501 Oak, Sweetwater, Texas, USA, 1990.
3. BAPETEN, S.K. No. 02/Ka-Bapeten/V-99, "Baku Tingkat Radioaktivitas di Lingkungan", Jakarta, 1999

Tabel 1 : Penggunaan Perlengkapan Kerja Terhadap Radiasi

No.	Perlengkapan kerja	Dipantau (kali)	Pakai (kali)	Tidak pakai (kali)	Keterangan (% pakai)
1	2	3	4	5	6
1	Pakaian kerja (jas-lab)	20	20	-	100
2	Masker	20	20	-	100
3	Sarung tangan	20	20	-	100
4	Kaca mata asam	5	5	-	100
5	Sepatu kerja	20	19	1	95
6	TLD-Badge	20	20	-	100

Tabel 2 : Radioaktivitas Lingkungan Kerja P2BGGN Tahun 2002

No	LOKASI (baris ke)	PAPARAN RADIASI (mSv/j)													KETERANGAN	
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
1	I : 8 titik	120	130	120	120	120	130	130	130	140	140	130	120	120	130	Nilai Batas Dosis (NBD) yang diijinkan bagi pekerja radiasi adalah 25 µSv/j
2	II : 5 titik	120	110	120	130	130	130	130	120	120	110	120	110	110	120	
3	III : 5 titik	110	120	130	120	110	110	130	130	130	120	120	120	110	110	
4	IV : 7 titik	120	140	120	130	120	120	120	150	130	120	130	130	120	120	
5	V : 5 titik	110	130	120	110	130	120	130	120	120	120	110	110	120	120	
6	VI : 8 titik	120	110	110	120	120	120	120	130	130	120	120	120	110	110	
7	VII : 10 titik	110	130	120	130	110	110	110	140	130	130	110	110	120	120	
8	VIII : 11 titik	130	120	110	110	130	130	130	120	120	120	130	130	110	120	
9	IX : 9 titik	120	130	120	130	120	140	140	150	130	130	120	120	130	130	
10	X : 10 titik	130	110	130	120	130	120	130	140	120	120	110	110	120	120	
11	XI : 11 titik	110	120	110	130	120	130	120	130	130	130	120	120	110	110	
12	XII : 11 titik	120	120	130	110	130	120	130	120	120	120	130	120	120	120	
13	XIII : 5 titik	130	110	120	120	110	120	110	150	130	130	110	110	130	130	
14	XIV : 6 titik	120	120	110	130	120	120	120	140	120	120	120	130	120	120	
15	XV : 6 titik	110	130	120	110	120	110	120	130	130	130	110	110	130	130	
16	XVI : 5 titik	120	120	110	130	120	130	110	120	120	120	130	130	120	120	
17	XVII : 8 titik	1450	1430	1420	1430	1250	1200	650	680	670	690	710	720	720	720	
18	XVIII : 7 titik	600	616	620	630	500	510	550	520	510	310	220	210	210	210	
19	XIX : 3 titik	120	120	110	130	120	130	130	130	130	130	140	130	130	130	
20	XX : 3 titik	130	130	120	120	110	140	140	140	140	120	120	120	120	120	
21	XXI : 5 titik	110	120	120	130	140	150	130	130	130	120	120	130	130	130	
22	XXII : 8 titik	120	130	110	120	130	120	120	120	130	130	120	120	130	130	
23	XXIII : 3 titik	130	120	120	130	120	130	130	130	130	120	130	120	120	120	
24	XXIV : 3 titik	120	130	110	120	130	140	140	140	140	130	120	120	120	120	
25	XXV : 6 titik	120	120	130	130	140	150	130	130	120	120	130	130	130	130	
26	XXVI : 7 titik	130	130	120	140	130	120	120	120	130	120	130	120	120	120	
27	XXVII : 4 titik	120	120	130	120	130	140	130	140	130	120	130	120	120	130	

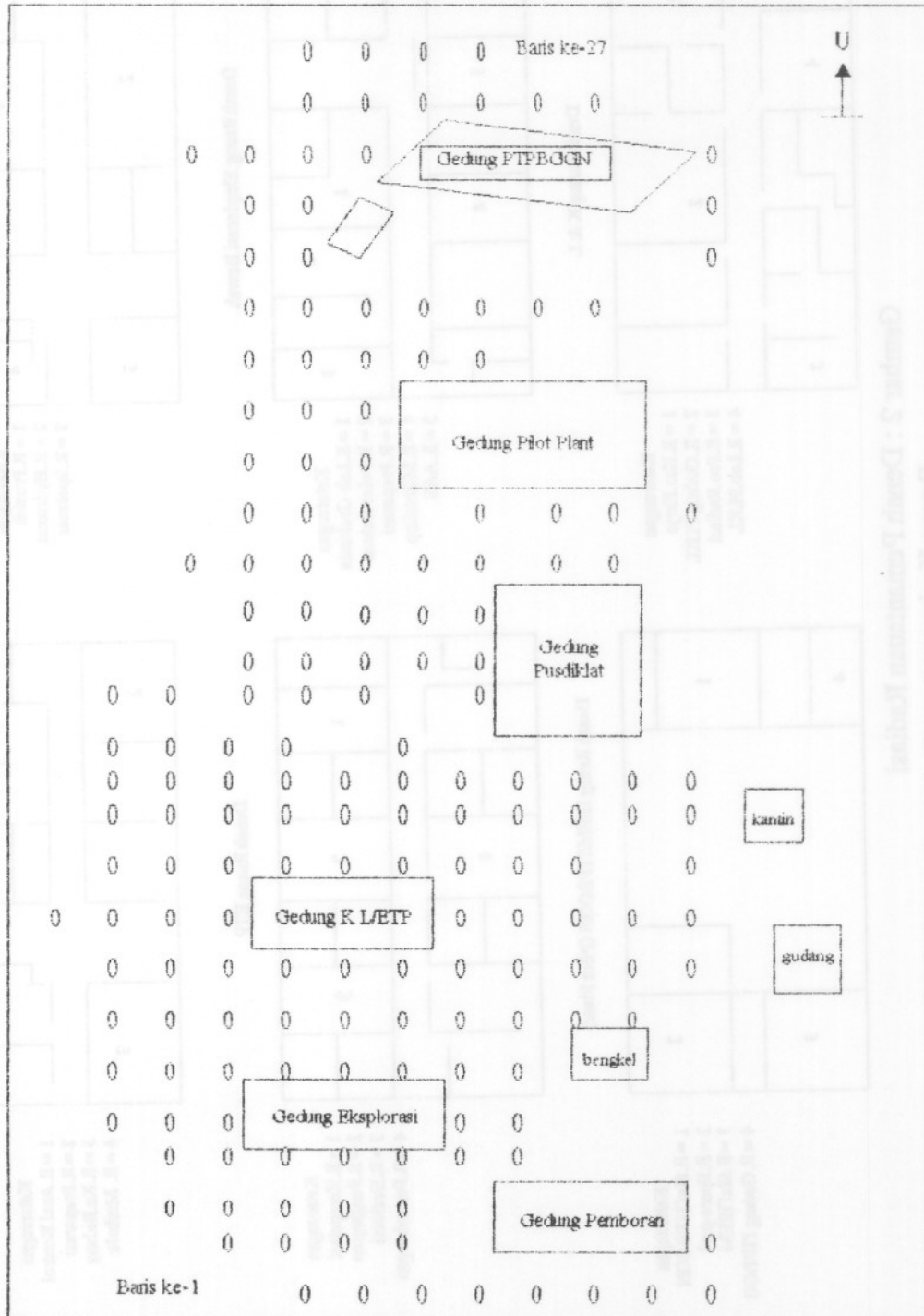
Tabel 3 : Radioaktivitas Ruang Kerja P2BGGN Tahun 2002

No	LOKASI Ruang Pengukuran	PAPARAN RADIASI (nSv/j)												KETERANGAN		
		Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des			
1	3														16	
	Ged. PTPBGGN															
1	Analisis Kontrol	130	120	130	130	130	120	120	110	130	140	130	110	120	110	120
2	Prepar. Bijih	320	320	120	120	110	130	120	120	130	120	120	120	120	110	110
3	Prostek	250	240	130	130	120	150	130	120	140	150	130	120	130	120	120
4	Hydrometalurgi	130	140	110	110	130	120	120	110	130	140	130	110	120	120	120
	Ged. Eksplorasi															
5	Lab. Geokimia	210	210	130	130	110	140	130	110	130	140	130	110	120	120	120
6	Poles Batuan	220	210	110	110	130	120	120	130	130	120	120	130	110	110	120
7	Preparasi	120	130	130	130	140	150	130	120	140	150	130	120	130	130	130
8	Mikroskop	320	330	120	120	130	140	120	110	130	140	120	110	120	120	120
9	AAS	120	130	130	130	120	130	120	130	120	130	130	120	110	110	110
	Gedung ETP															
10	Komputasi	120	120	120	120	110	150	130	110	150	150	130	110	130	130	130
11	Pengkajian	110	120	130	130	120	140	120	120	140	140	120	120	120	120	120
12	Evaluasi	120	110	110	110	120	130	130	110	120	130	130	110	130	130	130
13	Penambangan	120	120	130	130	110	120	120	130	110	120	120	130	120	120	120
	Gedung KL															
14	Lab. PLKL	220	230	230	230	200	210	250	210	210	210	210	210	220	220	210
15	Prot. Radiasi	130	140	130	130	120	130	130	130	120	130	130	130	140	140	130
16	Gudang PLKL	210	210	120	120	110	140	140	140	140	140	140	120	120	120	120
17	KesKer. Tambang	120	120	130	130	140	150	130	130	140	150	130	120	130	130	130
	Pilot Plant															
18	Spare-part	120	130	130	130	120	130	130	130	120	130	130	120	130	130	120
19	Gudang Alat	120	120	120	120	130	140	140	140	140	140	140	130	120	120	120
20	Staf ITPBGN	120	120	130	130	140	150	130	130	140	150	130	120	130	130	130
21	Staf IBEM	120	130	140	140	130	120	120	120	130	120	120	130	120	120	120

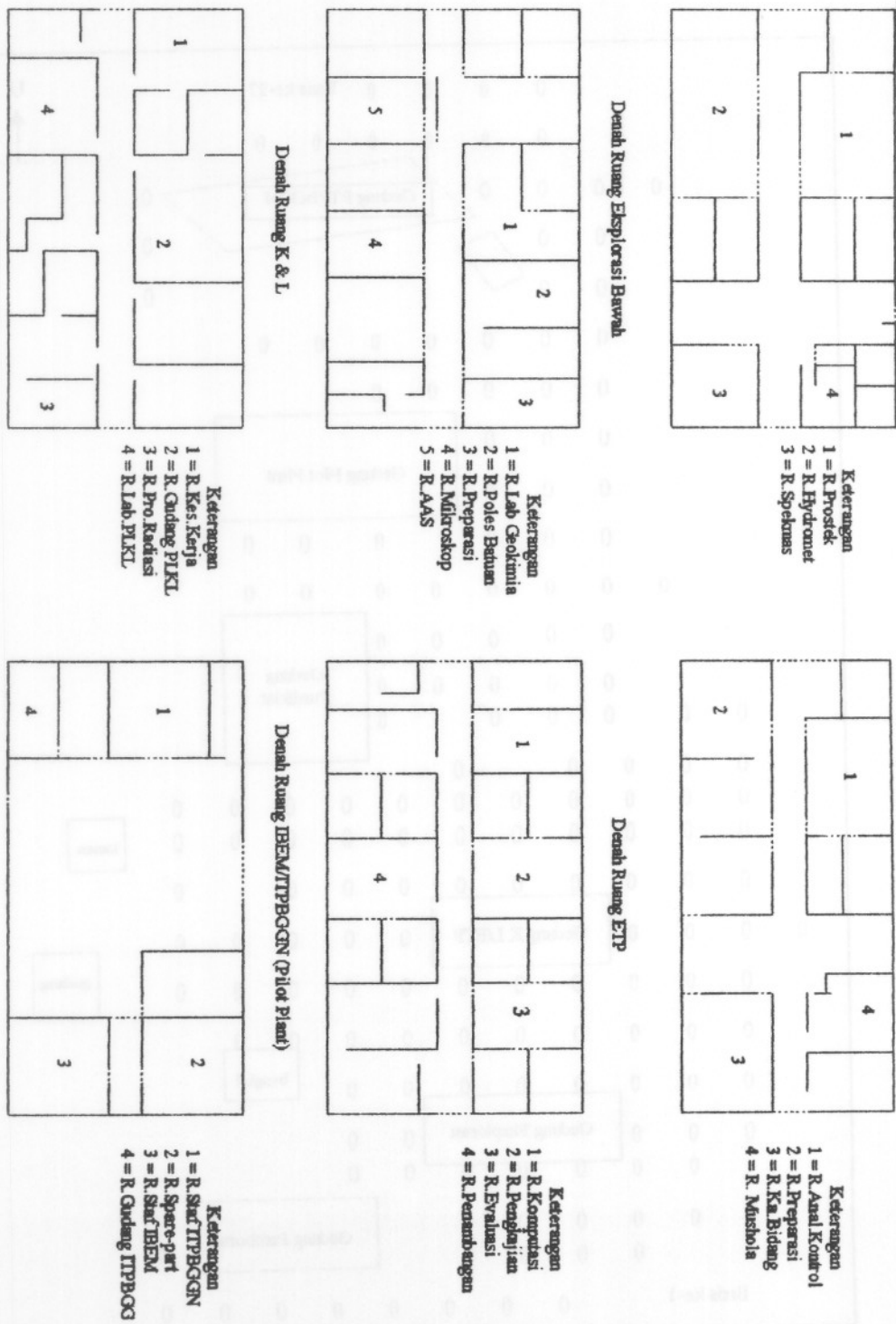
Tabel 4 : Kadar debu radioaktif di udara

No.	No. Kode	Radioaktivitas (Bq/l)		Keterangan
		Detektor α	Detektor β	
1	KDR-1	$2,41.10^{-3}$	$3,08.10^{-3}$	Ruang gudang Eksplorasi
2	KDR-2	$3,74.10^{-3}$	$3,35.10^{-3}$	Ruang gudang Preparasi bijih
3	KDR-3	$1,65.10^{-3}$	$2,71.10^{-3}$	Ruang kerja Preparasi Bijih
4	KDR-4	$1,42.10^{-6}$	$1,74.10^{-6}$	Ruang Lab. Hydrometalurgi
5	KDR-5	$1,33.10^{-6}$	$1,46.10^{-6}$	Ruang Lab. Analisa Kontrol
6	KDR-6	$1,78.10^{-6}$	$1,68.10^{-6}$	Ruang Lab. PLKL
7	KDR-7	$1,23.10^{-6}$	$1,89.10^{-6}$	Ruang Lab. Geokimia
8	KDR-8	$1,09.10^{-6}$	$1,29.10^{-6}$	Ruang Staf Pro. Rad & Kesel. Kerja
9	KDR-9	$1,19.10^{-6}$	$1,02.10^{-6}$	Ruang Kerja IBEM
10	KDR-10	$1,14.10^{-6}$	$1,18.10^{-6}$	Ruang Staf ITPBGGN

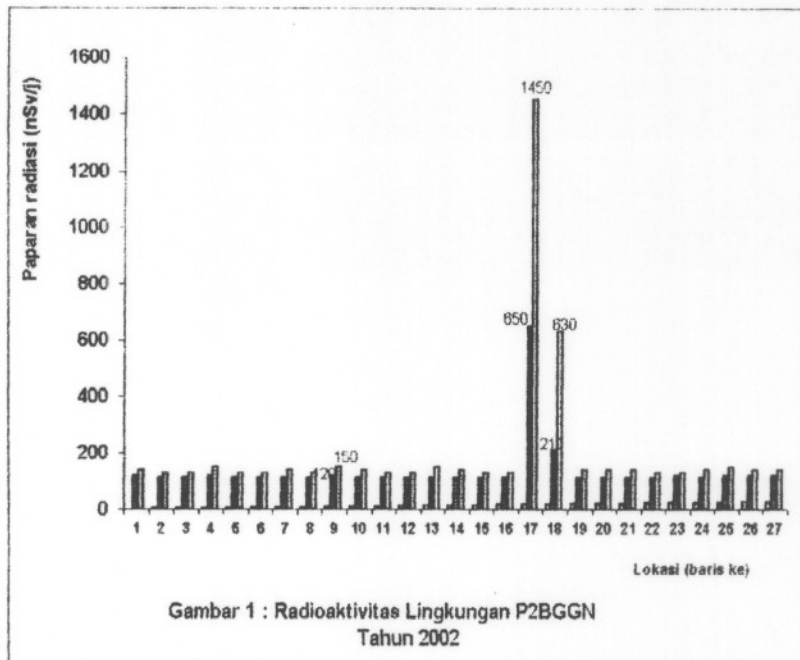
Catatan : Kadar Tertinggi yang Diijinkan (KTD) 2.10^{-6} (Bq/l)



Gambar 1 : Denah Lokasi Patok Polygonal Pemantauan Radiasi Lingkungan

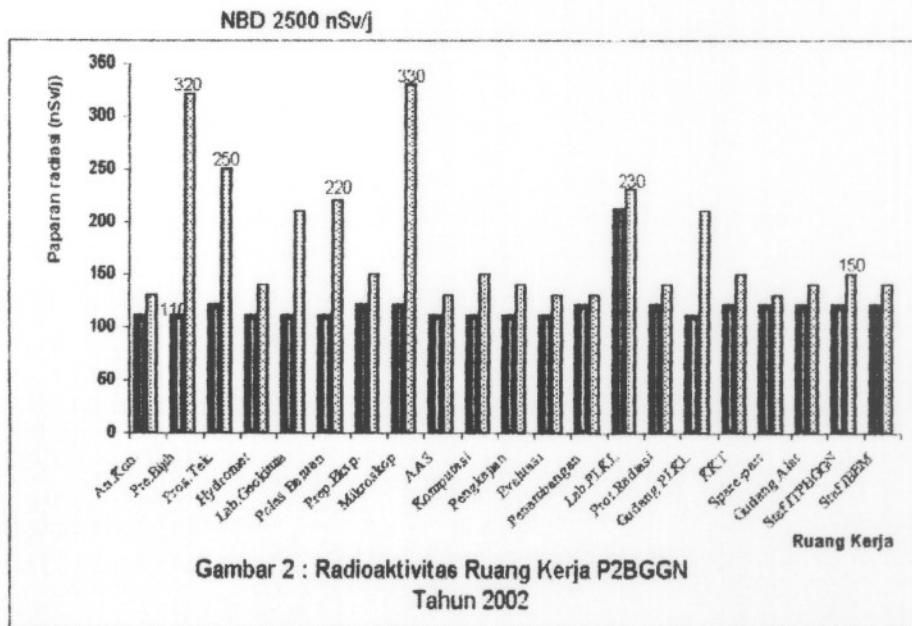


Gambar 2 : Denah Pemantauan Radiasi Ruang Kerja



Gambar 1 : Radioaktivitas Lingkungan P2BGGN Tahun 2002

NBD 2500 nSv/j



Gambar 2 : Radioaktivitas Ruang Kerja P2BGGN Tahun 2002