

PEMANTAUAN DAERAH KERJA & LINGKUNGAN DI INSTALASI NUKLIR KSTE A. BAIQUNI DPFK – BRIN

Jasmi Budi Utami

**Pelatihan Proteksi Radiasi Dan Pengenalan 3S (Safety Security Safeguard) Di KSTE A.
Baiquni Yogyakarta**

4 – 8 Agustus 2025

Direktorat Pengembangan Kompetensi BRIN

BIODATA



Jasmi Budi Utami

Anggota Tim
Pengelolaan Instalasi
Reaktor TRIGA Kartini

Direktorat Pengelolaan Fasilitas
Ketenaganukliran (DPFK)

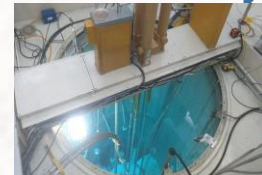
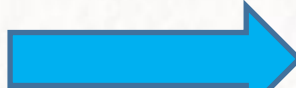


Universitas Diponegoro, Teknik Kimia, 2005
Universitas Gadjah Mada, Teknik Kimia, 2013



Pelatihan Metode dalam Amdal, 2020
Pelatihan Persyaratan SM Laboratorium
Berdasarkan SNI ISO/IEC 17025:2017, 2022
Penyegaran PPR Instalasi Nuklir, 2023

LATAR BELAKANG



**DAMPAK RADIOLOGI
TERHADAP PEKERJA**



**Pemantauan Daerah
Kerja**



**Keselamatan pekerja,
masyarakat dan
lingkungan**



**Pemantauan
Radioaktivitas
Lingkungan**



**DAMPAK RADIOLOGI
TERHADAP LINGKUNGAN**



TUJUAN PEMBELAJARAN

Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti materi ini, peserta dapat menjelaskan kegiatan pemantauan daerah kerja dan pemantauan lingkungan yang diterapkan khususnya di instalasi nuklir di KSTE A. Baiquni DPFK - BRIN

Indikator Keberhasilan

Menjelaskan tujuan kegiatan pemantauan daerah kerja dan lingkungan

Menyebutkan parameter pemantauan

Menyebutkan peralatan dan fasilitas untuk pemantauan

Menjelaskan peraturan yang diacu dalam kegiatan pemantauan daerah kerja dan lingkungan

POKOK BAHASAN

Dasar Hukum

Prosedur Pemantauan Daerah Kerja (Reaktor & Lab.)

Peralatan dan Fasilitas Pemantauan Daerah Kerja

Evaluasi Pemantauan Daerah Kerja

Dokumen & Prosedur Pemantauan Lingkungan

Metode Pemantauan Lingkungan

Evaluasi & Pelaporan Pemantauan Lingkungan

DASAR HUKUM



1

PEMANTAUAN DAERAH KERJA

PEMANTAUAN DAERAH KERJA



Reaktor



Laboratorium

Tujuan Pemantauan Daerah Kerja

- Meminimalkan penerimaan dosis radiasi bagi pekerja radiasi sehingga tidak melampaui nilai batas dosis yang ditetapkan
- Memastikan bahwa daerah kerja sesuai dengan pembagian daerah kerja yang telah ditetapkan (daerah pengendalian atau daerah pengawasan)
- Memenuhi ketentuan peraturan perundang – undangan
- Melindungi pekerja dari bahaya di lingkungan kerja dan memastikan bahwa setiap tenaga kerja dapat bekerja dengan aman dan sehat



Pemantauan Daerah Kerja di Reaktor Kartini

Laju Paparan Radiasi

- Pengukuran langsung (22 Titik)
- GAM (6 titik)

Tk. Radioaktivitas Udara

- Gross Beta (BCAM, ABPM)
- Kadar Iodin (Iodin Monitor)
- Gross Beta (Sampling sesaat)
- Gamma (Sampling sesaat)

Tk. Radioaktivitas Air

- Gross Beta ATR
- Gross Beta ABS

Kadar Unsur Air Pendingin

- Na, Ca, Mg, Cr, Fe, Si pada ATR

Tk. Kontaminasi Permukaan

- Gross alfa
- Gross Beta

Pemantauan Daerah Kerja di Laboratorium DPFK

Radiasi

Laju Paparan Radiasi

- Ruangan
- Sampel
- Sumber
- Limbah

Tk. Kontaminasi Permukaan

- Lantai
- Wastafel
- Meja
- Peralatan Listrik
- Peralatan gelas, dll

Pengecekan kotak dekontaminasi Kit

- Radiowash, Sabun cair, Lart. Nitrat, kertas merang, sikat, tisu, sarung tangan, masker

Non Radiasi

Parameter Fisis

- Penerangan
- Suhu
- Kelembaban
- Tk. Kebisingan

Pengecekan APAR

- Tgl kadaluarsa

5 R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin)

Prosedur Pemantauan Daerah Kerja

REAKTOR

SOP PPR dlm Pengoperasian Reaktor Kartini (A.010-P.022/II.6.5/IKTN 2-III/KN 02 01/2023)

SOP Pemantauan Radioaktivitas Udara Di Reaktor Kartini (T.023-P.022/II.6.5/IKTN 2-IV/KN 02 01/2024)

SOP Pemantauan Kandungan Unsur Pada Air Pendingin Primer Reaktor Kartini (A.015-PP/II.6.5/IKTN 2-III/KN 02 01/2023)

LABORATORIUM

SOP Pengawasan Radiasi Dan Keselamatan Kerja Di Laboratorium

(T.008-P.013/II.6.5/IKTN 2-IV/KN 02 01/2023)

SOP Pengukuran Tingkat Kontaminasi Permukaan
(T.027-P.022/II.6.5/IKTN 2-IV/KN 02 01/2024)

Peralatan dan Fasilitas Pemantauan Daerah Kerja di Reaktor Kartini



Surveymeter Gama



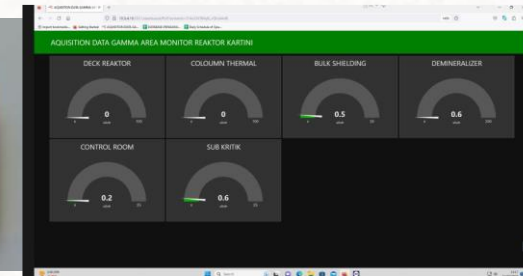
Tele Surveymeter



Surveymeter Neutron



Gamma Area Monitor (GAM)



Beta Continuous Air Monitor (BCAM)



Iodin Monitor (IM)



Alfa Beta Particulate Monitor (ABPM)



Staplex – HVAS (High Volume Air Sampler)



Alat cacah Gross Beta



Alat cacah Spektro Gama

Peralatan dan Fasilitas Pemantauan Daerah Kerja di Laboratorium



Surveymeter Laju Paparan Radiasi (Beta – Gama)

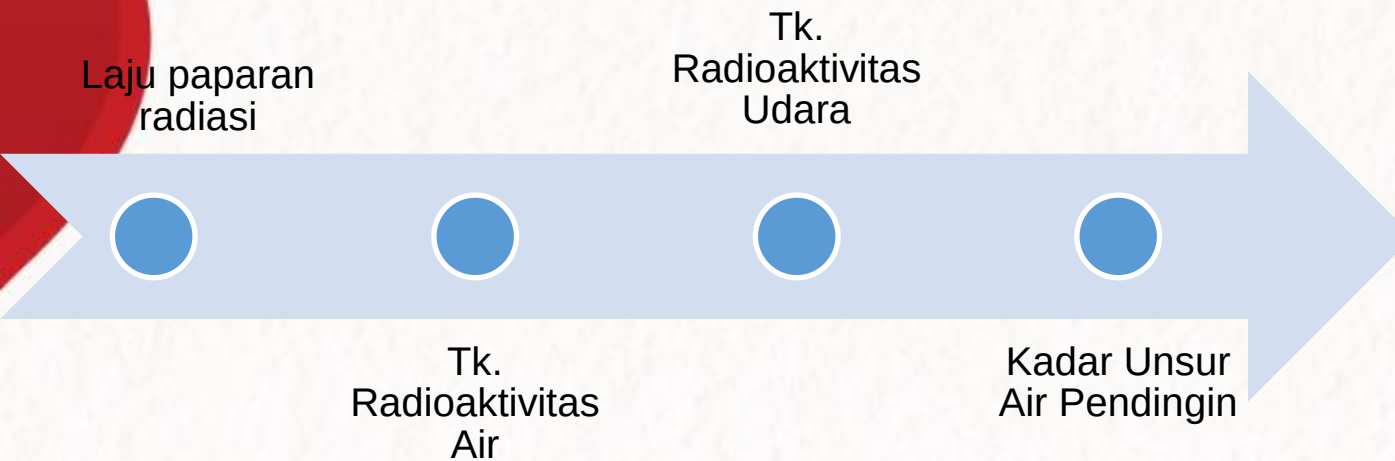


Surveymeter Tk. Kontaminasi



Environmental meter

Evaluasi Pemantauan Daerah Kerja (Reaktor)



Lokasi	Laju paparan radiasi ($\mu\text{Sv/jam}$)
Dek Reaktor	100
Kolom termal	100
RKU	25
Sub Kritik	25
Bulk Shielding	25
Demineralizer	250
Permukaan ATR	1000

Kadar Iodin	2 Bq/l
Tk. Rad. Udara (Gross Beta)	$0,04 \text{ Bq/l}$
Tk. Rad. Air (Gross Beta)	18500 Bq/l
Kadar Unsur Air	Na : 1 ppm Ca : 1 ppm Mg : 1 ppm

Batas Kondisi Operasi (BKO)
Reaktor

0,4 Bq/cm²
(gama, beta, alfa)

Evaluasi Pemantauan Daerah Kerja (Laboratorium – Parameter Radiasi)

Laju
Paparan
Radiasi

• Ruangan

NBD => Perka 4/2013
 Daerah pengendalian $\geq 3/10$ NBD
 Daerah pengawasan $< 3/10$ NBD

Laju
Paparan
Radiasi

• Limbah

SOP Inspeksi Limbah
 $\geq 10 \mu\text{Sv/jam}$ direkomendasikan limbah
 diangkut ke tempat penyimp. sementara LRA

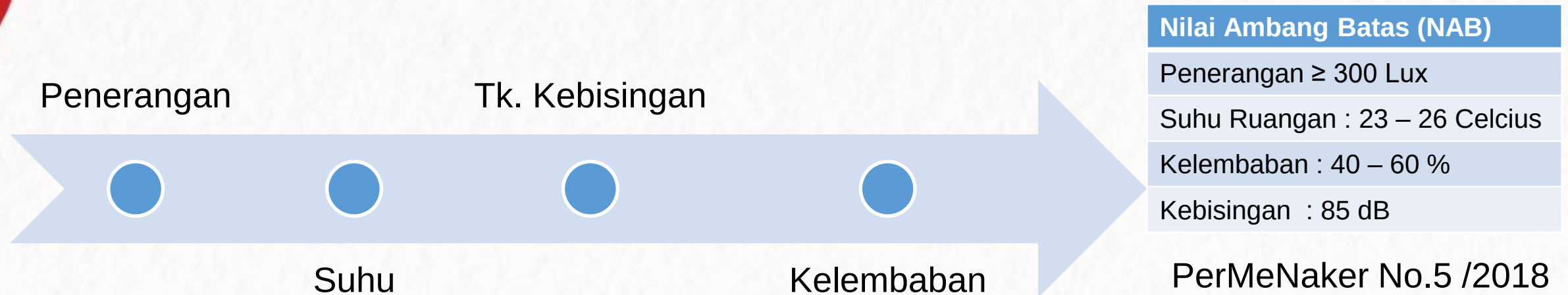
Tk. Kontaminasi Permukaan

$\geq \text{LD Alat}$

Kontaminasi

Perka Bapeten 7/2020
 $0,4 \text{ Bq/cm}^2$
 (gama, beta, alfa)

Evaluasi Pemantauan Daerah Kerja (Laboratorium – Parameter Non Radiasi)



Pemantauan Daerah Kerja di Reaktor & Laboratorium



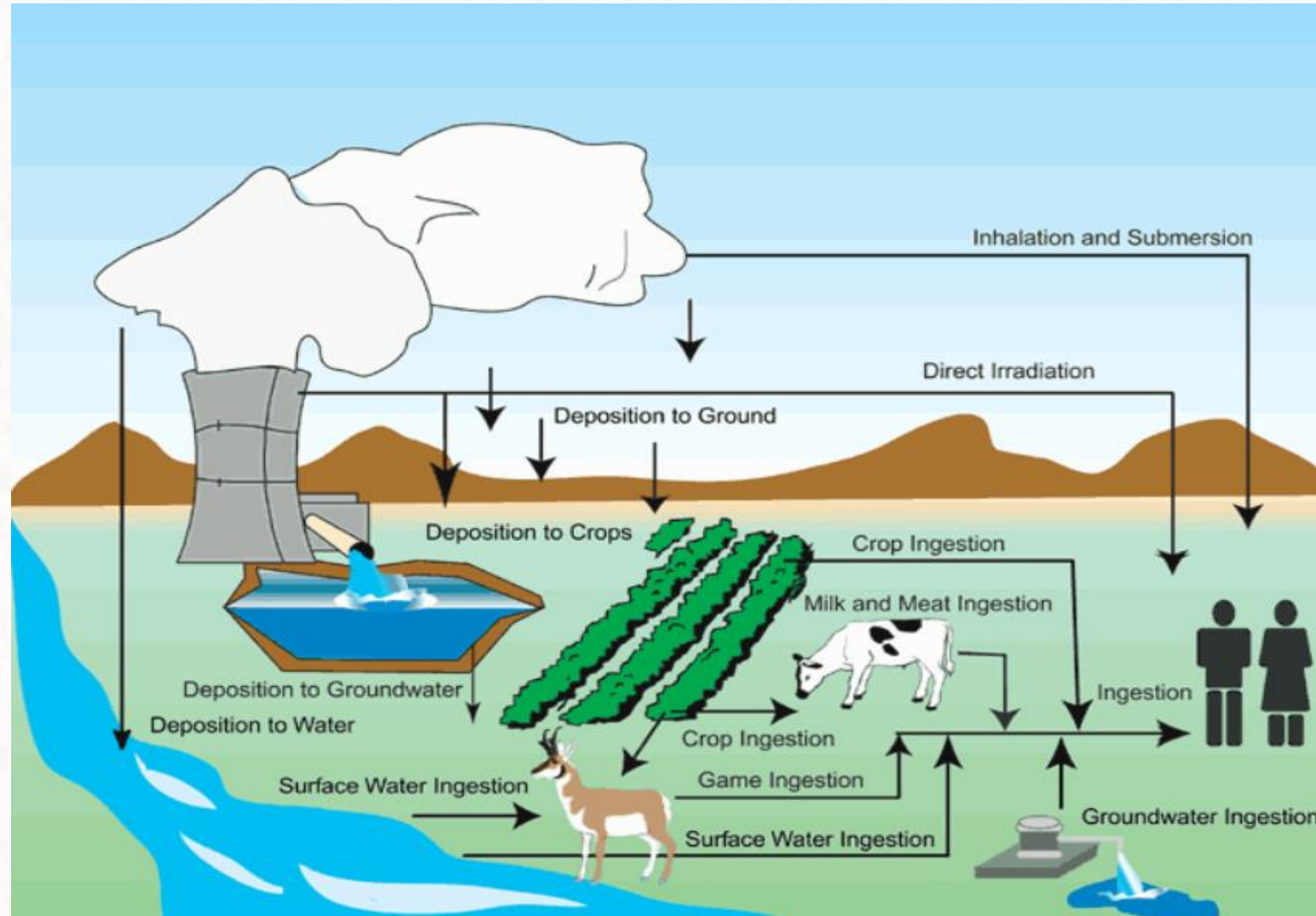
2

PEMANTAUAN LINGKUNGAN

Pemantauan Lingkungan



Dampak Radiologi Terhadap Lingkungan



Tujuan Pemantauan Lingkungan

- ✓ Membatasi serendah mungkin pelepasan radioaktivitas ke lingkungan
- ✓ Memenuhi Nilai Baku Tk. Radioaktivitas di Lingkungan yang ditetapkan Badan pengawas
- ✓ Menilai /mengevaluasi program/Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL) yang sedang dijalankan
- ✓ Sebagai peringatan dini jika terjadi ketidaknormalan pelepasan zat radioaktif



Dokumen Lingkungan KNY

Laporan Analisa Dampak Lingkungan (Amdal) Reaktor Kartini

1983

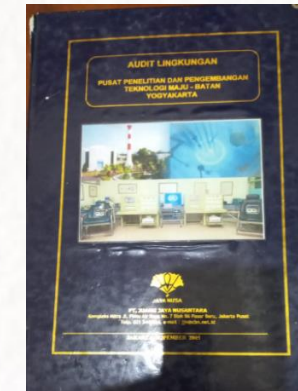
36 lokasi sampling- setiap bulan



Dokumen Audit Lingkungan

2005

36 lokasi sampling – periode ganjil genap setiap bulan



Revisi RKL-RPL

2009

17 lokasi sampling – setiap bulan

RENCANA PENGELOLAAN LINGKUNGAN (RKL) DAN
 RENCANA PEMANTAUAN LINGKUNGAN (RPL)
 PUSAT SAINS DAN TEKNOLOGI AKSELERATOR
 Nomor Dokumen : RKPL 001.1/RN 04 04/STA 5.1



PUSAT SAINS DAN TEKNOLOGI AKSELERATOR
 BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
 2016

DRAFT RENCANA PENGELOLAAN LINGKUNGAN (RKL)
 DAN RENCANA PEMANTAUAN LINGKUNGAN (RPL)
 KAWASAN NUKLIR YOGYAKARTA (KNY)
 Nomor Dokumen: RKPL 001.1/RN 04 04/DPFK



Direktorat Pengelolaan Fasilitas Ketenaganukliran
 BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL
 2022

Revisi RKL RPL

2016

17 lokasi sampling
 setiap bulan

+ pemantauan nuklida

Perubahan penanggung jawab
 usaha/kegiatan
 Pengurangan jumlah lokasi
 sampling

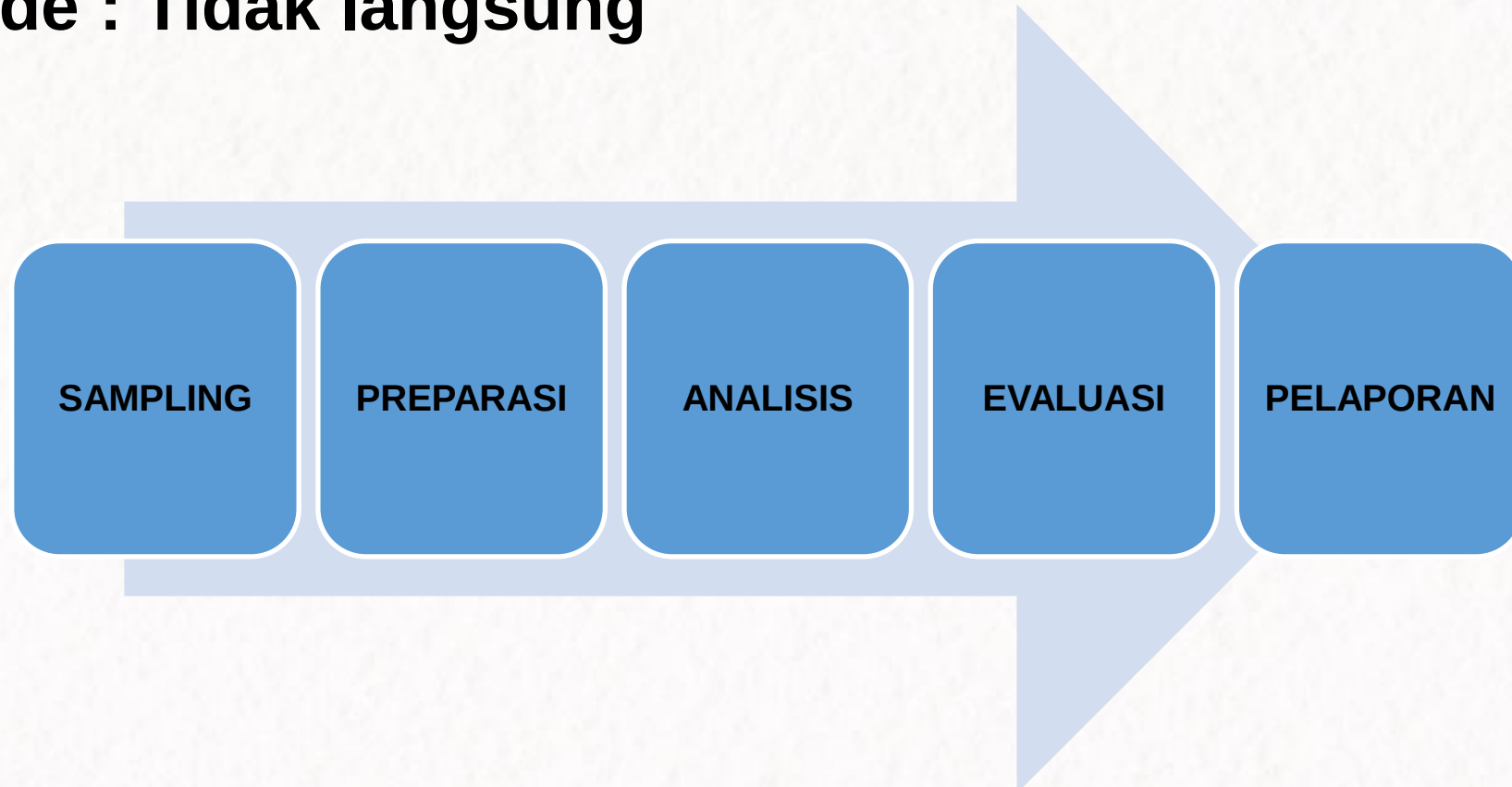
Prosedur Pemantauan Lingkungan



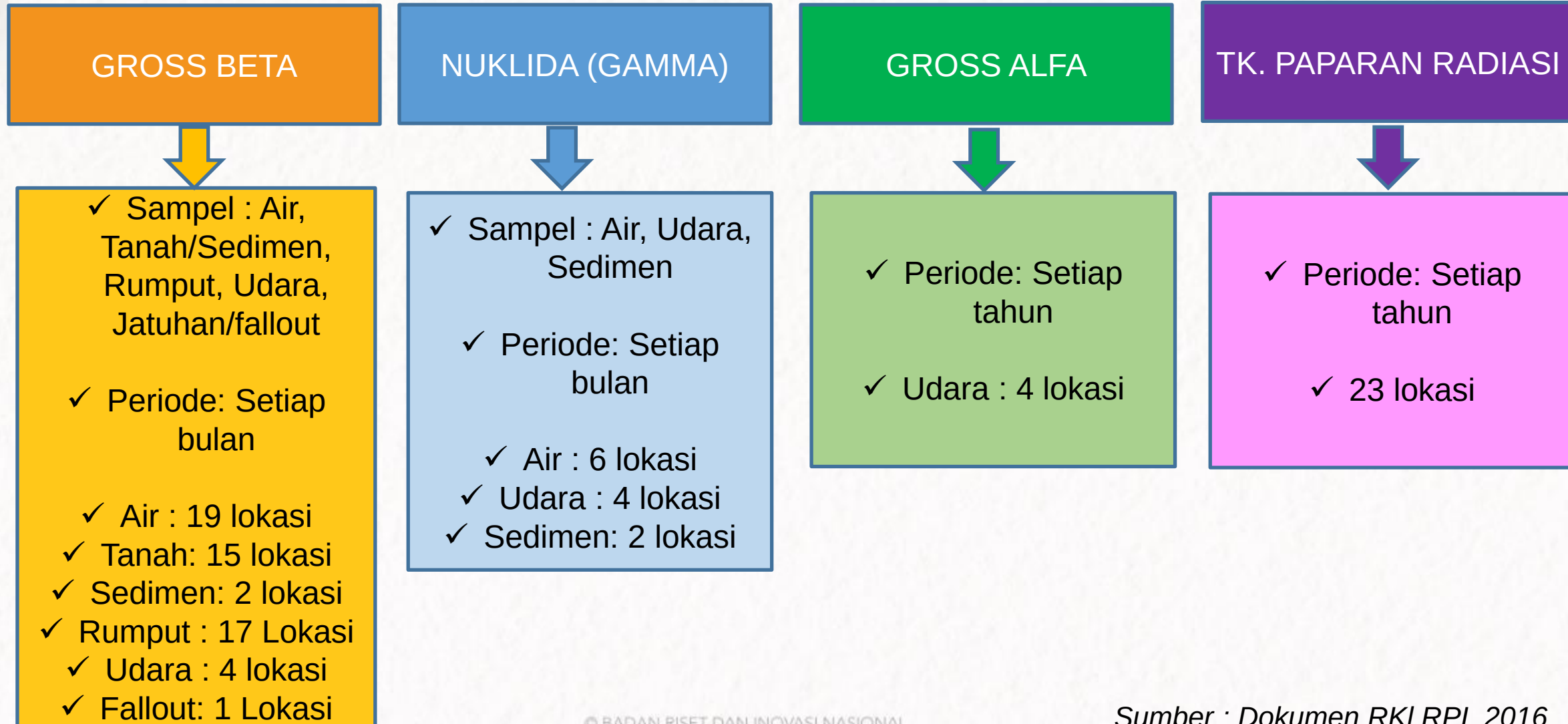
SOP Pemantauan Radioaktivitas Lingkungan	• A.013- P.022/II.6.5/IKTN 2-III/KN 04 02/2023
SOP Pengambilan Sampel Lingkungan	• T.012- P.022/II.6.5/IKTN 2-IV/KN 04 02/2023
SOP Preparasi Sampel Lingkungan	• T.005- P.022/II.6.5/IKTN 2-IV/KN 02 01/2023
SOP Analisis Sampel Radioaktivitas Lingkungan	• T.016- P.022/II.6.5/IKTN 2-IV/KN 04 02/2022

Metode Pemantauan Lingkungan

Metode : Tidak langsung

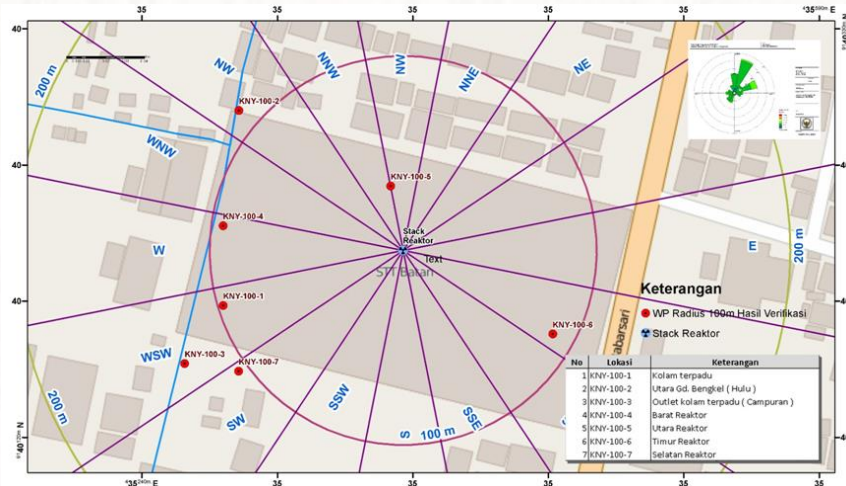


Parameter Pemantauan Lingkungan

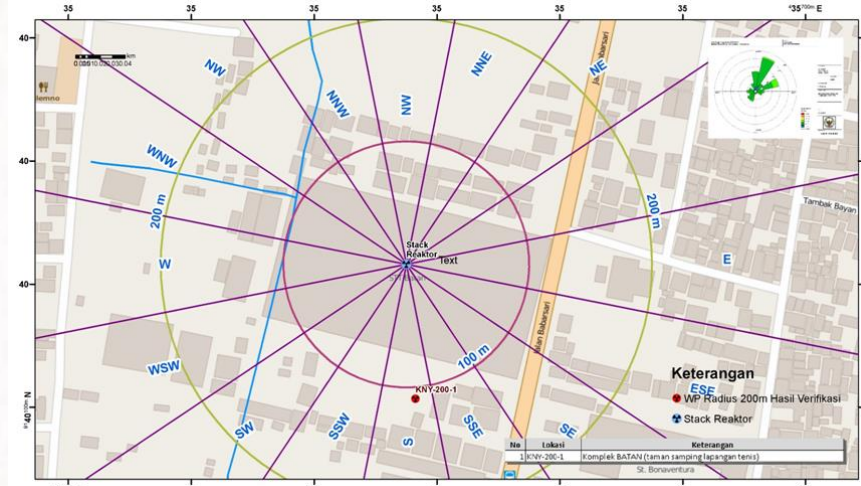


Lokasi Pemantauan Lingkungan

KODE LOKASI	LOKASI	JENIS SAMPEL
KNY-100-1	Kolam terpadu	Air permukaan
KNY-100-2	Utara Gd.Bengkel	Rumput, sedimen dan air permukaan
KNY-100-3	Outlet kolam terpadu (campuran) dekat masjid	Air permukaan
KNY-100-4	Barat reaktor (depan Gd. 12)	Udara
KNY-100-5	Utara reaktor (depan Gd. 05)	Udara
KNY-100-6	Timur reaktor (Batu di Gd. 02)	Udara
KNY-100-7	Barat Daya reaktor (depan Gd. 22)	Udara
KNY-200-1	komplek perumahan BRIN	Tanah, rumput dan air tanah



Radius 100 meter

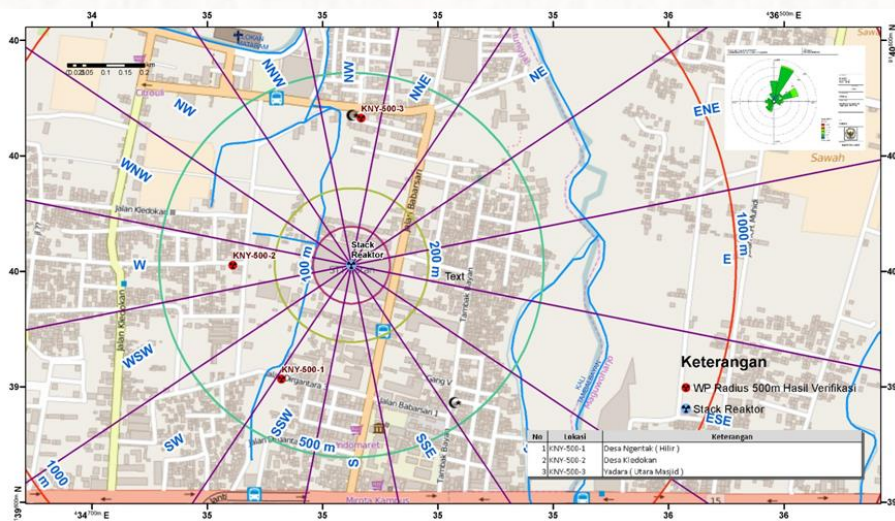


Radius 200 meter

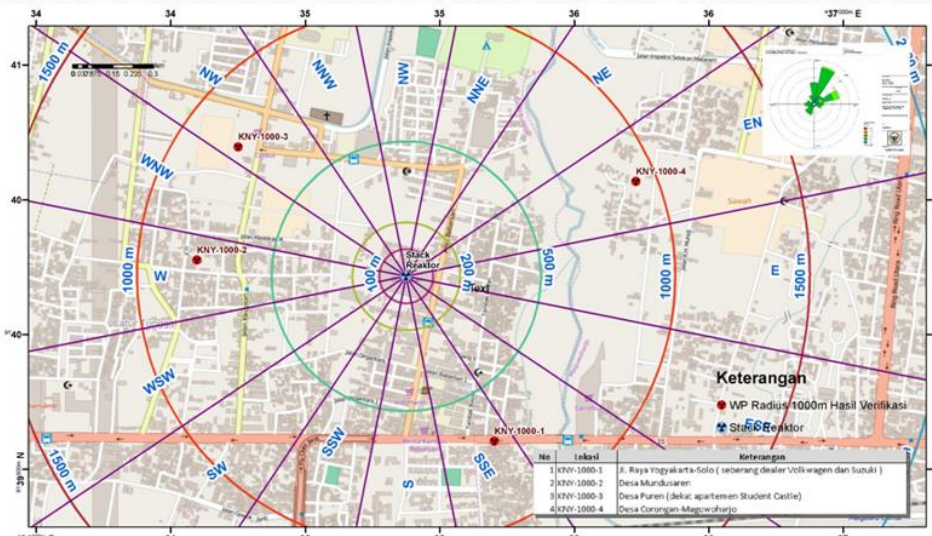
Sumber : Dokumen RKI RPL 2016

Lokasi Pemantauan Lingkungan

KODE LOKASI	LOKASI	JENIS SAMPEL
KNY-500-2	Desa <u>ngentak</u>	Rumput, <u>sedimen</u> , dan air permukaan
KNY-500-3	Desa <u>kledokan</u>	Tanah, rumput dan air tanah
KNY-500-4	<u>Yadara</u> (Utara masjid)	Tanah, rumput dan air tanah
KNY-1000-1	<u>Jl.Raya voyakarta-Solo</u>	Tanah, rumput dan air tanah
KNY-1000-2	Desa <u>Mundusaren</u>	Tanah, rumput dan air tanah
KNY-1000-3	Desa <u>Puren</u> (dekat apartemen student Castle)	Tanah, rumput dan air tanah
KNY-1000-4	Desa <u>Corongan- Magowoharjo</u>	Tanah, rumput dan air tanah



Radius 500 meter

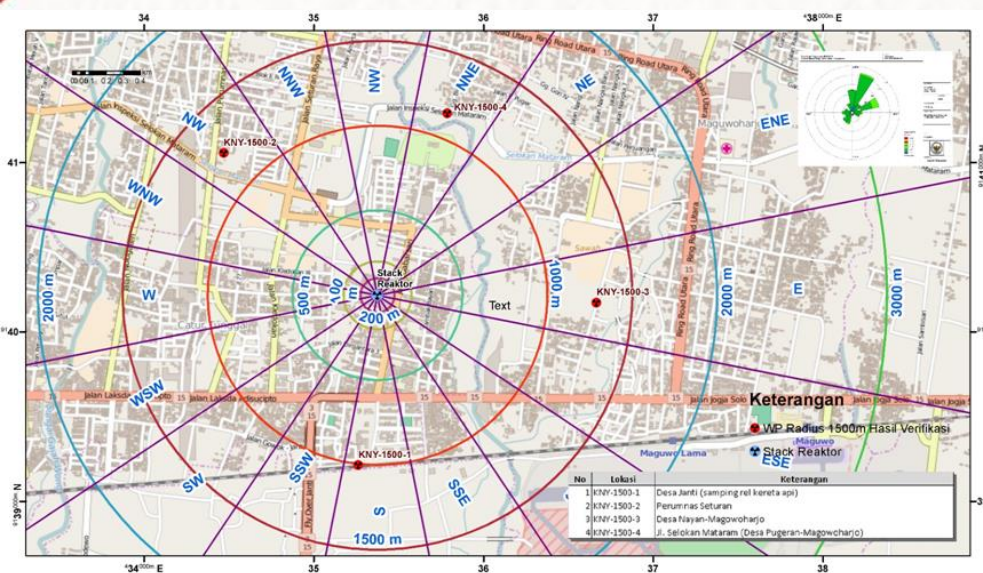


Radius 1000 meter

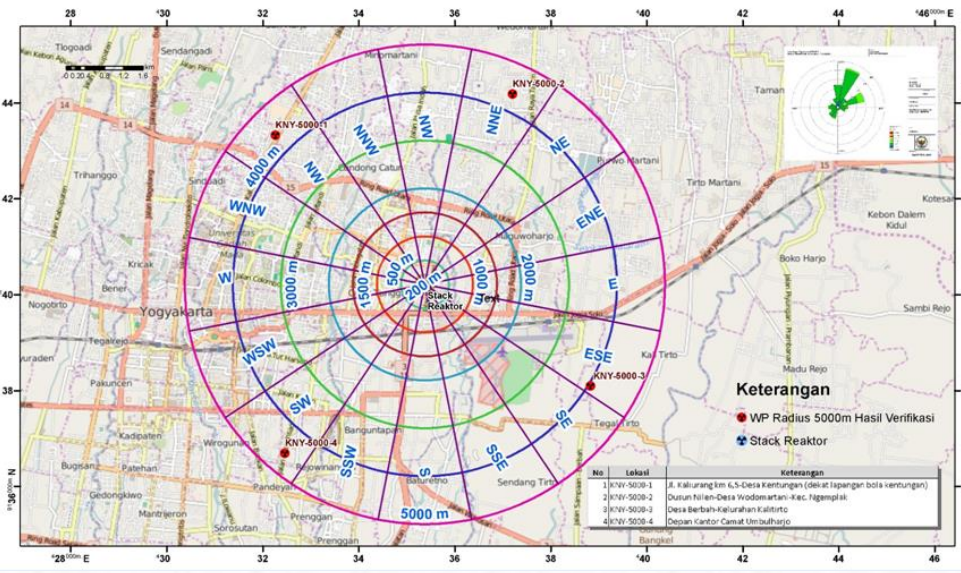
Sumber : Dokumen RKI RPL 2016

Lokasi Pemantauan Lingkungan

LOKASI	KETERANGAN	JENIS SAMPEL
KNY-1500-1	Desa Janti (<u>samping rel kereta api</u>)	Tanah, <u>rumput</u> dan air <u>tanah</u>
KNY-1500-2	<u>Perumnas Seturan</u>	Tanah, <u>rumput</u> dan air <u>tanah</u>
KNY-1500-3	Desa Nayan-Magowoharjo	Tanah, <u>rumput</u> dan air <u>tanah</u>
KNY-1500-4	Jl.Selokan Mataram (Desa <u>Pugeran-Magowoharjo</u>)	Tanah, <u>rumput</u> dan air <u>permukaan</u>
KNY-5000-1	Jl.Kaliurang Km 6,5-Desa <u>Kentungan</u>	Tanah, <u>rumput</u> dan air <u>tanah</u>
KNY-5000-2	Dusun Nilen-Desa <u>Wodomartani-Kec.Ngemplak</u>	Tanah, <u>rumput</u> dan air <u>tanah</u>
KNY-5000-3	Desa <u>Berbah-Kelurahan Kalitirto</u>	Tanah, <u>rumput</u> dan air <u>tanah</u>
KNY-5000-4	<u>Depan Kator Camat Umbulharjo</u>	Tanah, <u>rumput</u> dan air <u>tanah</u>



Radius 1500 meter



Radius 5000 meter

Sumber : Dokumen RKI RPL 2016

Sampling Radioaktivitas Lingkungan



Sampling Air



Sampling Udara



Sampling Rumput



**Sampling
Tanah**



Sampling Sedimen



Sampling Jatuhan



**Pengukuran Tk. Radiasi
lingk**

Preparasi Sampel Lingkungan



Preparasi Air & Jatuhan



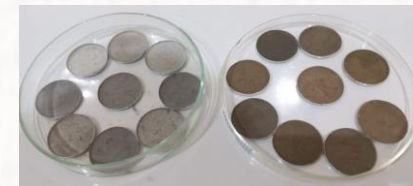
Preparasi tanah



Preparasi rumput



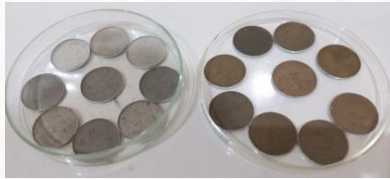
Penimbangan sampel



Sampel siap dianalisis

Analisis Sampel Lingkungan

❖ Gross Beta → Alat cacah LBC (Low Background Counter)



➤ Sampel Air : $A = \frac{N \times 100}{V \times \epsilon \times 60}$ Bq/l

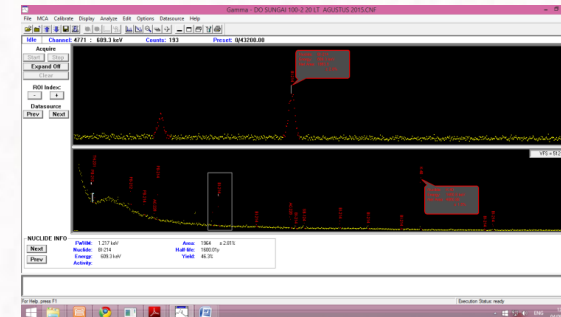
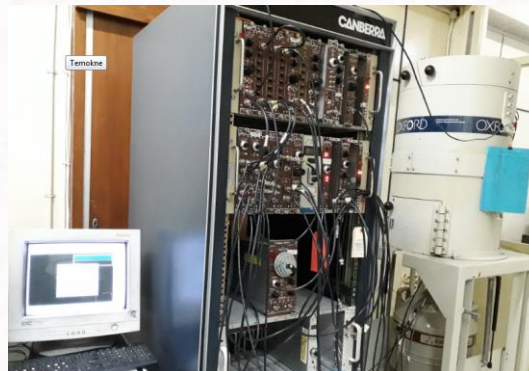
➤ Sampel Rumput :
 $A = \frac{N \times 100}{B \times \epsilon \times 60}$ Bq/g abu

➤ Sampel Tanah atau Sedimen :
 $A = \frac{N \times 100}{B \times \epsilon \times 60}$ Bq/g

➤ Sampel Jatuhan :
 $A = \frac{N \times 100}{\epsilon \times \phi \times v \times 60}$ Bq/m²

➤ Sampel Udara :
 $A = \frac{N \times f}{Q \times t \times \epsilon \times 60}$ Bq/l

❖ Nuklida Gama → Alat Cacah Spektrometri Gama



$$A_i = \frac{N_s/t_s - N_b/t_b}{\eta \times \text{yield} \times M}$$

Analisis Sampel Lingkungan

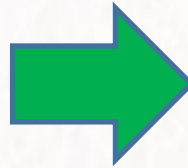
❖ Gross Alfa → Alat cacah Isolo



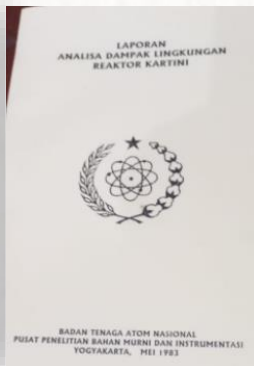
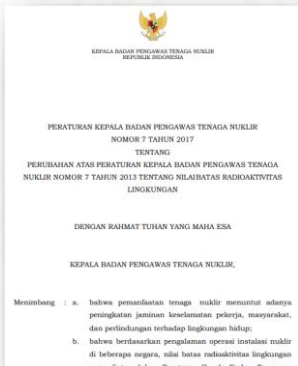
Evaluasi dan Pelaporan Pemantauan Lingkungan

EVALUASI

- Perka Bapeten No 7/2017
- Data Rona Awal >> berdasarkan dok. Amdal



PELAPORAN (Semesteran)



https://balis-smile.bapeten.go.id/laporan-rutin/sistem?aspek=6&sistem=30&instalasi=57

B@LIS onLine Smile | Badan Riset dan Inovasi Nasional

Jasmi Budi Utami

Laporan Rutin

No.	Periode	Total Formulir	Formulir sudah diinput	Total Laporan	Keterangan
1	1M - Per Bulan	7	5	26	Data Lib Perbulan
2	3M - Per 3 Bulan	1	0	0	Data Lib Per 3 Bulan
3	6M - Per 6 Bulan	2	2	2	-
4	1Y - Per 1 tahun	1	1	1	-
5	1W - Per Minggu	2	2	5	Data Perminggu

Back

Nilai Batas Lepasn Radioaktivitas (NBLR)

Lampiran Surat
 Nomor : B-4769/BATAN/STA.1/KS 0002/11/2017

Nilai Batas Lepasn Atmosferik (Udara)

No.	Radionuklida	NBRL tahunan (Bq/tahun)	NBRL mingguan (Bq/minggu)
1	Kr-83m	1,06E+13	2,12E+11
2	Kr-85m	2,64E+13	5,28E+11
3	Kr-87	5,37E+13	1,07E+12
4	Kr-88	7,51E+13	1,50E+12
5	Xe-133	1,54E+14	3,08E+12
6	Xe-133m	4,48E+12	8,95E+10
7	Xe-135	1,38E+14	2,77E+12
8	Xe-135m	2,60E+13	5,21E+11
9	Xe-138	1,42E+14	2,84E+12
10	I-131	1,95E+09	3,91E+07
11	I-132	2,93E+09	5,86E+07

Nilai Batas Lepasn Akuatik (Air)

No.	Radionuklida	NBRL tahunan (Bq/tahun)	NBRL mingguan (Bq/minggu)
1	Cr-51	3.5E+07	7.0E+05
2	Mn-54	9.6E+05	1.9E+04
3	Fe-55	6.9E+08	1.4E+07
4	Co-58	1.2E+06	2.4E+04
5	Fe-59	1.4E+06	2.8E+04
6	Co-60	4.6E+05	9.1E+03
7	Ni-63	2.8E+09	5.6E+07
8	Zn-65	1.2E+07	2.4E+05
9	Sr-89	1.8E+08	3.5E+06
10	Sr-90	2.2E+07	4.3E+05
11	Zr-95	1.0E+06	2.1E+04
12	Nb-95	8.4E+07	1.7E+06
13	Ru-103	4.7E+06	9.4E+04
14	Ru-106	9.1E+06	1.8E+05

Baku Tk. Radioaktivitas di Lingkungan

(Perka Bapeten 7/2017)

Tabel 1

Baku Tingkat Radioaktivitas di Udara

No	Nuklida	Baku Tingkat Radioaktivitas di Udara (Bq/m ³)	No	Nuklida	Baku Tingkat Radioaktivitas di Udara (Bq/m ³)
1.	Ac-228	$1,7 \times 10^1$	11.	Cd-109	$5,6 \times 10^{-2}$
2.	Ag-110m	$9,1 \times 10^{-2}$	12.	Ce-141	1,5
3.	Am-241	$4,8 \times 10^{-3}$	13.	Ce-144	$1,1 \times 10^{-1}$
4.	As-76	$9,1 \times 10^1$	14.	Cm-242	$4,8 \times 10^{-2}$
5.	At-211	4,2	15.	Cm-244	$7,7 \times 10^{-3}$
6.	Au-198	$4,3 \times 10^1$	16.	Co-58	$2,3 \times 10^{-1}$
7.	Bi-206	1,9	17.	Co-60	$9,1 \times 10^{-3}$
8.	Bi-210	3,2	18.	Cr-51	$1,3 \times 10^1$
9.	Bi-212	$1,5 \times 10^1$	19.	Cs-134	$2,1 \times 10^{-2}$

Tabel 2

Baku Tingkat Radioaktivitas di Air

No	Nuklida	Baku Tingkat Radioaktivitas di Badan Air (Bq/m ³)	No	Nuklida	Baku Tingkat Radioaktivitas di Badan Air (Bq/m ³)
1.	Ac-228	$6,7 \times 10^5$	25.	Eu-155	$3,6 \times 10^5$
2.	Ag-110m	$7,7 \times 10^4$	26.	Fe-55	$1,3 \times 10^5$
3.	Am-241	$3,3 \times 10^3$	27.	Fe-59	$1,7 \times 10^4$
4.	As-76	$1,2 \times 10^4$	28.	Ga-67	$1,3 \times 10^5$
5.	At-211	$2,6 \times 10^4$	29.	Hg-197	$4,2 \times 10^4$
6.	Au-198	$1,8 \times 10^5$	30.	Hg-197m	$1,9 \times 10^4$
7.	Bi-206	$2,4 \times 10^5$	31.	Hg-203	$5,9 \times 10^3$
8.	Bi-210	$2,5 \times 10^5$	32.	I-123	$6,3 \times 10^5$
9.	Bi-212	$1,4 \times 10^6$	33.	I-125	$2,0 \times 10^4$
10.	Br-82	$6,3 \times 10^4$	34.	I-129	$5,0 \times 10^3$
11.	Cd-109	$2,9 \times 10^4$	35.	I-131	$6,7 \times 10^3$

Data Rona Awal

Komponen Lingkungan	Jangkauan Pengukuran (Gross Beta)	Satuan
Air	0,007 – 1,184	Bq/l
Rumput	0,478 – 10,931	Bq/g.abu
Tanah	0,185 – 1,087	Bq/g
Jatuhan	0,718 – 57,276	Bq/m ² /bulan
Udara	Tidak ada data	Bq/m ³

Sumber : Dokumen Audit Lingkungan, 2005

LATIHAN SOAL

Pemantauan daerah kerja yang dilakukan setiap bulan di laboratorium meliputi pemantauan berikut ini kecuali

- a. Laju paparan radiasi
- b. Tingkat kontaminasi permukaan
- c. Tingkat kontaminasi udara
- d. Parameter fisis (suhu, kelembaban, penerangan, kebisingan)

Ketentuan Nilai Batas Radioaktivitas lingkungan yang harus dipenuhi oleh Pemegang Izin (PI) diatur dalam peraturan perundangan yaitu

- a. Perka Bapeten No. 4/2013
- b. Perka Bapeten No. 7/2017
- c. Perka Bapeten No. 7/2020
- d. PP No. 45/2023

Sesuai dengan dokumen Rencana Pengelolaan Lingkungan dan Rencana Pemantauan Lingkungan (RKL RPL) Kawasan Nuklir Yogyakarta, radioaktivitas lingkungan yang harus dilakukan pemantauan adalah radioaktivitas pada sampel berikut kecuali

- a. Air
- b. Tanah
- c. Batuan
- d. Rumput

RANGKUMAN

Tujuan pemantauan daerah kerja	Parameter pemantauan daerah kerja	Peralatan dan fasilitas pemantauan daerah kerja	Peraturan terkait pemantauan daerah kerja
✓ Meminimalkan penerimaan dosis radiasi ✓ Memastikan dpt bekerja dgn aman & sehat ✓ Memenuhi ketentuan peraturan	✓ Radiasi (laju dosis, tk. Kontaminasi) ✓ Non Radiasi (kebisingan, penerangan, suhu, kelembaban)	✓ Surveymeter, BCAM, Iodin monitor, ABPM ✓ Enviromental meter	✓ PP 45 /2023 ✓ Perka 4/2013
Tujuan pemantauan lingkungan	Parameter pemantauan lingkungan	Peralatan dan fasilitas pemantauan lingkungan	Peraturan terkait pemantauan lingkungan
✓ Membatasi pelepasan radioaktivitas ke lingkungan ✓ Mengevaluasi program/RKL ✓ Memenuhi Baku mutu lingkungan	✓ Gross Alfa ✓ Gross Beta ✓ Nuklida Gama ✓ Laju dosis di lingkungan	✓ HVAS ✓ Surveymeter ✓ Alat cacah (alfa, beta, gama)	✓ PP 54/2012 ✓ Perka 7/2013 ✓ Perka 7/2017

Terima Kasih

Atas Perhatian

Anda



B.J. Habibie Building
Jl. M.H. Thamrin 8, Jakarta 10340, Indonesia



www.brin.go.id



Brin Indonesia



@brin_indonesia



@brin.indonesia



Bridging Sciences
Empowering Talents

@dpk brin