



**PEDOMAN TEKNIS
DEKONTAMINASI WILAYAH LUAS
Nomor: PRI/PD/3/00/2025**

**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF**

Jl. Gajah Mada No. 8 Jakarta 10120
Telp. (62-21) 63858269 – 70, Fax. (62-21) 63858275



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

LEMBAR PENGESAHAN

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Disiapkan oleh :	Nurhadiansyah, S.Si., M.Sc.		1 Sep 2025
	Liya Astuti, S.T., M.E.M.		1 Sep 2025
Direviu oleh :	Evin Yuliati, S.T., M.Si. (PK KFPIP)		1 Sep 2025
	Rusmanto, S.T., M.Si. (PK KFPPK)		1 Sep 2025
Disetujui oleh :	Ir. Dedik Eko Sumargo (Kepala P2STPFRZR)	#	1 Sep 2025

DAFTAR KONTRIBUTOR

Dra. Leily Savitri
Titik Kartika., S.Si., M.Si.
Pandu Dewanto, S.T., M.T.
Angga Kautsar, S.T., M.T.
Supyana, S.T.
Sudradjat, S.T., M.Si.
Iswandarini, S.Kom.
Zulfahmi, S.Si.
Ratri Nuraini, S.Si.
Werdi Putra Daeng Beta, S.K.M., M.Si.
R.Dien Ayoe Anggara, S.T., M.Si.
Endang Kunarsih, S.Si., M.Si.
Ida Bagus Gede Putra Pratama, S.Si.
Hermansyah, S.Kom.



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

LEMBAR DISTRIBUSI

No. Distribusi	Penerima Dokumen
Salinan ke-1	Kepala BAPETEN
Salinan ke-2	Deputi Bidang Perizinan dan Inspeksi
Salinan ke-3	Deputi Bidang Pengkajian Keselamatan Nuklir
Salinan ke-4	Direktur Perizinan Fasilitas Radiasi dan Zat Radioaktif
Salinan ke-5	Direktur Perizinan Instalasi dan Bahan Nuklir
Salinan ke-6	Direktur Inspeksi Fasilitas Radiasi dan Zat Radioaktif
Salinan ke-7	Direktur Inspeksi Instalasi dan Bahan Nuklir
Salinan ke-8	Direktur Keteknikan dan Kesiapsiagaan Nuklir
Salinan ke-9	Direktur Pengaturan Pengawasan Fasilitas Radiasi dan Zat Radioaktif
Salinan ke-10	Direktur Pengaturan Pengawasan Instalasi dan Bahan Nuklir
Salinan ke-11	Kepala Pusat Pengkajian Sistem dan Teknologi Pengawasan FRZR
Salinan ke-12	Kepala Bidang Pengkajian Kesehatan
Salinan ke-13	Kepala Bidang Pengkajian Industri dan Penelitian
Salinan ke-14	Perpustakaan BAPETEN
Salinan ke-15	Staf P2STPFRZR
Asli	Pengendali Dokumen P2STPFRZR



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Tuhan Yang Maha Kuasa, kami panjatkan rasa syukur ke hadirat-Nya atas limpahan karunia dan kemudahan sehingga Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas ini dapat diselesaikan.

Penanganan kontaminasi radiasi di wilayah terdampak merupakan kegiatan kritis yang memerlukan perencanaan, prosedur teknis, koordinasi lintas lembaga, dan penerapan proteksi radiasi yang ketat. Saat ini, belum ada pedoman nasional yang komprehensif mengenai strategi dekontaminasi wilayah. Pedoman ini disusun oleh P2STPFRZR untuk memberikan acuan teknis dan administratif mulai dari pengumpulan data, penyusunan peta wilayah, pelaksanaan dekontaminasi pada objek, bangunan, dan wilayah luas, hingga menjadi dasar penetapan status wilayah sebagai pemanfaatan kembali, daerah pengawasan, atau daerah terlarang.

Dokumen ini diharapkan menjadi panduan bagi tim respon, pemegang izin, dan pihak terkait dalam menerapkan praktik yang aman, efisien, dan sesuai standar keselamatan radiasi, sekaligus memastikan perlindungan bagi responder, masyarakat, lingkungan, dan wilayah terdampak. Pedoman ini bersifat dinamis dan akan terus dimutakhirkan sesuai perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Masukan dan saran demi penyempurnaan pedoman ini dapat disampaikan melalui email: p2stpfrzr@bapeten.go.id

Jakarta, 1 September 2025
Kepala P2STPFRZR,

Ir. Dedik Eko Sumargo
NIP. 196612251990121001

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : iii



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR DISTRIBUSI.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	x
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
I.1. LATAR BELAKANG.....	1
I.2. TUJUAN.....	1
I.3. MANFAAT	1
I.4. RUANG LINGKUP	2
I.5. DEFINISI.....	3
BAB II. DEKONTAMINASI WILAYAH LUAS.....	6
II.1. KONSEP DASAR.....	6
II.2. DESKRIPSI TAHAPAN DEKONTAMINASI.....	7
II.3. ALUR STRATEGI DEKONTAMINASI WILAYAH LUAS.....	8
II.4. URAIAN STRATEGI.....	10
BAB III. PENYIMPANAN DAN PENGAMANAN HASIL DEKONTAMINASI.....	14
BAB IV. PENUTUP	15
DAFTAR PUSTAKA	16
LAMPIRAN PEDOMAN.....	17
LAMPIRAN 1. Dekontaminasi dan Langkah Langkah Lain untuk Bangunan dan Struktur Lainnya	17
1. Persiapan	18
2. Tindakan Sebelum Pengukuran	19
3. Metode Dekontaminasi	24
4. Tindakan Pasca Kerja	52
5. Pengukuran Lanjutan dan Rekaman	59
LAMPIRAN 2. Dekontaminasi dan Langkah Langkah Lain untuk Jalan.....	61
1. Persiapan.....	62
2. Tindakan Sebelum Pengukuran	63



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

3. Metode Dekontaminasi	67
4. Tindakan Pasca Kerja	82
5. Pengukuran Lanjutan dan Rekaman	83
LAMPIRAN 3. Dekontaminasi dan Langkah Langkah Lain untuk Tanah	85
1. Persiapan	86
2. Tindakan Sebelum Pengukuran	87
3. Metode Dekontaminasi	95
4. Tindakan Pasca Pekerjaan.....	111
5. Pengukuran Lanjutan dan Rekaman	112
LAMPIRAN 4. Dekontaminasi dan Langkah-Langkah Lain untuk Vegetasi.....	113
1. Persiapan	114
2. Tindakan Sebelum Pengukuran	115
3. Metode Dekontaminasi	119
4. Tindakan Paska Pekerjaan	128
5. Pengukuran Lanjutan dan Rekaman	129
LAMPIRAN 5. Pengumpulan dan Pengangkutan Tanah yang Diangkat.....	130
1. Konsep Dasar	130
2. Persyaratan untuk Pengumpulan dan Pengangkutan Tanah yang Diangkat	131
3. Tindakan Konkret	136
LAMPIRAN 6. Penyimpanan Tanah yang Diangkat	140
1. Konsep Dasar	140
2. Tindakan Keselamatan dan Persyaratan yang Diperlukan untuk Penyimpanan.....	141
3. Contoh Konkret Metode Penyimpanan Mengingat Persyaratan Fasilitas/Manajemen	155



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan dan Penyelidikan serta Pengukuran yang Diperlukan untuk Melaksanakan Dekontaminasi	6
Gambar 2. Tahapan dekontaminasi.....	7
Gambar 3. Alur strategi dekontaminasi wilayah luas	9
Gambar 4. Alur dasar untuk dekontaminasi dan tindakan lain untuk bangunan dan struktur lain.....	17
Gambar 5. Contoh pembatasan akses dan papan peringatan	18
Gambar 6. Contoh diagram skematis untuk pelaporan titik pengukuran yang digunakan dalam dekontaminasi dan tindakan lain pada bangunan serta struktur lainnya.....	22
Gambar 7. Contoh titik pengukuran No.2.....	22
Gambar 8. Alur dasar untuk dekontaminasi bangunan dan struktur lainnya.....	24
Gambar 9. Alur dasar untuk dekontaminasi atap dan area lain	27
Gambar 10. Contoh dekontaminasi ubin atap (pembersihan).....	29
Gambar 11. Contoh dekontaminasi ubin atap (pembersihan) - II.....	29
Gambar 12. Alur dasar untuk dekontaminasi saluran air hujan.....	31
Gambar 13. Contoh dekontaminasi saluran air hujan (pembersihan dengan lap) (foto courtesy Kota Date dan Kota Fukushima	33
Gambar 14. Contoh pembersihan saluran air hujan (pembersihan dengan sikat).....	34
Gambar 15. Alur dasar untuk dekontaminasi dinding eksterior	36
Gambar 16. Alur dasar untuk dekontaminasi pagar, dinding luar, bangku, peralatan bermain, dll	38
Gambar 17. Contoh proses desinfeksi peralatan bermain (pembersihan dengan lap)	39
Gambar 18. Contoh dekontaminasi peralatan bermain (pembersihan dengan air bertekanan tinggi).....	40
Gambar 19. Alur dasar untuk dekontaminasi taman dan area lain	42
Gambar 20. Contoh prosedur dekontaminasi dengan mengganti tanah permukaan dengan tanah bawah (penggarapan dalam).....	45
Gambar 21. Contoh dekontaminasi taman, dll. (pembersihan semak-semak, dll.)	45
Gambar 22. Contoh dekontaminasi taman dan area lain (pembuangan tanah, dll)	46



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Gambar 23. Alur dasar untuk desinfeksi saluran drainase jalan, dll.....	48
Gambar 24. Contoh dekontaminasi saluran drainase jalan (pembersihan endapan)	49
Gambar 25. Contoh dekontaminasi ruang penampungan air hujan (pengangkatan sedimen)	50
Gambar 26. Contoh proses dekontaminasi ruang penampungan air hujan (pembuangan sedimen dan pengolahan sedimen ruang penampungan air hujan secara mendalam di lokasi yang sama.....	50
Gambar 27. Contoh dekontaminasi saluran drainase jalan (pembersihan dengan air bertekanan tinggi)	51
Gambar 28. Contoh dekontaminasi ruang penampungan air hujan (pembersihan dengan spons).....	51
Gambar 29. Alur dasar untuk penanganan tanah yang diangkat, dsb	53
Gambar 30. Alur dasar pengolahan air limbah	55
Gambar 31. Contoh pengolahan air limbah (pengendapan menggunakan saluran drainase jalan.....	56
Gambar 32. Contoh pengolahan air limbah (kantong pasir yang dipasang di saluran drainase jalan)	57
Gambar 33. Contoh pengolahan air limbah (pengendapan menggunakan tangki air).....	57
Gambar 34.....	61
Gambar 35. Alur dasar untuk dekontaminasi dan tindakan lain untuk jalan	61
Gambar 36. Contoh diagram skematik untuk pelaporan titik pengukuran yang digunakan dalam dekontaminasi dan tindakan lain untuk jalan	65
Gambar 37. Alur dasar untuk dekontaminasi jalan.....	67
Gambar 38. Alur dasar untuk dekontaminasi permukaan yang diaspal.....	70
Gambar 39. Contoh dekontaminasi permukaan jalan beraspal (pembersihan air bertekanan tinggi dengan sistem pemulihan air	72
Gambar 40. Alur dasar untuk dekontaminasi jalan tak beraspal	74
Gambar 41. Contoh dekontaminasi jalan tak beraspal (pengikisan).....	78
Gambar 42. Alur dasar untuk dekontaminasi trotoar dan saluran drainase jalan	80
Gambar 43. Contoh dekontaminasi saluran drainase jalan (membersihkan kotoran dan debu	81



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Gambar 44. Contoh dekontaminasi saluran drainase jalan (pengangkatan sedimen.....	81
Gambar 45. Alur dasar dekontaminasi tanah dan tindakan lainnya.....	85
Gambar 46. Contoh skema untuk pelaporan titik pengukuran yang digunakan dalam dekontaminasi dan tindakan lain untuk tanah (lapangan sekolah).....	90
Gambar 47. Contoh skema untuk pelaporan titik pengukuran yang digunakan dalam dekontaminasi dan tindakan lain untuk tanah (taman)	91
Gambar 48. Contoh skema untuk pelaporan titik pengukuran yang digunakan dalam dekontaminasi dan tindakan lain untuk tanah (lahan pertanian).....	91
Gambar 49. Metode Sederhana untuk Menghitung Konsentrasi Radiocesium di Tanah Pertanian	93
Gambar 50. Alur dasar untuk dekontaminasi tanah.....	95
Gambar 51. Alur dasar untuk dekontaminasi lapangan sekolah, taman kanak-kanak, dan taman.....	97
Gambar 52. Contoh proses dekontaminasi lapangan sekolah (pengikisan lapisan tanah atas)	100
Gambar 53. Contoh pengangkatan material pengisi dari rumput sintetis.....	100
Gambar 54. Prosedur untuk menentukan ketebalan tanah yang akan dikeruk (1/2)	101
Gambar 55. Prosedur untuk menentukan ketebalan tanah yang akan dikeruk (2/2)	102
Gambar 56. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum dekontaminasi lapangan sekolah, taman kanak-kanak, dan taman.....	103
Gambar 57. Metode dekontaminasi untuk halaman sekolah, taman kanak-kanak, dan taman serta catatan peringatan.....	103
Gambar 58. Alur dasar untuk dekontaminasi lahan pertanian.....	104
Gambar 59. Contoh pengikisan tanah dari lahan pertanian menggunakan mesin pertanian	108
Gambar 60. Alur dasar untuk dekontaminasi	113
Gambar 61. Contoh diagram skematik (pohon dan rumput) untuk pelaporan titik pengukuran yang digunakan dalam dekontaminasi dan tindakan lain untuk vegetasi (taman).....	117
Gambar 62. Contoh diagram skematik untuk pelaporan titik pengukuran yang digunakan dalam dekontaminasi dan tindakan lain untuk vegetasi (hutan)	118
Gambar 63. Alur dasar untuk dekontaminasi vegetasi	119
Gambar 64. Alur dasar untuk dekontaminasi rumput.....	120



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Gambar 65. Alur dasar untuk dekontaminasi pohon di lingkungan, seperti pohon pinggir jalan dan sejenisnya	124
Gambar 66. Contoh dekontaminasi hutan (pembersihan daun yang jatuh)	127
Gambar 67. Contoh dekontaminasi hutan (dekontaminasi cabang dan daun, dll.).....	127
Gambar 68. Contoh wadah yang digunakan untuk pengumpulan dan pengangkutan	132
Gambar 69. Contoh hubungan antara tindakan pelindung menggunakan karung pasir dan posisi batas lokasi	144
Gambar 70. Diagram pengiriman ke lokasi penyimpanan sementara berskala besar (dengan pelindung samping).....	147
Gambar 71. Tumpukan (2× 2× 1 m) tanah yang diangkat selama dekontaminasi area dengan laju dosis udara sekitar 1 μSv/jam	156
Gambar 72. Lubang (2× 2× 0,5 m) tanah yang diangkat selama proses dekontaminasi area dengan laju dosis udara sekitar 1 μSv/jam.....	158
Gambar 73. Contoh penyimpanan di lokasi (bawah tanah).....	159
Gambar 74. Bukit tanah (20× 20× 1 m) yang dihasilkan dari pengangkatan tanah selama proses dekontaminasi area dengan laju dosis udara sekitar 1 μSv/jam	159
Gambar 75. Lubang (20× 20× 1 m) tanah yang diangkat selama proses dekontaminasi area dengan laju dosis udara sekitar 1 μSv/jam.....	161
Gambar 76. Contoh penyimpanan di lokasi (sekolah: penyimpanan bawah tanah)	162
Gambar 77. Tumpukan tanah (20× 20× 2 m) yang dihasilkan selama proses dekontaminasi area dengan laju dosis udara sekitar 1 μSv/jam	163
Gambar 78. Tumpukan (100× 100× 2 m) tanah yang diangkat selama dekontaminasi area dengan laju dosis udara sekitar 1 μSv/jam.....	166
Gambar 79. Lubang (50× 50× 2 m) untuk tanah yang diangkat selama proses dekontaminasi area dengan laju dosis udara sekitar 1 μSv/jam	170
Gambar 80. Bukit tanah di tanah berlereng (20× 20× 2 m) dari tanah yang diangkat selama proses dekontaminasi area dengan laju dosis udara sekitar 1 μSv/jam	174



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Langkah-langkah untuk mengurangi paparan publik sehubungan dengan pekerjaan dekontaminasi dan pekerjaan lain pada bangunan dan struktur lainnya..... 18

Tabel 2. Contoh peralatan dan bahan dekontaminasi untuk bangunan dan struktur lainnya. 19

Tabel 3. Alasan penentuan titik pengukuran untuk laju dosis udara dan pengukuran lain dalam dekontaminasi bangunan dan struktur lain..... 21

Tabel 4. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum dekontaminasi atap dan area lain..... 30

Tabel 5. Metode dekontaminasi untuk atap dan area lain serta catatan peringatan..... 30

Tabel 6. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum dekontaminasi saluran air hujan 34

Tabel 7. Metode dekontaminasi untuk saluran air hujan dan hal-hal yang perlu diperhatikan 35

Tabel 8. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum dekontaminasi dinding eksterior..... 37

Tabel 9. Metode dekontaminasi dinding luar dan catatan peringatan 37

Tabel 10. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum dekontaminasi pagar, dinding luar, bangku, peralatan bermain, dll..... 40

Tabel 11. Metode dekontaminasi untuk pagar, dinding luar, bangku, peralatan bermain, dll., dan catatan peringatan..... 41

Tabel 12. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum dekontaminasi taman dan area lain.. 46

Tabel 13. Metode dekontaminasi untuk taman dan area lain serta catatan peringatan..... 46

Tabel 14. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum proses dekontaminasi saluran drainase jalan, dll..... 52

Tabel 15. Metode dekontaminasi untuk saluran drainase jalan, dll., dan catatan peringatan 52

Tabel 16. Metode penanganan tanah yang diangkat, dll., dan catatan peringatan..... 54

Tabel 17. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum pengolahan air limbah 57

Tabel 18. Metode pengolahan limbah cair dan catatan peringatan..... 58

Tabel 19. Metode pembersihan peralatan dan bahan serta catatan peringatan 58

Tabel 20. Pengukuran dan pencatatan lanjutan untuk dekontaminasi bangunan dan struktur lainnya..... 60

Tabel 21. Langkah-langkah untuk mengurangi paparan publik terkait dengan pekerjaan dekontaminasi dan pekerjaan lain untuk jalan 62



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Tabel 22. Contoh peralatan dan bahan untuk dekontaminasi jalan	63
Tabel 23. Alasan penentuan titik pengukuran untuk laju dosis udara dan pengukuran lain guna dekontaminasi jalan.....	64
Tabel 24. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum dekontaminasi permukaan jalan beraspal	72
Tabel 25. Metode dekontaminasi untuk permukaan beraspal dan catatan peringatan.....	73
Tabel 26. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum dekontaminasi jalan tak beraspal	78
Tabel 27. Metode dekontaminasi untuk jalan tak beraspal dan catatan peringatan.....	78
Tabel 28. langkah-langkah yang diperlukan sebelum dekontaminasi trotoar dan saluran drainase jalan	82
Tabel 29. Metode dekontaminasi untuk trotoar dan saluran drainase jalan serta catatan peringatan.....	82
Tabel 30. Pengukuran dan pencatatan lanjutan untuk dekontaminasi jalan	84
Tabel 31. Langkah-langkah untuk mengurangi paparan publik terkait dengan dekontaminasi dan langkah-langkah lain untuk tanah	86
Tabel 32. Contoh peralatan dan bahan dekontaminasi untuk tanah.....	87
Tabel 33. Pertimbangan penentuan titik pengukuran laju dosis udara dan pengukuran lain untuk dekontaminasi tanah	89
Tabel 34. Metode pengukuran konsentrasi radiocesium dalam tanah pertanian	94
Tabel 35. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum dekontaminasi lahan pertanian	109
Tabel 36. Metode dekontaminasi untuk lahan pertanian dan catatan peringatan	109
Tabel 37. Pengukuran lanjutan dan rekaman untuk dekontaminasi tanah.....	112
Tabel 38. Langkah-langkah untuk mengurangi paparan publik terkait pekerjaan dekontaminasi vegetasi	114
Tabel 39. Contoh peralatan dan bahan untuk dekontaminasi vegetasi	115
Tabel 40. Alasan di balik titik pengukuran untuk laju dosis udara dan pengukuran lain untuk dekontaminasi vegetasi	116
Tabel 41. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum dekontaminasi lapangan rumput	121
Tabel 42. Metode dekontaminasi untuk rumput dan catatan peringatan	122
Tabel 43. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum dekontaminasi pohon di lingkungan, seperti pohon di tepi jalan dan sejenisnya.....	125



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Tabel 44. Metode dekontaminasi untuk pohon di lingkungan, seperti pohon tepi jalan dan sejenisnya, serta catatan peringatan	125
Tabel 45. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum dekontaminasi hutan	128
Tabel 46. Metode dekontaminasi untuk hutan dan catatan peringatan	128
Tabel 47. Pengukuran lanjutan dan perekaman untuk dekontaminasi vegetasi.....	129
Tabel 48. Jenis Kantong Pasir Besar dan Kontainer Fleksibel	133
Tabel 49. Contoh Perhitungan Uji Coba untuk Tingkat Dosis Udara pada Titik yang Berjarak 1 m dari Truk.....	134
Tabel 50. Persyaratan untuk pengumpulan dan pengangkutan tanah yang diangkat	136
Tabel 51. Hubungan antara tindakan shielding dan posisi batas lokasi sesuai dengan konsentrasi radioaktivitas tanah yang dibuang dan konfigurasi fasilitas (dosis paparan tambahan: 1 mSv/tahun atau kurang) (metode di atas tanah)(1/2)	143
Tabel 52. Hubungan antara tindakan shielding dan posisi batas lokasi sesuai dengan konsentrasi radioaktivitas tanah yang diangkat dan konfigurasi fasilitas (dosis paparan tambahan: 1 mSv/tahun atau kurang) [metode di atas tanah] (2/2)	144
Tabel 53. Hubungan antara tindakan shielding dan posisi batas lokasi sesuai dengan konsentrasi radioaktivitas tanah yang diangkat dan konfigurasi fasilitas (dosis paparan tambahan: 1 mSv/tahun atau kurang) [metode bawah tanah]	146
Tabel 54. Jenis karung pasir besar dan wadah fleksibel	149
Tabel 55. Item pemantauan untuk fasilitas penyimpanan.....	154
Tabel 56. Item yang perlu dicatat terkait penyimpanan tanah yang diangkat	154
Tabel 57. Contoh spesifikasi fasilitas dan rincian manajemen keselamatan	156
Tabel 58. Contoh spesifikasi fasilitas dan rincian manajemen keselamatan	158
Tabel 59. Contoh spesifikasi fasilitas dan rincian manajemen keselamatan	160
Tabel 60. Contoh spesifikasi fasilitas dan rincian manajemen keselamatan	161
Tabel 61. Contoh spesifikasi fasilitas dan rincian manajemen keselamatan	163
Tabel 62. Contoh spesifikasi fasilitas dan rincian manajemen keselamatan	167
Tabel 63. Contoh spesifikasi fasilitas dan rincian manajemen keselamatan	171
Tabel 64. Contoh spesifikasi fasilitas dan rincian manajemen keselamatan	175



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

BAB I. PENDAHULUAN

I.1. LATAR BELAKANG

Penanganan kontaminasi radiasi di wilayah terdampak merupakan kegiatan kritis yang memerlukan perencanaan, prosedur teknis, dan koordinasi lintas lembaga. Strategi dekontaminasi meliputi pengumpulan data dan sampel, penyusunan peta wilayah, pelaksanaan dekontaminasi pada objek, bangunan, dan wilayah luas, serta rekonfirmasi pengukuran untuk memastikan efektivitas tindakan. Penentuan langkah eksekusi operasi dekontaminasi dilakukan berdasarkan persetujuan pihak penegak hukum dan kelengkapan data wilayah terdampak, sehingga proses dekontaminasi dapat dilaksanakan dengan aman, efektif, dan sesuai standar keselamatan radiasi

I.2. TUJUAN

Tujuan penyusunan dokumen untuk:

- a) Memberikan pedoman teknis dan administratif dalam pelaksanaan dekontaminasi wilayah terdampak radiasi.
- b) Menetapkan prosedur standar untuk pengumpulan data, penyusunan peta wilayah, pelaksanaan dekontaminasi, penyimpanan hasil, dan rekonfirmasi pengukuran.
- c) Memastikan bahwa dekontaminasi dilakukan secara aman, efisien, dan sesuai dengan batas radiasi yang ditetapkan.
- d) Memberikan acuan kriteria status wilayah hasil dekontaminasi

I.3. MANFAAT

Manfaat dari pelaksanaan strategi dekontaminasi ini antara lain:

- a) Menjamin keselamatan responder, masyarakat dan lingkungan dari paparan radiasi /kontaminasi radioaktif
- b) Memberikan dasar teknis dan administratif yang jelas bagi tim respon dalam melaksanakan dekontaminasi.
- c) Menyediakan data/informasi dan dokumentasi yang dapat digunakan untuk perencanaan, evaluasi, dan pengawasan lebih lanjut.

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 1



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

- d) Memfasilitasi koordinasi lintas lembaga, termasuk BAPETEN, kementerian/lembaga terkait, dan pihak penegak hukum.
- e) Operasi pelaksanaan dekontaminasi wilayah dapat dilakukan secara cepat, tepat dan akurat untuk memberikan manfaat maksimal guna menjamin keselamatan, kesejahteraan lingkungan dan masyarakat.

PERHATIAN !! :

Keberhasilan pelaksanaan operasi dekontaminasi wilayah secara efektif dan efisien dilandaskan pada prinsip-prinsip:

- 1) Operasi dekontaminasi wilayah dipimpin dikendalikan oleh satu *Incident Commander*
- 2) Proteksi Radiasi diterapkan dengan ketat untuk seluruh personil yang terlibat dalam operasi tindakan dibawah kendali *Radiological Assessor Officer*
- 3) Keamanan limbah zat radioaktif / barang-barang terkontaminasi selama pengangkutan, penyimpanan dan pengamanan hasil dekontaminasi
- 4) Telah tersedia tempat/fasilitas penyimpanan material hasil dekontaminasi yang memadai
- 5) Pencatatan/rekam secara menyeluruh terhadap proses tindakan dan hasil tindakan secara terpadu
- 6) Penerapan satu pintu akses keluar masuk operasi dekontaminasi

I.4. RUANG LINGKUP

Ruang lingkup dokumen ini mencakup rangkaian kegiatan penanganan kontaminasi radioaktif secara menyeluruh. Proses dimulai dari pengumpulan data dan sampel, penentuan zona kontaminasi, serta penyusunan peta wilayah terdampak. Selanjutnya dilakukan dekontaminasi baik pada area terbatas maupun wilayah luas dengan menggunakan metode fisik atau kimia sesuai kondisi lapangan. Hasil dekontaminasi kemudian diamankan melalui pengemasan dan penyimpanan material terkontaminasi, disertai rekonfirmasi untuk memastikan efektivitas tindakan. Pada tahap akhir, status wilayah ditetapkan sebagai pemanfaatan kembali, daerah pengawasan, atau daerah terlarang melalui koordinasi BAPETEN dengan kementerian/lembaga terkait.

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 2



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

I.5. DEFINISI

- 1. Paparan Radiasi:** Penyinaran radiasi yang diterima oleh manusia atau materi, baik disengaja atau tidak, yang berasal dari Radiasi interna maupun eksternal.
- 2. Kontaminasi Radioaktif:** Kontaminasi zat radioaktif pada setiap barang, permukaan, atau lingkungan atau pada manusia. Dalam hal untuk tubuh manusia, kontaminasi radioaktif ini termasuk baik kontaminasi kulit secara eksterna maupun kontaminasi internal, tanpa memperhatikan cara masuknya.
- 3. Zona Kontaminasi:** Area yang ditetapkan berdasarkan hasil pengukuran radiasi yang melebihi batas normal (background), sehingga perlu tindakan pengendalian atau dekontaminasi.
- 4. Sampel:** Bagian dari objek (air, tanah, sedimen, barang, vegetasi, atau biota) yang diambil untuk dianalisis konsentrasi aktivitas radionuklida.
- 5. Konsentrasi Aktivitas:** Jumlah aktivitas radionuklida dalam suatu sampel per satuan massa atau volume, digunakan untuk menentukan tingkat kontaminasi
- 6. Populasi Terdampak:** Kelompok masyarakat yang tinggal, beraktivitas, atau berpotensi terkena paparan radiasi di wilayah terdampak
- 7. Kompilasi Data:** Proses penggabungan, penyusunan, dan validasi semua data hasil pengukuran paparan, analisis sampel, populasi terdampak, serta potensi wilayah berisiko.
- 8. Peta Wilayah Terdampak:** Representasi visual yang menunjukkan: (a) sebaran paparan radiasi, (b) distribusi kontaminasi pada objek, (c) lokasi populasi terdampak, dan (d) wilayah berisiko.
- 9. Pernyataan Terminasi (Penghentian Tindakan Respon):** Keputusan resmi untuk mengakhiri tahap respon awal terhadap sumber kontaminasi, hanya bisa dilakukan setelah peta wilayah lengkap dan ada persetujuan dari penegak hukum/Kementerian/Lembaga terkait.
- 10. Dekontaminasi:** Proses penghilangan atau pengurangan kontaminasi zat radioaktif dalam struktur, daerah, obyek atau manusia dengan menggunakan cara fisika dan/atau kimia.

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 3



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

- 11. Dekontaminasi Lokal (Area Terbatas):** Tindakan dekontaminasi pada barang/material, ruang terbatas, seperti lokasi sumber, bangunan, atau lahan kecil yang terkontaminasi.
- 12. Dekontaminasi Wilayah Luas:** Tindakan dekontaminasi pada area dengan cakupan besar (daratan homogen atau kombinasi daratan dan perairan).
- 13. Pengerukan:** Proses dekontaminasi melalui cara pengelupasan lapisan untuk mengambil tanah atau sedimen yang terkontaminasi hingga kedalaman tertentu sesuai hasil analisis.
- 14. Pengemasan Hasil Dekontaminasi:** Proses memasukkan material terkontaminasi (tanah, sedimen, atau objek) ke dalam wadah/drum untuk penyimpanan dan pengamanan sementara.
- 15. Rekonfirmasi (Survei Ulang):** Pengulangan pengukuran paparan radiasi setelah dekontaminasi untuk memastikan hasil dan efektivitas dekontaminasi dan validitas data.
- 16. Radiasi Latar Alam (*Background Radiation*):** Tingkat radiasi normal dari sumber alami di lingkungan yang diukur pada daerah aman sekitar wilayah/area terkontaminasi dan mempunyai paparan yang bervariasi tergantung setiap lokus pengukuran.
- 17. Pemanfaatan Kembali:** Status wilayah yang sudah aman setelah radiasi turun di bawah batas aman, sehingga bisa digunakan kembali untuk aktivitas normal.
- 18. Daerah Pengawasan:** Area dengan tingkat radiasi 3 s.d kurang dari 2000 kali background atau tidak melebihi 100 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$, ditetapkan sebagai wilayah terbatas dengan pemantauan khusus.
- 19. Daerah Terlarang:** Area dengan tingkat radiasi di atas 2000 kali background atau melebihi 100 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$, ditutup untuk aktivitas masyarakat dan hanya dapat diakses dengan izin khusus.
- 20. Metode *Perimeter-to-Center*:** Teknik dekontaminasi wilayah dengan memulai pengerukan dari bagian terluar menuju pusat area kontaminasi untuk mencegah penyebaran lebih lanjut.



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

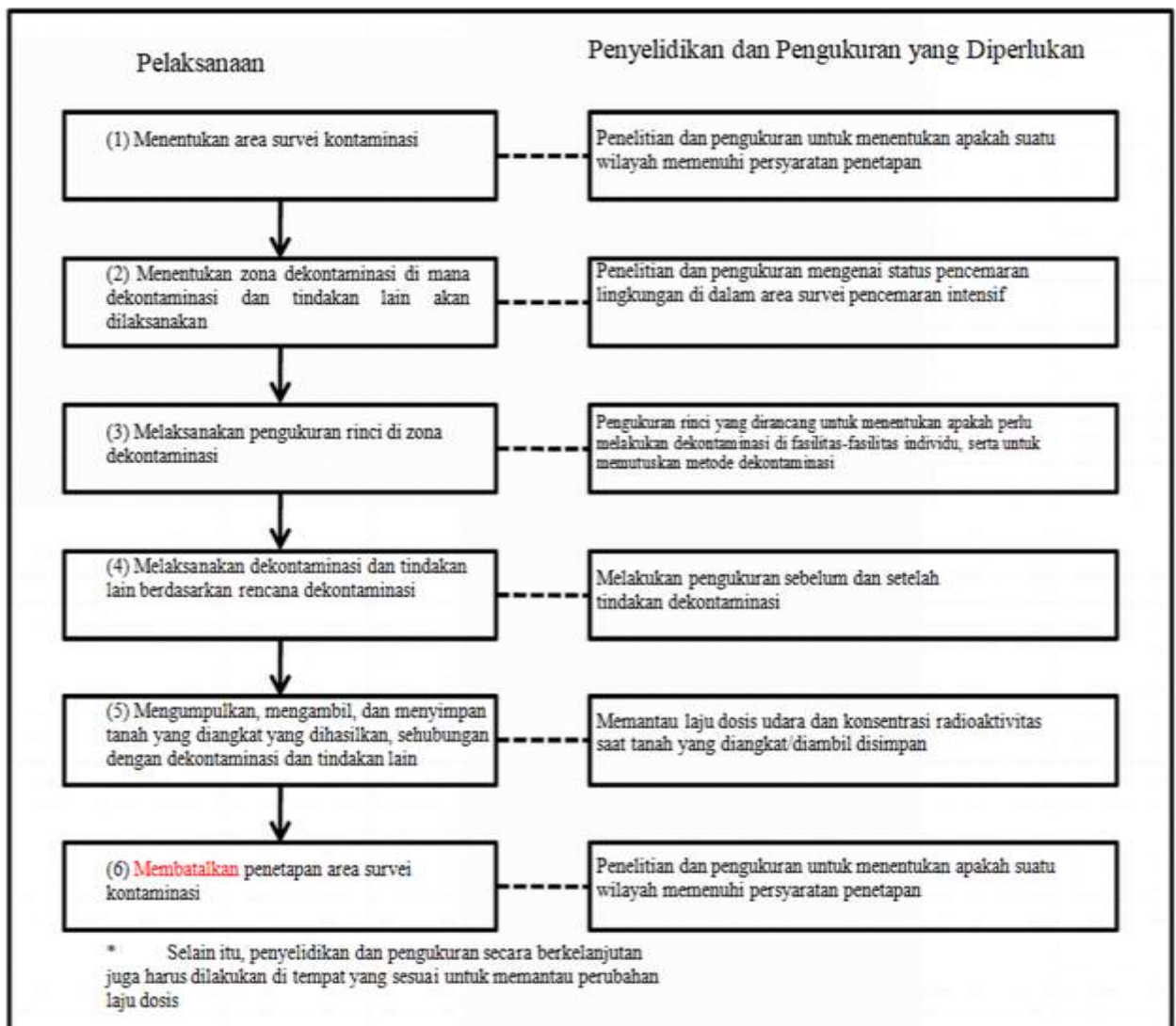
Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

BAB II. DEKONTAMINASI WILAYAH LUAS

II.1. KONSEP DASAR

Dalam proses tindakan dekontaminasi tanah, dan lain-lain yang terkontaminasi di wilayah-wilayah di mana tingkat paparan tambahan mencapai 1 hingga 20 mSv per tahun. Penyelidikan dan pengukuran yang diperlukan akan dilaksanakan sesuai dengan tahapan dekontaminasi berikut:



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan dan Penyelidikan serta Pengukuran yang Diperlukan untuk Melaksanakan Dekontaminasi

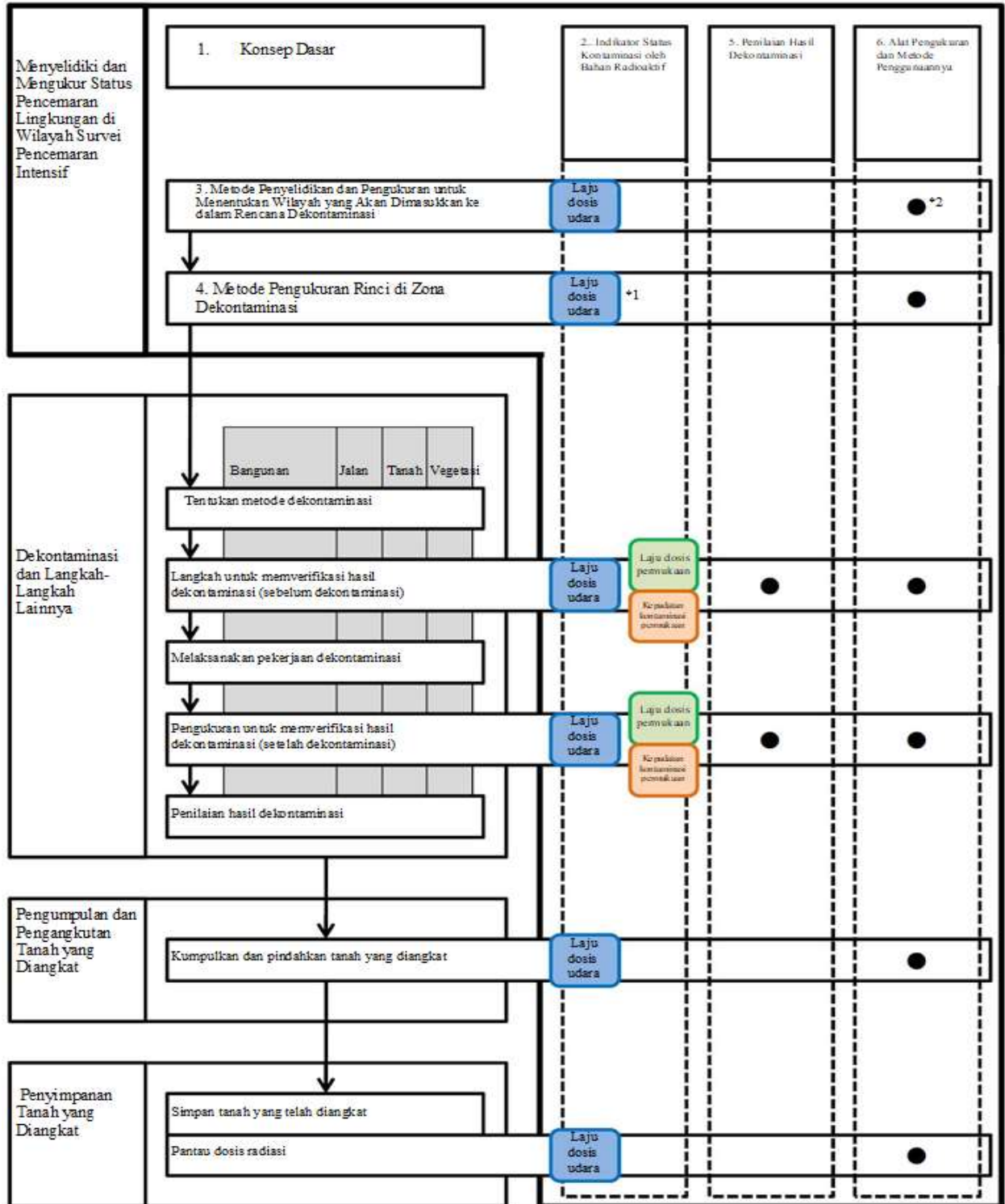


**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

II.2. DESKRIPSI TAHAPAN DEKONTAMINASI



Gambar 2. Tahapan dekontaminasi



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

II.3. PERSYARATAN PELAKSANAAN

Prasyarat Pelaksanaan Dekontaminasi Wilayah:

- ✓ Adanya persetujuan dari penegak hukum atau kementerian/lembaga terkait untuk memasuki fase dekontaminasi.
- ✓ Tersedia data dan informasi pendukung yang lengkap sebagai dasar pengambilan keputusan pelaksanaan dekontaminasi wilayah.
- ✓ Penetapan pernyataan resmi mengenai terminasi/penghentian tindakan respons terhadap sumber kontaminasi.

II.3. ALUR STRATEGI DEKONTAMINASI WILAYAH LUAS

Alur strategi dekontaminasi wilayah luas ditunjukkan pada Gambar 1. Diagram ini menjelaskan tahapan utama yang meliputi pengumpulan data dan sampel, pemenuhan prasyarat pelaksanaan dekontaminasi, pelaksanaan tindakan dekontaminasi, evaluasi hasil, hingga penetapan status akhir wilayah. Rincian teknis pelaksanaan dijabarkan dalam lampiran [1]. Dengan alur ini, proses dekontaminasi dapat dilaksanakan secara terstruktur, terukur, dan tetap mengacu pada prinsip proteksi radiasi.

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 8



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

II.4. URAIAN STRATEGI

1. Pengumpulan data dan sampel (gunakan Lampiran Bab 1).
 - 1.1. Tim respon melakukan pengukuran paparan radiasi dan menentukan zona kontaminasi di area terdampak.
 - 1.2. Tim respon melakukan pengambilan sampel untuk analisis konsentrasi aktivitas pada objek: perairan(akuatik), tanah/sedimen, barang, vegetasi, dan lainnya.
 - 1.3. Tim respon mengumpulkan data populasi yang terdampak di wilayah tersebut.
 - 1.4. Tim respon mengidentifikasi potensi wilayah lain yang berisiko terdampak.
2. Kompilasi hasil pengambilan data dan sampel
 - 2.1. Tim respon mengkompilasi dan melengkapi data hasil pengukuran paparan dan kontaminasi (baik pada area maupun objek di area terkontaminasi).
 - 2.2. Tim respon mengkompilasi dan melengkapi data hasil analisis konsentrasi aktivitas sampel objek (perairan, tanah/sedimen, barang, vegetasi, dll).
 - 2.3. Tim respon mengkompilasi dan melengkapi data populasi terdampak.
 - 2.4. Tim respon mengkompilasi dan melengkapi data potensi wilayah terdampak.
3. Penyusunan Peta Wilayah
 - 3.1. Tim respon menyusun peta hasil pengukuran paparan radiasi dan kontaminasi (baik pada area maupun objek di dalam area terkontaminasi).
 - 3.2. Tim respon menyusun peta distribusi konsentrasi aktivitas sampel objek (perairan, tanah/sedimen, barang, vegetasi, dan lainnya).
 - 3.3. Tim respon menyusun peta sebaran populasi terdampak.
 - 3.4. Tim respon menyusun peta potensi wilayah yang berisiko terdampak.
 - 3.5. Bila peta wilayah belum lengkap, kembali ke poin 1.
4. Pernyataan terminasi atau penghentian tindakan respon terhadap penyebab kontaminasi hanya dapat dikeluarkan jika peta wilayah sudah lengkap dan ada persetujuan dari pihak penegak hukum/Kementerian/Lembaga terkait. Pernyataan terminasi ini menjadi dasar pelaksanaan dekontaminasi pada objek, bangunan, atau lokal terbatas.
5. Eksekusi dekontaminasi objek dan area terbatas (lokal)
 - 5.1. Memindahkan dan mengamankan objek/sumber radiasi ke lokasi yang telah ditentukan (gunakan Lampiran Bab 3 dan Bab 4).

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 10



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

- 5.2. Melaksanakan dekontaminasi pada lokasi dan temuan sumber (gunakan Lampiran Bab 2), melalui:
 - 5.2.1. pengerukan/pengambilan tanah dan objek terkontaminasi hingga kedalaman sesuai hasil analisis,
 - 5.2.2. pengemasan hasil pengerukan ke dalam drum,
 - 5.2.3. penyimpanan sementara di tempat yang telah ditentukan.
- 5.3. Melaksanakan dekontaminasi pada bangunan (gunakan Lampiran Bab 2).
 - 5.3.1. Untuk kontaminasi sebagian (*partial contamination*), dilakukan dekontaminasi melalui metode pencucian, pengusapan, atau pembongkaran sebagian. Metode dan teknis pelaksanaan disesuaikan dengan referensi dan kondisi lapangan.
 - 5.3.2. Untuk kontaminasi menyeluruh yang tidak memungkinkan penanganan sebagian, dilakukan pembongkaran (*dismantling*) bangunan, material, atau peralatan yang terkontaminasi. Selanjutnya, hasil pembongkaran dikumpulkan dan disimpan di tempat yang telah ditentukan.
 - 5.3.3. Apabila terbukti adanya kontaminasi, tanah di area bekas bangunan dilakukan pengerukan sesuai prosedur dekontaminasi.
- 5.4. Tim dekontaminasi melakukan penyimpanan dan pengamanan hasil dekontaminasi area terbatas (lokal).
6. Melakukan rekonfirmasi pengukuran atau survei ulang di area terbatas (lokal)
 - 6.1. Survei ulang dilakukan dengan mengulang pengukuran atau survei pada area terbatas untuk memastikan efektivitas dekontaminasi, validitas data, dan kepatuhan terhadap batas kontaminasi yang ditetapkan.
 - 6.2. Pasang beri tanda identitas (tanda perimeter) hasil rekonfirmasi ukur/ survey ulang:
 - 6.2.1. informasi hasil survei ulang kurang atau sama dengan dari batas aman yaitu tiga kali radiasi latar alam (*background*)
 - 6.2.2. Informasi hasil survei ulang lebih besar dari tiga kali dari background
7. Setelah dekontaminasi area terbatas (lokal) selesai ditetapkan, langkah selanjutnya adalah melaksanakan eksekusi dekontaminasi wilayah.
8. Eksekusi dekontaminasi wilayah luas

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 11



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman	: Output Unit Kerja
Judul	: Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

- 8.1. Vegetasi: dibersihkan (*clean up*) melalui pencabutan atau penebangan. Tanaman yang telah dibersihkan kemudian dicacah atau dipotong kecil untuk diamankan atau dilakukan proses dekontaminasi lebih lanjut (gunakan Lampiran Bab 2).
- 8.2. Biota: baik yang hidup di darat maupun di perairan, dibersihkan atau dipindahkan sesuai jenis dan tingkat kontaminasi (gunakan Lampiran Bab 2).
- 8.3. Jenis topografi wilayah yang akan didekontaminasi
 - 8.3.1. Topografi Wilayah Homogen (seluruhnya berupa daratan):
 - 8.3.1.1. Dekontaminasi dilakukan dengan metode *Perimeter-to-center method*, yaitu dari radius terluar area terkontaminasi menuju ke pusat. Pelaksanaan dilakukan melalui pengerukan sesuai tingkat kontaminasi.
 - 8.3.2. Topografi Wilayah Heterogen (perairan berupa kolam/empang dan daratan)
 - 8.3.2.1. Pengurusan area perairan dilakukan terlebih dahulu, dan hasilnya disimpan di lokasi yang telah ditentukan.
 - 8.3.2.2. Setelah area perairan dikeringkan, dekontaminasi daratan dilakukan dengan metode *Perimeter-to-center method*, yaitu dimulai dari radius terluar area terkontaminasi menuju ke pusat. Pelaksanaan dilakukan melalui pengerukan sesuai tingkat kontaminasi.
 - 8.4. Tim dekontaminasi melakukan penyimpanan dan pengamanan hasil dekontaminasi wilayah luas (gunakan Lampiran Bab 3 dan 4).
9. Melakukan rekonfirmasi pengukuran atau survei ulang di wilayah.
 - 9.1. Survei ulang dilakukan dengan mengulang pengukuran atau survei pada area yang sedang didekontaminasi untuk memastikan efektivitas dekontaminasi, validitas data, dan kepatuhan terhadap batas kontaminasi yang ditetapkan guna menentukan dan menetapkan status wilayah hasil dekontaminasi
 - 9.2. Hasil rekonfirmasi ukur/ survey ulang
 - 9.2.1. Jika hasil survei ulang menunjukkan hasil lebih rendah atau sama dengan dari batas aman yaitu tiga kali radiasi latar alam setempat (*background*), maka area dinyatakan aman digunakan kembali (**Pemanfaatan Kembali**).



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

9.2.2. Jika hasil menunjukkan hasil lebih tinggi dari tiga kali radiasi latar alam setempat, maka dilakukan tindakan lebih lanjut:

9.2.2.1. Jika hasil pengamatan lapangan menyatakan dekontaminasi ulang layak dilakukan (Ya), maka proses kembali ke poin 5.

9.2.2.2. Jika hasil pengamatan lapangan menyatakan dekontaminasi ulang tidak layak dilakukan (Tidak), maka area terbatas (lokal) ditetapkan sebagai:

9.2.2.2.1. **Daerah Pengawasan:** tingkat radiasi 3 s.d 2000 kali radiasi latar (*background*) dan/atau tidak melebihi 100 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$.

9.2.2.2.2. **Daerah Terlarang:** tingkat radiasi di atas 2000 kali radiasi latar (*background*) dan/atau melebihi 100 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$.

20.1. Penetapan Status Akhir Wilayah

1.22.1. BAPETEN merekomendasikan penentuan status akhir wilayah:

- 1) pemanfaatan kembali,
- 2) pengawasan,
- 3) terlarang

1.22.2. Penetapan status wilayah ditetapkan oleh Otoritas yang berwenang setelah melalui koordinasi BAPETEN dan K/L terkait.



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

BAB III. PENYIMPANAN DAN PENGAMANAN HASIL DEKONTAMINASI

Seluruh hasil operasi tindakan dekontaminasi wilayah berupa: sumber/zat radioaktif (beridentitas dan atau tidak beridentitas) dan barang-barang terkontaminasi zat radioaktif (padat, cair) diangkut, disimpan diamankan dengan menerapkan prinsip-prinsip keselamatan dan keamanan ZRA sesuai ketentuan peraturan yang berlaku:

1. Disimpan dan diamankan di fasilitas/instalasi penyimpanan standar nasional untuk sumber kontaminan atau material terkontaminasi dengan radiasi tinggi.
2. Disimpan dan diamankan di fasilitas yang dibangun dan difungsikan untuk barang-barang terkontaminasi zat radioaktif (padat, cair) yang rendah. Penetapan penyimpanan ini ditetapkan oleh Otoritas K/L terkait setelah koordinasi dengan BAPETEN dengan memperhatikan prinsip-prinsip keselamatan, keamanan, dan sosial ekonomi masyarakat dan lingkungan sekitar untuk jangka panjang.



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

BAB IV. PENUTUP

Pelaksanaan dekontaminasi wilayah terdampak radiasi membutuhkan koordinasi lintas lembaga, kepemimpinan terpusat, dan penerapan proteksi radiasi yang ketat. Proses meliputi pengumpulan data, pengukuran, pengambilan sampel, penyusunan peta wilayah, eksekusi dekontaminasi pada objek, bangunan, dan wilayah luas, serta survei ulang bila diperlukan untuk memastikan efektivitas tindakan. Semua langkah ini menjadi dasar penetapan status wilayah sebagai pemanfaatan kembali, daerah pengawasan, atau daerah terlarang. Seluruh material terkontaminasi diamankan sesuai standar keselamatan dan keamanan.

Dokumen ini menjamin dekontaminasi dilaksanakan secara aman, efisien, dan akurat, serta melindungi responder, masyarakat, lingkungan, dan utamanya wilayah terdampak.



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman	: Output Unit Kerja
Judul	: Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

DAFTAR PUSTAKA

[1] Ministry of Environment of Japan, "Decontamination Guidelines," Ministry of Environment, Tokyo, 2013.



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

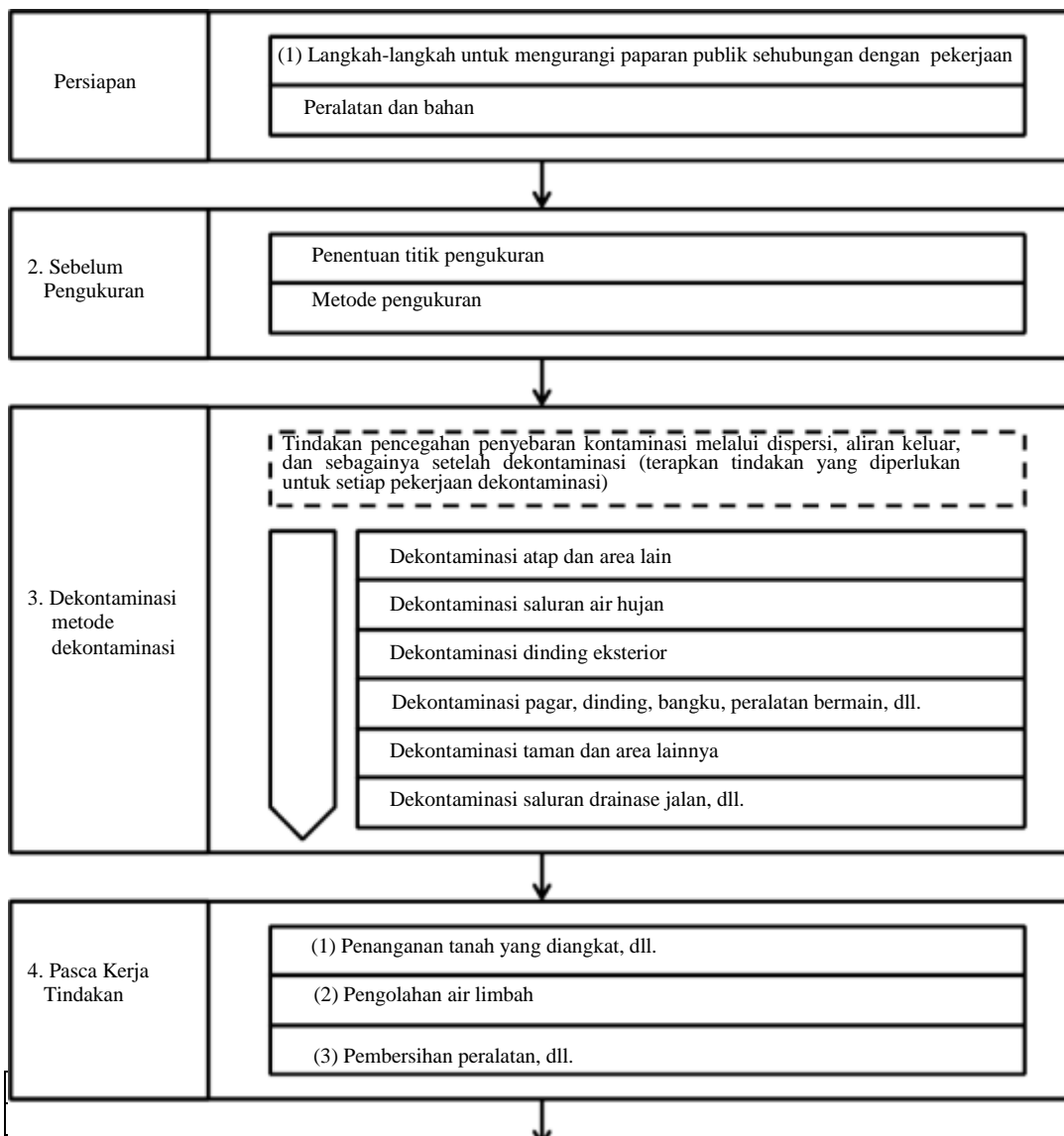
Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

LAMPIRAN PEDOMAN

LAMPIRAN 1. Dekontaminasi dan Langkah Langkah Lain untuk Bangunan dan Struktur Lainnya

Bagian ini menjelaskan secara kronologis

1. Persiapan,
2. Tindakan sebelum pengukuran ,
3. Metode Dekontaminasi,
4. Tindakan Pasca Kerja, dan
5. Pengukuran dan Rekaman, terkait dengan dekontaminasi dan tindakan lain untuk rumah, bangunan, fasilitas pertanian, dan struktur lainnya



Gambar 4. Alur dasar untuk dekontaminasi dan tindakan lain untuk bangunan dan struktur lain



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

1. Persiapan

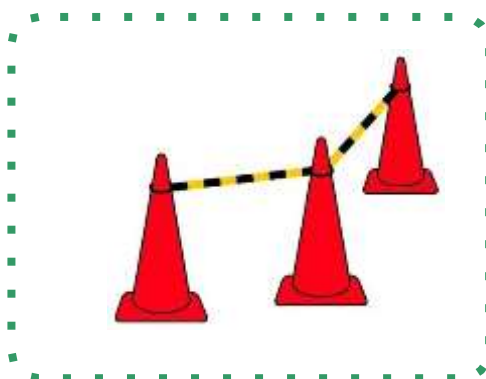
Sebelum melakukan pekerjaan dekontaminasi, selain menyiapkan peralatan yang diperlukan, persiapan harus dilakukan untuk memastikan keselamatan termasuk pencegahan paparan masyarakat dan pekerja, seperti terhirupnya debu yang dihasilkan selama pekerjaan dekontaminasi.

(1) Tindakan untuk Mengurangi Paparan Publik sehubungan dengan Pekerjaan Dekontaminasi

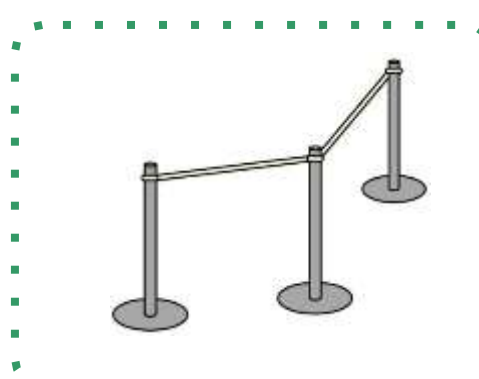
Tabel 1. Langkah-langkah untuk mengurangi paparan publik sehubungan dengan pekerjaan dekontaminasi dan pekerjaan lain pada bangunan dan struktur lainnya

Pembatasan akses	<ul style="list-style-type: none">• Jika masyarakat umum dianggap berpotensi memasuki area tersebut, area tersebut harus dibatasi dengan tiang atau tali pembatas untuk mencegah orang mendekati lokasi kerja secara tidak perlu, dan akses orang dan kendaraan harus dibatasi (lihat Gambar 5).• Dalam kasus dimana zat radioaktif mungkin tersebar akibat pekerjaan dekontaminasi, perimeter area dekontaminasi harus dibatasi dengan perimeter, air disemprotkan, atau tindakan lain diambil untuk mencegah penyebaran, dan area tersebut harus dibatasi dengan tali pembatas, dll.
Papan petunjuk	<ul style="list-style-type: none">• Dalam kasus di mana masyarakat umum kemungkinan akan memasuki area tersebut, papan pengumuman harus dipasang untuk memberi informasi kepada masyarakat bahwa pekerjaan dekontaminasi sedang dilakukan.

Pembatasan menggunakan tiang pembatas



Pembatasan menggunakan tali



Gambar 5. Contoh pembatasan akses dan papan peringatan



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

(2) Peralatan dan Bahan

Peralatan dan bahan yang diperlukan harus disiapkan untuk dekontaminasi dan tindakan lain, serta untuk pengumpulan tanah yang diangkat, dll., sesuai dengan objek yang akan didekontaminasi dan lingkungan kerja.

Tabel 2. Contoh peralatan dan bahan dekontaminasi untuk bangunan dan struktur lainnya

Contoh peralatan umum	Pemotong rumput, sekop tangan, sabit rumput, sapu, garpu bambu, ember debu, penjepit, sekop, sekop kecil, garpu logam, alat berat kompak untuk mengikis lapisan tanah atas, kantong sampah (kantong untuk bahan yang dapat dibakar, karung goni untuk tanah dan pasir (karung pasir)), kendaraan untuk mengangkut tanah yang telah dikumpulkan dan dibuang, dll. ke lokasi penyimpanan di tempat (truk, gerobak beroda dua, dll.), tangga
Contoh peralatan untuk pembersihan dengan air	Selang, nozel shower, pembersih air bertekanan tinggi, sikat (sikat gosok, sikat untuk membersihkan kendaraan, sikat untuk membersihkan tempat tinggi), sikat gosok (sikat gosok bulat, sikat wol baja, dll.), sikat kawat, alat untuk mendorong air (sapu, pengikis, dll.), ember, deterjen, kain lap, spons, tisu kertas
Contoh peralatan untuk membersihkan permukaan logam Permukaan	Sikat, amplas, kain, agen penghilang
Contoh peralatan untuk membersihkan permukaan kayu Permukaan	Sikat, amplas, mesin amplas listrik, kain, pembersih uap, pencuci tekanan tinggi, alat untuk menghilangkan air (sapu, pengikis, dll.),
Contoh peralatan untuk bekerja di tempat tinggi	Scaffold, lift bergerak, kendaraan udara
Contoh peralatan untuk mengikis	Mesin gerinda, peralatan untuk mengikis, peralatan yang diperlukan untuk mencegah penyebaran (pengumpul debu, matras pengering)
Contoh peralatan untuk menutupi permukaan tanah permukaan	Roller pemadatan permukaan bertenaga sendiri, papan kayu untuk pemadatan permukaan, peralatan penyiraman

2. Tindakan Sebelum Pengukuran

Untuk memastikan efek dekontaminasi, laju dosis udara sebelum dan setelah pekerjaan dekontaminasi, serta kepadatan kontaminasi permukaan objek yang menjadi sasaran dekontaminasi (selanjutnya disebut "laju dosis udara, dll.", yang mencakup laju dosis udara dan

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 19



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

kepadatan kontaminasi permukaan) harus diukur. Area tempat tinggal, area terkontaminasi pada konsentrasi relatif tinggi yang dianggap berkontribusi secara signifikan terhadap paparan radiasi di tempat tinggal, harus diukur tingkat paparan radiasi di udara pada lokasi yang sama, dengan metode yang sama baik sebelum pekerjaan dekontaminasi dimulai maupun setelah selesai, dan hasilnya harus dicatat. Bagian ini memberikan informasi tentang metode pengukuran laju dosis di udara sebelum dimulainya pekerjaan dekontaminasi.

Perlu dicatat bahwa laju dosis udara juga dapat diukur di dekat permukaan objek yang akan didekontaminasi sesuai kebutuhan saat menentukan tingkat pengurangan kontaminasi objek yang akan didekontaminasi.

(3) Penentuan Titik Pengukuran

Sebelum pekerjaan dekontaminasi, harus ditentukan lokasi di mana laju dosis udara akan diukur (selanjutnya disebut “titik pengukuran”), dan harus dibuat diagram skematik (lihat Gambar 6) yang menggambarkan jangkauan objek pengukuran, titik pengukuran, dan struktur yang digunakan sebagai penanda.

Ada dua jenis titik pengukuran: titik pengukuran yang digunakan untuk menentukan laju dosis udara rata-rata di ruang hunian dalam bangunan serta struktur lain yang akan didekontaminasi (Titik Pengukuran No. 1); dan titik pengukuran yang digunakan untuk memastikan tingkat kontaminasi objek yang akan didekontaminasi (Titik Pengukuran No. 2).

Titik pengukuran No. 1 terutama ditempatkan di area hunian yang dihuni dengan waktu yang cukup lama. Dalam menentukan titik pengukuran, lokasi yang disebut “hotspot” (yaitu tempat di mana tanah terkontaminasi secara tinggi karena air hujan atau faktor lain yang membawa zat radioaktif, sehingga radiocaesium terkumpul lebih banyak dibandingkan area sekitarnya) umumnya tidak dijadikan titik pengukuran. Hal ini karena kontribusinya terhadap dosis radiasi di area tempat tinggal relatif kecil. Titik di sekitarnya juga tidak dihitung, kecuali jika ada kemungkinan penduduk atau orang lain menghabiskan waktu cukup lama di lokasi tersebut.

Contoh hotspot meliputi area cekung dan genangan air, saluran drainase jalan, di bawah saluran air hujan, ruang penampungan air hujan, di bawah atau dekat pohon, atau di tempat-tempat di mana tetesan air hujan dari bangunan jatuh, karena bahan radioaktif cenderung terkonsentrasi di tempat-tempat tersebut akibat air hujan dan sejenisnya.

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 20



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Tujuan dari titik pengukuran No. 2 pada dasarnya adalah untuk mengetahui tingkat kontaminasi pada permukaan objek yang akan didekontaminasi. Karena itu, titik ini ditetapkan di lokasi yang terkontaminasi dengan konsentrasi cukup tinggi dan dinilai memberi pengaruh besar terhadap dosis radiasi di area tempat tinggal. Jika terdapat hotspot, termasuk area di bawah talang air hujan, yang menjadi objek dekontaminasi, maka area tersebut diukur sebagai titik pengukuran No. 2. Metode spesifiknya tercantum dalam Tabel 3.

Tabel 3. Alasan penentuan titik pengukuran untuk laju dosis udara dan pengukuran lain dalam dekontaminasi bangunan dan struktur lain

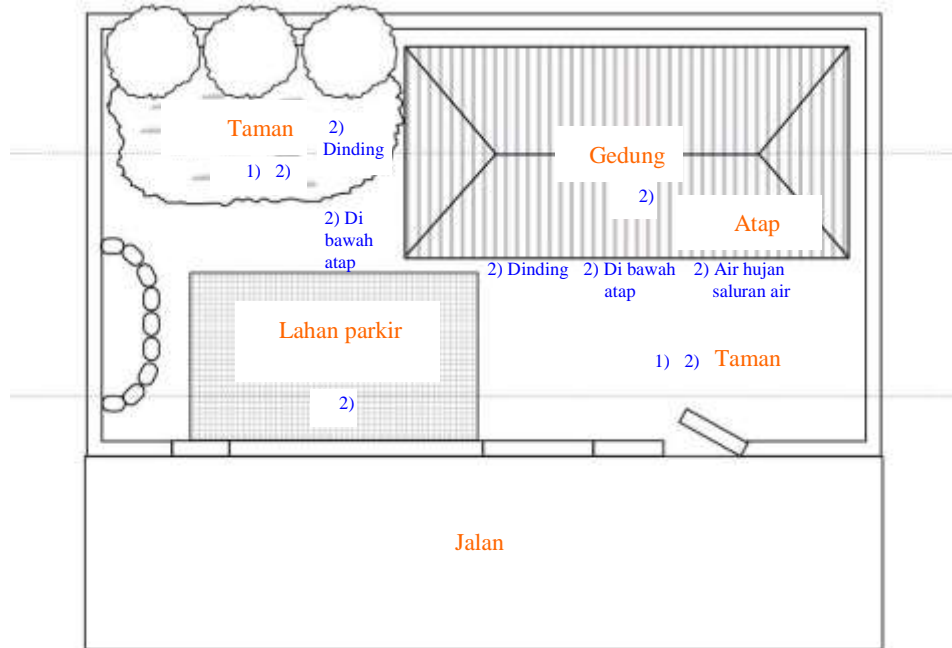
Titik pengukuran	Titik pengukuran No. 1	Titik pengukuran No. 2
Pengukuran target	Laju dosis udara di ruang hunian	Kepadatan kontaminasi permukaan, dll. untuk objek yang memerlukan dekontaminasi
Alasan penetapan titik pengukuran	<ul style="list-style-type: none"> • Untuk rumah tinggal tunggal, di taman atau area luar ruangan lainnya, ditetapkan sekitar dua hingga lima titik pengukuran pada lokasi yang dinilai sering digunakan atau ditempati orang cukup lama. • Untuk rumah susun atau kompleks, fasilitas umum, dan sejenisnya, di taman atau area luar ruangan lainnya, ditetapkan sekitar lima titik pengukuran pada lokasi yang dinilai sering digunakan atau ditempati orang cukup lama. 	<ul style="list-style-type: none"> • Titik pengukuran untuk atap, puncak atap, dan sisi bangunan harus ditempatkan dekat pusat setiap permukaan. • Titik pengukuran untuk taman dan area terbuka lainnya harus ditempatkan di dekat pusatnya. (Pilih lokasi di sepanjang garis tengah untuk area yang panjang dan sempit atau tidak berbentuk persegi.) • Titik pengukuran untuk pagar dan dinding harus ditempatkan pada interval yang memungkinkan distribusi laju dosis udara, untuk ditentukan. [Contoh] Jarak 5 hingga 10 m • Titik pengukuran untuk bangku, peralatan bermain, dll., harus ditempatkan di tempat-tempat di mana orang akan berada.



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

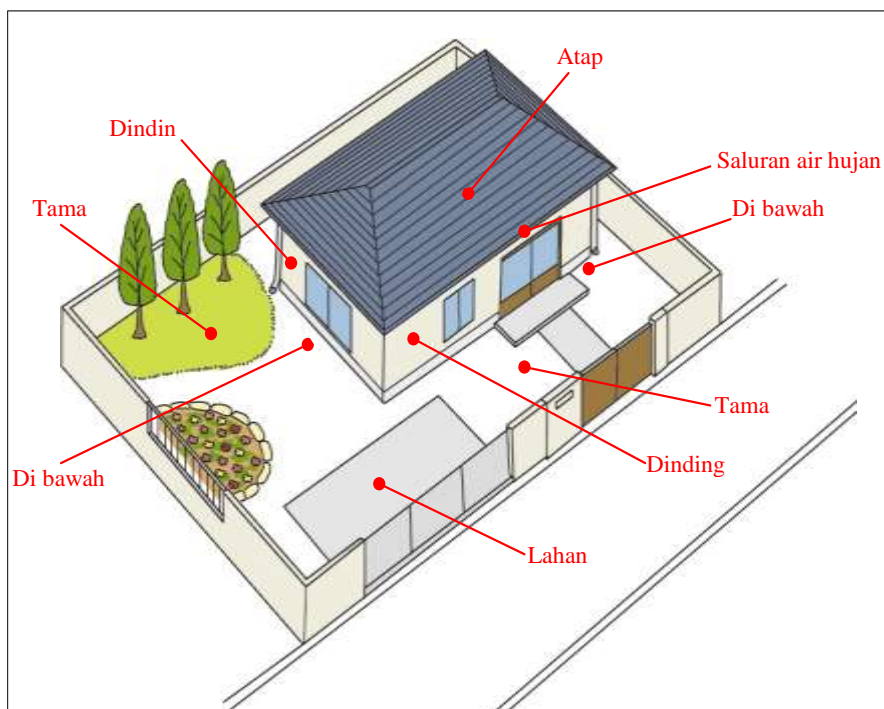
Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas



Gambar 6. Contoh diagram skematis untuk pelaporan titik pengukuran yang digunakan dalam dekontaminasi dan tindakan lain pada bangunan serta struktur lainnya

- 1): Status kontaminasi untuk ruang hunian (tingkat dosis udara: sekitar dua hingga lima titik pengukuran)
- 2): Status kontaminasi untuk objek yang memerlukan dekontaminasi (densitas kontaminasi permukaan, laju dosis permukaan)



Nomor : PRI/PD/3/00/2025

Tanggal : 1 September 2025

Revisi : 0

Gambar 7. Contoh titik pengukuran No.2



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

(4) Metode pengukuran

Saat mengukur laju dosis udara di titik pengukuran No. 1, harus digunakan surveimeter sintilasi atau alat ukur lain yang mampu mengukur sinar gamma.

Sebaliknya, untuk menghindari pengaruh radiasi latar belakang saat mengukur tingkat kontaminasi pada atau dekat permukaan di titik pengukuran No. 2, disarankan menggunakan surveimeter jenis tabung Geiger-Müller (selanjutnya disebut “surveimeter GM”) yang dapat mengukur sinar beta. Namun, pengukuran juga dapat dilakukan dengan dosimeter yang mampu mengukur sinar gamma.

Sebagai contoh, salah satu cara untuk melakukan verifikasi khusus berdasarkan tingkat kontaminasi di lokasi terkait adalah dengan melakukan pengukuran dalam kondisi menggunakan kolimator untuk melindungi dari sinar gamma yang berasal dari luar. Selain itu, efektivitas dekontaminasi juga dapat dipastikan dengan cara membandingkan tingkat kontaminasi objek sebelum dan sesudah dekontaminasi, yaitu melalui pengukuran laju dosis udara di permukaan titik pengukuran serta pada ketinggian 50 cm dan 1 m dari permukaan.

Secara umum, alat ukur yang sama harus digunakan saat melakukan pengukuran di titik-titik pengukuran yang sama sebelum dan setelah pekerjaan dekontaminasi.

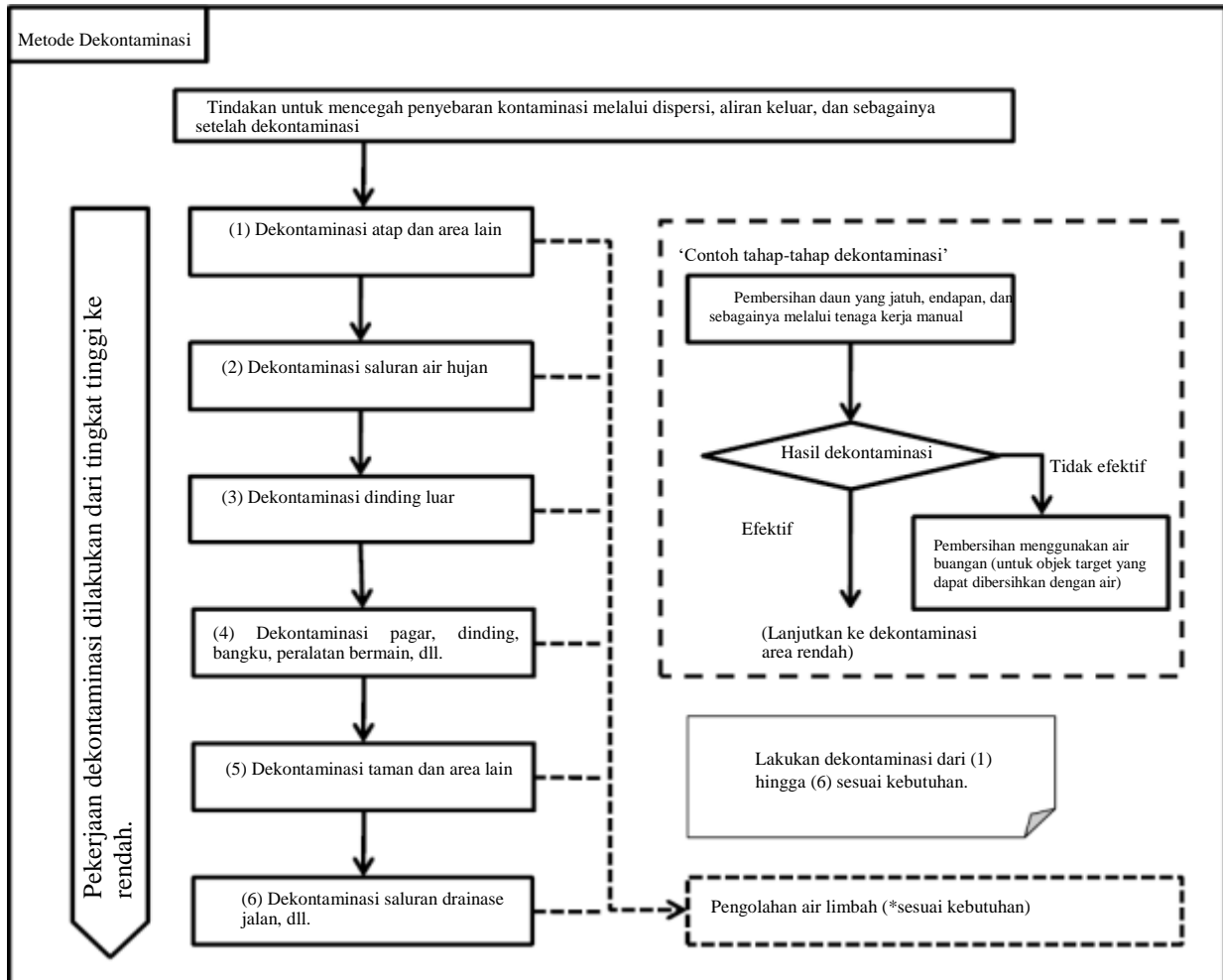


**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

3. Metode Dekontaminasi



Gambar 8. Alur dasar untuk dekontaminasi bangunan dan struktur lainnya



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Untuk mendekontaminasi bangunan dan struktur lainnya secara efektif, pekerjaan dekontaminasi harus difokuskan pada area yang terkontaminasi dengan konsentrasi bahan radioaktif yang relatif tinggi dan berkontribusi secara signifikan terhadap dosis radiasi. Misalnya, terdapat daun yang jatuh, lumut, lumpur, dan sebagainya yang mengandung radiocesium di atap (bagian atas atap), saluran air hujan, saluran drainase jalan, dan sebagainya pada rumah dan bangunan yang terbuka untuk umum, sehingga menghilangkan benda-benda tersebut dapat mengurangi dosis radiasi.

Dalam tahapan dekontaminasi, pertama-tama daun kering dan material lain yang mengandung banyak radiocesium harus dibersihkan secara manual, selama masih mudah untuk diangkat. Jika cara ini tidak memberikan hasil yang terlihat, maka dilakukan pembersihan dengan menyemprotkan air pada objek yang memungkinkan dibersihkan menggunakan air. Setiap zat radioaktif yang bisa dihilangkan dengan cara lain selain penyemprotan air, sebaiknya diangkat terlebih dahulu, serta dilakukan upaya untuk meminimalkan dampak aliran air limbah dari proses pembersihan tersebut.

Pada setiap tahap, laju dosis udara di titik pengukuran No. 1 harus diukur. Sebagai aturan umum, tidak diperlukan pekerjaan dekontaminasi tambahan apabila laju dosis udara pada ketinggian 1 meter (atau 50 cm dari titik pengukuran untuk sekolah dasar, taman kanak-kanak, dan sekolah berkebutuhan khusus, dengan mempertimbangkan ruang hidup anak-anak) berada di bawah 3 kali radiasi latar per jam.

Jika air digunakan dalam pekerjaan dekontaminasi pada rumah dan bangunan, maka secara prinsip pembersihan dilakukan dari bagian yang tinggi ke bagian yang rendah, dengan memperhatikan kemungkinan aliran material radioaktif ke taman dan area sekitarnya. Secara khusus, pembersihan dilakukan mulai dari atap atau rooftop dan talang air hujan, kemudian dilanjutkan ke dinding luar, lalu ke taman dan area di permukaan tanah, hingga ke saluran air jalan. Apabila terdapat pohon di dekat rumah yang lebih tinggi dari atap, maka pohon tersebut harus dibersihkan terlebih dahulu sesuai tingkat kontaminasinya. Bergantung pada cara material radioaktif menempel di permukaan, metode dekontaminasi dapat dilakukan dengan pembersihan manual, mengelap, atau menyikat menggunakan sikat gosok.

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 25



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman	: Output Unit Kerja
Judul	: Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Konsentrasi aktivitas dari zat radioaktif akan berkurang seiring berjalannya waktu. Selain itu, perlu ditangani dengan tepat karena tingkat kontaminasi juga dapat berubah akibat air hujan dan faktor lainnya.

Selain itu, saat melakukan pekerjaan dekontaminasi, harus diambil langkah-langkah yang diperlukan untuk menjamin keselamatan para pekerja dan masyarakat umum. Juga perlu dilakukan upaya untuk mencegah penyebaran kontaminasi akibat penyebaran, aliran, atau faktor lain yang terkait dengan proses dekontaminasi. Hal ini bertujuan agar kontaminasi tidak terbawa keluar dari area kerja, tidak masuk dari luar, serta tidak terjadi kontaminasi ulang pada area yang sudah dibersihkan.

Lihat “4. Langkah-langkah Pasca Pekerjaan” terkait hal-hal seperti penanganan tanah yang diangkat, pengolahan air limbah, dan pembersihan peralatan yang digunakan untuk dekontaminasi.

Bagian ini mencakup metode dekontaminasi untuk atap, atap bangunan, saluran air hujan, dinding, taman, saluran drainase jalan, dan area lain dari bangunan dan struktur lainnya.

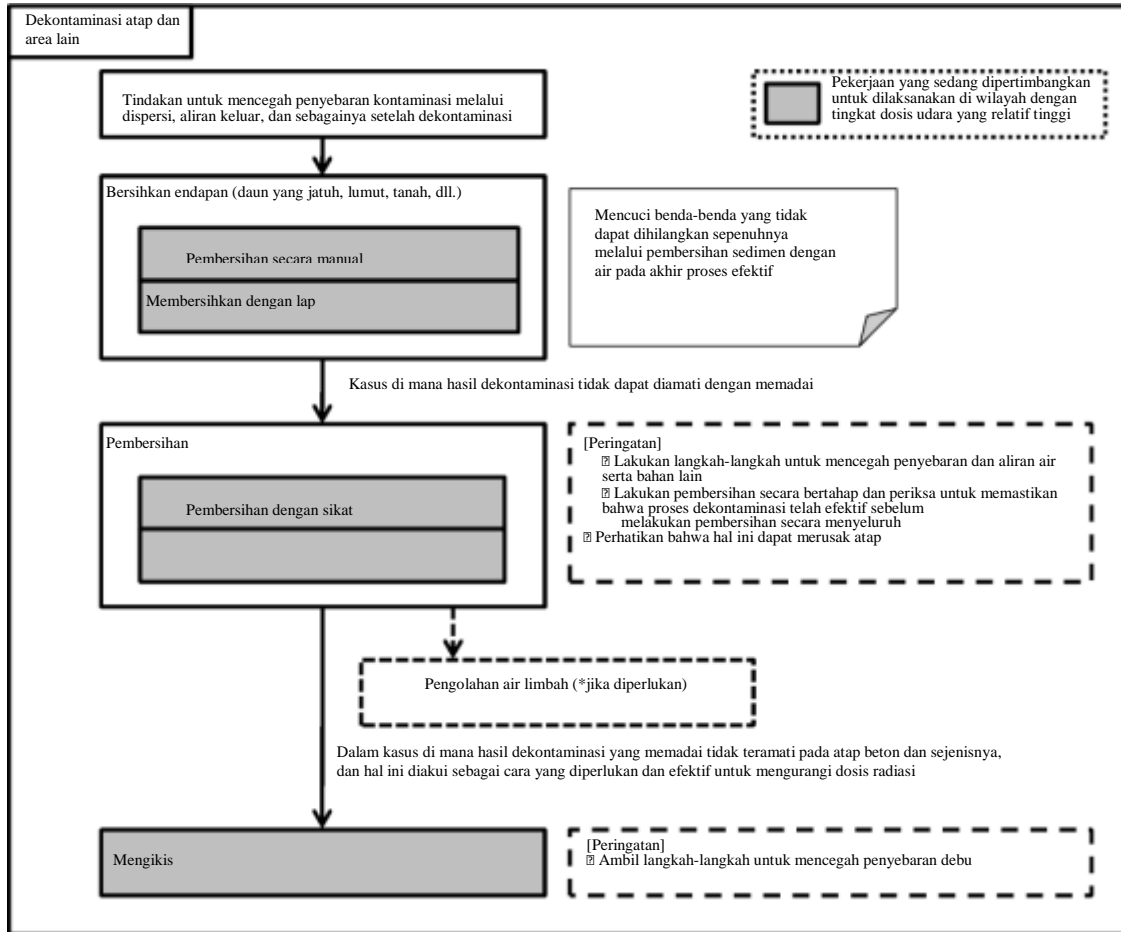
(5) Dekontaminasi Atap dan Area Lainnya



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas



Gambar 9. Alur dasar untuk dekontaminasi atap dan area lain



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Daun kering, lumut, lumpur, atau endapan lain di atap dan sejenisnya bisa saja mengandung radiocesium. Oleh karena itu, pertama-tama endapan yang mudah diangkat harus dibersihkan secara manual, lalu kotoran dibersihkan dengan tisu tebal (lihat Gambar 9). Setelah itu, atap disiram dengan air dan endapan dibersihkan menggunakan sikat, seperti sikat dek atau sapu. Perhatian khusus perlu diberikan pada bagian atap yang saling tumpang tindih, area logam yang berkarat, serta sekitar saluran pembuangan air di atap gedung besar, karena area tersebut biasanya menampung endapan dalam jumlah cukup banyak (lihat Gambar 10).

Jika hasil dekontaminasi tidak terlihat cukup efektif, kemungkinan radiocesium telah menempel pada bahan atap. Karena radiocesium yang tidak hanyut oleh air hujan biasanya sudah meresap ke dalam material atap, maka perlu dilakukan pembersihan dengan semprotan air bertekanan tinggi (contoh: 15 MPa), yang selanjutnya disebut pembersihan air bertekanan tinggi. Pembersihan sebaiknya dimulai pada sebagian kecil area atap untuk memastikan ada efek dekontaminasi sebelum melanjutkan ke seluruh bagian atap, karena efektivitas pembersihan dengan air bertekanan tinggi sangat bergantung pada jenis material permukaan atap.

Saat melakukan pembersihan dengan air bertekanan tinggi atau metode dekontaminasi berbasis air lainnya, harus ada langkah pengelolaan limbah air agar tidak mencemari lingkungan (lihat “4.(2) Pengolahan Air Limbah”). Penggunaan metode pembersihan air bertekanan tinggi dengan sistem penampungan air juga efektif untuk mencegah penyebaran zat radioaktif. Selain itu, perlu ada pendapat ahli karena semprotan bertekanan dapat merusak atap rumah, gedung, atau fasilitas pertanian, tergantung bahan dan strukturnya.

Jika dekontaminasi dengan pembersihan biasa maupun pembersihan air bertekanan tinggi tetap tidak efektif, maka perlu dipertimbangkan dekontaminasi pada atap beton atau rooftop dengan cara mengikis permukaan atau menggunakan metode shot-blasting, selama dinilai perlu dan efektif untuk mengurangi dosis radiasi. Namun, perhatian khusus harus diberikan terhadap kemungkinan kerusakan bangunan. Apabila menggunakan shot-blasting atau metode sejenis, harus ada langkah untuk mencegah penyebaran debu radioaktif ke lingkungan sekitar.

Langkah-langkah yang diperlukan sebelumnya, metode dekontaminasi spesifik, dan catatan peringatan untuk dekontaminasi atap sebagaimana tercantum dalam Tabel 4 dan 5.

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 28



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas



Gambar 10. Contoh dekontaminasi ubin atap (pembersihan)



Gambar 11. Contoh dekontaminasi ubin atap (pembersihan) - II



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Tabel 4. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum dekontaminasi atap dan area lain

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Tindakan keselamatan	<ul style="list-style-type: none"> Saat melakukan pekerjaan di tempat tinggi, langkah-langkah keselamatan yang sesuai harus diambil, seperti mendirikan scaffolding dan mengalokasikan kendaraan udara.
Pencegahan penyebaran	<ul style="list-style-type: none"> Jika trotoar dan bangunan berada tepat di sebelah area kerja, perlu dilakukan penutupan atau pelindungan (curing) untuk mencegah penyebaran air dan material lainnya. Penggunaan metode pembersihan air bertekanan tinggi dengan sistem penampungan air juga efektif untuk mencegah penyebaran zat radioaktif.
Pastikan saluran drainase dan pengolahan air limbah	<ul style="list-style-type: none"> Saat menggunakan air untuk pembersihan, jalur aliran air harus diperiksa terlebih dahulu, dan saluran pembuangan dibersihkan sebelumnya agar air dapat mengalir dengan lancar. Lihat “4. (2) Pengolahan Limbah Cair” mengenai pengolahan limbah cair.

Tabel 5. Metode dekontaminasi untuk atap dan area lain serta catatan peringatan

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Dekontaminasi melalui tenaga kerja manual	<ul style="list-style-type: none"> Daun-daun yang gugur, lumut, lumpur, dan sedimen lainnya harus dibersihkan secara manual oleh personel yang mengenakan sarung tangan karet dan menggunakan sekop, dll.
Membersihkan	<ul style="list-style-type: none"> Pembersihan dengan lap harus dilakukan dengan hati-hati menggunakan tisu kertas atau lap debu yang telah dibasahi dengan air. Semua sisi tisu kertas, kain lap, dan sebagainya yang digunakan dalam pekerjaan pembersihan harus digunakan. Namun, permukaan yang telah digunakan untuk dekontaminasi (pembersihan) tidak boleh disentuh dengan tangan telanjang, karena permukaan tersebut mungkin mengandung radiocesium. Perhatian harus diberikan untuk mencegah kontaminasi menempel kembali dengan cara membersihkannya menggunakan sisi baru kain untuk setiap kali membersihkan sesuai dengan status kontaminasi. Dalam beberapa kasus, hasil dekontaminasi akan lebih kecil akibat pengaruh bahan atap seperti ubin semen, ubin tanah liat matte, dan lembaran baja berlapis cat, serta karat. Jika terdapat karat, maka karat tersebut harus dibersihkan dengan cara mengelapnya hingga hilang.
Pembersihan dengan sikat	<ul style="list-style-type: none"> Pembersihan harus dilakukan secara menyeluruh menggunakan sikat gosok, sikat scrub, dll. Pembersihan harus dilakukan dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah agar air tidak tersebar ke sekitar. Sikat putar tidak boleh digunakan karena tidak cocok untuk atap rumbia/jerami atau atap genteng.
Tinggi Pembersihan dengan air bertekanan	<ul style="list-style-type: none"> Setiap kemungkinan kerusakan pada atap dan sejenisnya akibat pembersihan dengan air bertekanan tinggi harus diperiksa terlebih dahulu (disarankan meminta saran dari ahli). Untuk mencegah penyebaran tanah atau kotoran akibat tekanan air,



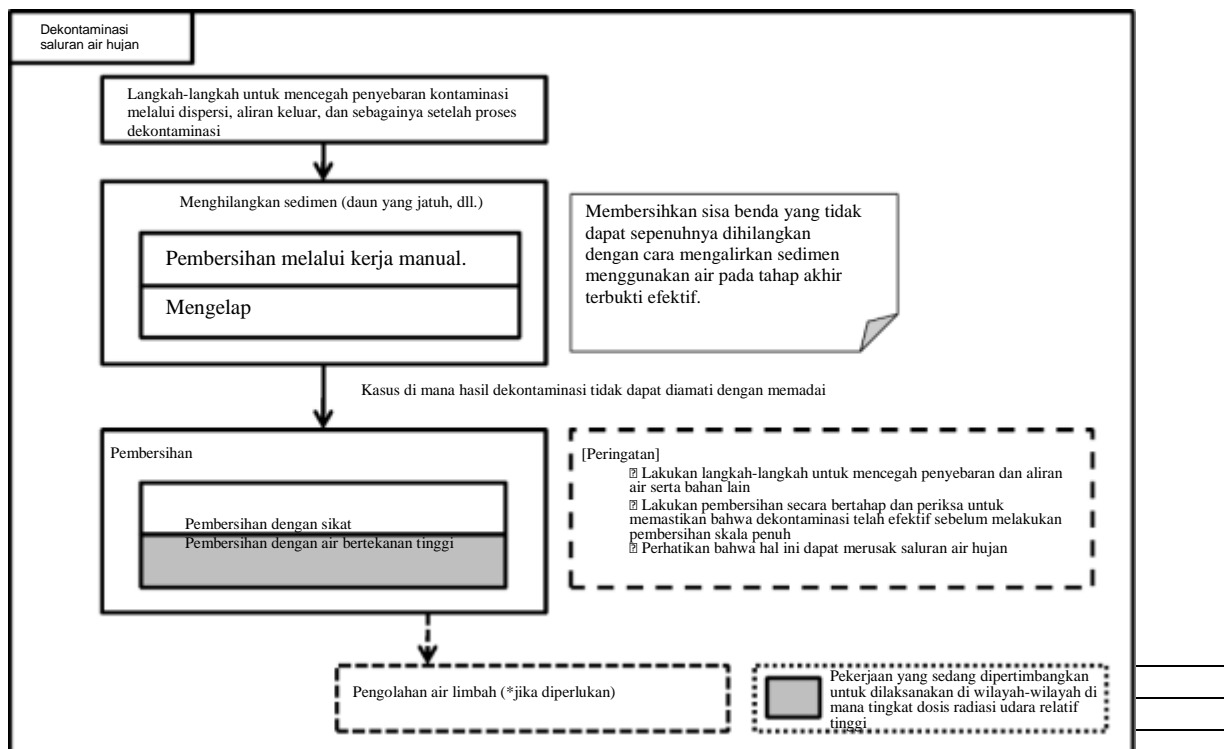
**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

	tinggi	<p>pembersihan harus dimulai dengan tekanan rendah, lalu secara bertahap dinaikkan sambil memantau aliran air pembersih dan kondisi penyebarannya.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agar dekontaminasi lebih efektif, nosel semprotan harus diarahkan dekat dengan area yang akan dibersihkan. • Perhatian khusus perlu diberikan pada bagian atap yang saling tumpang tindih, area logam yang berkarat, dan sekitar saluran pembuangan di rooftop, karena bagian ini biasanya menampung endapan dalam jumlah lebih banyak. • Harus diingat bahwa ada kemungkinan kerusakan pada bangunan, misalnya terkelupasnya permukaan objek yang dibersihkan.
	Pekerjaan blasting	<ul style="list-style-type: none"> • Bahan abrasif harus ditembakkan ke permukaan menggunakan blaster dan dikikis secara merata dari permukaan tersebut. • Untuk mencegah timbulnya debu, proses pengeringan harus dilakukan untuk mencegah penyebaran debu ke lingkungan sekitar dan debu harus dikumpulkan. • Untuk pekerjaan blasting, pengeringan harus dilakukan untuk memastikan bahwa bahan abrasif dan sejenisnya tidak keluar dari area kerja dekontaminasi. Selain itu, setelah bahan abrasif dan bahan lain digunakan, bahan-bahan tersebut harus dikumpulkan dengan memastikan bahwa zat radioaktif yang menempel pada bahan tersebut tidak tersebar ke lingkungan sekitar.
	Pengikisan	<ul style="list-style-type: none"> • Penyebaran kontaminasi ke lingkungan sekitar harus dicegah saat melakukan pengikisan. (Contoh: menggunakan alat pengumpul debu, menyemprotkan air terlebih dahulu, atau memasang pelindung sederhana dari plastik).

(6) Dekontaminasi Saluran Air Hujan



Gambar 12. Alur dasar untuk dekontaminasi saluran air hujan



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman	: Output Unit Kerja
Judul	: Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Daun-daun yang jatuh, dll., yang mengandung zat radioaktif di atas atau di dalamnya, yang mengalir turun dari atap, dll., akibat hujan, akan terkumpul di saluran air hujan. Dengan mengangkat daun-daun yang terkumpul tersebut, dosis radiasi yang mengenai lingkungan sekitar dapat dikurangi.

Untuk dekontaminasi saluran air hujan, daun-daun yang jatuh, dll., yang terkumpul di saluran tersebut harus diangkat dengan tangan menggunakan tang, sekop, atau alat lain. Bagian dalam saluran air hujan, pipa air hujan, dan pipa drainase harus dibersihkan dengan tangan menggunakan pembersih pipa, tisu kertas tebal, dll. (lihat Gambar 12).

Untuk kasus di mana hasil dekontaminasi tidak memadai meskipun telah dilakukan, pembersihan harus dilakukan dengan menggunakan air. Pembersihan dengan air menghasilkan limbah yang mengandung bahan radioaktif. Untuk meminimalkan dampak limbah yang dihasilkan oleh pembersihan, dsb., terhadap tujuan aliran limbah, bahan radioaktif yang dapat dihilangkan dengan metode selain pembersihan dengan air harus dihilangkan terlebih dahulu jika memungkinkan melalui alternatif yang mencakup pembersihan dengan lap. Saat melakukan pembersihan dengan air bertekanan tinggi, perlu diperhatikan bahwa hal ini berpotensi merusak saluran air hujan.

Tindakan yang diperlukan sebelumnya, metode dekontaminasi khusus, dan catatan peringatan untuk dekontaminasi saluran air hujan tercantum dalam Tabel 6 dan 7.



Gambar 13. Contoh dekontaminasi saluran air hujan (pembersihan dengan lap)
(foto courtesy Kota Date dan Kota Fukushima)



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas



Gambar 14. Contoh pembersihan saluran air hujan (pembersihan dengan sikat)

Tabel 6. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum dekontaminasi saluran air hujan

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Pencegahan penyebaran	<ul style="list-style-type: none">• Jika trotoar dan bangunan berada di samping, perlu dilakukan pengeringan untuk mencegah penyebaran air, dll.
Pastikan saluran drainase dan pengolahan air limbah	<ul style="list-style-type: none">• Saat menggunakan air untuk membersihkan, saluran air pembersihan harus diperiksa terlebih dahulu dan saluran drainase dibersihkan sebelumnya untuk memastikan drainase yang lancar.• Endapan di saluran air hujan harus dibersihkan sebelum pembersihan dengan air.• Lihat “4. (2) Pengolahan Limbah Cair” mengenai pengolahan limbah cair.• Kerusakan pada bagian ujung saluran air hujan atau tempat-tempat di mana air hujan langsung dialirkan ke kebun dapat menyebabkan dosis tinggi, sehingga perlu dipertimbangkan untuk melakukan dekontaminasi pada kebun dan lokasi serupa.



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Tabel 7. Metode dekontaminasi untuk saluran air hujan dan hal-hal yang perlu diperhatikan

Kategori		Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
	Dekontaminasi melalui tenaga kerja manual	<ul style="list-style-type: none"> • Daun yang jatuh, lumut, dan sedimen lainnya harus dihilangkan secara manual oleh orang yang mengenakan sarung tangan karet dan menggunakan sekop, dll.
	Pembersihan	<ul style="list-style-type: none"> • Pembersihan dengan lap harus dilakukan dengan hati-hati menggunakan tisu kertas atau lap debu yang telah dibasahi dengan air. • Semua sisi tisu kertas, kain lap, dll. yang digunakan dalam pekerjaan pembersihan harus digunakan. Namun, permukaan yang telah digunakan untuk dekontaminasi (pembersihan) tidak boleh disentuh dengan tangan telanjang karena permukaan tersebut mungkin mengandung radiocesium. • Perhatian harus diberikan untuk mencegah kontaminasi menempel kembali dengan cara membersihkannya menggunakan sisi baru kain untuk setiap kali membersihkan sesuai dengan status kontaminasi. • Karena jumlah besar zat radioaktif menumpuk pada endapan di saluran air hujan, efektif untuk menghilangkan endapan tersebut.
Pembersihan	Pembersihan dengan sikat	<ul style="list-style-type: none"> • Pembersihan harus dilakukan secara menyeluruh menggunakan sikat scrub atau sikat pembersih. • Endapan di saluran air hujan (terutama pada bagian yang melengkung) sering terlewatkan, jadi bagian ini harus dibersihkan dengan sikat kawat. • Pembersihan harus dilakukan dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah agar air tidak tersebar ke sekitar.
	Pembersihan dengan air bertekanan tinggi	<ul style="list-style-type: none"> • Pembersih air bertekanan harus digunakan dengan tekanan air maksimal sekitar 5 MPa dan penggunaan air sekitar 2 liter per 1 m, agar talang air hujan tidak rusak. Metode ini terutama digunakan untuk area sempit yang sulit dijangkau manusia atau bagian yang sulit dibersihkan dengan cara mengelap. • Nosel semprotan harus diarahkan dekat dengan area yang akan didekontaminasi (sekitar 20 cm) agar pembersihan efektif, dan dilakukan dengan kecepatan gerakan yang sesuai. • Pencucian harus dilakukan dari bagian hulu menuju hilir sesuai kemiringan saluran pembuangan, agar air tidak menyebar ke area sekitar.

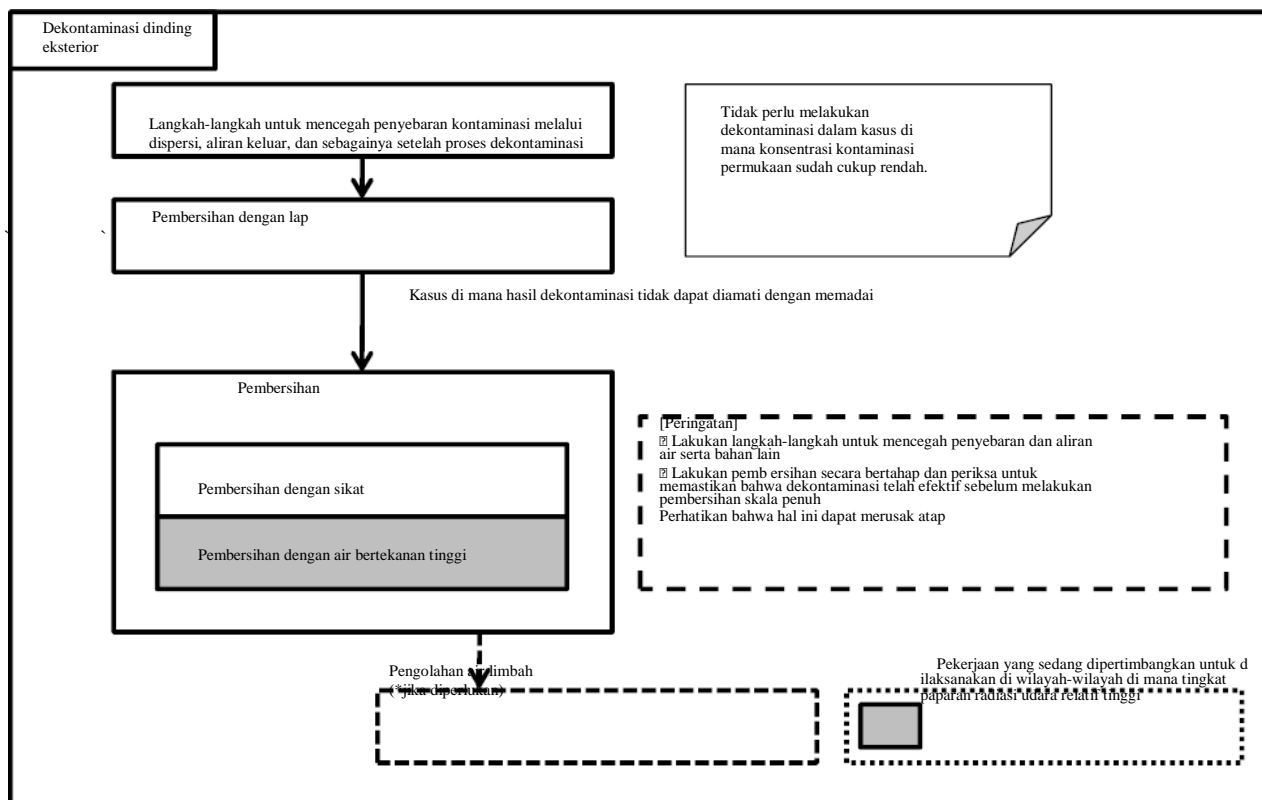


**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

(7) Dekontaminasi Dinding Eksterior



Gambar 15. Alur dasar untuk dekontaminasi dinding eksterior

Karena dinding luar bangunan umumnya memiliki tingkat kontaminasi yang lebih rendah dibandingkan atap atau saluran air hujan, tidak perlu melakukan dekontaminasi pada dinding tersebut jika kepadatan kontaminasi permukaannya cukup rendah dibandingkan dengan tempat lain.

Saat membersihkan dinding luar, pekerjaan harus dilakukan dari bagian atas ke bawah agar tidak terjadi kontaminasi ulang. Untuk mengurangi dampak aliran air pembersih terhadap saluran pembuangan, zat radioaktif yang bisa dihilangkan dengan cara lain selain penyemprotan air sebaiknya dibersihkan terlebih dahulu, misalnya dengan cara mengelap.

Karena ada kemungkinan kerusakan pada dinding luar tergantung bahan dan strukturnya, penggunaan air bertekanan tinggi harus dilakukan dengan saran dari ahli. Secara khusus, metode semprotan bertekanan tidak cocok untuk dinding luar berbahan kayu.

Langkah yang harus dipersiapkan sebelumnya, metode dekontaminasi yang digunakan, serta hal-hal yang perlu diperhatikan dalam dekontaminasi dinding luar dijelaskan dalam Tabel 8 dan 9.



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Tabel 8. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum dekontaminasi dinding eksterior

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Pencegahan penyebaran	<ul style="list-style-type: none"> Jika trotoar dan bangunan berdekatan langsung, pengeringan harus dilakukan untuk mencegah penyebaran air, dll.
Memastikan saluran drainase dan pengolahan air limbah	<ul style="list-style-type: none"> Saat menggunakan air untuk membersihkan, saluran untuk aliran air pembersih harus diperiksa terlebih dahulu dan saluran drainase dibersihkan sebelumnya untuk memastikan drainase yang lancar. Lihat “4. (2) Pengolahan Limbah Cair” mengenai pengolahan limbah cair.

Tabel 9. Metode dekontaminasi dinding luar dan catatan peringatan

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Pembersihan dengan lap	<ul style="list-style-type: none"> Pembersihan dengan lap harus dilakukan dengan hati-hati menggunakan tisu kertas atau lap debu yang telah dibasahi dengan air. Semua sisi tisu kertas, kain lap, dll. yang digunakan dalam pekerjaan pembersihan harus digunakan. Namun, permukaan yang telah digunakan untuk dekontaminasi (pembersihan) tidak boleh disentuh dengan tangan telanjang, karena permukaan tersebut mungkin mengandung radiocesium. Perlu dipertimbangkan untuk mencegah kontaminasi menempel kembali dengan cara membersihkannya menggunakan sisi baru dari kain untuk setiap kali membersihkan sesuai dengan status kontaminasi.
Pembersihan	Pembersihan dengan sikat <ul style="list-style-type: none"> Pembersihan harus dilakukan secara menyeluruh menggunakan sikat gosok atau sikat pembersih. Pembersihan harus dilakukan dari tempat yang tinggi ke yang rendah agar air tidak tersebar ke sekitar.
	Pembersihan dengan air bertekanan tinggi <ul style="list-style-type: none"> Untuk mencegah penyebaran tanah, dll., akibat tekanan air, pembersihan harus dilakukan pada tekanan rendah terlebih dahulu, dan tekanan harus ditingkatkan secara bertahap sambil memeriksa aliran air pembersih dan kondisi penyebaran. Nozel semprotan harus didekatkan ke area yang akan dibersihkan (sekitar 20 cm) untuk mendapatkan hasil pembersihan yang optimal, dan pembersihan harus dilakukan dengan kecepatan gerakan yang sesuai. Perhatian harus diberikan pada kemungkinan kerusakan properti, seperti menyebabkan dinding mengelupas, atau air merembes ke dalam ruangan.

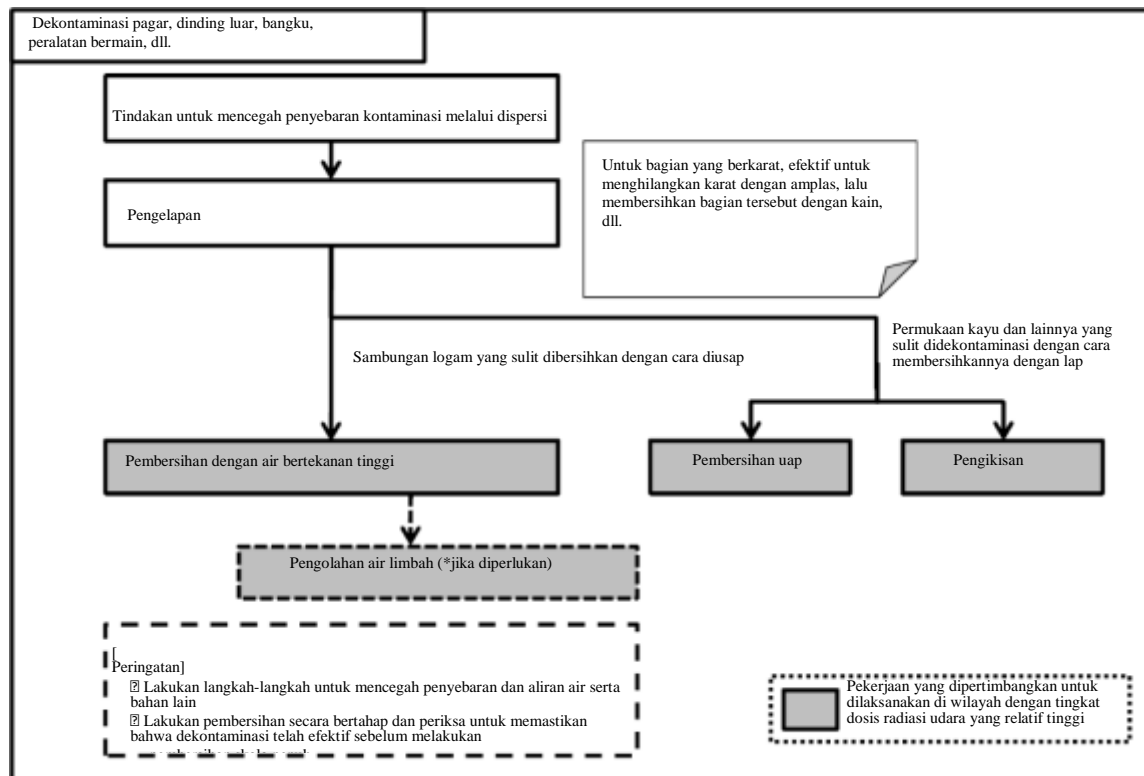


**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

(8) Dekontaminasi Pagar, Dinding Luar, Bangku, Peralatan Taman Bermain, dll.



Gambar 16. Alur dasar untuk dekontaminasi pagar, dinding luar, bangku, peralatan bermain, dll

Dekontaminasi Permukaan Logam, Kayu, dan Peralatan Luar Ruangan

- **Pembersihan dasar:**
Permukaan pagar, dinding luar, bangku, dan peralatan bermain dibersihkan dengan air menggunakan sikat atau kain, lalu diusap hingga kering (lihat Gambar 16). Deterjen netral dapat dipakai sesuai kebutuhan, dengan hati-hati agar tidak merusak permukaan.
- **Bagian berkarat:**
Karat dapat dihilangkan dengan amplas, kemudian permukaan dilap dengan kain. Perlu diperhatikan, alat yang digunakan bisa terkontaminasi sehingga harus dicegah agar tidak menyebarkan radioaktif kembali.
- **Bagian sulit dijangkau:**
Sambungan peralatan bermain atau permukaan kayu yang sulit dibersihkan dengan cara mengusap dapat didekontaminasi menggunakan uap, air bertekanan tinggi (sekitar 15



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

MPa, lihat Gambar 17), atau dengan cara dikikis.

- Pengendalian drainase:

Untuk mengurangi dampak air buangan, usahakan menghilangkan kontaminan dengan metode selain air terlebih dahulu, sebelum memakai pembersihan dengan air.

- Urutan pekerjaan:

Dekontaminasi taman atau bak pasir lebih efisien dilakukan setelah pagar, dinding luar, bangku, dan peralatan bermain selesai dibersihkan.

- Rujukan detail:

Persiapan, metode, dan hal-hal yang harus diperhatikan dalam dekontaminasi objek tersebut dijelaskan pada Tabel 10 dan 11.



Gambar 17. Contoh proses desinfeksi peralatan bermain (pembersihan dengan lap)



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas



Gambar 18. Contoh dekontaminasi peralatan bermain (pembersihan dengan air bertekanan tinggi)

Tabel 10. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum dekontaminasi pagar, dinding luar, bangku, peralatan bermain, dll

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Pencegahan penyebaran	<ul style="list-style-type: none">• Jika trotoar dan bangunan berdekatan langsung, pengeringan harus dilakukan untuk mencegah penyebaran air, dll.
Pastikan saluran drainase dan pengolahan air limbah	<ul style="list-style-type: none">• Saat menggunakan air untuk membersihkan, saluran untuk aliran air pembersih harus diperiksa terlebih dahulu dan saluran drainase dibersihkan sebelumnya untuk memastikan drainase yang lancar.• Lihat “4. (2) Pengolahan Limbah Cair” mengenai pengolahan limbah cair.



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Tabel 11. Metode dekontaminasi untuk pagar, dinding luar, bangku, peralatan bermain, dll., dan catatan peringatan

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Pembersihan dengan lap	<ul style="list-style-type: none">• Semua sisi dari tisu kertas lipat, lap debu, dll. yang digunakan dalam pekerjaan pembersihan harus digunakan. Namun, permukaan yang telah digunakan untuk dekontaminasi (pembersihan) tidak boleh disentuh dengan tangan telanjang, karena permukaan tersebut mungkin mengandung radiocesium.• Perlu dipertimbangkan untuk mencegah kontaminasi menempel kembali dengan cara membersihkannya menggunakan sisi baru kain untuk setiap kali membersihkan sesuai dengan status kontaminasi.• Karat pada peralatan bermain logam harus dihilangkan dengan menggunakan amplas, sikat logam, atau sejenisnya sebelum dibersihkan secara menyeluruh.• Setelah satu sisi tisu kertas atau kain pembersih digunakan untuk dekontaminasi (pembersihan) atau sikat, kain bekas, atau amplas digunakan untuk membersihkan, ada kemungkinan radiocesium menempel padanya, sehingga tidak boleh disentuh langsung dengan tangan.
Pembersihan dengan air bertekanan tinggi (sambungan logam)	<ul style="list-style-type: none">• Pembersihan dengan air bertekanan tinggi harus dilakukan pada sambungan peralatan bermain dan sejenisnya yang sulit dibersihkan.• Untuk mencegah penyebaran tanah, dll., oleh tekanan air, pembersihan harus dilakukan pada tekanan rendah terlebih dahulu dan tekanan ditingkatkan secara bertahap sambil memeriksa aliran air pembersih dan kondisi penyebaran.• Nozel semprotan harus didekatkan ke area yang akan didekontaminasi (sekitar 20 cm) untuk mendapatkan hasil pembersihan yang optimal, dan pembersihan harus dilakukan dengan kecepatan pergerakan.
Pembersihan uap	<ul style="list-style-type: none">• Peralatan bermain berbahan kayu harus dibersihkan menggunakan pembersih uap (steam cleaner).
Mengikis (peralatan bermain kayu peralatan, dll.)	<ul style="list-style-type: none">• Permukaan kayu pada peralatan bermain berbahan kayu harus dikikis menggunakan alat listrik atau sejenisnya.• Saat mengikis permukaan kayu, harus digunakan alat pengumpul debu atau sejenisnya untuk mencegah penyebaran ke lingkungan sekitar.

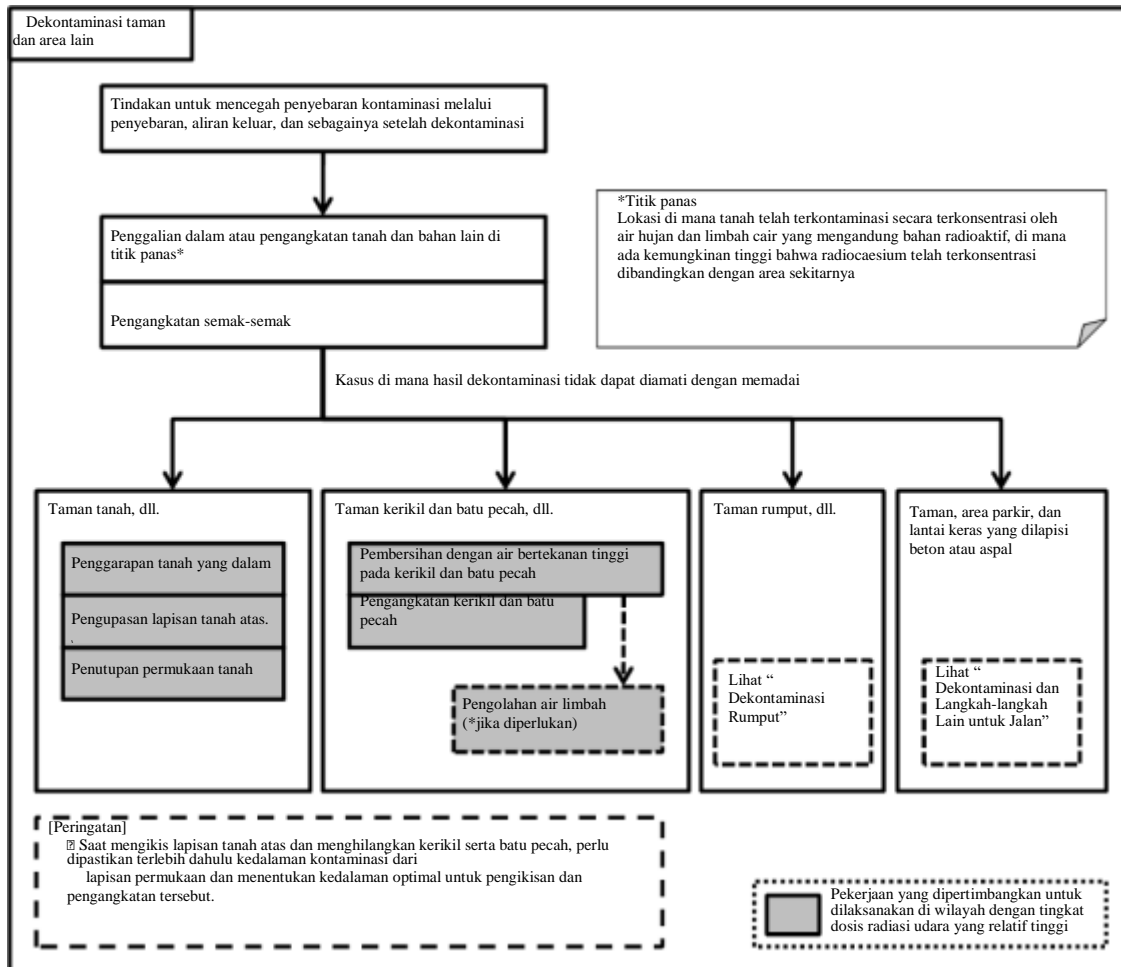


**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

(9) Dekontaminasi Taman dan Area Lainnya



Gambar 19. Alur dasar untuk dekontaminasi taman dan area lain

Dekontaminasi di Taman dan Area Luar Rumah

- Radiocesium umumnya menempel pada daun gugur, pepohonan, dan lapisan tanah permukaan.
 - Daun gugur harus dikumpulkan terlebih dahulu.
 - Pepohonan dipangkas sesuai tingkat kontaminasinya.
 - Semak yang belum pernah dibersihkan sejak kecelakaan perlu dipotong seperlunya.
 - Jika tanah ditutupi lumut atau semak, pengikisan dengan sabit atau alat sejenis lebih efektif.
- Radiocesium juga sering menumpuk di talang air, saluran pembuangan, bak penampung



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

air hujan, area tanpa talang air di bawah atap, serta pangkal pohon.

- Tanah atau material di lokasi ini harus dibersihkan secara manual atau dengan metode lain (lihat Gambar 20 dan 21).
- Jika langkah-langkah tersebut belum efektif, dekontaminasi dilakukan dengan metode tambahan yang dijelaskan pada bagian berikut.

☒ Taman tanah, dll.

Penanganan Taman dengan Tanah

Ada beberapa metode yang bisa dilakukan untuk mengurangi kontaminasi radiocesium di tanah:

1. Membajak tanah dalam (deep plowing)

Lapisan tanah atas yang terkontaminasi ditukar dengan lapisan tanah bawah yang lebih bersih. Sekitar 10 cm tanah atas dipindahkan ke bawah, lalu ditutup dengan 20 cm tanah dari lapisan bawah. Cara ini tidak menghasilkan tanah buangan, tetapi harus hati-hati agar tanah tidak tercampur. Untuk area luas, lahan dibagi ke dalam beberapa bagian.

2. Mengikis lapisan tanah atas (topsoil removal)

Tanah atas dikikis sedikit demi sedikit (1–2 cm) sambil mengukur tingkat radiasi. Biasanya cukup sampai 5 cm. Tanah yang terangkat perlu diganti dengan tanah bersih. Cara ini harus dilakukan hati-hati agar jumlah tanah buangan tidak terlalu banyak.

3. Menutup permukaan tanah (covering)

Tanah yang terkontaminasi ditutup dengan tanah bersih menggunakan alat berat. Tidak ada tanah buangan, tetapi ketebalan lapisan penutup harus cukup untuk menahan radiasi, tanpa berlebihan

Penanganan Taman dengan Kerikil atau Batu Pecah

Kerikil atau batu pecah bisa ditangani dengan dua cara:

1. Pembersihan

Kerikil dimasukkan ke dalam tangki berisi air, lalu dicuci dengan semprotan bertekanan tinggi. Setelah bersih, bisa digunakan kembali. Air limbah dari pencucian harus ditangani sesuai prosedur pengolahan air limbah.

2. Penggantian

Jika pembersihan tidak cukup, kerikil atau batu pecah dibuang, lalu diganti dengan



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

material baru dengan ketebalan dan kepadatan yang sama seperti sebelumnya. Selain itu, perlu diperhatikan bahwa zat radioaktif bisa menumpuk di tanah di bawah kerikil. Dalam kasus ini, perlu dilakukan pengukuran untuk menentukan apakah yang harus dibersihkan adalah kerikilnya, tanah di bawahnya, atau keduanya.

☒ Taman rumput, dll.

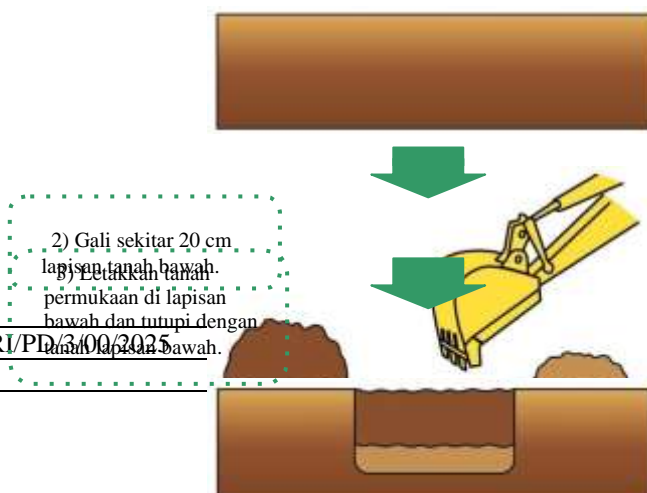
Lihat “Dekontaminasi Taman Rumput” mengenai metode dekontaminasi untuk lokasi seperti taman rumput, taman dengan semak belukar yang tumbuh lebat, atau tempat di mana sisa-sisa rumput kering dan daun kering ditemukan.

☒ Taman, area parkir, dan lantai keras yang dilapisi beton atau aspal

Lihat “Dekontaminasi dan Langkah-Langkah Lain untuk Jalan” mengenai metode dekontaminasi untuk taman, lahan parkir, dan lantai keras yang dilapisi beton atau aspal.

Ketika air digunakan untuk pekerjaan dekontaminasi pada rumah dan bangunan, lebih efisien untuk melakukan pekerjaan dekontaminasi pada taman dan lokasi sekitarnya, setelah pekerjaan pada rumah dan bangunan, karena bahan radioaktif di atap, dapat mengalir turun dalam proses tersebut.

Tindakan yang diperlukan sebelumnya, metode dekontaminasi khusus, dan catatan peringatan untuk dekontaminasi taman dan area lain tercantum dalam Tabel 12 dan 13.



Nomor : PRI/PD/300/2025
Revisi : 0

1 September 2025

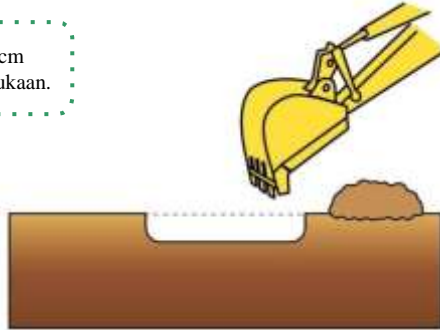


**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

1) Gali sekitar 10 cm
lapisan tanah permukaan.



Gambar 21. Contoh dekontaminasi taman, dll. (pembersihan semak-semak, dll.)



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Tabel 12. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum dekontaminasi taman dan area lain

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Pencegahan penyebaran	<ul style="list-style-type: none">• Jika trotoar dan bangunan berdekatan langsung, pengeringan harus dilakukan untuk mencegah penyebaran air, dll.

Tabel 13. Metode dekontaminasi untuk taman dan area lain serta catatan peringatan

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Pembajakan tanah dalam atau pengangkatan tanah dan bahan lain di titik panas	<ul style="list-style-type: none">• Daun gugur, lumut, lumpur, dan endapan lainnya harus dibersihkan secara manual menggunakan sarung tangan karet serta alat seperti sekop.• Tanah pada hotspot di bawah talang air hujan dan sejenisnya harus dibajak dalam (deep plowing) atau diangkat. Saat melakukannya, perlu diperhatikan kedalaman kontaminasi.• Jika sulit melakukan pembajakan dalam di lokasi tertentu, misalnya tanah yang menumpuk di bak penampung air hujan, maka dapat dipertimbangkan melakukan pembajakan dalam di area sekitar bak penampung tersebut.



**Gambar 22. Contoh dekontaminasi taman dan area lain
(pembuangan tanah, dll)**



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

<p>Pengangkatan semak belukar, dll.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sebelum melakukan pembajakan dalam (deep plowing) atau pengikisan lapisan tanah atas, lakukan pembersihan gulma atau pemotongan rumput yang dapat mengganggu pekerjaan, dengan menggunakan mesin potong rumput gendong atau secara manual. • Namun, dalam beberapa kasus, pemotongan rumput dapat mengurangi efek pelindung alami terhadap sinar beta, sehingga tingkat penurunan dosis radiasi mungkin menjadi lebih kecil. 						
	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="308 584 512 824"> <p>Pengerukan dalam</p> </td> <td data-bbox="512 584 1378 824"> <ul style="list-style-type: none"> • Sekitar 10 cm lapisan tanah atas harus dikikis secara merata dan ditumpuk sementara di atas lembaran plastik atau sejenisnya. • Sekitar 20 cm lapisan tanah bawah harus dikeruk secara merata dan ditumpuk di lokasi terpisah dari lapisan tanah atas. • Setelah tanah permukaan disebar secara merata, tanah subsoil harus disebar secara merata di atasnya dan tanah akan diratakan. Tanah akan dikembalikan ke ketinggian aslinya dengan kepadatan yang kira-kira sama dengan sebelumnya. </td> </tr> <tr> <td data-bbox="308 824 512 987"> <p>Mengikis tanah permukaan</p> </td> <td data-bbox="512 824 1378 987"> <ul style="list-style-type: none"> • Alat pengikis bambu atau sejenisnya harus digunakan untuk mengikis tanah permukaan kebun secara merata. • Perhatian harus diberikan pada fakta bahwa akibat vegetasi yang ditanam dan ketidakrataannya relatif terhadap tanah, mungkin ada ketidakpastian dalam pekerjaan dekontaminasi. </td> </tr> <tr> <td data-bbox="308 987 512 1093"> <p>Menutupi tanah permukaan</p> </td> <td data-bbox="512 987 1378 1093"> <ul style="list-style-type: none"> • Tanah permukaan harus ditutupi dengan tanah yang tidak mengandung radionuklida. </td> </tr> </table>	<p>Pengerukan dalam</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sekitar 10 cm lapisan tanah atas harus dikikis secara merata dan ditumpuk sementara di atas lembaran plastik atau sejenisnya. • Sekitar 20 cm lapisan tanah bawah harus dikeruk secara merata dan ditumpuk di lokasi terpisah dari lapisan tanah atas. • Setelah tanah permukaan disebar secara merata, tanah subsoil harus disebar secara merata di atasnya dan tanah akan diratakan. Tanah akan dikembalikan ke ketinggian aslinya dengan kepadatan yang kira-kira sama dengan sebelumnya. 	<p>Mengikis tanah permukaan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alat pengikis bambu atau sejenisnya harus digunakan untuk mengikis tanah permukaan kebun secara merata. • Perhatian harus diberikan pada fakta bahwa akibat vegetasi yang ditanam dan ketidakrataannya relatif terhadap tanah, mungkin ada ketidakpastian dalam pekerjaan dekontaminasi. 	<p>Menutupi tanah permukaan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tanah permukaan harus ditutupi dengan tanah yang tidak mengandung radionuklida.
<p>Pengerukan dalam</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sekitar 10 cm lapisan tanah atas harus dikikis secara merata dan ditumpuk sementara di atas lembaran plastik atau sejenisnya. • Sekitar 20 cm lapisan tanah bawah harus dikeruk secara merata dan ditumpuk di lokasi terpisah dari lapisan tanah atas. • Setelah tanah permukaan disebar secara merata, tanah subsoil harus disebar secara merata di atasnya dan tanah akan diratakan. Tanah akan dikembalikan ke ketinggian aslinya dengan kepadatan yang kira-kira sama dengan sebelumnya. 						
<p>Mengikis tanah permukaan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alat pengikis bambu atau sejenisnya harus digunakan untuk mengikis tanah permukaan kebun secara merata. • Perhatian harus diberikan pada fakta bahwa akibat vegetasi yang ditanam dan ketidakrataannya relatif terhadap tanah, mungkin ada ketidakpastian dalam pekerjaan dekontaminasi. 						
<p>Menutupi tanah permukaan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tanah permukaan harus ditutupi dengan tanah yang tidak mengandung radionuklida. 						
<p>Taman kerikil dan batu pecah, dll.</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="308 1093 512 1328"> <p>Pembersihan dengan air bertekanan tinggi pada kerikil dan batu pecah</p> </td> <td data-bbox="512 1093 1378 1328"> <ul style="list-style-type: none"> • Gunakan sekop atau alat sejenis untuk memasukkan kerikil atau batu pecah ke dalam tangki air, lalu lakukan pembersihan dengan air bertekanan tinggi. • Untuk mencegah penyebaran tanah, akibat tekanan air saat melakukan pembersihan dengan air bertekanan tinggi, pembersihan harus dilakukan pada tekanan rendah terlebih dahulu, dan tekanan ditingkatkan secara bertahap sambil memeriksa aliran air pembersih dan kondisi penyebaran. • Lihat “4. (2) Pengolahan Air Limbah” mengenai pengolahan air limbah. </td> </tr> <tr> <td data-bbox="308 1328 512 1594"> <p>Pengangkatan kerikil dan batu pecah</p> </td> <td data-bbox="512 1328 1378 1594"> <ul style="list-style-type: none"> • Kerikil atau batu pecah harus diangkat secara merata menggunakan sekop atau alat sejenis. • Saat mengangkat kerikil atau batu pecah, area tersebut harus ditutupi dengan menggunakan jenis kerikil atau batu pecah yang sama seperti sebelumnya sesuai kebutuhan, dan ditutup hingga ketinggian yang sama seperti sebelumnya serta kepadatan yang hampir sama seperti sebelumnya. • Perlu diperhatikan bahwa karena adanya rongga udara yang cukup besar saat menutup permukaan dengan batu pecah, maka kepadatan harus disesuaikan dengan melakukan pemadatan permukaan secara tepat. </td> </tr> </table>	<p>Pembersihan dengan air bertekanan tinggi pada kerikil dan batu pecah</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gunakan sekop atau alat sejenis untuk memasukkan kerikil atau batu pecah ke dalam tangki air, lalu lakukan pembersihan dengan air bertekanan tinggi. • Untuk mencegah penyebaran tanah, akibat tekanan air saat melakukan pembersihan dengan air bertekanan tinggi, pembersihan harus dilakukan pada tekanan rendah terlebih dahulu, dan tekanan ditingkatkan secara bertahap sambil memeriksa aliran air pembersih dan kondisi penyebaran. • Lihat “4. (2) Pengolahan Air Limbah” mengenai pengolahan air limbah. 	<p>Pengangkatan kerikil dan batu pecah</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kerikil atau batu pecah harus diangkat secara merata menggunakan sekop atau alat sejenis. • Saat mengangkat kerikil atau batu pecah, area tersebut harus ditutupi dengan menggunakan jenis kerikil atau batu pecah yang sama seperti sebelumnya sesuai kebutuhan, dan ditutup hingga ketinggian yang sama seperti sebelumnya serta kepadatan yang hampir sama seperti sebelumnya. • Perlu diperhatikan bahwa karena adanya rongga udara yang cukup besar saat menutup permukaan dengan batu pecah, maka kepadatan harus disesuaikan dengan melakukan pemadatan permukaan secara tepat. 		
<p>Pembersihan dengan air bertekanan tinggi pada kerikil dan batu pecah</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gunakan sekop atau alat sejenis untuk memasukkan kerikil atau batu pecah ke dalam tangki air, lalu lakukan pembersihan dengan air bertekanan tinggi. • Untuk mencegah penyebaran tanah, akibat tekanan air saat melakukan pembersihan dengan air bertekanan tinggi, pembersihan harus dilakukan pada tekanan rendah terlebih dahulu, dan tekanan ditingkatkan secara bertahap sambil memeriksa aliran air pembersih dan kondisi penyebaran. • Lihat “4. (2) Pengolahan Air Limbah” mengenai pengolahan air limbah. 						
<p>Pengangkatan kerikil dan batu pecah</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kerikil atau batu pecah harus diangkat secara merata menggunakan sekop atau alat sejenis. • Saat mengangkat kerikil atau batu pecah, area tersebut harus ditutupi dengan menggunakan jenis kerikil atau batu pecah yang sama seperti sebelumnya sesuai kebutuhan, dan ditutup hingga ketinggian yang sama seperti sebelumnya serta kepadatan yang hampir sama seperti sebelumnya. • Perlu diperhatikan bahwa karena adanya rongga udara yang cukup besar saat menutup permukaan dengan batu pecah, maka kepadatan harus disesuaikan dengan melakukan pemadatan permukaan secara tepat. 						

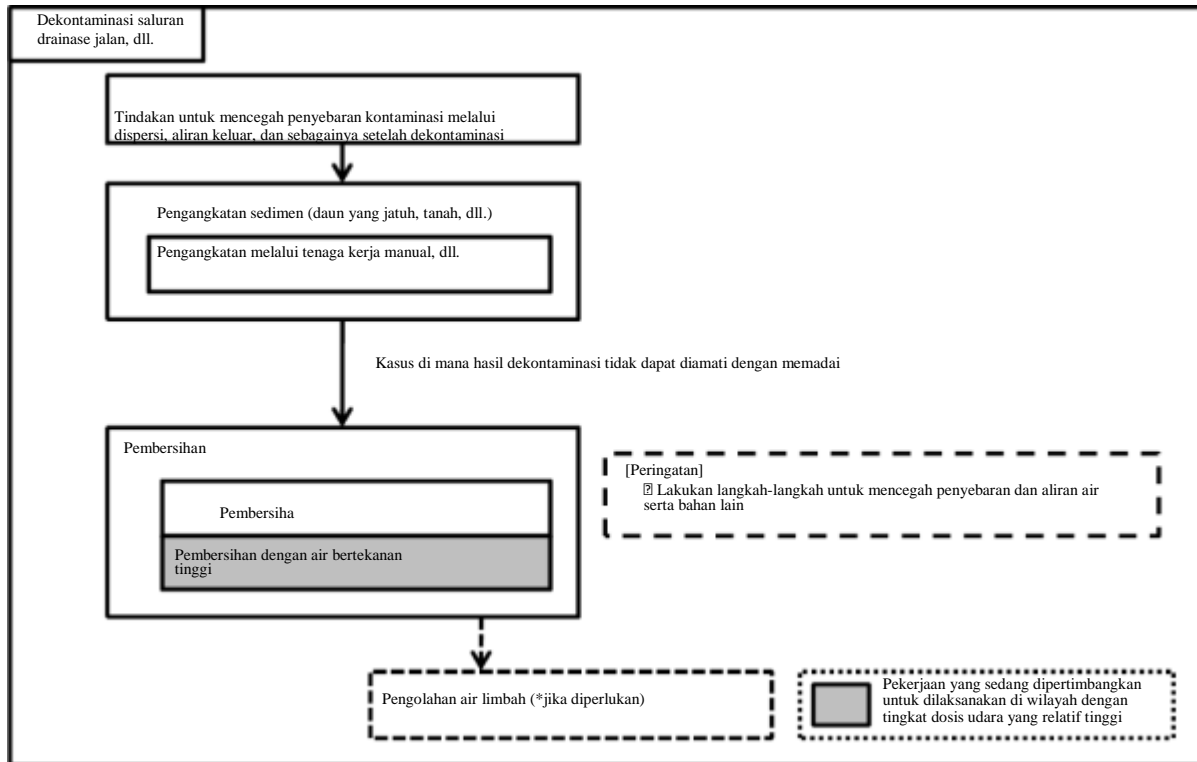
(10) Dekontaminasi Saluran Air Jalan, dsb.



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas



Gambar 23. Alur dasar untuk desinfeksi saluran drainase jalan, dll

Daun gugur, kotoran, dan bahan lain yang mengandung zat radioaktif yang terbawa air hujan dari atap biasanya akan terkumpul di saluran jalan, bak penampung air hujan, atau fasilitas penampungan dan pembuangan air lainnya. Oleh karena itu, material tersebut harus dibersihkan dengan sekop atau alat sejenis (lihat Gambar 23 dan 24). Pada bak penampung air hujan, pembajakan dalam (deep plowing) sulit dilakukan langsung di lokasi, sehingga pembajakan dilakukan di area sekitar bak tersebut (lihat Gambar 25).

Setelah itu, pembersihan dapat dilanjutkan dengan sikat atau semprotan air bertekanan tinggi (contoh: 15 MPa) sesuai kebutuhan untuk menurunkan dosis radiasi di sekitarnya. Saat menggunakan air, perlu diperhatikan kondisi saluran pembuangan agar aliran air terkendali.

Pembersihan dengan air akan menghasilkan limbah cair yang mengandung zat radioaktif. Untuk mengurangi dampak limbah ini terhadap saluran pembuangan, bahan radioaktif yang dapat dihilangkan dengan cara lain selain menggunakan air sebaiknya dibersihkan terlebih dahulu, misalnya dengan cara mengelap. Jika sambungan beton pada saluran air cukup tebal,



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

efektivitas dekontaminasi akan menurun. Sedangkan pada bak air hujan berbahan plastik, metode yang efektif adalah mengelap menggunakan spons, kain bekas, atau sejenisnya.

Langkah-langkah yang perlu dipersiapkan sebelumnya, metode dekontaminasi yang digunakan, serta hal-hal yang harus diperhatikan dalam dekontaminasi saluran jalan dan infrastruktur sejenis dijelaskan dalam Tabel 14 dan 15.



Gambar 24. Contoh dekontaminasi saluran drainase jalan (pembersihan endapan)



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas



Gambar 25. Contoh dekontaminasi ruang penampungan air hujan (pengangkatan sedimen)



Gambar 26. Contoh proses dekontaminasi ruang penampungan air hujan (pembuangan sedimen dan pengolahan sedimen ruang penampungan air hujan secara mendalam di lokasi yang sama)



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas



**Gambar 27. Contoh dekontaminasi saluran drainase jalan
(pembersihan dengan air bertekanan tinggi)**



**Gambar 28. Contoh dekontaminasi ruang penampungan air hujan
(pembersihan dengan spons)**



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Tabel 14. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum proses dekontaminasi saluran drainase jalan, dll

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Pencegahan penyebaran	<ul style="list-style-type: none"> Jika trotoar dan bangunan berada tepat di samping area kerja, perlu dilakukan penutupan atau pelindungan (curing) untuk mencegah penyebaran air dan material lainnya.
Pastikan jalur saluran dan pengolahan air limbah	<ul style="list-style-type: none"> Saat menggunakan air untuk pembersihan, jalur aliran air harus diperiksa terlebih dahulu, dan saluran pembuangan dibersihkan sebelumnya agar air dapat mengalir dengan lancar. Untuk penanganan limbah air, lihat bagian “4.(2) Pengolahan Air Limbah.”

Tabel 15. Metode dekontaminasi untuk saluran drainase jalan, dll., dan catatan peringatan

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Pengangkatan Dekontaminasi melalui tenaga kerja manual	<ul style="list-style-type: none"> Daun gugur, lumut, lumpur, dan endapan lain yang mudah dibersihkan harus diangkat terlebih dahulu dengan sekop atau alat sejenis. Jika sambungan beton pada saluran air cukup dalam, gunakan spatula atau alat serupa untuk membersihkan endapan di dalamnya. Untuk pengerjaan pembalikan tanah di dekat bak penampung air hujan, biasanya sulit dilakukan langsung di lokasi tersebut, sehingga pembalikan tanah dilakukan di sekitar area bak penampung. Jika endapan menyumbat saluran air hujan hingga saat hujan air meluap keluar dari saluran, kontaminasi bisa menyebar ke sekitarnya. Dalam kondisi ini, permukaan tanah di sekitar area tersebut harus diukur, lalu dilakukan pekerjaan dekontaminasi sesuai dengan kondisi permukaan tanahnya.
Pembersihan	Pembersihan dengan sikat <ul style="list-style-type: none"> Pembersihan harus dilakukan dengan menyeluruh menggunakan sikat dek atau sapu. Pembersihan dilakukan dari bagian yang tinggi ke bagian yang rendah agar air tidak menyebar ke sekitarnya.
	Pembersihan dengan air bertekanan tinggi <ul style="list-style-type: none"> Untuk mencegah penyebaran tanah dan kotoran akibat tekanan air, pembersihan harus dimulai dengan tekanan rendah terlebih dahulu, kemudian tekanan ditingkatkan secara bertahap sambil memantau aliran air pembersih dan kondisi penyebarannya. Ujung semprotan (nozzle) harus didekatkan ke area yang akan dibersihkan (sekitar 20 cm) agar hasil pembersihan lebih efektif, dan gerakan pembersihan dilakukan dengan kecepatan yang sesuai.

4. Tindakan Pasca Kerja

Tindakan pasca-kerja, yang meliputi penanganan tanah yang diangkat dan pengolahan air limbah yang dihasilkan oleh pekerjaan dekontaminasi, serta pembersihan peralatan, tercantum di bawah ini.

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 52

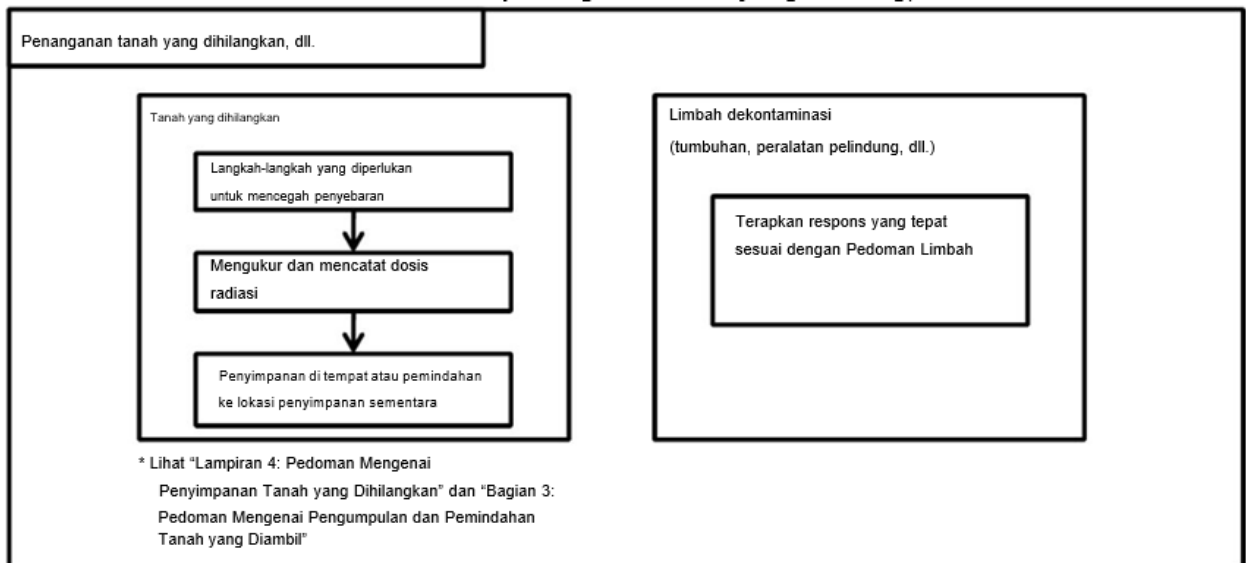


**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

(11) Penanganan Tanah yang Diangkat, dsb.



Gambar 29. Alur dasar untuk penanganan tanah yang diangkat, dsb

Tanah yang diangkat dan material lain harus ditangani dengan benar, lalu dipindahkan ke lokasi penyimpanan di area kerja atau ke tempat penyimpanan sementara. Prosedur pengumpulan, pengangkutan, dan penyimpanan mengikuti panduan pada Lampiran.

Peralatan serta bahan pembersih yang mungkin terkontaminasi radioaktif juga perlu dikelola secara khusus. Sebaiknya, tanah hasil galian dipisahkan dari limbah dekontaminasi seperti vegetasi atau alat pelindung, lalu ditempatkan dalam kantong atau wadah terpisah. Langkah ini dilakukan untuk mencegah penyebaran kontaminasi.

Sebelum disimpan, wadah yang berisi material tersebut perlu diukur laju dosis radiasinya di permukaan (sekitar 1 cm dari wadah). Hasil pengukuran ini menjadi acuan dalam pengendalian paparan radiasi.



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Tabel 16. Metode penanganan tanah yang diangkat, dll., dan catatan peringatan

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Penanganan tanah yang diangkat, dll.	<ul style="list-style-type: none">• Untuk mencegah penyebaran, tanah yang diangkat, dll., harus dimasukkan ke dalam kantong atau wadah lain, ditutup atau disegel, atau dibungkus dengan lembaran atau bahan serupa.• Tanah yang diangkat, dsb. harus dipisahkan dari limbah dekontaminasi sejauh mungkin dan dimasukkan ke dalam kantong atau wadah terpisah untuk memastikan tidak terjadi pencampuran.• Laju dosis radiasi di permukaan (dari jarak 1 cm) setiap wadah atau kumpulan wadah yang berisi tanah yang diangkat, dll., harus diukur, dan dosis radiasi tanah yang diangkat, dll., yang dihasilkan oleh pekerjaan dekontaminasi harus dicatat dan ditampilkan dengan menunjukkan tingkat dosis (rentang).• Tanaman dan masker sekali pakai, dll., yang digunakan dalam pekerjaan dekontaminasi harus diolah dan dibuang sebagai limbah dekontaminasi.

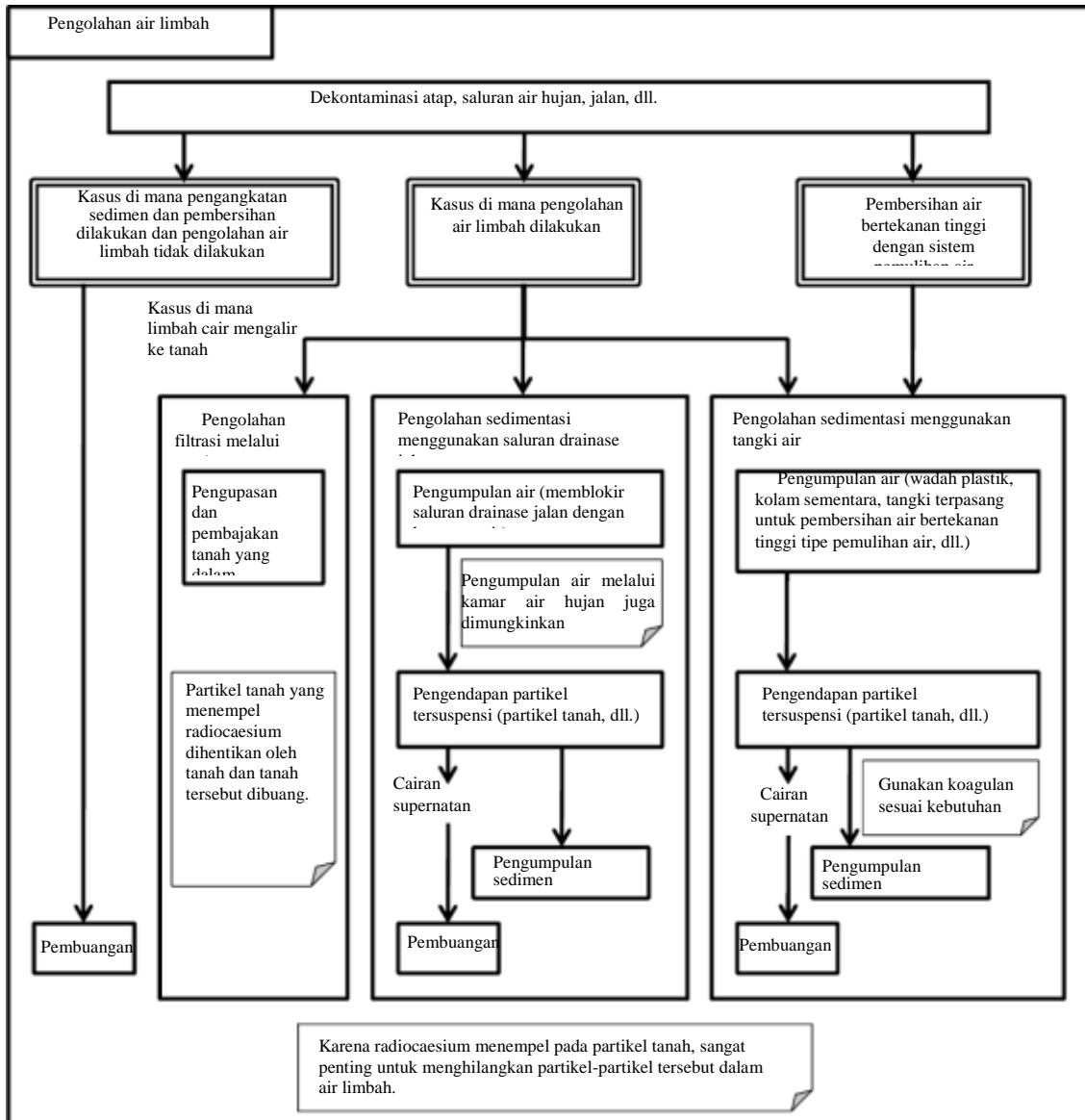
(12) Pengolahan Limbah Cair

Jika proses dekontaminasi menghasilkan limbah cair, pengolahannya perlu dilakukan sesuai kebutuhan.

Sebagian besar radiocaesium biasanya melekat kuat pada partikel tanah dan hampir tidak larut dalam air. Karena itu, langkah seperti pengangkatan sedimen atau pembersihan tanah menjadi metode yang cukup efektif.

Di area dekontaminasi yang ditetapkan pemerintah daerah, pengolahan limbah cair umumnya tidak diperlukan bila sedimen sudah diangkat. Namun, pengolahan tetap harus dilakukan jika air limbah sangat keruh atau berasal dari proses pembersihan dengan air bertekanan tinggi yang kemudian dikumpulkan kembali

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas



Gambar 30. Alur dasar pengolahan air limbah

Pada dekontaminasi atap dan saluran air hujan, ada beberapa kondisi berbeda. Jika atap tidak memiliki saluran air atau jika saluran mengalir langsung ke tanah, maka limbah cair akan meresap ke dalam tanah. Dalam situasi ini, material radioaktif biasanya tertahan di tanah dan dapat dipulihkan dengan cara mengangkat lapisan tanah tersebut, sesuai prinsip dekontaminasi dari tempat tinggi ke rendah.



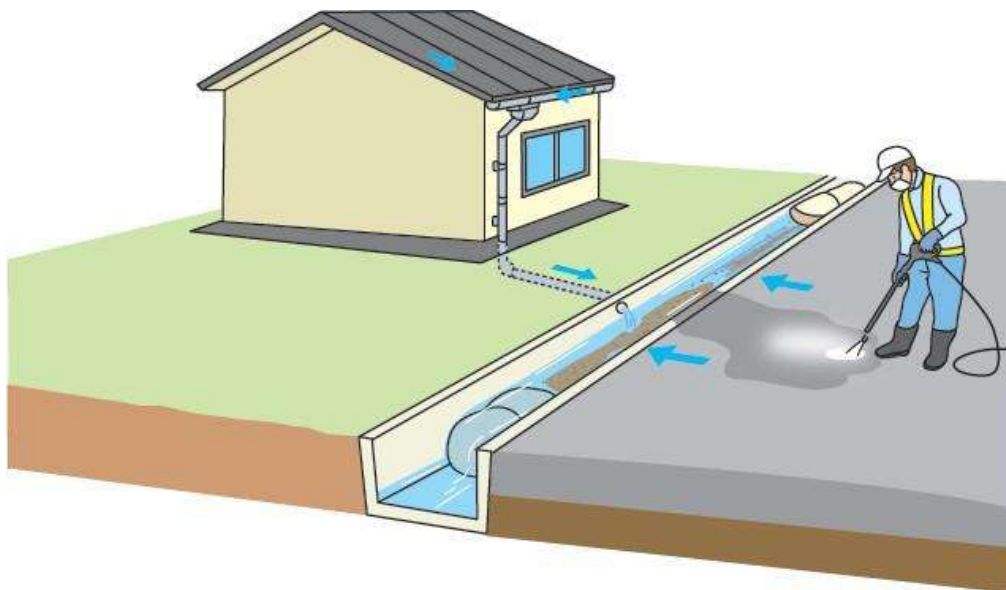
**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Jika limbah cair mengalir ke saluran drainase jalan, air perlu ditahan menggunakan karung pasir atau peralatan serupa. Setelah itu, partikel padat diendapkan, endapan dikumpulkan, sementara cairan jernih (supernatan) dibuang. Karena radiocaesium cenderung melekat pada partikel padat, cairan supernatan umumnya tidak mengandung radioaktif.

Limbah cair lain dari proses dekontaminasi harus dikumpulkan sebanyak mungkin, misalnya dalam wadah plastik, kolam sementara, atau sistem pemulihan air bertekanan tinggi. Air limbah ini kemudian perlu disaring untuk memisahkan partikel. Cairan supernatan dibuang, sedangkan sedimen dikumpulkan. Jika diperlukan, proses penyaringan dapat dibantu dengan koagulan dan filter khusus untuk menghilangkan partikel.



Gambar 31. Contoh pengolahan air limbah (pengendapan menggunakan saluran drainase jalan)



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas



Gambar 32. Contoh pengolahan air limbah (kantong pasir yang dipasang di saluran drainase jalan)

Tabel 17. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum pengolahan air limbah

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Memastikan saluran drainase dan pengolahan limbah cair	<ul style="list-style-type: none">Saluran tempat limbah cair akan mengalir harus diperiksa terlebih dahulu, dan saluran drainase harus dibersihkan sebelumnya untuk memastikan drainase yang lancar.



Nomor : F
Revisi : C

Gambar 33. Contoh pengolahan air limbah (pengendapan menggunakan tangki air)



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Tabel 18. Metode pengolahan limbah cair dan catatan peringatan

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Pengolahan filtrasi melalui tanah	<ul style="list-style-type: none">• Jika area di bawah saluran air hujan terdiri dari tanah, radiasi akan ditangkap dengan mengalirkan limbah cair yang dihasilkan di atap ke tanah melalui saluran air hujan, dan kemudian lapisan atas tanah harus diangkat setelah dekontaminasi atap.
Pengolahan sedimentasi menggunakan tangki air	<ul style="list-style-type: none">• Air dikumpulkan dalam wadah plastik atau kolam sementara, kemudian partikel padat diendapkan, dan air dari cairan supernatan dibuang sementara sedimen dikumpulkan (menggunakan agen yang menyebabkan cairan mengalami pengendapan koagulasi).• Air dalam cairan supernatan harus diperiksa untuk memastikan tidak ada kekeruhan.• Saringan sederhana akan dipasang dan filtrasi akan dilakukan sesuai kebutuhan.
Pengolahan sedimentasi menggunakan saluran drainase jalan	<ul style="list-style-type: none">• Air dikumpulkan dengan membendung saluran drainase jalan menggunakan karung pasir, kemudian mengendapkan partikel padat, dan membuang cairan supernatan sambil mengumpulkan sedimen.• Air dalam cairan supernatan harus diperiksa untuk memastikan tidak ada kekeruhan.• Saringan sederhana akan dipasang dan filtrasi akan dilakukan sesuai kebutuhan.

(13) Pembersihan Peralatan dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan selama dekontaminasi harus ditangani sesuai ketentuan yang berlaku, seperti aturan dari Kementerian Kesehatan dan Kementerian Tenaga Kerja. Selain itu, penting juga memperhatikan poin-poin dalam tabel berikut, terutama terkait kemungkinan dampaknya terhadap lingkungan sekitar.

Tabel 19. Metode pembersihan peralatan dan bahan serta catatan peringatan

Kategori	Rincian
----------	---------

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 58



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Peralatan pembersihan dan bahan	<ul style="list-style-type: none">• Alat berat, kendaraan, dan benda-benda lain yang digunakan yang berpotensi memiliki banyak tanah terkontaminasi yang tertempel harus diperiksa untuk memastikan sejauh mana tanah terkontaminasi tersebut menempel. Benda-benda yang memiliki banyak tanah terkontaminasi yang menempel harus dibersihkan di lokasi yang ditentukan, dan langkah-langkah lain harus diambil untuk memastikan bahwa tanah terkontaminasi, dll., tidak tersebar secara sembarangan.• Demikian pula untuk sekop dan alat-alat lain, sepatu, dan pakaian kerja yang menempel banyak tanah terkontaminasi, benda-benda tersebut harus diperiksa untuk memastikan sejauh mana tanah terkontaminasi tersebut menempel pada mereka. Benda-benda yang menempel banyak tanah terkontaminasi harus dibersihkan di lokasi yang ditentukan, dan langkah-langkah lain harus diambil untuk memastikan bahwa tanah terkontaminasi, dll., tidak tersebar secara sembarangan.• Limbah cair yang dihasilkan dari pembersihan harus diolah sesuai kebutuhan dengan merujuk pada Pengolahan Limbah Cair• Saat membersihkan, pekerja harus berhati-hati agar tidak terkena semprotan air tersebut.• Selain itu, bahkan peralatan atau bahan dengan kemungkinan kontaminasi yang rendah harus diperiksa untuk memastikan apakah tanah terkontaminasi menempel pada mereka.• Peralatan, bahan, dan pakaian kerja yang digunakan sebisa mungkin harus dicuci, dibersihkan, dan digunakan kembali <p>[Contoh pencucian/pembersihan]</p> <ul style="list-style-type: none">• Pembersihan uap efektif untuk membersihkan mesin, tetapi membersihkannya dengan sikat dan deterjen juga cukup.• Metode normal cukup untuk mencuci pakaian kerja dan pakaian lainnya. <ul style="list-style-type: none">• Saat membawa pakaian, dll., yang digunakan dalam pekerjaan dekontaminasi, harus dimasukkan ke dalam kotak atau tas, dll., untuk meminimalkan penyebaran materi yang menempel.• Saat masuk ke dalam ruangan setelah pekerjaan dekontaminasi, lumpur harus dibersihkan dari sepatu, pakaian harus diganti, dan langkah-langkah lain harus diambil untuk menghindari membawa debu yang menempel pada pekerja ke dalam ruangan.
---------------------------------	---

5. Pengukuran Lanjutan dan Rekaman

Untuk memastikan hasil dekontaminasi, laju dosis udara setelah pekerjaan selesai harus diukur dan dibandingkan dengan data sebelum pekerjaan dimulai. Pengukuran ini dilakukan mengikuti metode yang tercantum dalam Tabel 2.3.

Selain mencatat laju dosis udara di setiap titik, informasi lain yang terkait dengan pelaksanaan dekontaminasi juga perlu dicatat dan disimpan sebagai dokumentasi.



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Tabel 20. Pengukuran dan pencatatan lanjutan untuk dekontaminasi bangunan dan struktur lainnya

Pengukuran laju dosis udara, dll.	<ul style="list-style-type: none">• Laju dosis udara, dsb., harus diukur di setiap titik pengukuran.• Pengukuran harus dilakukan di lokasi yang sama dengan pengukuran sebelumnya dan dalam kondisi yang sama sejauh mungkin.• Untuk alat pengukuran, alat yang sama yang digunakan pada pengukuran sebelumnya harus digunakan sejauh mungkin.
Pencatatan	<ul style="list-style-type: none">• Laju dosis udara, dll., di setiap titik pengukuran, lokasi di mana pekerjaan dekontaminasi dilakukan, tanggal dekontaminasi, nama-nama petugas dekontaminasi, jenis objek yang didekontaminasi, metode dekontaminasi, luas area dekontaminasi (tanah, dll.), berat kira-kira tanah yang diangkat, dll., dan status penyimpanan dan pembuangan.• Peralatan yang digunakan dalam dekontaminasi dan metode pembuangan setelah penggunaan.• Lihat “Bagian 4: Pedoman Mengenai Penyimpanan Tanah yang Diangkat” untuk rincian mengenai item yang harus dicatat terkait penyimpanan tanah yang diangkat.



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

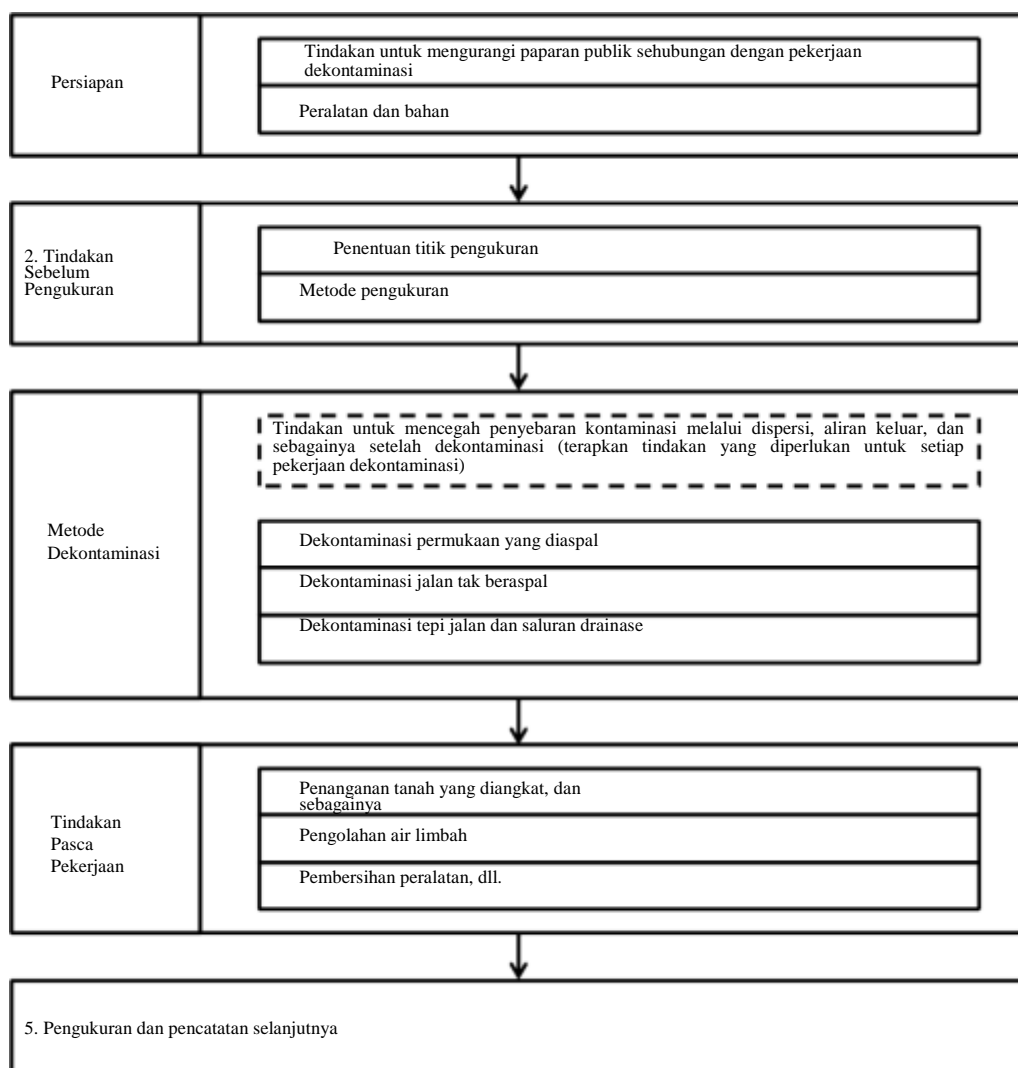
Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

LAMPIRAN 2. Dekontaminasi dan Langkah Langkah Lain untuk Jalan

Bagian ini menjelaskan tahapan dekontaminasi pada permukaan jalan beraspal (termasuk trotoar), saluran drainase, pembatas jalan, dan jembatan penyeberangan. Urutannya meliputi:

1. Persiapan
2. Tindakan sebelum pengukuran
3. Metode dekontaminasi
4. Tindakan setelah pekerjaan selesai
5. Pengukuran dan pencatatan lanjutan



Gambar 35. Alur dasar untuk dekontaminasi dan tindakan lain untuk jalan



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Pada jalan raya, cara dekontaminasi berbeda tergantung lokasinya. Jalan yang berada di dekat kawasan perkotaan atau perumahan ditangani dengan mempertimbangkan dampaknya terhadap pejalan kaki dan pengguna kendaraan. Sementara itu, pada jalan yang melintasi lahan pertanian, padang rumput, atau kawasan non-perumahan, pendekatannya bisa berbeda sesuai kondisi sekitar.

Dalam dekontaminasi jalan, prioritas diberikan pada kerikil, tanah di trotoar, dan tepi jalan. Hal ini karena dosis radiasi di area tersebut biasanya lebih tinggi dibandingkan bagian tengah jalan.

1. Persiapan

Sebelum memulai dekontaminasi, perlu dipersiapkan bukan hanya peralatan kerja, tetapi juga langkah-langkah untuk menjaga keselamatan. Ini termasuk mencegah paparan bagi pekerja maupun masyarakat, misalnya dari debu yang timbul saat pekerjaan berlangsung. Untuk detail langkah keselamatan bagi pekerja, silakan merujuk pada peraturan yang berlaku.

(1) Tindakan untuk Mengurangi Paparan Publik sehubungan dengan Pekerjaan Dekontaminasi

Tabel 21. Langkah-langkah untuk mengurangi paparan publik terkait dengan pekerjaan dekontaminasi dan pekerjaan lain untuk jalan

Pembatasan Akses	<ul style="list-style-type: none">• Jika ada kemungkinan masyarakat masuk ke area kerja, pasang pembatas (tiang, tali, dll.) untuk mencegah orang atau kendaraan mendekat tanpa alasan.• Jika ada risiko penyebaran bahan radioaktif selama dekontaminasi, batasi area dengan lembaran atau semprotkan air untuk menahan debu/partikel, lalu pasang pembatas (tali, dll.) di sekeliling area tersebut.
Papan pengumuman	<ul style="list-style-type: none">• Jika ada kemungkinan masyarakat masuk ke area kerja, pasang papan peringatan (lihat Gambar 4) untuk memberi tahu bahwa sedang dilakukan pekerjaan dekontaminasi.



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

(2) Peralatan dan Bahan

Peralatan dan bahan perlu disiapkan sesuai jenis objek yang akan didekontaminasi dan kondisi lingkungan kerja, termasuk untuk kegiatan dekontaminasi maupun pengumpulan tanah yang diangkat.

Tabel 22. Contoh peralatan dan bahan untuk dekontaminasi jalan

Contoh umum	<p>Peralatan dan bahan yang diperlukan untuk dekontaminasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Alat manual: pemotong rumput, sabit rumput, sekop, sekop kecil, sekop tangan, sapu, garpu bambu, garpu logam, ember debu, penjepit. ● Alat berat: mesin kompak untuk mengikis lapisan tanah atas. ● Perlengkapan pengumpulan: kantong sampah (kantong bahan yang dapat dibakar), karung goni untuk tanah dan pasir (karung pasir). ● Transportasi: truk, gerobak beroda dua, gerobak dorong untuk mengangkut tanah dan material ke lokasi penyimpanan. ● Lainnya: kendaraan udara, tangga, penyapu jalan.
Contoh pembersihan dengan air	Selang untuk pembuangan air, pembersih air bertekanan tinggi, mobil pemulihan fungsi drainase jalan, sikat (sikat gosok, sikat untuk membersihkan kendaraan, dll.), alat untuk mendorong air (sapu, pengikis, dll.), ember, deterjen, kain lap, spons, tisu kertas
Contoh untuk pengikisan	Mesin peledak, pemotong permukaan, bor getar, pistol jarum, mesin gerinda, peralatan untuk mengikis, pembersih air bertekanan ultra tinggi, peralatan untuk mencegah penyebaran (penyedot debu, pengering material)
Contoh untuk pengangkatan tanah permukaan	Backhoe, bulldozer, sekop hidrolik
Contoh peralatan untuk penutup permukaan tanah	Roller pemadatan permukaan bertenaga sendiri, papan kayu untuk pemadatan permukaan, peralatan penyiraman

2. Tindakan Sebelum Pengukuran

Untuk menilai efektivitas dekontaminasi, perlu dilakukan pengukuran laju dosis udara dan kepadatan kontaminasi permukaan objek sebelum dan sesudah pekerjaan. Lokasi pengukuran dipilih di area yang mewakili ruang tinggal atau di titik dengan tingkat kontaminasi tinggi yang berpengaruh signifikan terhadap dosis radiasi. Pengukuran harus dilakukan di tempat dan dengan metode yang sama, lalu hasilnya dicatat.

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 63



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Bagian ini menjelaskan metode pengukuran laju dosis udara dan parameter terkait sebelum pekerjaan dimulai.

Selain itu, jika diperlukan, laju dosis udara juga bisa diukur di dekat permukaan objek selama pekerjaan berlangsung untuk melihat tingkat penurunan kontaminasi secara langsung.

(1) Penentuan Titik Pengukuran

Sebelum pekerjaan dimulai, perlu ditentukan titik pengukuran laju dosis udara. Diagram skematik harus dibuat untuk menunjukkan area yang diukur, titik pengukuran, dan penanda yang digunakan (lihat Gambar 34).

Ada dua jenis titik pengukuran:

1. Titik Pengukuran No. 1

Digunakan untuk mengetahui laju dosis udara rata-rata di area yang akan didekontaminasi

- Ditempatkan terutama di ruang tinggal atau area yang sering digunakan penduduk.
- *Hotspot* (misalnya cekungan, genangan air, saluran drainase, sumur penampungan, area di bawah/sekitar pohon, atau tempat limpasan hujan dari bangunan) tidak termasuk sebagai titik pengukuran No. 1, kecuali bila memang merupakan tempat yang sering digunakan orang.

2. Titik Pengukuran No. 2

- Digunakan untuk mengukur tingkat kontaminasi langsung pada permukaan objek yang akan didekontaminasi.
- Ditetapkan di lokasi dengan konsentrasi kontaminasi relatif tinggi yang memberi kontribusi besar terhadap paparan di ruang tinggal.
- Contohnya: saluran drainase jalan dan hotspot lain yang akan didekontaminasi.

Metode spesifiknya sebagaimana tercantum dalam Tabel 23.

Tabel 23. Alasan penentuan titik pengukuran untuk laju dosis udara dan pengukuran lain guna dekontaminasi jalan

Pengukuran titik	Titik pengukuran No. 1	Titik pengukuran No. 2
------------------	------------------------	------------------------



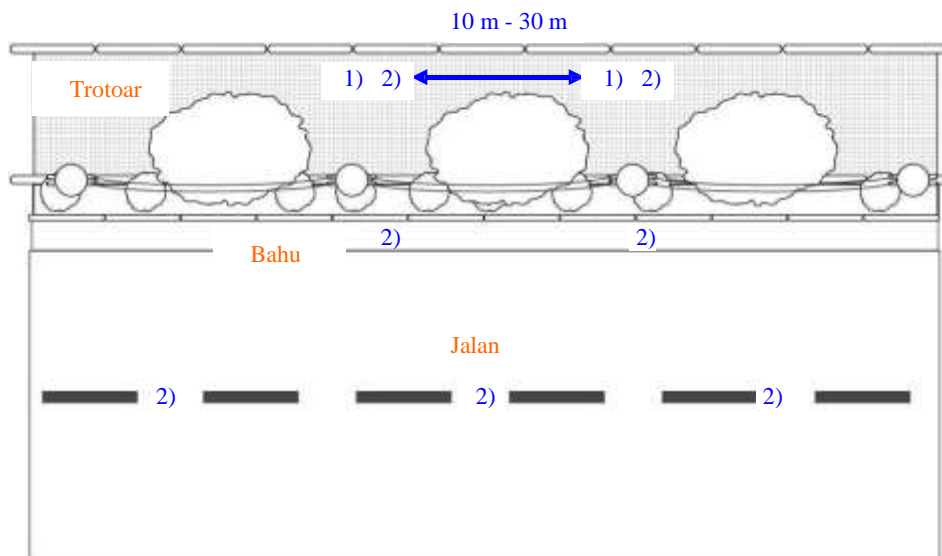
**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Objek yang diukur	Laju dosis udara di ruang hunian	Kepadatan kontaminasi permukaan, dll., untuk objek yang menjadi objek dekontaminasi
Alasan penentuan titik pengukuran	<ul style="list-style-type: none"> • Titik pengukuran harus ditetapkan pada interval yang memungkinkan distribusi laju dosis udara ditentukan di dekat garis tengah trotoar. • Jika tidak ada trotoar, titik-titik yang sesuai harus ditentukan dengan memverifikasi status penggunaan jalan. (Contoh) Jarak sekitar 10–30 m 	<ul style="list-style-type: none"> • Titik pengukuran harus ditetapkan pada interval yang memungkinkan distribusi laju dosis udara, dll., untuk setiap permukaan jalan, bahu jalan, saluran drainase jalan, dan trotoar. (Contoh) Jarak antar titik pengukuran sekitar 10–30 m

1): Status kontaminasi untuk ruang tinggal



Gambar 36. Contoh diagram skematik untuk pelaporan titik pengukuran yang digunakan dalam dekontaminasi dan tindakan lain untuk jalan



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman	: Output Unit Kerja
Judul	: Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

2): Status kontaminasi untuk objek yang memerlukan dekontaminasi
(densitas kontaminasi permukaan, laju dosis permukaan)

(2) Metode Pengukuran

Saat mengukur laju dosis udara di titik pengukuran No. 1, harus digunakan survei meter sintilasi atau alat pengukuran lain yang mampu mengukur sinar gamma. Terkait lokasi pengukuran, pengukuran harus dilakukan di satu lokasi setiap 10–30 m di lokasi-lokasi di mana orang menghabiskan banyak waktu, seperti di sekitar garis median trotoar. Jika terdapat trotoar di kedua sisi dan dekontaminasi serta tindakan lain direncanakan dilakukan di kedua sisi, maka pengukuran juga harus dilakukan di kedua trotoar. Selain itu, dalam hal penandaan bagian yang diukur, untuk bagian yang direncanakan untuk menjadi sasaran dekontaminasi dan tindakan lain, penandaan harus ditetapkan menggunakan penanda seperti unit area, blok perkotaan, nomor jalan kota, atau sejenisnya (untuk tanah milik pribadi, gunakan lahan milik pribadi tersebut) sebagai panduan. Kebutuhan untuk melakukan dekontaminasi dan isi dari hal tersebut akan ditentukan untuk setiap bagian berdasarkan nilai rata-rata dari beberapa nilai yang diukur di dalam bagian tersebut. Harap diperhatikan bahwa dalam beberapa kasus, pengukuran jalan rentan terpengaruh oleh fasilitas sekitar karena karakteristik uniknya.

Sebagai perbandingan, untuk menghindari pengaruh radiasi latar belakang saat mengukur tingkat kontaminasi pada atau di dekat permukaan di titik pengukuran No. 2, disarankan untuk menggunakan meter survei GM yang mampu mengukur sinar beta. Namun, pengukuran juga dapat dilakukan menggunakan dosimeter yang mampu mengukur sinar gamma. Sebagai contoh, salah satu cara untuk melakukan konfirmasi khusus berdasarkan tingkat kontaminasi di lokasi yang relevan adalah dengan melakukan pengukuran dalam kondisi di mana kolimator digunakan untuk melindungi dari sinar gamma dari luar. Selain itu, misalnya mungkin untuk mengonfirmasi efek dekontaminasi dengan menentukan status kontaminasi objek yang menjalani dekontaminasi dari laju dosis udara yang diukur di permukaan titik pengukuran dan pada ketinggian 50 cm dan 1 m, lalu membandingkan hasilnya dengan hasil pengukuran yang diambil di posisi yang sama setelah selesainya pekerjaan dekontaminasi.

Secara umum, alat ukur yang sama harus digunakan saat melakukan pengukuran di titik-titik pengukuran yang sama sebelum dan setelah pekerjaan dekontaminasi.

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 66



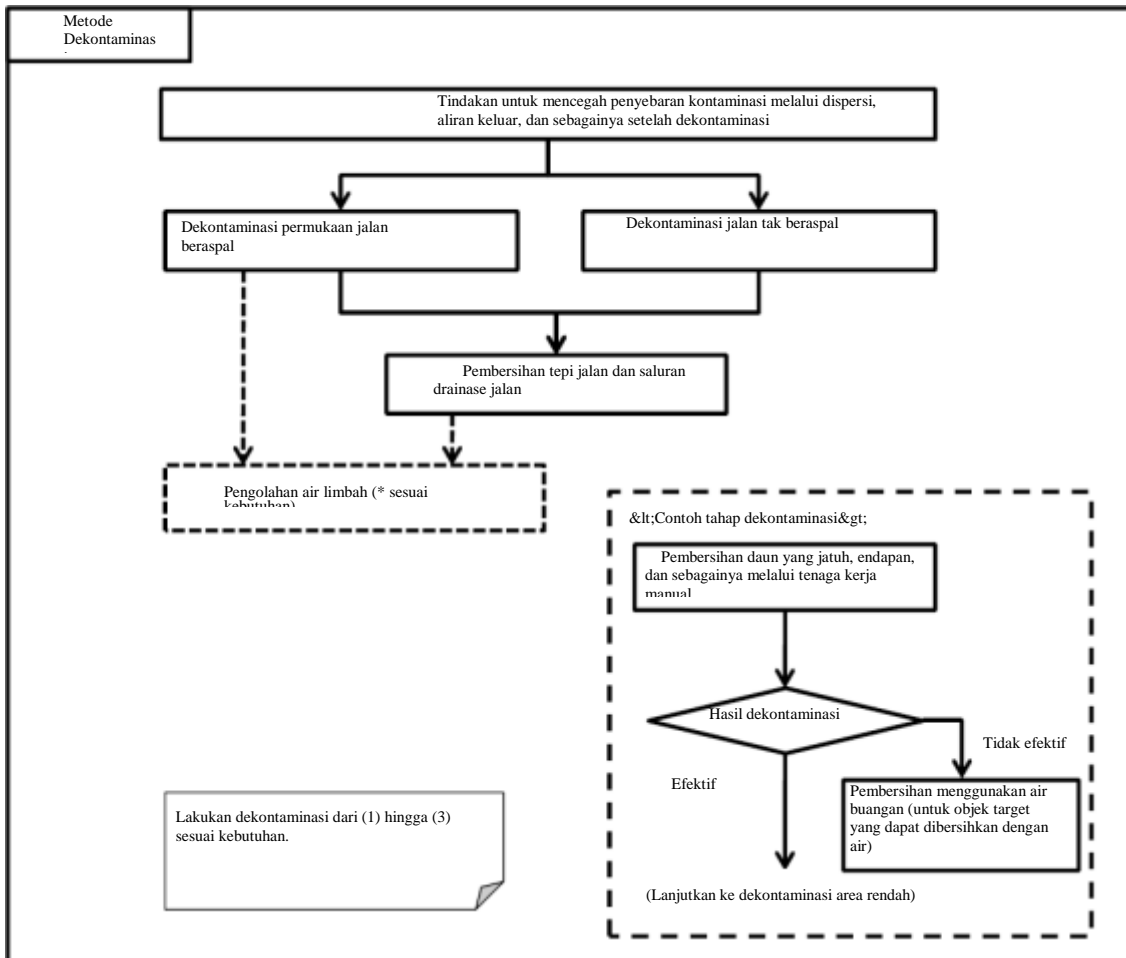
**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Jika terdapat banyak titik pengukuran, hasil pengukuran yang telah dilakukan oleh otoritas setempat, beserta teknologi pemantauan lainnya (kendaraan pemantauan, dll.), dapat dimanfaatkan sesuai kebutuhan.

3. Metode Dekontaminasi



Gambar 37. Alur dasar untuk dekontaminasi jalan

Untuk mendekontaminasi jalan secara efisien, pekerjaan dekontaminasi harus difokuskan pada tempat-tempat yang terkontaminasi dengan konsentrasi bahan radioaktif yang relatif tinggi dan berkontribusi secara signifikan terhadap dosis radiasi. Misalnya, dosis radiasi dari tepi jalan, saluran drainase, dan trotoar dapat dikurangi dengan menghilangkan lumpur, rumput, daun yang jatuh, dan sedimen lain yang mengandung radiocaesium, karena sedimen-sedimen ini sering terkumpul di tempat-tempat tersebut.



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman	: Output Unit Kerja
Judul	: Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Dalam hal tahap dekontaminasi, pertama-tama sedimen yang relatif mudah dihilangkan dengan tangan, dll., harus dihilangkan. Jika hal ini tidak menghasilkan efek dekontaminasi yang terlihat, pembersihan dengan air bertekanan tinggi (contoh: 15 MPa), penutupan permukaan tanah, atau pengikisan harus dilakukan.

Pada setiap tahap, laju dosis udara di titik pengukuran No. 1 harus diukur, dan sebagai aturan umum, tidak akan dilakukan pekerjaan dekontaminasi tambahan asalkan laju dosis udara pada ketinggian 1 m (ketinggian 50 cm dari tanah dapat digunakan untuk rute sekolah, dll., terutama digunakan oleh siswa sekolah dasar dan di bawahnya, serta seperti sekolah khusus, dengan mempertimbangkan ruang hidup bayi dan siswa kelas bawah), kurang dari 3 kali radiasi latar.

Ketika air digunakan dalam pekerjaan dekontaminasi di jalan atau untuk pekerjaan serupa, bahan radioaktif mungkin dipindahkan ke tepi jalan atau saluran drainase jalan. Oleh karena itu, saat menggunakan air, lebih efisien untuk terlebih dahulu menghilangkan sedimen dari tepi jalan dan saluran drainase, kemudian membersihkan jalan, dan akhirnya membersihkan tepi jalan dan saluran drainase. Tergantung pada cara sedimen mengendap, pekerjaan dekontaminasi permukaan jalan harus menggunakan pembersihan dengan sikat, kendaraan pemulihan fungsi drainase, pembersihan air bertekanan tinggi, atau metode lain.

Selain itu, saat melakukan pekerjaan dekontaminasi, langkah-langkah yang diperlukan untuk menjamin keselamatan pekerja dan masyarakat umum harus diambil, serta langkah-langkah untuk mencegah penyebaran kontaminasi akibat dispersi, aliran keluar, dll. yang terkait dengan pekerjaan dekontaminasi harus diterapkan agar kontaminasi yang dibawa keluar dari zona kerja, kontaminasi yang dibawa masuk dari luar, atau re-kontaminasi zona yang telah didekontaminasi dapat diminimalkan. Di antara persiapan ini, silakan merujuk pada Peraturan untuk langkah-langkah yang diperlukan guna memastikan keselamatan pekerja.

Saat membersihkan menggunakan air, penting untuk memastikan tidak terbentuk genangan air dan air tidak menyembur ke dinding sekitar yang tidak terkontaminasi, dll., serta memeriksa saluran drainase setelah pembersihan. Selain itu, pembersihan menggunakan air menghasilkan drainase yang mengandung bahan radioaktif. Dalam hal ini, untuk menghindari dampak drainase terhadap tujuan aliran keluar akibat pembersihan, dll., sebanyak mungkin, bahan radioaktif yang dapat dihilangkan dengan metode selain pembersihan menggunakan air harus dihilangkan terlebih dahulu jika memungkinkan di antara solusi alternatif lainnya. Selain itu, salah satu



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman	: Output Unit Kerja
Judul	: Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

pendekatan untuk mencegah penyebaran bahan radioaktif adalah dengan melakukan penahanan dan operasi serupa menggunakan karung pasir, lalu menghilangkan partikel dari air limbah sesuai kebutuhan. Penggunaan mobil pemulihan fungsi saluran drainase, pembersihan air bertekanan tinggi tipe pemulihan air, dan sebagainya juga efektif untuk mencegah penyebaran bahan radioaktif.

Misalnya, jika ada kekhawatiran bahwa drainase akan mengalir ke kanal irigasi untuk penggunaan pertanian, disarankan untuk melibatkan pihak terkait pertanian di daerah tersebut sebelum pekerjaan dimulai dan memastikan tidak ada dampak dengan mengambil sampel di kanal irigasi atau metode serupa. Selain itu, atur jadwal keseluruhan agar menghindari pelaksanaan dekontaminasi di zona yang luas dalam satu wilayah pada waktu yang sama, sejauh mungkin, demi meminimalkan dampak dekontaminasi di luar zona.

Bagian ini mencakup metode dekontaminasi untuk tepi jalan dan saluran drainase jalan, yang dianggap sebagai area yang terkontaminasi dengan konsentrasi relatif tinggi, serta permukaan beraspal dan jalan tidak beraspal.

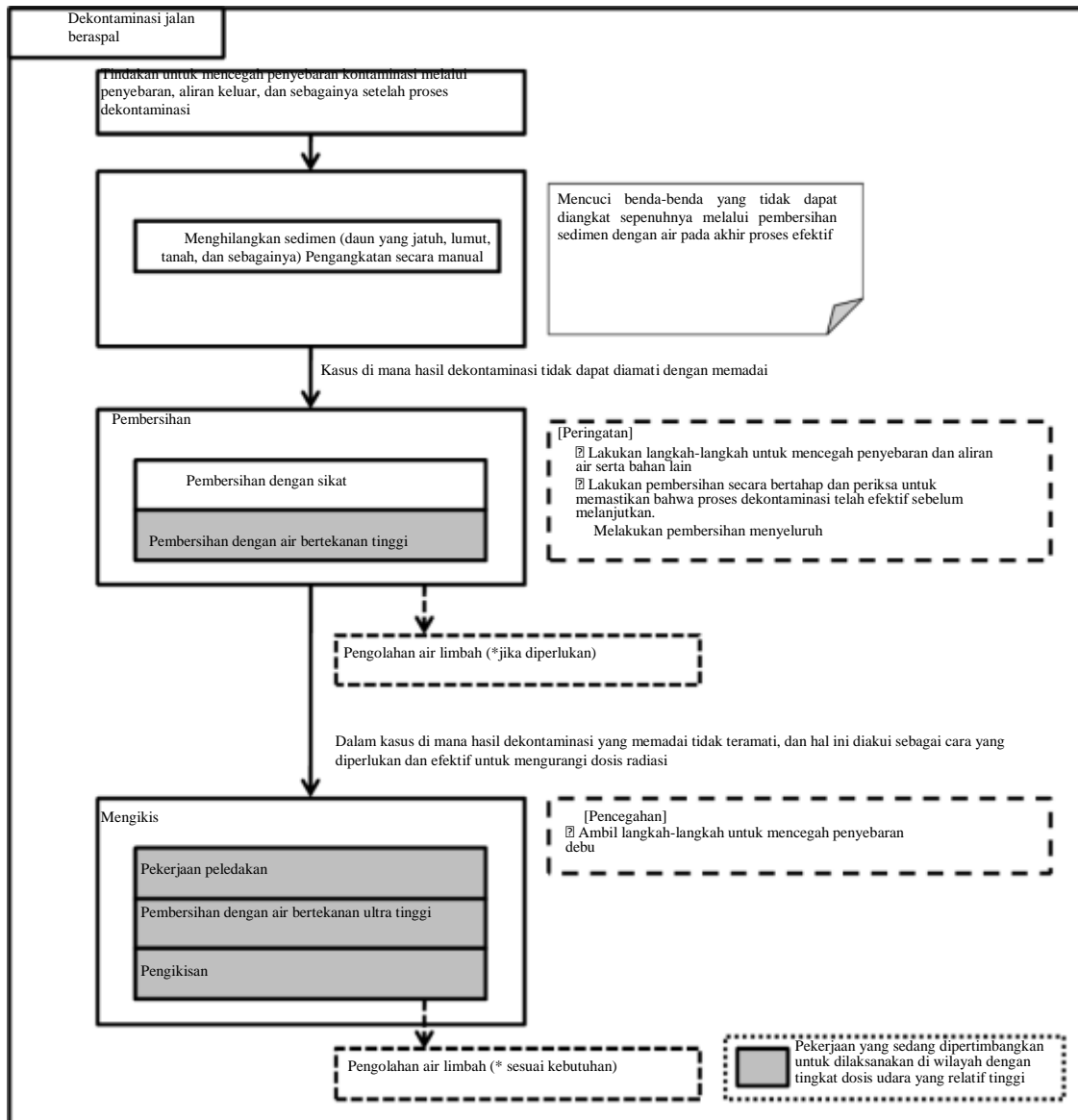


**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

(1) Dekontaminasi Permukaan Beraspal



Gambar 38. Alur dasar untuk dekontaminasi permukaan yang diaspal

Setelah pembersihan manual atau sejenisnya (daun yang jatuh, lumut, rumput, lumpur, kotoran, dll.) dari permukaan jalan dan beton interlocking, sambungan aspal dan retakan harus dibersihkan dengan sikat. Batas jalan, pagar pengaman, jembatan penyeberangan pejalan kaki, dll., harus dibersihkan menggunakan sikat, dll., dan deterjen netral atau pembersihan air bertekanan tinggi (contoh: 15 MPa). Pembersihan air bertekanan tinggi sangat efektif untuk dekontaminasi sambungan dan bagian yang retak. Ada kemungkinan bahan radioaktif telah



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

berkurang akibat hujan dan pembersihan biasa, jadi lakukan pembersihan secara bertahap terlebih dahulu dan periksa untuk memastikan bahwa dekontaminasi dari pembersihan dengan sikat dan pembersihan air bertekanan tinggi efektif sebelum melakukan pembersihan menyeluruh.

Setelah pekerjaan pembersihan, laju dosis udara, dll., harus diukur di titik pengukuran untuk memastikan bahwa kontaminasi tidak menyebar ke tujuan aliran drainase dan bahwa dekontaminasi telah efektif.

Jika radiocesium sulit dihilangkan bahkan dengan pembersihan air bertekanan tinggi, pekerjaan shot-blasting atau pembersihan air bertekanan ultra-tinggi dapat digunakan untuk mengikis permukaan jalan atau permukaan beraspal lainnya, sehingga radiocesium di celah-celah permukaan beraspal dan area cekung yang tidak dapat dihilangkan dengan pembersihan atau pekerjaan serupa dapat dihilangkan, dan hal ini diharapkan dapat mengurangi dosis radiasi. Namun, metode ini menimbulkan biaya yang lebih tinggi daripada metode dekontaminasi lainnya, pekerjaan ini luas, dan akan dihasilkan jumlah besar aspal dan beton sebagai bagian dari tanah yang diangkat, dll. Oleh karena itu, disarankan untuk mempertimbangkan pengikisan permukaan yang diaspal hanya jika jalan tersebut berdekatan dengan kawasan perkotaan atau pemukiman dan dosis radiasi tidak dapat dikurangi secara memadai dengan metode dekontaminasi lainnya. Setiap kali pekerjaan ini dilakukan, langkah-langkah harus diambil untuk mencegah penyebaran debu.

Selain itu, saat mengikis material pada blok beton interlocking, laju pengurangan mungkin berkurang akibat sisa-sisa pengikisan dan material radioaktif yang tertinggal di celah antara blok-blok tersebut. Oleh karena itu, penggunaan metode seperti pembersihan air bertekanan tinggi dengan sistem pemulihan air atau pembersihan air bertekanan ultra-tinggi juga efektif untuk hal ini. Membersihkan dengan air bertekanan tinggi tipe pemulihan air juga efektif untuk permukaan drainase, permukaan karet, dan jenis permukaan serupa (permukaan permeabel, permukaan pelat, dll.)

Tindakan yang diperlukan sebelumnya, metode dekontaminasi khusus, dan catatan peringatan untuk dekontaminasi jalan berlapis tercantum dalam Tabel 24 dan 25.

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 71



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas



Gambar 39. Contoh dekontaminasi permukaan jalan beraspal (pembersihan air bertekanan tinggi dengan sistem pemulihan air)

Tabel 24. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum dekontaminasi permukaan jalan beraspal

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Manajemen keselamatan	<ul style="list-style-type: none"> Jika lalu lintas tidak dapat dihentikan saat pekerjaan dekontaminasi sedang dilakukan, maka manajemen keselamatan yang memadai harus dilakukan melalui langkah-langkah seperti menugaskan pengatur lalu lintas atau sejenisnya.
Pencegahan penyebaran	<ul style="list-style-type: none"> Saat melakukan pekerjaan dekontaminasi yang menggunakan air, langkah-langkah harus diambil untuk mencegah penyebaran air pembersih.
Pastikan saluran drainase dan pengolahan air limbah	<ul style="list-style-type: none"> Endapan di jalan, tepi jalan, dan saluran drainase jalan harus dibersihkan sebelum pembersihan dengan air. Saat menggunakan air untuk membersihkan, saluran aliran air pembersih harus diperiksa terlebih dahulu dan saluran drainase dibersihkan sebelumnya untuk memastikan drainase yang lancar. Lihat “4. (2) Pengolahan Limbah Cair” mengenai pengolahan limbah cair.



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Tabel 25. Metode dekontaminasi untuk permukaan beraspal dan catatan peringatan

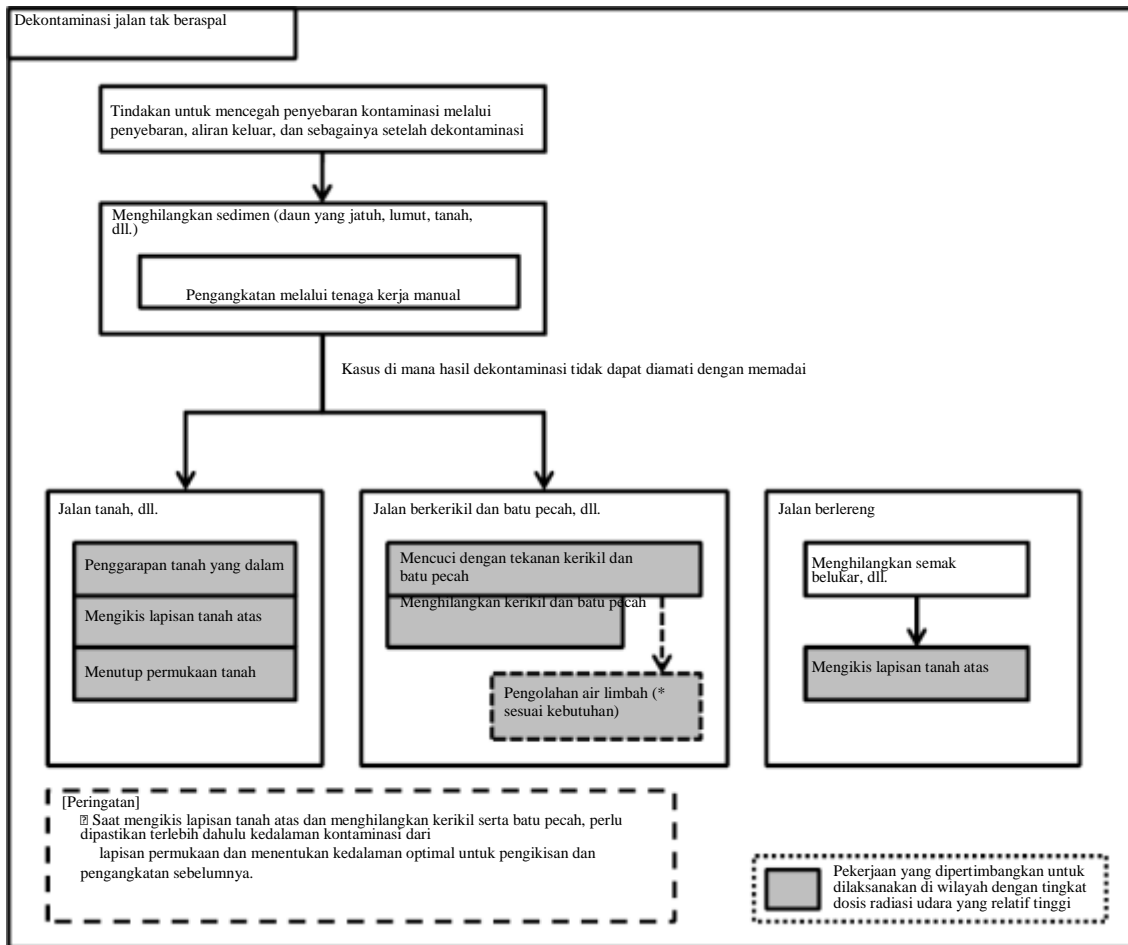
Kategori		Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Pengangkatan sedimen	Pengangkatan melalui tenaga kerja manual	<ul style="list-style-type: none"> Daun-daun yang gugur, lumut, lumpur, dan sedimen lainnya harus dibersihkan secara manual oleh orang-orang yang mengenakan sarung tangan karet, sekop, atau alat pembersih jalan, dll.
Pembersihan	Pembersihan dengan sikat	<ul style="list-style-type: none"> Pembersihan harus dilakukan dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah agar air tidak tersebar ke sekitarnya. Dengan kendaraan pemulihan fungsi drainase jalan, perlu diperhatikan bahwa dalam beberapa kasus, fungsi pembersihan dan pemulihan drainase dapat menurun pada permukaan yang mengalami distorsi atau keausan akibat gempa bumi, dll.
	Pembersihan dengan air bertekanan tinggi	<ul style="list-style-type: none"> Untuk mencegah penyebaran tanah, dll., oleh tekanan air, pembersihan harus dilakukan pada tekanan rendah terlebih dahulu dan tekanan harus ditingkatkan secara bertahap sambil memeriksa aliran air pembersihan dan kondisi penyebaran. Pembersihan air bertekanan tinggi dengan sistem pemulihan air juga efektif. Untuk mencapai efek dekontaminasi, nozzle semprotan harus didekatkan ke area yang akan didekontaminasi. Ketika dekontaminasi dilakukan pada area yang luas, perlu diperhatikan agar tidak terjadi perbedaan antara metode kerja di titik-titik yang berbeda (ketinggian nozzle di atas tanah, waktu kerja per satuan luas permukaan, dll.)
Pengkikisan	Pekerjaan blasting	<ul style="list-style-type: none"> Bahan abrasif harus ditembakkan ke permukaan menggunakan blaster dan dikikis secara merata dari permukaan tersebut. Untuk mencegah timbulnya debu, pengeringan, dll., harus dilakukan untuk mencegah penyebaran debu ke lingkungan sekitar dan debu harus dikumpulkan. Untuk pekerjaan blasting, pengeringan harus dilakukan untuk memastikan bahwa bahan abrasif dan sejenisnya tidak keluar dari zona kerja dekontaminasi. Selain itu, setelah bahan abrasif dan bahan lain digunakan, mereka harus dikumpulkan dengan cara yang memastikan bahwa bahan radioaktif yang menempel pada mereka tidak tersebar ke lingkungan sekitar. Saat mengikis material pada blok beton saling mengunci, perhatian harus diberikan pada fakta bahwa serpihan dan bahan radioaktif mungkin tertinggal di celah antara blok.
	Pembersihan dengan air bertekanan ultra-tinggi	<ul style="list-style-type: none"> Pembersih air bertekanan ultra-tinggi (tipe pemulihan air pembersih) dengan tekanan 150 MPa atau lebih tinggi harus digunakan untuk mengikis material pada permukaan yang diaspal. Truk vakum bertenaga tinggi harus digunakan untuk mengumpulkan sisa-sisa yang dihasilkan.
	Pengkikisan	<ul style="list-style-type: none"> Alat pemotong permukaan atau sejenisnya harus digunakan untuk mengikis permukaan yang diaspal. Penyebaran ke lingkungan sekitar harus dicegah saat mengikis kontaminasi. <p>(Contoh: penggunaan pengumpul debu, penyemprotan air sebelumnya, pemasangan rumah plastik sederhana, dll.)</p>



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas



Gambar 40. Alur dasar untuk dekontaminasi jalan tak beraspal

(2) Dekontaminasi Jalan Tak Beraspal

Untuk permukaan jalan yang tidak beraspal, lereng, dll., pertama-tama puing-puing, daun yang jatuh, lumut, rumput, lumpur, tanah, dll., harus dihilangkan dari permukaan jalan, dll., secara manual.

Jika hal ini tidak menghasilkan efek dekontaminasi, mengganti lapisan tanah atas dengan lapisan tanah bawah (penggarapan dalam), mengikis lapisan tanah atas, atau menutup permukaan tanah menggunakan alat berat, dll., dapat diharapkan untuk mengurangi dosis radiasi, karena radiocaesium terendap di dekat permukaan. Namun, pembajakan dalam, menutup permukaan tanah, dan mengikis lapisan tanah atas menimbulkan biaya yang lebih besar daripada metode dekontaminasi lainnya dan memerlukan pekerjaan yang luas. Oleh karena itu, disarankan untuk



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

mempertimbangkan metode-metode tersebut hanya jika jalan berada di dekat kawasan perkotaan atau pemukiman dan dosis radiasi tidak dapat cukup dikurangi dengan metode dekontaminasi lainnya.

■ Jalan tanah, dll.

Pengolahan tanah dalam adalah metode penutupan permukaan tanah dengan mengganti lapisan atas tanah yang mengandung radiocesium dengan lapisan bawah tanah yang tidak mengandung radiocesium. Melakukan pembajakan dalam diharapkan dapat mengurangi dosis radiasi dan menghambat penyebaran radiocesium dengan cara melindungi menggunakan tanah, dll. Selain itu, metode ini memiliki keunggulan tidak menghasilkan tanah yang dibuang, karena tidak mengikis lapisan tanah atas. Saat melakukan pembajakan dalam, sekitar 10 cm lapisan tanah permukaan harus ditempatkan di lapisan bawah dan ditutupi dengan sekitar 20 cm tanah yang digali dari lapisan bawah. Saat melakukan prosedur ini, perlu dihindari penyebaran tanah permukaan atau pencampurannya dengan tanah yang digali dari lapisan bawah. Saat menerapkan ini di area luas, area implementasi harus dibagi secara tepat (lihat Gambar 19).

Saat mengikis lapisan tanah atas, penting untuk memilih ketebalan yang sesuai untuk tanah yang akan dikikis, guna menghindari pembentukan tanah yang dibuang terlalu banyak, dll. Secara khusus, untuk permukaan tanah yang akan dikeruk, disarankan untuk memulai dengan area kecil (area berukuran yang memungkinkan pengukuran laju dosis udara, dll., dari permukaan tanah dengan gangguan minimal dari radiasi di luar area) dan mengeruk sekitar 1 hingga 2 cm lapisan tanah atas sambil mengukur laju dosis udara, dll., kemudian tentukan ketebalan lapisan yang akan dikeruk. Menurut pengetahuan umum, diyakini bahwa hasil yang memadai dapat dicapai dengan mengeruk paling banyak sekitar 5 cm lapisan tanah permukaan. Jika ketebalan tanah yang akan dihilangkan tipis, metode lain yang efektif adalah menggunakan agen penguas yang memungkinkan ketebalan tanah dibatasi pada tingkat yang relatif mudah dikikis, tergantung pada jenis lapisan atas tanah: tanah berpasir, lumpur, liat, dll. Di tempat-

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 75



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

tempat di mana lapisan atas tanah telah dihilangkan, lapisan atas tanah harus dibawa dari lokasi lain dengan menggunakan tanah yang tidak terkontaminasi sesuai kebutuhan.

Untuk menutup permukaan tanah, pendekatan yang digunakan adalah menutup lapisan atas tanah yang mengandung radiocesium dengan tanah yang tidak mengandung radiocaesium. Hal ini diharapkan dapat mengurangi dosis radiasi dan menghambat penyebaran radiocesium dengan melindunginya menggunakan tanah. Keuntungan dari metode ini adalah tidak menghasilkan tanah yang dibuang, karena lapisan atas tanah tidak diangkat. Saat melakukan penutupan ini, penting untuk memilih ketebalan penutupan yang sesuai untuk tujuan pelindung agar ketebalan penutupan tidak menjadi terlalu besar.

Luas area jalan tak beraspal yang berdekatan dengan kawasan perkotaan atau perumahan diperkirakan relatif kecil, artinya dalam beberapa kasus lebih efisien untuk mengikis tanah daripada menutup permukaan tanah. Oleh karena itu, saat menerapkan salah satu metode, metode optimal harus dipilih dengan mempertimbangkan biaya dan jumlah tanah yang dibuang, dll., yang diperkirakan dihasilkan oleh kedua metode.

Ketika lapisan tanah atas telah dihilangkan, tanah dari tempat lain harus ditempatkan pada bagian-bagian di mana lapisan tanah atas telah dihilangkan, dan harus dipadatkan untuk mengembalikan kondisinya seperti sebelum pekerjaan dilakukan. Perhatian harus diberikan untuk menghindari longsor, dll., di sisi-sisi saat menambahkan tanah lain dan memadatkannya.

☑ Jalan berkerikil dan batu pecah, dll.

Untuk kerikil atau batu pecah, dll., letakkan kerikil atau batu pecah dalam tangki air dan menghilangkan bahan radioaktif dari mereka dengan pengadukan dan pembersihan air bertekanan tinggi, lalu letakkan kembali setelah dibersihkan. Lihat “Pengolahan Air Limbah” mengenai penanganan air limbah saat melakukan pembersihan air bertekanan tinggi, dll.

Untuk kasus di mana hasilnya tidak dianggap telah diamati dengan memadai meskipun pembersihan telah dilakukan, maka kerikil dan batu pecah harus diangkat secara merata menggunakan backhoe atau alat lain. Saat kerikil atau batu pecah diangkat, area tersebut harus ditutup menggunakan jenis kerikil atau batu pecah yang sama seperti sebelumnya



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman	: Output Unit Kerja
Judul	: Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

sesuai kebutuhan, dan ditutup hingga ketinggian yang sama seperti sebelumnya serta kepadatan yang hampir sama seperti sebelumnya.

Pada jalan-jalan di mana kerikil dan batu pecah telah dipasang, ada kemungkinan bahan radioaktif telah terakumulasi di tanah di bawah kerikil dan batu pecah seiring berjalannya waktu. Oleh karena itu, mungkin ada kasus di mana perlu ditentukan apakah dekontaminasi harus dilakukan pada kerikil dan batu pecah atau tanah di bawahnya. Dalam hal ini, perlu diputuskan metode dekontaminasi dengan melakukan pengukuran dan eksperimen secara tepat.

☒ Jalan berlereng/miring

Untuk dekontaminasi lereng jalan, keputusan mengenai pelaksanaan dekontaminasi harus diambil dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti status kontaminasi, serta kondisi keamanan dan penggunaan lereng setelah dekontaminasi. Selama pengangkatan lapisan tanah atas, perlu diperhatikan sifat-sifat lereng (kemiringan, kualitas tanah dan batu) serta keberadaan vegetasi. Jika lereng telah ditanami rumput untuk melindunginya dan setelah mengangkat tanaman atau mendekontaminasi elemen struktural pelindung tidak ada efek dekontaminasi, pengangkatan lapisan tanah atas kemudian harus dilakukan. Metode khusus meliputi pengumpulan tanah secara manual menggunakan sekop kecil, dll., menggunakan eskavator atau alat berat lainnya, dan pengumpulan tanah menggunakan pipa hisap udara atau perangkat khusus lainnya. Saat melaksanakan pengangkatan lapisan tanah atas, tanah harus diangkat dari bagian atas dan dilanjutkan ke bawah. Untuk pengangkatan lapisan tanah atas di lereng, area lapisan tanah atas yang dapat diangkat dalam satu kali angkut harus diangkat dan dikumpulkan setiap kali, tetapi karena tanah dianggap berpotensi longsor akibat pekerjaan pengangkatan, pekerjaan hanya boleh dilakukan setelah mengambil langkah-langkah pencegahan yang diperlukan untuk mencegah aliran tanah. Karena debu akan dihasilkan selama pengangkatan lapisan tanah atas, penyebaran debu harus dicegah dengan menyemprotkan air.

Tindakan yang diperlukan sebelumnya, metode dekontaminasi khusus, dan catatan peringatan untuk dekontaminasi jalan tak beraspal tercantum dalam Tabel 26 dan 27.

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 77



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas



Gambar 41. Contoh dekontaminasi jalan tak beraspal (pengikisan)

Tabel 26. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum dekontaminasi jalan tak beraspal

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Pencegahan penyebaran	<ul style="list-style-type: none">Saat mengikis lapisan tanah atas pada tanah yang kering, upaya dapat dilakukan untuk mencegah penyebaran debu dengan menyebarkan agen pengeras di area tersebut terlebih dahulu untuk mengeraskan tanah permukaan.

Tabel 27. Metode dekontaminasi untuk jalan tak beraspal dan catatan peringatan

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Pengangkatan an sedimen, , dll.	<ul style="list-style-type: none">Tanah yang mengandung daun yang jatuh, lumut, lumpur, dan sedimen lainnya harus dibersihkan secara manual oleh orang yang mengenakan sarung tangan karet dan menggunakan sekop, dll.



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Jalan Tanah, dll	Pembajakan tanah yang dalam	<ul style="list-style-type: none"> • Sekitar 10 cm lapisan tanah atas harus dikeruk secara merata dan ditumpuk sementara di atas lembaran plastik atau sejenisnya. • Sekitar 20 cm lapisan tanah bawah harus dikeruk secara merata dan ditumpuk di lokasi terpisah dari lapisan tanah atas. • Setelah tanah permukaan disebar secara merata, tanah bawah harus disebar secara merata di atasnya dan tanah akan diratakan. Tanah akan dikembalikan ke ketinggian aslinya dengan kepadatan yang kira-kira sama seperti sebelumnya.
	Mengikis tanah permukaan	<ul style="list-style-type: none"> • Sebuah backhoe atau alat sejenisnya harus digunakan untuk mengikis permukaan secara merata. • Penyebaran ke lingkungan sekitar harus dicegah saat mengikis kontaminasi. <p>(Contoh: penggunaan pengumpul debu, penyiraman sebelumnya, pemasangan rumah plastik sederhana, dll.)</p>
	Menutupi tanah permukaan	<ul style="list-style-type: none"> • Tanah permukaan harus ditutupi dengan tanah yang tidak mengandung radiocaesium.
Jalan berkerikil dan batu pecah, dll.	Pembersihan dengan air bertekanan tinggi pada kerikil dan batu pecah	<ul style="list-style-type: none"> • Sebuah backhoe atau alat sejenisnya harus digunakan untuk memasukkan kerikil atau batu pecah ke dalam tangki air, kemudian pembersihan dengan air bertekanan tinggi akan dilakukan. • Untuk mencegah penyebaran tanah, dll., oleh tekanan air saat melakukan pembersihan dengan air bertekanan tinggi, pembersihan harus dilakukan pada tekanan rendah terlebih dahulu, dan tekanan harus ditingkatkan secara bertahap sambil memeriksa aliran air pembersih dan kondisi penyebaran. • Lihat “4. (2) Pengolahan Air Limbah” mengenai pengolahan air limbah.
	Pengangkatan kerikil dan batu pecah	<ul style="list-style-type: none"> • Kerikil atau batu pecah harus diangkat secara merata menggunakan backhoe atau alat sejenis. • Saat mengangkat kerikil atau batu pecah, area tersebut harus ditutupi dengan menggunakan jenis kerikil atau batu pecah yang sama seperti sebelumnya, dan ditutupi hingga ketinggian yang sama seperti sebelumnya serta kepadatan yang hampir sama seperti sebelumnya. • Perhatian harus diberikan pada fakta bahwa karena adanya celah udara yang besar saat menutup dengan batu pecah, penyesuaian kepadatan harus dilakukan melalui pemadatan permukaan yang sesuai.
Kemiringan jalan	Pengangkatan semak-semak	<ul style="list-style-type: none"> • Pembersihan rumput liar dan penyiangan harus dilakukan menggunakan pemotong rumput.
	Pengangkatan tanah permukaan	<ul style="list-style-type: none"> • Tenaga manusia, ekskavator, atau alat sejenisnya akan digunakan untuk mengikis permukaan secara merata. • Penyebaran ke lingkungan sekitar harus dicegah saat mengikis kontaminasi.
		(Contoh: penggunaan pengumpul debu, penyiraman sebelumnya, pemasangan rumah plastik sederhana, dll.)

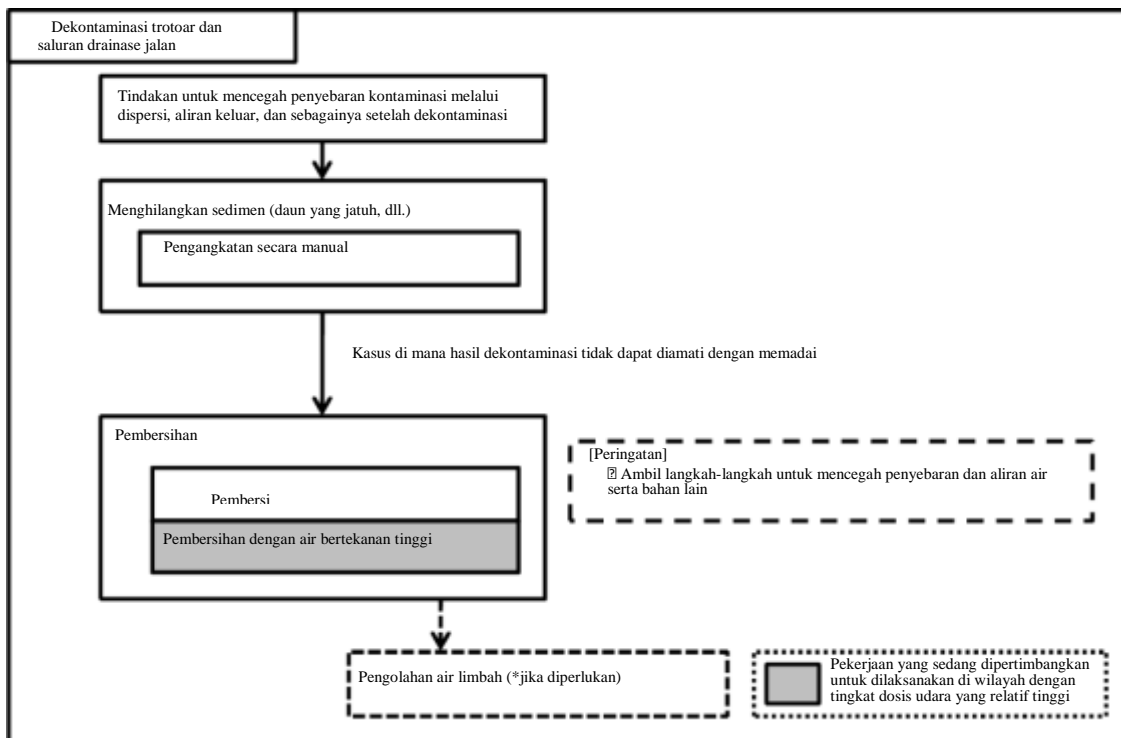


**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

(3) Dekontaminasi Trotoar dan Saluran Air Jalan



Gambar 42. Alur dasar untuk dekontaminasi trotoar dan saluran drainase jalan

Untuk tempat-tempat di mana air hujan mudah terkumpul, akar tanaman, tempat-tempat di mana lumut tumbuh, dll., daun-daun yang jatuh, lumpur, kotoran, dll. di tepi jalan harus dikumpulkan, rumput dan tanaman lain harus dipangkas, dan sedimen harus dihilangkan, setelah itu pembersihan harus dilakukan dengan sikat scrub, sikat gosok, dll. menggunakan air (lihat Gambar 42 dan Gambar 43).

Secara umum, pembersihan saluran drainase jalan harus dilakukan sesuai dengan “metode Pembersihan Saluran Drainase Jalan, dsb.” Untuk saluran drainase jalan yang ditutupi dengan tutup beton tebal dan saluran tertutup yang tidak mempengaruhi tingkat dosis udara, tidak perlu menghilangkan sedimen. Namun, dalam kasus saluran drainase jalan yang ditutupi tutup yang berpotensi mempengaruhi tingkat dosis udara akibat aliran keluar atau sejenisnya, perlu dipertimbangkan untuk melakukan dekontaminasi melalui pembersihan air bertekanan tinggi atau sejenisnya setelah langkah-langkah seperti membendung aliran hilir dilakukan untuk mencegah aliran keluar dan penyebaran sedimen akibat pembuangan air.



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Setelah pekerjaan pembersihan, laju dosis udara, dll., harus diukur di titik pengukuran untuk memastikan bahwa kontaminasi tidak menyebar ke tujuan aliran keluar drainase dan bahwa dekontaminasi telah efektif.

Tindakan yang harus dilakukan sebelumnya, metode dekontaminasi khusus, dan catatan perhatian untuk dekontaminasi tepi jalan dan saluran drainase jalan sebagaimana tercantum dalam Tabel 31 dan 32.



Gambar 43. Contoh dekontaminasi saluran drainase jalan (membersihkan kotoran dan debu



Gambar 44. Contoh dekontaminasi saluran drainase jalan (pengangkatan sedimen

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 81



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Tabel 28. langkah-langkah yang diperlukan sebelum dekontaminasi trotoar dan saluran drainase jalan

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Pencegahan penyebaran	<ul style="list-style-type: none"> Jika trotoar dan bangunan berdekatan langsung, pengeringan harus dilakukan untuk mencegah penyebaran air, dll.
Memastikan saluran drainase dan pengolahan air limbah	<ul style="list-style-type: none"> Saat menggunakan air untuk membersihkan, saluran untuk aliran air pembersih harus diperiksa terlebih dahulu dan saluran drainase dibersihkan sebelumnya untuk memastikan drainase yang lancar. Lihat “4. (2) Pengolahan Limbah Cair” mengenai pengolahan limbah cair.

Tabel 29. Metode dekontaminasi untuk trotoar dan saluran drainase jalan serta catatan peringatan

Kategori		Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Pengangkatan endapan	Pengangkatan secara manual	<ul style="list-style-type: none"> Daun yang jatuh, lumut, lumpur, dan sedimen lain yang mudah dihilangkan harus dihilangkan terlebih dahulu dengan sekop, dll. Jika celah beton saluran drainase jalan dalam, spatula atau alat sejenis harus digunakan untuk mengangkat sedimen dari celah tersebut.
Pembersihan	Pembersihan dengan sikat	<ul style="list-style-type: none"> Pembersihan harus dilakukan secara menyeluruh menggunakan sikat gosok atau sikat pembersih. Pembersihan harus dilakukan dari tempat yang tinggi ke yang rendah agar air tidak tersebar ke sekitar.
	Pembersihan dengan air bertekanan tinggi	<ul style="list-style-type: none"> Untuk mencegah penyebaran tanah, dll., oleh tekanan air, pembersihan harus dilakukan pada tekanan rendah terlebih dahulu dan tekanan harus ditingkatkan secara bertahap sambil memeriksa aliran air pembersihan dan kondisi penyebaran. Untuk mencapai efek dekontaminasi, nozel semprotan harus didekatkan ke area yang akan didekontaminasi.

4. Tindakan Pasca Kerja

Tindakan pasca-kerja, yang meliputi penanganan tanah yang diangkat dan pengolahan air limbah yang dihasilkan dari pekerjaan dekontaminasi, serta pembersihan peralatan dan bahan, tercantum di bawah ini.

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 82



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman	: Output Unit Kerja
Judul	: Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

(1) Penanganan Tanah yang Diangkat, dsb.

Tanah yang diangkat, dll., harus ditangani dengan tepat dan dipindahkan ke tempat penyimpanan di lokasi atau tempat penyimpanan sementara. Metode Penanganan merujuk ke lampiran penanganan Tanah yang Diangkat, dsb.

(2) Pengolahan Limbah Cair

Saat melakukan dekontaminasi yang menggunakan air, langkah-langkah pencegahan yang sesuai terhadap air limbah harus diambil untuk mencegah kontaminasi sekunder lingkungan. Metode Penanganan merujuk ke lampiran terkait Pengolahan Air Limbah

(3) Pembersihan Peralatan dan Bahan

Terkait dengan penanganan peralatan yang digunakan untuk dekontaminasi setelah pekerjaan selesai, Merujuk pada Pembersihan Peralatan dan Bahan” untuk metode spesifik dalam membersihkan peralatan dan bahan.

5. Pengukuran Lanjutan dan Rekaman

Untuk memastikan efektivitas dekontaminasi, laju dosis udara, dll., setelah selesainya pekerjaan dekontaminasi harus diukur dan dibandingkan dengan laju dosis udara, dll., yang diukur sebelum dimulainya pekerjaan dekontaminasi. Pengukuran laju dosis udara, dll., harus dilakukan sesuai dengan metode pengukuran Status Pencemaran Lingkungan di Area Survei Pencemaran Intensif untuk setiap titik pengukuran yang tercantum dalam Tabel 26 tentang Penentuan Titik Pengukuran.”

Selain laju dosis udara, dll., di setiap titik pengukuran, informasi lain yang berkaitan dengan pekerjaan dekontaminasi harus dicatat dan disimpan.



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Tabel 30. Pengukuran dan pencatatan lanjutan untuk dekontaminasi jalan

Pengukuran laju dosis udara, dll.	<ul style="list-style-type: none">• Laju dosis udara, dll., harus diukur di setiap titik pengukuran.• Pengukuran sedapat mungkin harus dilakukan di lokasi yang sama dengan pengukuran sebelumnya dan dalam kondisi yang sama.• Untuk alat pengukuran, sedapat mungkin alat yang sama yang digunakan pada pengukuran sebelumnya harus digunakan.
Pencatatan	<ul style="list-style-type: none">• Laju dosis udara, dll., di setiap titik pengukuran, lokasi di mana pekerjaan dekontaminasi dilakukan, tanggal dekontaminasi, nama-nama petugas dekontaminasi, jenis objek yang didekontaminasi, metode dekontaminasi, luas area dekontaminasi (tanah, dll.), perkiraan berat tanah yang diangkat, dll., dan status penyimpanan dan pembuangan.• Peralatan yang digunakan dalam dekontaminasi dan metode pembuangan setelah penggunaan.• Lihat “Lampiran 4: Pedoman Mengenai Penyimpanan Tanah yang Diangkat” untuk rincian mengenai item yang harus dicatat terkait penyimpanan tanah yang diangkat.



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

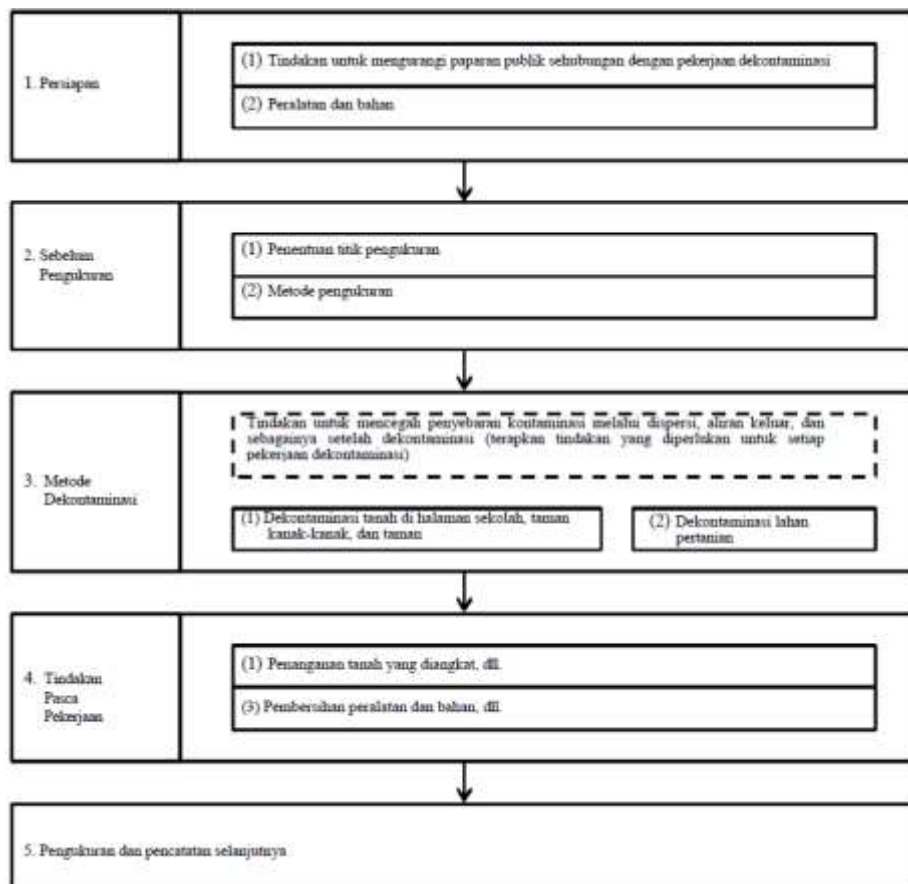
Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

LAMPIRAN 3. Dekontaminasi dan Langkah Langkah Lain untuk Tanah

Bagian ini menjelaskan:

1. Persiapan,
2. Tindakan Sebelum Pengukuran,
3. Metode Dekontaminasi,
4. Tindakan Pasca Pekerjaan, dan
5. Pengukuran dan Pencatatan Selanjutnya, secara kronologis, terkait dengan dekontaminasi dan tindakan lain untuk tanah di halaman sekolah, taman kanak-kanak, taman, lahan pertanian, dan ruang tanah yang relatif luas lainnya



Gambar 45. Alur dasar dekontaminasi tanah dan tindakan lainnya



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

1. Persiapan

Sebelum melakukan pekerjaan dekontaminasi, selain menyiapkan peralatan yang diperlukan untuk pekerjaan dekontaminasi, persiapan harus dilakukan untuk memastikan keselamatan melalui cara-cara termasuk pencegahan paparan masyarakat umum dan pekerja, seperti menghirup debu yang dihasilkan selama pekerjaan dekontaminasi.

(1) Tindakan untuk Mengurangi Paparan Publik sehubungan dengan Pekerjaan Dekontaminasi

Tabel 31. Langkah-langkah untuk mengurangi paparan publik terkait dengan dekontaminasi dan langkah-langkah lain untuk tanah

Pembatasan akses	<ul style="list-style-type: none">• Jika masyarakat umum dianggap berpotensi memasuki area tersebut, area tersebut harus dibatasi dengan tiang atau tali, dll., untuk mencegah orang mendekati lokasi kerja secara tidak perlu, dan akses orang dan kendaraan harus dibatasi.• Dalam kasus di mana bahan radioaktif mungkin tersebar sehubungan dengan pekerjaan dekontaminasi, perimeter area dekontaminasi harus dibatasi dengan lembaran, dll., air disemprotkan, atau tindakan lain diambil untuk mencegah penyebaran, dan area tersebut harus dibatasi dengan tali, dll.
Papan petunjuk	<ul style="list-style-type: none">• Dalam kasus dimana terdapat kemungkinan masyarakat umum akan memasuki area tersebut, papan peringatan, dll., harus dipasang untuk memberitahu masyarakat bahwa pekerjaan dekontaminasi sedang dilakukan (lihat Gambar 4).

(2) Peralatan dan Bahan

Peralatan dan bahan yang diperlukan harus disiapkan untuk dekontaminasi dan tindakan lain, serta untuk pengumpulan tanah yang diangkat, dll., sesuai dengan objek yang akan didekontaminasi dan lingkungan kerja.



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Tabel 32. Contoh peralatan dan bahan dekontaminasi untuk tanah

Contoh peralatan umum	Pemotong rumput, sekop tangan, sabit rumput, sapu, garpu bambu, ember debu, penjepit, sekop, sekop kecil, garpu logam, alat berat untuk mengikis lapisan tanah atas, kantong sampah (kantong untuk bahan yang dapat dibakar, karung goni untuk tanah dan pasir (karung pasir), karung pasir besar, wadah fleksibel), kendaraan untuk mengangkut tanah yang telah diangkat, dll. ke lokasi penyimpanan di tempat lokasi penyimpanan atau lokasi penyimpanan sementara (truk, gerobak beroda dua, dll.), kendaraan udara, tangga	
Contoh peralatan untuk membersihkan dengan air	Selang untuk pembuangan air	
Contoh peralatan untuk pengangkatan lapisan tanah atas	Bulldozer, sekop hidrolik	
Contoh peralatan untuk menutup permukaan tanah	Roller pemadatan permukaan bertenaga sendiri, papan kayu untuk pemadatan permukaan, peralatan penyiraman	
Peralatan dekontaminasi untuk digunakan di lahan pertanian	Contoh peralatan untuk mengikis lapisan tanah atas	Peralatan yang diperlukan untuk mengikis lapisan tanah atas, pengolahan tanah terbalik, dan pengolahan tanah dalam (bulldozer, sekop hidrolik, traktor, garu vertikal dan aksesori lainnya, pisau belakang, loader depan), backhoe, grader, crane, mobil vakum, pemotong rumput, pembersih air bertekanan tinggi, mesin pemotong, pisau palu, kontainer fleksibel
	Contoh peralatan untuk mencuci dengan air	Traktor, garu vertikal dan aksesori lainnya, pompa drainase, backhoe, crane, pemotong rumput, lembaran pelindung air, kontainer fleksibel
	Contoh peralatan untuk pengolahan tanah terbalik dan pengolahan tanah dalam	Traktor, bajak pengolahan tanah dalam, rotari pengolahan tanah dalam, pemotong rumput

2. Tindakan Sebelum Pengukuran

Untuk memastikan dampak dekontaminasi dari pekerjaan dekontaminasi, laju dosis udara sebelum dimulainya pekerjaan dekontaminasi dan setelah selesainya pekerjaan dekontaminasi *2 serta kepadatan kontaminasi permukaan objek yang menjadi sasaran dekontaminasi (selanjutnya disebut "laju dosis udara, dsb.", yang mencakup baik laju



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

dosis udara maupun kepadatan kontaminasi permukaan) harus diukur. Secara khusus, tempat-tempat yang mewakili tempat tinggal, tempat-tempat yang terkontaminasi dengan konsentrasi relatif tinggi yang dianggap berkontribusi secara signifikan terhadap dosis radiasi di ruang tinggal, dll., harus diukur tingkat dosis udara, dll., di lokasi yang sama dan dengan metode yang sama baik sebelum pekerjaan dekontaminasi dimulai maupun setelah selesai, dan hasilnya harus dicatat. Bagian ini memberikan informasi tentang metode pengukuran tingkat dosis udara, dll. sebelum dimulainya pekerjaan dekontaminasi.

Perlu dicatat bahwa laju dosis udara, dll. juga dapat diukur di dekat permukaan objek yang akan didekontaminasi sesuai kebutuhan saat menentukan tingkat pengurangan kontaminasi objek tersebut selama pekerjaan dekontaminasi. Pengukuran ini akan dijelaskan secara terpisah dalam **3. Metode Dekontaminasi**.

Selain itu, untuk lahan pertanian, perlu diperiksa konsentrasi radiocesium dalam tanah guna menghambat penyerapan bahan radioaktif, serta mengurangi dosis paparan bagi masyarakat sekitar. ^{*5}Hal ini melibatkan pemeriksaan konsentrasi radiocesium dalam lapisan plow ^{*6}tanah, dengan mempertimbangkan kedalaman akar tanaman yang dapat menyerap radiocesium.

(1) Penentuan Titik Pengukuran

Sebelum pekerjaan dekontaminasi, titik pengukuran dimana laju dosis udara, dll. akan diukur harus ditentukan, dan diagram skematik yang menggambarkan jangkauan objek pengukuran, titik pengukuran, struktur yang digunakan sebagai penanda, dll. harus dibuat (Gambar 43, Gambar 44, dan Gambar 45).

Ada dua jenis titik pengukuran: titik pengukuran No. 1 yang digunakan untuk menentukan laju dosis udara rata-rata di ruang yang akan didekontaminasi (misalnya tanah, dll.) dan titik pengukuran No. 2 yang digunakan untuk memastikan tingkat kontaminasi objek yang akan didekontaminasi.

Titik pengukuran No. 1 ditempatkan terutama di tempat tinggal dimana masyarakat menghabiskan waktu yang cukup lama. Dalam menetapkan titik pengukuran ini, titik-titik yang disebut "hotspot" yang berkontribusi relatif kecil terhadap dosis radiasi di tempat tinggal, serta titik-titik di sekitarnya, tidak memenuhi syarat sebagai titik

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 88



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

pengukuran kecuali masyarakat dianggap kemungkinan besar menghabiskan waktu yang cukup lama di tempat tersebut.

Contoh hotspot meliputi area cekung dan genangan air, saluran drainase jalan, di bawah saluran air hujan, ruang penampungan air hujan, di bawah atau dekat pohon, atau di tempat-tempat dimana tetesan air hujan jatuh dari bangunan karena bahan radioaktif cenderung menumpuk di tempat itu.

Secara fundamental, titik pengukuran No. 2 ditujukan untuk mengukur tingkat kontaminasi di permukaan objek yang akan didekontaminasi. Oleh karena itu, titik-titik tersebut ditetapkan dengan mempertimbangkan tempat-tempat yang terkontaminasi pada konsentrasi relatif tinggi dan dianggap berkontribusi secara signifikan terhadap dosis radiasi di area hunian. Selain itu, penempatan titik pengukuran harus mempertimbangkan kepadatan yang sesuai sehingga proses pengukuran dapat dilakukan secara efisien, khususnya pada lahan pertanian dan area lain dengan kondisi yang relatif seragam. Metode spesifiknya tercantum dalam Tabel 33 berikut:

Tabel 33. Pertimbangan penentuan titik pengukuran laju dosis udara dan pengukuran lain untuk dekontaminasi tanah

Titik pengukuran	Titik pengukuran No. 1	Titik pengukuran No. 2
Target pengukuran	Laju dosis udara di area hunian	Kepadatan kontaminasi permukaan, dll. untuk objek yang memerlukan dekontaminasi
Alasan penentuan titik pengukuran	<ul style="list-style-type: none">• Titik pengukuran harus ditetapkan pada interval yang memungkinkan distribusi laju dosis udara dapat ditentukan.○ Sekolah (gedung sekolah, lapangan sekolah)• Untuk lapangan sekolah, lapangan sekolah harus dibagi menjadi jaring-jaring berukuran sekitar 10–30 m dan pengukuran dilakukan di satu titik di setiap jaring (dalam kasus dimana diperkirakan tidak ada variasi signifikan dalam laju dosis udara, pengukuran juga dapat dilakukan di sekitar lima lokasi yang tersebar secara merata). Kebutuhan untuk melakukan dekontaminasi dan isi dari hal tersebut ditentukan berdasarkan nilai rata-rata dari pengukuran ini. <p>Untuk gedung sekolah, pengukuran harus dilakukan di sekitar lima titik pengukuran di lokasi-lokasi dimana masyarakat diperkirakan akan menghabiskan waktu yang relatif lama di sekitar gedung sekolah. Kebutuhan untuk melakukan dekontaminasi dan isi dari hal ini akan ditentukan berdasarkan nilai rata-rata dari pengukuran tersebut. Untuk gedung sekolah secara</p>	Sama seperti dengan titik pengukuran No. 1.

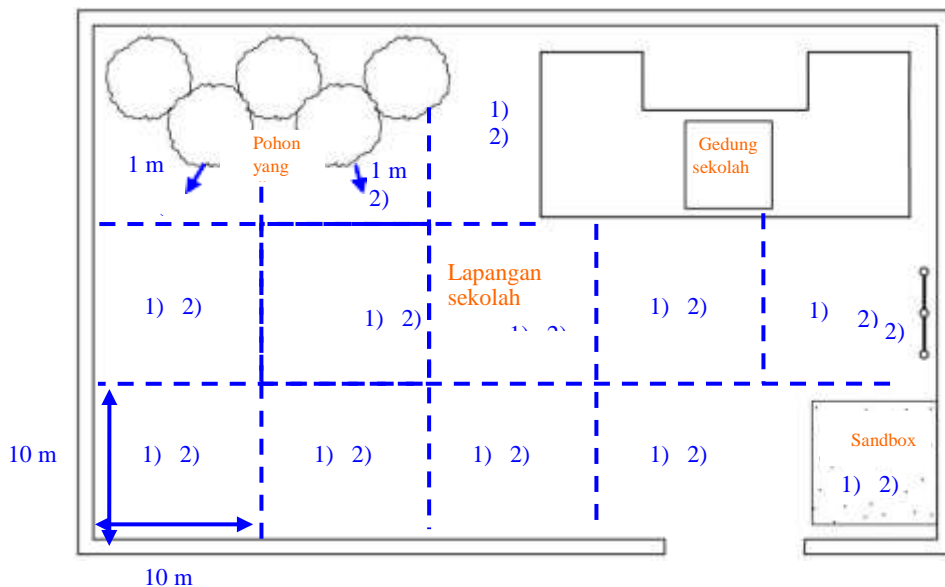


**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

	<p>keseluruhan, pengukuran dapat dilakukan di beberapa titik dimana masyarakat dianggap kemungkinan besar menghabiskan waktu yang relatif lama (sekitar total dari beberapa titik pengukuran di halaman sekolah dan gedung sekolah yang disebutkan di atas), kebutuhan untuk melakukan dekontaminasi dan isinya akan ditentukan berdasarkan nilai rata-rata pengukuran tersebut.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Lahan pertanian dan padang rumput <ul style="list-style-type: none"> • Lahan pertanian dan padang rumput harus dibagi menjadi jaring-jaring berukuran sekitar 10–30 m dan pengukuran harus dilakukan di satu titik di setiap jaring. Namun, perubahan dapat dilakukan apabila lahan tersebut memiliki luas permukaan yang luas sesuai dengan kondisi. Kebutuhan untuk melakukan dekontaminasi dan isi dari hal ini harus ditentukan berdasarkan nilai rata-rata pengukuran. 	
--	--	--



- 1) : Status kontaminasi untuk ruang tinggal
2) : Status kontaminasi untuk objek yang memerlukan dekontaminasi (densitas kontaminasi permukaan, laju dosis permukaan)

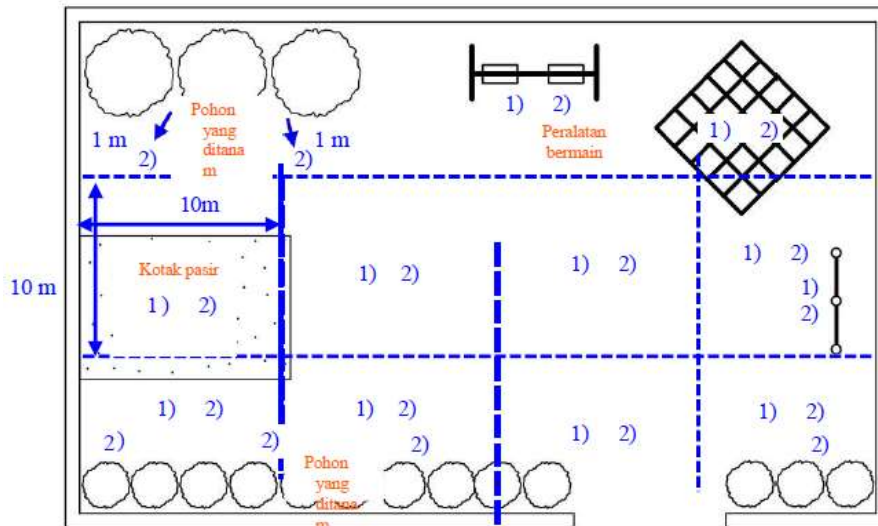
Gambar 46. Contoh skema untuk pelaporan titik pengukuran yang digunakan dalam dekontaminasi dan tindakan lain untuk tanah (lapangan sekolah)



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

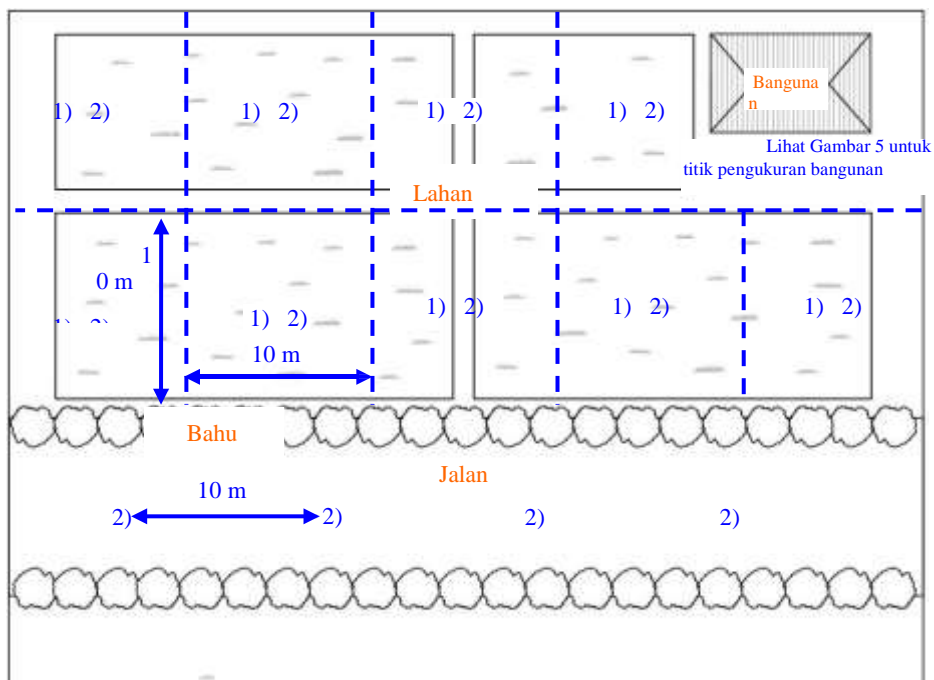
Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas



- 1): Status kontaminasi untuk ruang tinggal
- 2) : Status kontaminasi untuk objek yang akan didekontaminasi (densitas kontaminasi permukaan, laju dosis permukaan)

Gambar 47. Contoh skema untuk pelaporan titik pengukuran yang digunakan dalam dekontaminasi dan tindakan lain untuk tanah (taman)

Perkiraan jarak penentuan distribusi laju dosis (contoh: 10 meter atau lebih)



- 1): Status kontaminasi untuk ruang hunian
- 2) : Status kontaminasi untuk objek yang memerlukan dekontaminasi (densitas kontaminasi permukaan, laju dosis permukaan)

Gambar 48. Contoh skema untuk pelaporan titik pengukuran yang digunakan dalam dekontaminasi dan tindakan lain untuk tanah (lahan pertanian)

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 91



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

(2) Metode Pengukuran

Saat mengukur laju dosis udara di titik pengukuran No. 1, digunakan surveymeter sintilasi atau alat pengukur lain yang mampu mengukur sinar gamma. Sebaliknya, untuk menghindari pengaruh radiasi latar belakang saat mengukur tingkat kontaminasi pada atau dekat permukaan di titik pengukuran No. 2, disarankan untuk menggunakan surveymeter GM yang mampu mengukur sinar beta, tetapi juga diperbolehkan untuk melakukan pengukuran menggunakan dosimeter yang mampu mengukur sinar gamma. Sebagai contoh, salah satu cara untuk melakukan konfirmasi khusus berdasarkan tingkat kontaminasi di lokasi yang relevan adalah dengan melakukan pengukuran dalam kondisi di mana kolimator digunakan untuk melindungi dari sinar gamma dari luar. Selain itu, dampak dekontaminasi dapat dikonfirmasi dengan menentukan status kontaminasi objek yang menjalani dekontaminasi berdasarkan laju dosis udara yang diukur di permukaan titik pengukuran dan pada ketinggian 50 cm dan 1 m, lalu membandingkan hasilnya dengan hasil pengukuran yang diambil di posisi yang sama setelah selesainya pekerjaan dekontaminasi.

Secara umum, alat pengukur yang sama harus digunakan saat melakukan pengukuran di titik-titik pengukuran yang sama sebelum dan setelah pekerjaan dekontaminasi.

Saat mengukur konsentrasi radiocesium di tanah pada lahan pertanian dan area serupa, pengukuran harus dilakukan dengan detektor yang dilindungi untuk mencegah pengaruh sinar gamma latar belakang; umumnya detektor semikonduktor germanium yang dikalibrasi menggunakan sumber radiasi standar dengan jumlah radioaktivitas yang diketahui digunakan untuk tujuan ini. Namun, pengukuran menggunakan detektor semikonduktor germanium memerlukan periode waktu tetap hingga hasil analisis tersedia, serta teknologi pengukuran yang canggih. Diperbolehkan untuk memperkirakan konsentrasi radiocesium dari laju dosis udara, yang hasil pengukurannya dapat diperoleh relatif mudah di lokasi, dengan menetapkan korelasi antara laju dosis udara dan konsentrasi radiocesium sebelumnya. Dengan demikian, metode sederhana untuk menghitung konsentrasi radiocesium dalam tanah lahan

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 92



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

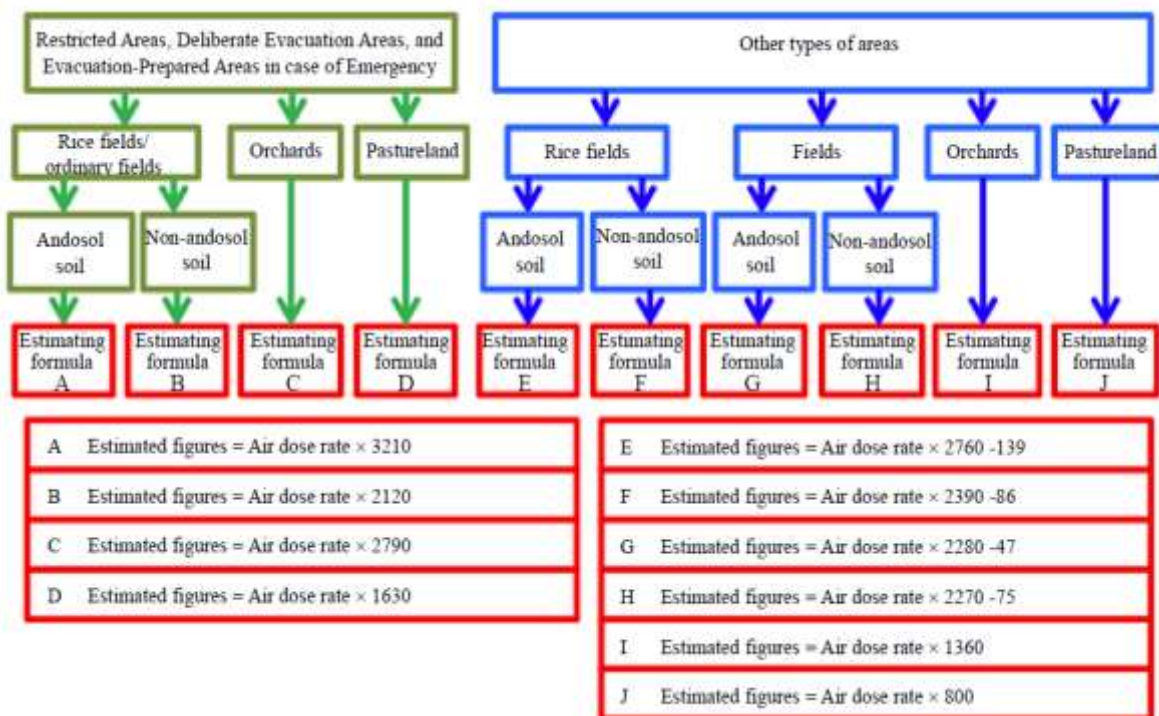
Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

pertanian dapat digunakan (lihat Gambar 47). Metode perhitungan spesifik untuk konsentrasi radiocesium dalam tanah tercantum dalam Tabel 37.

Metode Sederhana untuk Menghitung Konsentrasi Radiocesium dalam Tanah Lahan Pertanian

Konsentrasi radiocesium (Bq/kg) dalam tanah pertanian dapat dihitung secara sederhana dari laju dosis udara ($\mu\text{Sv/h}$) pada ketinggian 1 m di atas permukaan tanah dan jenis tanah melalui rumus-rumus berikut.

Metode ini rentan terhadap kesalahan, jadi harap melakukan pengukuran dengan detektor semikonduktor germanium atau alat serupa saat melakukan pengukuran yang akurat



Gambar 49. Metode Sederhana untuk Menghitung Konsentrasi Radiocesium di Tanah Pertanian



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Tabel 34. Metode pengukuran konsentrasi radiocesium dalam tanah pertanian

Alat ukur yang digunakan	<ul style="list-style-type: none"> Perkiraan dari detektor semikonduktor germanium, spektrometer sintilasi NaI spektrometer, LaBr₃ (Lanthanum bromida) spektrometer sintilasi, dan pengukur laju dosis udara
Kalibrasi	<ul style="list-style-type: none"> Setidaknya 1 kali/setahun, kalibrasi harus dilakukan menggunakan sumber radiasi standar sumber radiasi dengan jumlah radioaktivitas yang diketahui.
Pemeriksaan harian	<ul style="list-style-type: none"> Tingkat sisa daya baterai, kerusakan kabel dan konektor, serta status aplikasi tegangan tinggi harus diperiksa, dan pemeriksaan kelayakan operasi saklar, dll. harus dilakukan. Pengukuran harus dilakukan di tempat-tempat yang sama di mana radiasi latar belakang tidak mengalami perubahan yang signifikan, dan harus dikonfirmasi bahwa tidak ada variasi besar dengan membandingkan dengan nilai-nilai sebelumnya.
Pencegahan kontaminasi	<ul style="list-style-type: none"> Badan dan elemen pendeteksi alat ukur harus ditutupi dengan lembaran plastik tipis, dll. Lembaran plastik, dll., harus diganti dengan bahan baru jika kotor atau rusak.
Pengukuran	<ul style="list-style-type: none"> Untuk sawah, tanah harus diambil dari permukaan titik pengukuran hingga kedalaman 15 cm di bawah tanah, dan setelah tanah dikeringkan, konsentrasi radiocesium dalam tanah harus diukur menggunakan detektor semikonduktor germanium. Untuk ladang kering, tanah harus diambil dari permukaan titik pengukuran hingga kedalaman lapisan bajak (15 hingga 30 cm), dan setelah tanah dikeringkan, konsentrasi radiocesium dalam tanah diukur menggunakan detektor semikonduktor germanium.
Catatan	<ul style="list-style-type: none"> Pengukur harus mencatat laju dosis udara, dll., dan konsentrasi radiocesium di setiap titik pengukuran yang ditunjukkan dalam diagram konseptual, dll., beserta tanggal dan waktu pengukuran serta alat pengukuran yang digunakan.

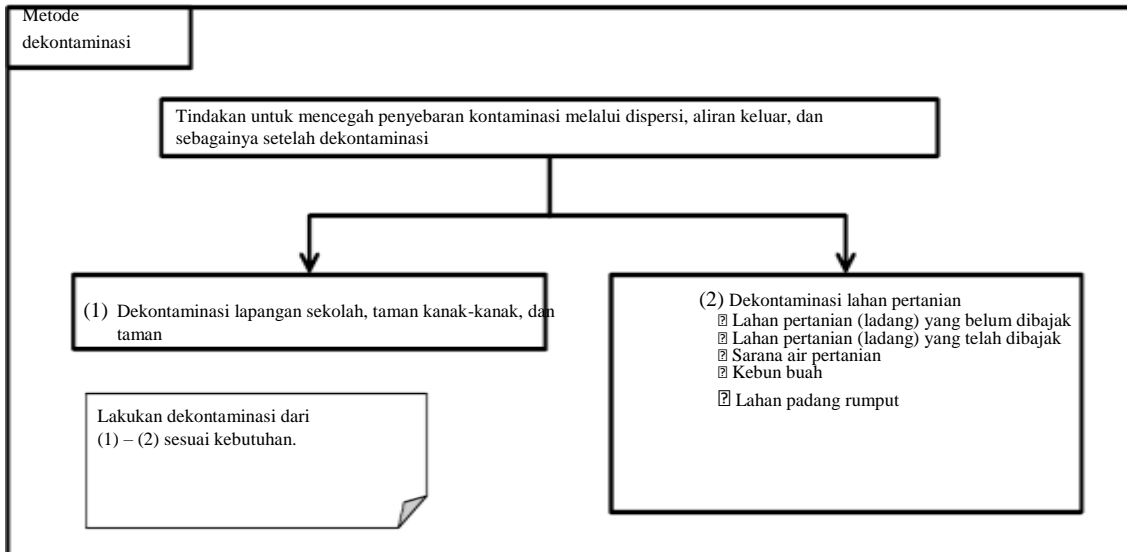


**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

3. Metode Dekontaminasi



Gambar 50. Alur dasar untuk dekontaminasi tanah



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Dekontaminasi yang efisien difokuskan pada area yang terkontaminasi dengan konsentrasi bahan radioaktif yang relatif tinggi dan berkontribusi secara signifikan terhadap dosis radiasi.

Jika hal ini tidak menghasilkan dampak dekontaminasi yang terlihat, permukaan tanah harus ditutupi atau dikikis. Untuk tanah selain tanah pertanian, pada setiap tahap, laju dosis udara di titik pengukuran No. 1 harus diukur, dan sebagai aturan umum, tidak perlu dilakukan pekerjaan dekontaminasi tambahan asalkan laju dosis udara pada ketinggian 1 m (ketinggian 50 cm dari titik pengukuran dapat digunakan untuk lapangan sekolah, dll., dengan mempertimbangkan ruang hidup bayi dan anak sekolah di kelas bawah) kurang dari tiga kali radiasi latar.

Selain itu, saat melakukan pekerjaan dekontaminasi, langkah-langkah yang diperlukan untuk menjamin keselamatan pekerja dan masyarakat umum harus diambil, dan langkah-langkah untuk mencegah penyebaran kontaminasi akibat dispersi, aliran keluar, dll. yang terkait dengan pekerjaan dekontaminasi harus diterapkan agar kontaminasi yang dibawa keluar dari zona kerja, kontaminasi yang dibawa masuk dari luar, atau rekontaminasi zona yang telah didekontaminasi dapat diminimalkan. Lihat **4. Langkah-langkah Pasca Pekerjaan** terkait dengan hal-hal seperti penanganan tanah yang diangkat, pengolahan air limbah, dan pembersihan peralatan yang digunakan untuk dekontaminasi. Bagian ini membahas metode dekontaminasi untuk tanah di halaman sekolah, taman kanak-kanak, taman, serta lahan pertanian.

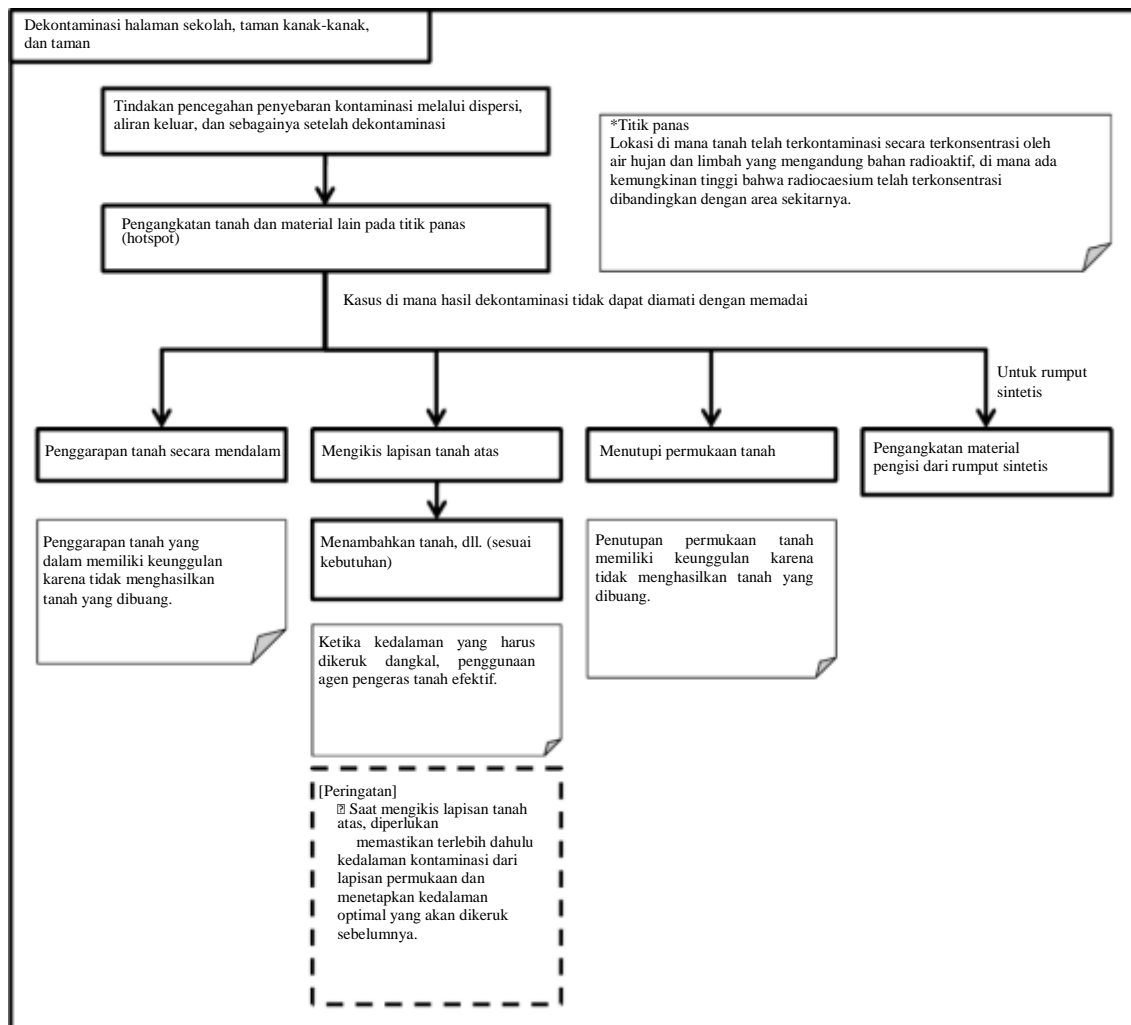


**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

(1) Dekontaminasi Tanah di Lapangan Sekolah, Taman Kanak-Kanak, dan Taman



Gambar 51. Alur dasar untuk dekontaminasi lapangan sekolah, taman kanak-kanak, dan taman

Di halaman sekolah, taman kanak-kanak, dan taman, radiocesium terendap di dekat lapisan permukaan tanah. Karena dosis mungkin sebagian tinggi di dekat saluran air hujan dan di dasar pohon, tanah di tempat-tempat tersebut harus diangkat secara manual (merujuk ke “Dekontaminasi Pohon di Ruang Hidup, seperti Pohon Pinggir Jalan dan sejenisnya”). Jika tidak terdapat dampak dekontaminasi, lapisan atas tanah harus diganti dengan lapisan bawah tanah (pengolahan tanah dalam) menggunakan alat berat, dll., atau lapisan atas tanah harus dikeruk (lihat Gambar 19)



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

■ Pembajakan tanah

Pembajakan tanah adalah metode penutupan permukaan tanah dengan mengganti lapisan atas tanah yang mengandung radiocesium dengan lapisan bawah tanah yang tidak mengandung radiocesium. Melakukan pembajakan tanah dalam diharapkan dapat mengurangi dosis radiasi dan menghambat penyebaran radiocesium dengan melindungi menggunakan tanah, dll. Selain itu, metode ini memiliki keunggulan tidak menghasilkan tanah yang dibuang, karena tidak mengikis lapisan atas tanah. Saat melakukan pembajakan, sekitar 10 cm lapisan tanah permukaan harus ditempatkan di lapisan bawah dan ditutupi dengan sekitar 20 cm tanah yang digali dari lapisan bawah. Saat melakukan prosedur ini, perlu dihindari penyebaran tanah permukaan atau pencampurannya dengan tanah yang digali dari lapisan bawah. Saat menerapkan ini di area luas, area implementasi harus dibagi secara tepat (lihat Gambar 19).

■ Mengikis lapisan tanah atas

Saat mengikis lapisan tanah atas, penting untuk memilih ketebalan yang sesuai untuk tanah yang akan dikikis, guna menghindari pembentukan tanah yang dibuang terlalu banyak. Secara khusus, untuk permukaan tanah yang akan dikeruk, disarankan untuk memulai dengan area kecil (area dengan ukuran yang memungkinkan pengukuran laju dosis udara, dll., dari permukaan tanah dengan gangguan minimal dari radiasi di luar area) dan mengeruk sekitar 1 hingga 2 cm lapisan tanah atas sambil mengukur laju dosis udara, dll. kemudian tentukan ketebalan lapisan yang akan dikeruk (lihat Gambar 52 2), 3), dan 4)). Menurut pandangan umum, diyakini bahwa hasil yang memadai dapat dicapai dengan mengikis paling banyak sekitar 5 cm lapisan tanah permukaan. Jika ketebalan tanah yang akan dihilangkan tipis, metode efektif lainnya adalah menggunakan agen pengeras yang memungkinkan ketebalan tanah dibatasi pada tingkat yang relatif mudah dikikis, tergantung jenis tanah permukaan: tanah berpasir, lumpur, liat, dll.

Namun, karena anak-anak akan berinteraksi langsung dengan kotak pasir di taman dan kemungkinan akan menggali kotak pasir tersebut, serta karena area geometris taman relatif kecil, lapisan tanah yang berada 10 hingga 20 cm di bawah permukaan harus diangkat menggunakan sekop kecil, dll. Jika diperlukan, pasir yang tidak terkontaminasi

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 98



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman	: Output Unit Kerja
Judul	: Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

harus digunakan untuk menutupi permukaan agar kembali seperti semula sebelum pekerjaan dilakukan. Saat mengikis pasir dan tanah, air harus disemprotkan untuk mencegah partikel tanah terangkat kembali dan penyebaran debu.

Di tempat-tempat di mana tanah permukaan, dll. telah diangkat, tanah yang tidak terkontaminasi harus ditambahkan dari tempat lain.

■ Menutup permukaan tanah

Untuk menutup permukaan tanah, pendekatan yang digunakan adalah menutup lapisan atas tanah yang mengandung radiocesium dengan tanah yang tidak mengandung radiocesium menggunakan alat berat kecil. Hal ini diharapkan dapat mengurangi dosis radiasi melalui pelindung dan menghambat penyebaran radiocesium dengan melindunginya menggunakan tanah. Keuntungan dari metode ini adalah tidak menghasilkan tanah yang diangkat karena lapisan tanah atas tidak diangkat. Saat melakukan penutupan ini, penting untuk memilih ketebalan penutupan yang sesuai untuk tujuan pelindung agar ketebalan penutupan tidak menjadi terlalu besar.

■ Pengangkatan material pengisi dari lapangan rumput sintetis

Untuk lapangan tenis dan jenis lapangan rumput sintetis lainnya, material pengisi (pasir sambungan, dll.) pada rumput sintetis harus diangkat. Misalnya, material pengisi (pasir sambungan, dll.) yang tersebar di seluruh lapangan rumput sintetis harus diserap dengan menggunakan traktor atau kendaraan lain yang dilengkapi dengan mesin yang mampu menyerap dan mengangkat material pengisi. Selain itu, jika area yang akan didekontaminasi luas, pekerjaan harus dikoordinasikan dan penjadwalan disesuaikan agar dilakukan secara bersamaan untuk memastikan tidak terjadi kontaminasi ulang setelah pekerjaan dekontaminasi.

Tindakan yang diperlukan sebelumnya, metode dekontaminasi khusus, dan catatan peringatan untuk dekontaminasi lapangan sekolah, taman kanak-kanak, dan taman tercantum dalam Tabel 38 dan 39.

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 99



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas



Gambar 52. Contoh proses dekontaminasi lapangan sekolah (pengikisan lapisan tanah atas)



Gambar 53. Contoh pengangkatan material pengisi dari rumput sintetis



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

- 1) Ukur laju dosis radiasi di permukaan area yang akan didekontaminasi



Gambar 54. Prosedur untuk menentukan ketebalan tanah yang akan dikeruk (1/2)



- 2) Kikis lapisan tipis tanah permukaan





**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

- 3) Ukur laju dosis radiasi di permukaan tempat lapisan tanah atas telah dikikis (menggunakan kolimator untuk mengurangi efek radiasi dari lingkungan sekitar)



Gambar 55. Prosedur untuk menentukan ketebalan tanah yang akan dikeruk (2/2)



- 4) Ukur laju dosis udara di permukaan pada beberapa titik di area uji



Foto courtesy of: Date City

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 102



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Pencegahan penyebaran	<ul style="list-style-type: none"> Saat mengikis lapisan tanah atas pada tanah yang kering, upaya dapat dilakukan untuk mencegah penyebaran debu dengan menyebarkan agen pengeras di area tersebut terlebih dahulu untuk mengeringkan tanah permukaan.

Tabel 56. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum dekontaminasi lapangan sekolah, taman kanak-kanak, dan taman

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Pengangkatan sedimen	<ul style="list-style-type: none"> Daun yang jatuh, lumut, lumpur, dan sedimen lainnya harus diangkat secara manual oleh orang yang mengenakan sarung tangan karet dan menggunakan sekop, dll.
Penggarapan tanah dalam	<ul style="list-style-type: none"> Sekitar 10 cm lapisan tanah atas harus dikeruk secara merata dan ditumpuk sementara di atas lembaran plastik atau sejenisnya. Sekitar 20 cm lapisan tanah bawah harus dikeruk secara merata dan ditumpuk di lokasi terpisah dari lapisan tanah atas. Setelah lapisan tanah atas telah disebar secara merata, lapisan tanah bawah harus disebar secara merata di atasnya dan tanah akan diratakan. Tanah tersebut akan dikembalikan ke ketinggian aslinya dengan kepadatan yang hampir sama seperti sebelumnya.
Mengikis lapisan tanah atas	<ul style="list-style-type: none"> Backhoe atau alat sejenisnya digunakan untuk mengikis permukaan secara merata. Tanah permukaan yang tersisa dapat ditandai dengan menaburkan kapur di sekitarnya terlebih dahulu. Pengikisan menggunakan pemotong permukaan atau pemotong palu merupakan metode efektif untuk menutupi area yang luas. Penyebaran ke lingkungan sekitar harus dicegah saat mengikis kontaminasi. <p>(Contoh: penggunaan pengumpul debu, penaburan sebelumnya, pemasangan rumah plastik sederhana, dll.)</p>
Menutupi tanah permukaan	<ul style="list-style-type: none"> Tanah permukaan harus ditutupi dengan tanah yang tidak mengandung radiocesium. Ketika terdapat celah udara yang besar saat menutup dengan pecahan batuan, penyesuaian kepadatan harus dilakukan melalui pemadatan permukaan yang sesuai.
Pengangkatan material pengisi dari rumput sintetis	<ul style="list-style-type: none"> Bahan pengisi yang terdapat pada rumput sintetis dan sejenisnya harus diangkat menggunakan mesin yang dapat menyerap dan mengangkut bahan pengisi tersebut.

Tabel 57. Metode dekontaminasi untuk halaman sekolah, taman kanak-kanak, dan taman serta catatan peringatan

(2) Dekontaminasi Lahan Pertanian

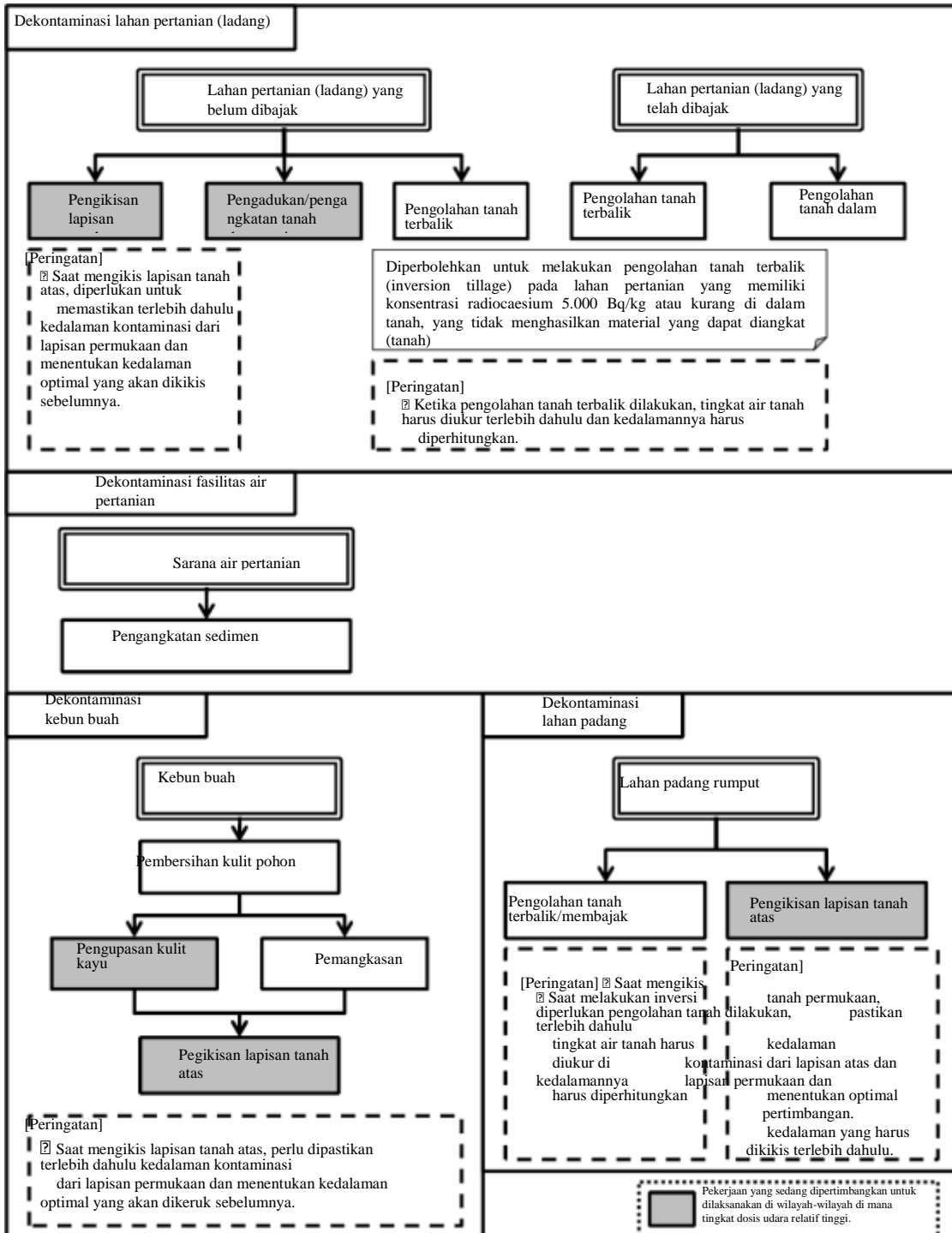
Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 103



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas



Gambar 58. Alur dasar untuk dekontaminasi lahan pertanian



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Tanah pertanian memiliki karakteristik unik karena telah diolah melalui aktivitas pertanian selama bertahun-tahun oleh petani dan memiliki aspek yang beragam, termasuk pelestarian ekosistem. Oleh karena itu, saat mendekontaminasi tanah pertanian, penting untuk memulihkan kondisi yang memungkinkan aktivitas pertanian dilanjutkan dan tanaman aman kembali dihasilkan dengan mengurangi konsentrasi bahan radioaktif di tanah, serta mengurangi dosis radiasi yang mencapai penduduk sekitar. Untuk mencapai hal ini dalam proses dekontaminasi lahan pertanian, karena lahan pertanian yang telah didekontaminasi dengan cara mengikis lapisan tanah atas atau melalui pengolahan tanah terbalik dan metode serupa diperkirakan akan kehilangan komponen pupuk dan karakteristik organiknya, serta mengalami penurunan permeabilitas dan karakteristik fisik lainnya, perhatian khusus harus diberikan pada lahan pertanian pasca-dekontaminasi untuk memastikan kondisi yang memungkinkan dilanjutkannya produksi pertanian dipulihkan, termasuk analisis dan diagnostik tanah, diikuti dengan aplikasi jumlah tanah yang diperlukan dari tempat lain, bersama dengan pupuk, bahan organik, atau pengkondisi tanah.

■ **Lahan pertanian (ladang) yang belum digarap**

Untuk bagian-bagian yang belum digarap, setelah penyiangan, disarankan untuk mengikis lapisan permukaan tanah tempat radiocesium terendap (lihat Gambar 52). Namun, dengan mempertimbangkan konsentrasi radiocesium dalam tanah, kategori lahan saat ini, kondisi tanah, dll. selain mengikis lapisan tanah atas, juga diperbolehkan untuk memilih pengadukan tanah atau pengangkatan dengan air, pembalikan tanah atau metode lain. Saat mengikis lapisan tanah atas, disarankan untuk memulai pekerjaan hanya setelah menghitung jumlah tanah yang diperkirakan akan dihasilkan sebagai material yang dapat dibuang sebelumnya karena jumlahnya akan besar, serta setelah merencanakan lokasi penyimpanan sementara, dll.

Diperbolehkan untuk melakukan pengolahan tanah terbalik, yang tidak menghasilkan material yang dapat dibuang (tanah), untuk lahan pertanian yang memiliki konsentrasi radiocesium 5.000 Bq/kg atau kurang dalam tanah, sementara untuk lahan pertanian

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 105



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

yang memiliki konsentrasi radiocesium lebih dari 5.000 Bq/kg dalam tanah, disarankan untuk mengikis lapisan tanah atas, menerapkan pengadukan tanah atau pengangkatan dengan air, atau melakukan pembalikan tanah. Diantara metode-metode ini, karena pengolahan tanah terbalik melibatkan pemindahan radiocesium ke lapisan tanah yang lebih dalam, yang dapat menyebabkan radiocesium terbawa keluar dari lahan pertanian melalui air tanah, harap ukur tingkat air tanah terlebih dahulu dan pertimbangkan kedalamannya sebelum melakukan pengolahan tanah terbalik sesuai kebutuhan. Selain itu, semakin dalam pengolahan tanah, semakin besar pengurangan dosis radiasi di permukaan tanah, tetapi karena adanya bahaya merusak lapisan plow pan, terutama pada sawah, lapisan tersebut harus dibangun kembali jika rusak.

■ **Lahan pertanian (sawah) yang telah dibajak**

Untuk lahan pertanian yang telah diolah, pengolahan tanah terbalik, pengolahan tanah dalam, atau metode serupa harus digunakan, karena diduga radiocesium telah tercampur ke seluruh lapisan plow melalui pengolahan tanah. Misalnya, untuk lahan pertanian dengan lapisan plow 15 cm, pengolahan tanah dalam 30 cm akan mengencerkan bahan radioaktif yang sebelumnya tersebar dari permukaan hingga kedalaman 15 cm menjadi tersebar dari permukaan hingga kedalaman 30 cm, yang diharapkan dapat mengurangi konsentrasi radiocesium di lapisan plow dan mengurangi dosis radiasi.

■ **Sarana air pertanian**

Dekontaminasi dan tindakan lain harus dipertimbangkan untuk saluran drainase pertanian dan fasilitas serupa lainnya yang memenuhi semua kondisi dalam (1) – (3) di bawah ini.

- (1) Harus merupakan fasilitas dimana tanah diangkat dari kanal-kanal dekat sawah yang biasanya dilakukan melalui pengerukan lumpur secara manual oleh petani atau pengelola pada tahun-tahun biasa untuk memastikan luas penampang aliran dan volume aliran.
- (2) Harus merupakan wilayah dimana pengerukan lumpur yang dilakukan pada tahun-tahun biasa tidak dapat dilakukan akibat dampak dari kecelakaan.

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 106



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

(3) Fasilitas yang tidak diharapkan memiliki efek pelindung melalui air selama musim tanam atau periode waktu tetap lainnya karena alasan seperti kekurangan air di kanal-kanal tersebut, tetapi yang jelas berkontribusi terhadap tingkat dosis udara di daerah sekitarnya.

■ **Kebun buah, dll.**

Untuk pohon buah, perkebunan teh, atau tempat-tempat dimana tanaman perennial lainnya ditanam, mengikis lapisan tanah atas dalam rentang yang tidak merusak batang pohon dianggap efektif, sementara pengolahan tanah terbalik, pengolahan tanah dalam, dan metode serupa tidak cocok karena dapat merusak akar dan karena zona perakaran tersebar ke lapisan bawah tanah. Dalam mendekontaminasi lahan pertanian semacam itu, pohon buah-buahan harus dikupas kulitnya (kulit tua dihilangkan) atau kulitnya dibersihkan dan pohon dipangkas, sedangkan pohon teh harus dipangkas cabangnya (daun dan cabang tua dihilangkan melalui pemangkasan dalam, pemangkasan sedang, pemotongan, dll. setelah panen teh) atau perawatan serupa untuk mengurangi dosis radiasi dan meminimalkan konsentrasi radiocesium yang terkandung dalam produk.

Jika langkah-langkah ini telah diambil tetapi hasilnya tidak memadai, pengikisan seluruh lapisan tanah atas, bersama dengan metode serupa, harus dipertimbangkan.

■ **Lahan padang rumput**

Untuk lahan padang rumput, pengolahan tanah terbalik, pengolahan tanah dalam, atau pengikisan lapisan tanah atas harus dilakukan. Jika lapisan di bawah lapisan plow bersifat kasar, kerikil akan muncul di lapisan plow akibat pengolahan tanah terbalik atau pengolahan tanah dalam, sehingga dalam kasus seperti itu, tindakan untuk menghilangkan kerikil diperlukan. Saat mengikis lapisan tanah atas, akan dihasilkan jumlah tanah yang sangat besar yang harus dibuang. Karena itu, jumlah yang diperkirakan akan dihasilkan harus diperkirakan terlebih dahulu, dan prospek untuk menyediakan lokasi penyimpanan sementara dan sejenisnya harus ditetapkan sebelum memulai pekerjaan.

Selain itu, mungkin ada kasus dimana pembalikan tanah sulit dilakukan di lahan padang rumput karena lapisan tanah yang dangkal atau banyaknya batu dan kerikil, serta sulitnya menyimpan tanah setelah pengangkatan lapisan tanah atas di lokasi



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

penyimpanan. Dalam kasus seperti ini, perlu dipertimbangkan untuk melakukan pembalikan tanah menggunakan disc harrow atau rotary tiller dengan memastikan bahwa hasil yang memadai dapat dicapai dari proses pembersihan. Pembersihan gulma, dll., pada bukit dan lereng serta tindakan lain harus dilaksanakan sesuai kebutuhan. Tindakan yang diperlukan sebelumnya, metode dekontaminasi khusus, dan catatan peringatan untuk dekontaminasi lahan pertanian sebagaimana tercantum dalam Tabel 40 dan 41.

Gambar 59. Contoh pengikisan tanah dari lahan pertanian menggunakan mesin pertanian

1) Penggarukan lahan pertanian





**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

2) Pengikisan tanah dari lahan pertanian



Tabel 35. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum dekontaminasi lahan pertanian

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Pencegahan penyebaran	<ul style="list-style-type: none"> Saat mengikis lapisan tanah atas pada tanah yang kering, upaya dapat dilakukan untuk mencegah penyebaran debu dengan menyebarkan agen pengeras di area tersebut terlebih dahulu untuk mengeraskan permukaan tanah permukaan.

Tabel 36. Metode dekontaminasi untuk lahan pertanian dan catatan peringatan

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan	
Tanah yang belum	Mengikis lapisan tanah atas	<ul style="list-style-type: none"> Backhoe atau alat sejenisnya digunakan untuk mengikis permukaan. Tanah permukaan yang tersisa dapat ditandai dengan menaburkan kapur di sekitarnya terlebih dahulu.
	Pengadukan atau pengangkatan tanah dengan air	<ul style="list-style-type: none"> Setelah lapisan atas tanah diaduk (dibuat berair dangkal), air keruh yang mengandung partikel tanah halus harus dikuras menggunakan pompa. Kemudian pemisahan padat-cair harus dilakukan di dalam ruang pasir atau perangkat serupa yang dilapisi dengan lembaran plastik untuk mengumpulkan partikel tanah.



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

	Pengolahan tanah terbalik	<ul style="list-style-type: none"> Sebuah bajak akan digunakan untuk membalik tanah sehingga tanah terkontaminasi di lapisan atas dipindahkan ke lapisan bawah dan tanah yang tidak terkontaminasi dari lapisan bawah ditempatkan di lapisan atas. Kedalaman pengolahan tanah untuk pengolahan tanah terbalik secara prinsip adalah 30 cm. Namun, dalam kasus dimana tanah yang tidak cocok untuk digunakan sebagai lapisan bajak akan muncul ke permukaan, seperti tanah yang mengandung kerikil, maka kedalaman pengolahan tanah harus diatur lebih dangkal setelah terlebih dahulu memastikan bahwa hasil dekontaminasi yang memadai akan diperoleh dari hal ini. Tingkat air tanah harus diukur dan kedalamannya diperhitungkan saat melakukan pengolahan tanah terbalik sesuai kebutuhan. Perhatian harus diberikan pada fakta bahwa traktor kecil tidak dapat digunakan untuk menggemburkan tanah dalam kasus dimana lapisan tanah atas membeku akibat suhu dingin.
	Inversi pengolahan tanah	(Sama seperti di atas)
	Pengolahan tanah dalam	<ul style="list-style-type: none"> Traktor pengolahan tanah rotari dalam digunakan untuk mengolah tanah yang telah diolah secara mendalam sekitar dua kali. Kedalaman pengolahan tanah dalam harus sekitar 30 cm secara umum.
Air fasilitas	Pengangkatan sedimen	<ul style="list-style-type: none"> Lumpur dan sedimen lain yang menumpuk di saluran drainase pertanian dan fasilitas serupa lainnya harus dihilangkan dengan menggunakan sekop atau alat sejenis.
Kebun	Pengupasan kulit kayu	<ul style="list-style-type: none"> Kulit pohon harus dihilangkan dengan fokus utama pada bagian atas dan sisi batang utama serta cabang utama. Alat pengikis khusus harus digunakan untuk mengikis dan mengangkat kulit kayu yang sudah tua.
	Pembersihan kulit pohon	<ul style="list-style-type: none"> Spesies pohon yang tidak memiliki struktur dimana kulit kayu tua dapat dihilangkan dari cabang dan batangnya (seperti pohon persik, pohon ceri, dll.) harus dibersihkan. Saat membersihkan kulit kayu atau mengupas kulit kayu menggunakan pembersih air bertekanan tinggi, radiocesium cenderung mudah tersebar bersama air, sehingga penggunaan prosedur ini harus dihindari selama musim pertumbuhan dan dilakukan selama fase dormansi.
	Pemangkasan	<ul style="list-style-type: none"> Cabang-cabang tua yang diduga terkontaminasi radiocesium secara langsung harus dihilangkan. Cabang-cabang harus dihilangkan selama fase dormansi pohon agar tidak mengganggu pertumbuhannya.
	Mengikis lapisan tanah atas	<ul style="list-style-type: none"> Tanah harus dihilangkan dengan tenaga manusia atau menggunakan pisau tanah pada ekskavator kecil. Atau, pembajak rotari harus dipasang pada traktor kecil dan tanah harus digemburkan secara ringan, setelah itu lapisan tanah atas harus dihilangkan dengan metode seperti mengumpulkan lapisan tanah atas menggunakan loader depan (tanpa cakar) pada traktor.



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Lahan padang rumput	Pengolahan tanah terbalik / pembajakan	<ul style="list-style-type: none">• Bajak digunakan untuk membalik tanah sehingga tanah terkontaminasi di lapisan atas dipindahkan ke lapisan bawah dan tanah yang tidak terkontaminasi dari lapisan bawah ditempatkan di lapisan atas.• Kedalaman pengolahan tanah untuk pengolahan tanah terbalik adalah 30 cm secara umum. Namun, dalam kasus di mana tanah yang tidak cocok untuk digunakan sebagai lapisan bajak akan muncul ke permukaan, seperti tanah yang mengandung kerikil, maka kedalaman pengolahan tanah harus diatur lebih dangkal setelah memastikan bahwa hasil dekontaminasi yang memadai akan diperoleh dari hal ini.• Tingkat air tanah harus diukur dan kedalamannya diperhitungkan saat melakukan pengolahan tanah terbalik sesuai kebutuhan.• Perhatian harus diberikan pada fakta bahwa traktor kecil tidak dapat digunakan untuk mengaduk tanah dalam kasus di mana lapisan tanah atas beku akibat suhu dingin• .
	Pengikisan lapisan tanah atas	<ul style="list-style-type: none">• Backhoe atau alat sejenisnya digunakan untuk mengikis permukaan.

4. Tindakan Pasca Pekerjaan

Tindakan pasca pekerjaan meliputi penanganan tanah yang diangkat, dll yang dihasilkan dari pekerjaan dekontaminasi serta pembersihan peralatan dan bahan sebagaimana tercantum di bawah ini.

(1) Penanganan Tanah yang Diangkat, dsb.

Tanah yang diangkat, dll. harus ditangani dengan tepat dan dipindahkan ke tempat penyimpanan di lokasi atau tempat penyimpanan sementara.

Silakan merujuk ke “Penanganan Tanah yang Diangkat, dsb.” untuk metode spesifik dalam penanganan tanah yang diangkat.

(2) Pembersihan Peralatan dan Bahan

Terkait penanganan peralatan yang digunakan untuk dekontaminasi setelah pekerjaan selesai, lihat “Pembersihan Peralatan dan Bahan” untuk metode spesifik dalam membersihkan peralatan dan bahan.

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 111



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

5. Pengukuran Lanjutan dan Rekaman

Untuk memastikan dampak dekontaminasi, laju dosis udara, dll dan konsentrasi radiocesium di tanah (dalam kasus lahan pertanian) setelah selesainya pekerjaan dekontaminasi harus diukur, dan hasilnya harus dibandingkan dengan nilai yang diukur sebelum dimulainya pekerjaan dekontaminasi. Pengukuran laju dosis udara, dll., dan konsentrasi radiocesium harus dilakukan sesuai dengan metode pengukuran yang ada. Selain laju dosis udara, dll. dan konsentrasi radiocesium di setiap titik pengukuran, informasi lain yang berkaitan dengan pekerjaan dekontaminasi harus dicatat dan disimpan.

Tabel 37. Pengukuran lanjutan dan rekaman untuk dekontaminasi tanah

Pengukuran laju dosis udara, dll., dan konsentrasi radiocesium, dll.	<ul style="list-style-type: none">• Laju dosis udara, dll., dan konsentrasi radiocesium di tanah (dalam hal lahan pertanian) harus diukur di setiap titik pengukuran.• Pengukuran harus dilakukan di lokasi yang sama dengan pengukuran sebelumnya dan dalam kondisi yang sama sejauh mungkin.• Untuk alat pengukuran, alat yang sama yang digunakan pada pengukuran sebelumnya harus digunakan sejauh mungkin.
Rekaman	<ul style="list-style-type: none">• Laju dosis udara, dll., dan konsentrasi radiocesium di tanah di setiap titik pengukuran, lokasi di mana pekerjaan dekontaminasi dilakukan, tanggal dekontaminasi, nama-nama petugas dekontaminasi, jenis objek yang di-dekontaminasi, metode dekontaminasi, luas total area yang di-dekontaminasi (tanah, dll.), berat kira-kira tanah yang diangkat, dll., dan status penyimpanan dan pembuangan.• Peralatan yang digunakan dalam dekontaminasi dan metode pembuangan setelah penggunaan.• Lihat “BAB 4: Pedoman Mengenai Penyimpanan Tanah yang Diangkat” untuk rincian mengenai item yang harus dicatat terkait penyimpanan tanah yang diangkat.



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

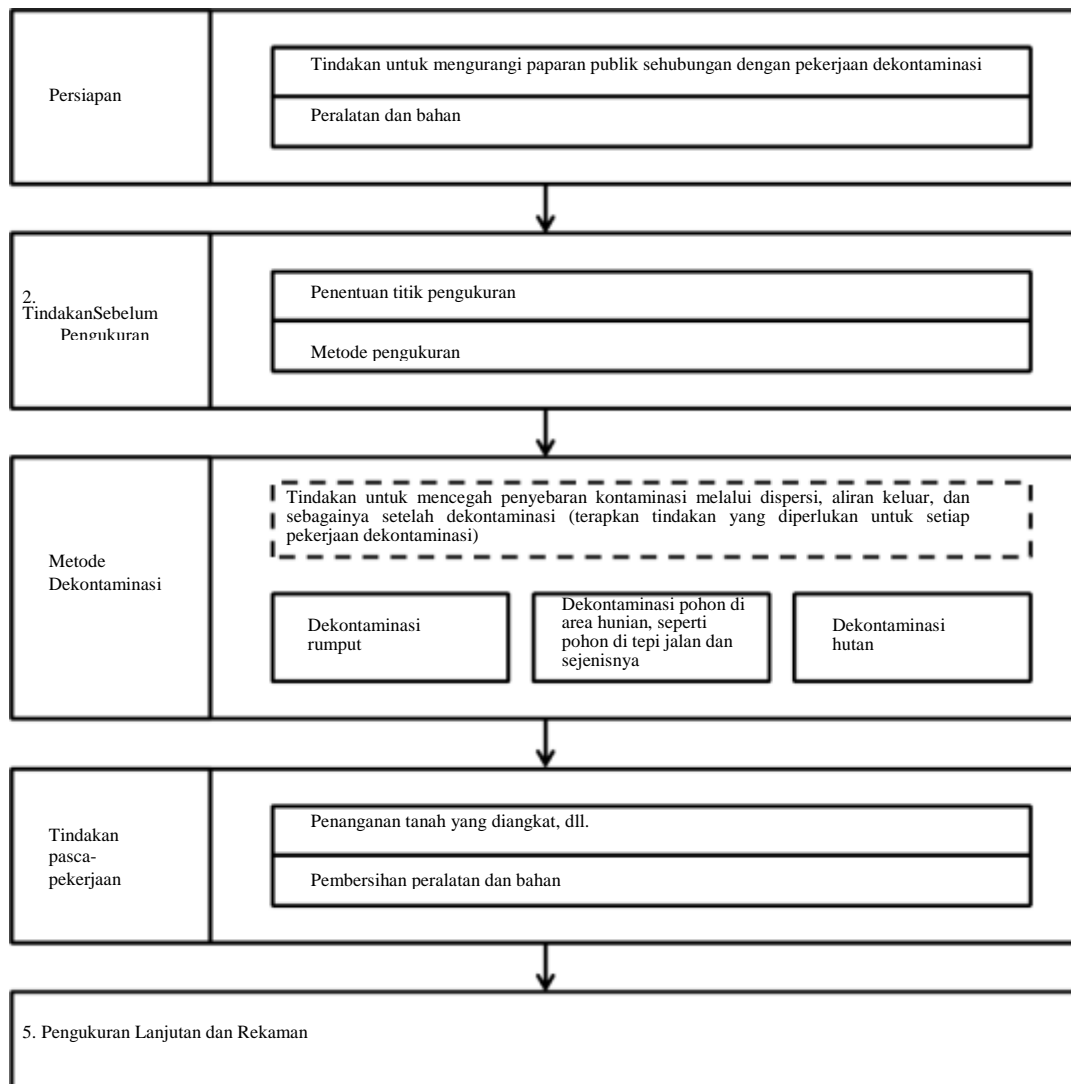
Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

LAMPIRAN 4. Dekontaminasi dan Langkah-Langkah Lain untuk Vegetasi

Bagian ini menjelaskan:

1. Persiapan,
2. Tindakan sebelum pengukuran,
3. Metode Dekontaminasi,
4. Tindakan Pasca Pekerjaan, dan
5. Pengukuran Lanjutan dan Rekaman, secara kronologis, terkait dengan tindakan dekontaminasi untuk rumput, pohon di tepi jalan, pohon di ruang terbuka seperti taman dan kebun, hutan dekat pemukiman, dll.



Gambar 60. Alur dasar untuk dekontaminasi



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

1. Persiapan

Sebelum melakukan pekerjaan dekontaminasi, selain menyiapkan peralatan yang diperlukan untuk dekontaminasi, harus dilakukan persiapan untuk memastikan keselamatan melalui salah satunya pencegahan paparan masyarakat umum dan pekerja, seperti menghirup debu yang dihasilkan selama dekontaminasi. Untuk persiapan tersebut, silahkan merujuk pada peraturan tentang langkah-langkah yang diperlukan guna memastikan keselamatan pekerja.

(1) Tindakan untuk Mengurangi Paparan Publik sehubungan dengan Pekerjaan Dekontaminasi

Tabel 38. Langkah-langkah untuk mengurangi paparan publik terkait pekerjaan dekontaminasi vegetasi

Pembatasan akses	<ul style="list-style-type: none">• Jika terdapat kemungkinan masyarakat umum memasuki area tersebut, maka area harus dibatasi dengan pagar sementara, tiang, tali, atau penghalang sejenis untuk mencegah akses yang tidak perlu, baik bagi pejalan kaki maupun kendaraan.• Dalam kasus di mana zat radioaktif berpotensi tersebar selama pekerjaan dekontaminasi, perimeter area harus diamankan dengan tindakan pencegahan yang memadai, misalnya pemasangan lembaran penutup, penyemprotan air untuk menekan debu, atau metode lain yang sesuai. Selain itu, area kerja harus diberi tanda batas yang jelas menggunakan penghalang fisik seperti tali atau tiang untuk memastikan tidak ada orang yang masuk tanpa izin.
Papan Pengumuman	<ul style="list-style-type: none">• Jika masyarakat umum diperkirakan akan memasuki area tersebut, papan peringatan, dll., harus dipasang untuk memberitahu masyarakat bahwa pekerjaan dekontaminasi sedang dilakukan (lihat Gambar 4).

(2) Peralatan dan Bahan

Peralatan dan bahan yang diperlukan harus disiapkan untuk dekontaminasi dan tindakan lain, serta untuk pengumpulan tanah yang diangkat, dll., sesuai dengan objek yang akan didekontaminasi dan lingkungan kerja.

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 114



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Tabel 39. Contoh peralatan dan bahan untuk dekontaminasi vegetasi

Contoh peralatan umum	Pemotong rumput, sekop tangan, sabit rumput, sapu, garpu bambu, ember debu, penjepit, sekop, sekop kecil, garpu logam, alat berat kompak untuk mengikis lapisan tanah atas, kantong sampah (kantong untuk bahan yang dapat dibakar, karung goni untuk tanah dan pasir (karung pasir)), kendaraan untuk mengangkut tanah yang dikumpulkan tanah yang diangkat, dll., ke lokasi penyimpanan di lokasi (truk, gerobak beroda dua, dll.)
Contoh peralatan untuk pemangkasan pohon	Kapak, pemangkas, gergaji rantai, tangga lipat, lift mobile

2. Tindakan Sebelum Pengukuran

Untuk memastikan efektivitas pekerjaan dekontaminasi, perlu dilakukan pengukuran laju dosis udara sebelum dan sesudah pekerjaan, serta kepadatan kontaminasi permukaan pada objek yang didekontaminasi. Selanjutnya, kedua parameter ini disebut sebagai “laju dosis udara, dll.”

Secara khusus, pengukuran harus dilakukan di lokasi yang mewakili ruang tinggal serta di area yang terkontaminasi dengan konsentrasi relatif tinggi yang diperkirakan berkontribusi signifikan terhadap dosis radiasi di ruang tinggal. Pengukuran laju dosis udara, dll. harus dilakukan di titik yang sama dan dengan metode yang sama, baik sebelum pekerjaan dimulai maupun setelah selesai. Hasil pengukuran wajib dicatat sebagai data pembanding. Bagian ini menjelaskan metode pengukuran laju dosis udara, dll. sebelum pekerjaan dekontaminasi dimulai.

Selain itu, sesuai kebutuhan, pengukuran laju dosis udara, dll. juga dapat dilakukan di dekat permukaan objek yang menjadi sasaran dekontaminasi untuk menilai tingkat pengurangan kontaminasi selama proses berlangsung. Pengukuran tambahan ini akan dijelaskan lebih lanjut dalam 3. Metode Dekontaminasi.

(1) Penentuan Titik Pengukuran

Sebelum pekerjaan dekontaminasi, titik-titik pengukuran di mana laju dosis udara, dll., akan diukur harus ditentukan, dan diagram skematik yang menggambarkan jangkauan

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 115



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

objek pengukuran, titik-titik pengukuran, struktur yang akan digunakan sebagai penanda, dll., harus dibuat (lihat Gambar 56 dan Gambar 57).

Ada dua jenis titik pengukuran: titik pengukuran yang digunakan untuk menentukan laju dosis udara rata-rata pada pohon-pohon di tepi jalan, pohon-pohon di taman, dan ruang hidup lainnya, hutan dekat pemukiman, dll. yang akan didekontaminasi (Titik Pengukuran No. 1) dan titik pengukuran yang digunakan untuk memastikan tingkat kontaminasi objek yang akan didekontaminasi (Titik Pengukuran No. 2).

Titik pengukuran No. 1 terutama ditempatkan di ruang hidup tempat penduduk, dll., menghabiskan waktu yang cukup lama. Dalam penentuan titik pengukuran ini, titik-titik yang disebut "hotspot" yang berkontribusi relatif kecil terhadap dosis radiasi di ruang hidup, serta titik-titik di sekitarnya, tidak memenuhi syarat sebagai titik pengukuran kecuali penduduk, dll., dianggap kemungkinan besar menghabiskan waktu yang cukup lama di sana.

Contoh hotspot meliputi area cekung dan genangan air, saluran drainase jalan, di bawah saluran air hujan, ruang penampungan air hujan, di bawah atau dekat pohon, atau di tempat-tempat di mana tetesan air hujan dari bangunan jatuh, karena bahan radioaktif cenderung terkonsentrasi di tempat-tempat tersebut akibat air hujan dan sejenisnya.

Tujuan titik pengukuran No. 2 secara fundamental adalah untuk mengukur tingkat kontaminasi di permukaan objek yang akan didekontaminasi, dan oleh karena itu set oleh mempertimbangkan tempat, dll. terkontaminasi di relatif tinggi konsentrasi dan dianggap berkontribusi secara signifikan terhadap dosis radiasi di ruang tinggal.

Metode spesifiknya sebagaimana tercantum dalam Tabel 45.

Tabel 40. Alasan di balik titik pengukuran untuk laju dosis udara dan pengukuran lain untuk dekontaminasi vegetasi

Pengukuran titik	Titik pengukuran No. 1	Titik pengukuran No. 2
Target pengukuran	Laju dosis udara di ruang hunian	Kepadatan kontaminasi permukaan, dll., untuk objek yang menjadi objek dekontaminasi

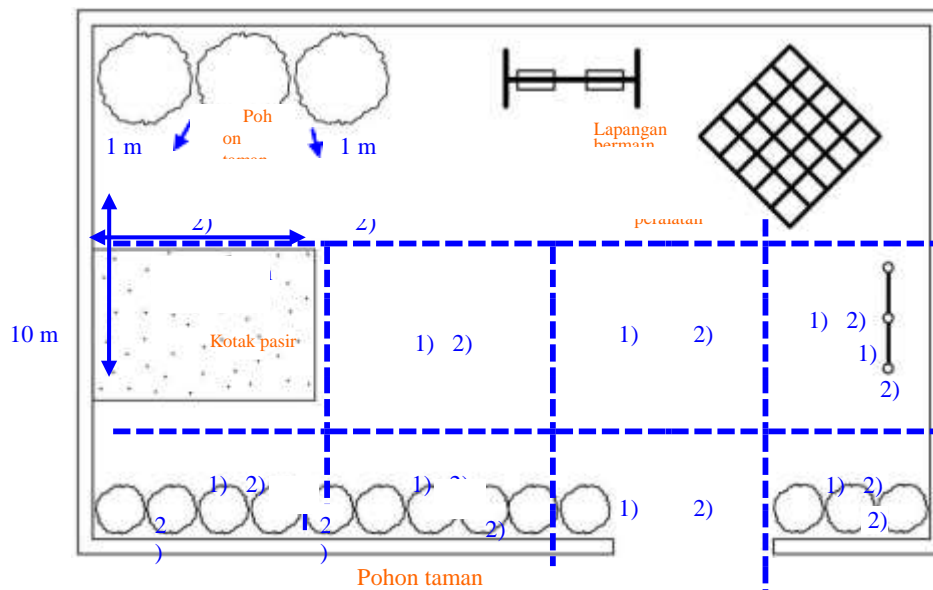


**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

<p>Alasan penentuan titik pengukuran</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Titik pengukuran harus ditetapkan pada interval yang memungkinkan distribusi laju dosis udara dapat ditentukan. ○ Lapangan • Rumput harus dibagi menjadi jaring-jaring berukuran sekitar 10–30 m, dan pengukuran dilakukan di satu titik di setiap jaring. ○ Hutan • Pengukuran harus dilakukan di satu titik setiap 20–50 m² dekat tepi hutan dan pusat geografis hutan di mana pekerjaan akan dilakukan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sama seperti titik pengukuran No. 1 untuk rumput. • Untuk pohon tepi jalan, titik pengukuran harus ditetapkan dalam jangkauan yang diperkirakan akan terpengaruh oleh pohon tepi jalan (contoh: posisi yang berjarak sekitar 1 m dari sisi pohon tepi jalan). • Untuk hutan, titik-titik pengukuran harus sama dengan No. 1 titik pengukuran.
--	---	---



- 1) Status kontaminasi untuk ruang hunian
- 2) Status kontaminasi untuk objek yang memerlukan dekontaminasi (densitas kontaminasi permukaan, laju dosis permukaan)

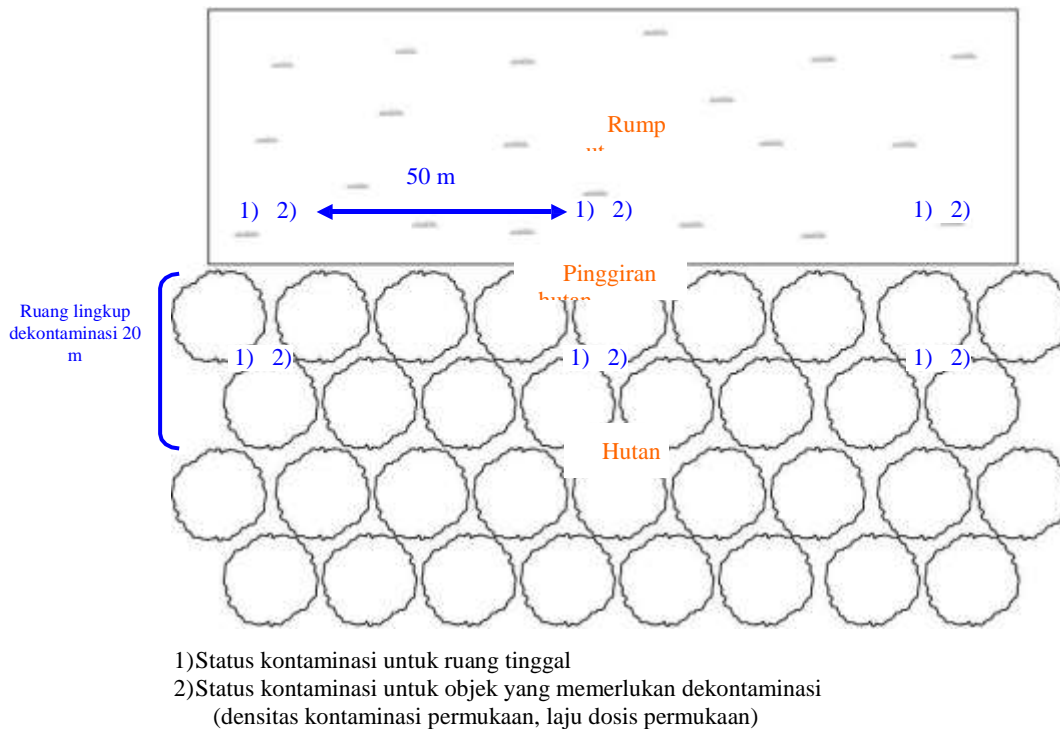
Gambar 61. Contoh diagram skematik (pohon dan rumput) untuk pelaporan titik pengukuran yang digunakan dalam dekontaminasi dan tindakan lain untuk vegetasi (taman)



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas



Gambar 62. Contoh diagram skematik untuk pelaporan titik pengukuran yang digunakan dalam dekontaminasi dan tindakan lain untuk vegetasi (hutan)

(2) Metode Pengukuran

Saat mengukur laju dosis udara di titik pengukuran No. 1, harus digunakan surveymeter sintilasi atau alat ukur lain yang mampu mengukur sinar gamma.

Untuk menghindari pengaruh radiasi latar belakang saat mengukur tingkat kontaminasi pada atau di dekat permukaan di titik pengukuran No. 2, disarankan menggunakan survey meter GM yang mampu mendeteksi sinar beta. Alternatifnya, pengukuran juga dapat dilakukan dengan dosimeter yang mampu mengukur sinar gamma.

Sebagai contoh, konfirmasi khusus terhadap tingkat kontaminasi dapat dilakukan dengan pengukuran dalam kondisi kolimator digunakan untuk melindungi dari paparan sinar gamma eksternal. Selain itu, efek dekontaminasi dapat diverifikasi dengan membandingkan status kontaminasi objek sebelum dan sesudah dekontaminasi. Caranya adalah dengan mengukur laju dosis udara di permukaan titik pengukuran serta pada



**PUSAT PENKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

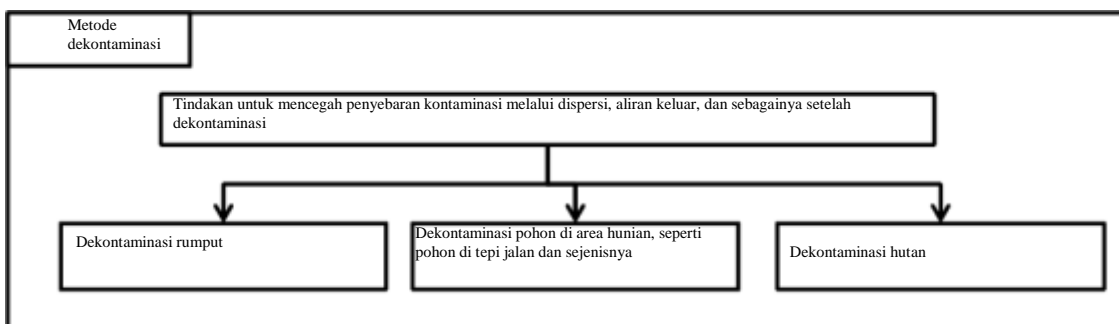
Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

ketinggian 50 cm dan 1 m, lalu membandingkan hasil pengukuran tersebut setelah pekerjaan dekontaminasi selesai.

Secara umum, alat pengukuran yang sama harus digunakan saat melakukan pengukuran di titik pengukuran yang sama sebelum dan setelah pekerjaan dekontaminasi.

Jika terdapat banyak titik pengukuran, hasil pengukuran yang telah dilakukan oleh otoritas setempat dapat dimanfaatkan sesuai kebutuhan.

3. Metode Dekontaminasi



Gambar 63. Alur dasar untuk dekontaminasi vegetasi

Dekontaminasi vegetasi harus dilaksanakan sesuai dengan konfigurasi penggunaan lahan (rumput, pohon di area permukiman, seperti pohon di tepi jalan dan sejenisnya, atau hutan).

Lihat 4. Langkah-langkah Pasca Pekerjaan, terkait hal-hal seperti penanganan tanah yang diangkat, pengolahan air limbah, dan pembersihan peralatan yang digunakan untuk dekontaminasi.

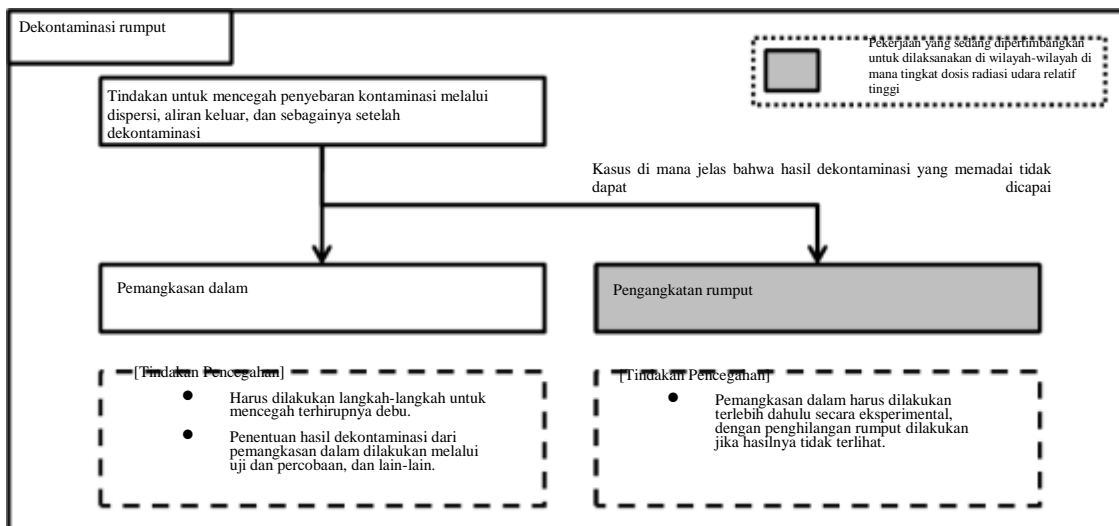


**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

(1) Dekontaminasi Halaman Rumput



Gambar 64. Alur dasar untuk dekontaminasi rumput

Untuk rumput, perbedaan dengan situasi segera setelah kecelakaan di pembangkit listrik tenaga nuklir adalah kemungkinan bahwa zat radioaktif yang saat ini berada di permukaan rumput mungkin telah berkurang akibat faktor-faktor seperti pengaruh curah hujan. Oleh karena itu, tentukan kebutuhan dekontaminasi sesuai dengan sejauh mana radiocaesium menempel pada rumput. Di sisi lain, air hujan mungkin telah mengalir dari atap bangunan dan menumpuk di rumput dekat rumah atau bangunan. Oleh karena itu, dekontaminasi yang tepat harus dilakukan dengan mempertimbangkan perubahan status kontaminasi akibat faktor-faktor seperti curah hujan.

Saat menerapkan langkah-langkah ini, penting untuk mempertimbangkan penggunaan metode yang memungkinkan rumput tumbuh kembali. Secara khusus, metode pengangkatan rumput dengan "pemotongan dalam" untuk menghilangkan lapisan sedimen rumput layu dan potongan rumput direkomendasikan karena dapat membatasi jumlah tanah yang diangkat, dll., yang dihasilkan, dan menguntungkan dari perspektif pertumbuhan kembali rumput. Pemotongan dalam adalah teknik di mana daun dan lapisan serasah rumput lapangan dihilangkan. Karena rizoma dan akar rumput lapangan yang berada di bawah tanah tetap utuh, teknik ini bertujuan untuk mendorong perkecambahan tunas baru guna memulihkan rumput sekaligus mendekontaminasinya (lihat Gambar 60 dan Gambar 61). Di tempat-tempat dengan dosis radiasi tinggi dan



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

berdasarkan uji coba dan eksperimen pemotongan dalam menunjukkan bahwa hal itu tidak akan menghasilkan efek dekontaminasi, rumput harus dihilangkan hingga akar.

Pada setiap tahap, laju dosis udara di titik pengukuran No. 1 harus diukur, dan sebagai aturan umum, tidak akan dilakukan pekerjaan dekontaminasi tambahan asalkan laju dosis udara pada ketinggian 1 m (ketinggian 50 cm dari titik pengukuran dapat digunakan untuk rumput, dll. yang terutama digunakan oleh siswa sekolah dasar dan di bawahnya, serta sekolah khusus, dengan mempertimbangkan ruang hidup bayi dan siswa kelas bawah) kurang dari tiga kali radiasi latar.

Debu dihasilkan selama pengangkatan rumput, sehingga pada proses ini diperlukan peralatan untuk mencegah inhalasi.

Selain itu, jika area yang akan didekontaminasi luas, pekerjaan harus dikoordinasikan dan penjadwalan disesuaikan agar dilakukan secara bersamaan untuk memastikan tidak terjadi kontaminasi ulang setelah pekerjaan dekontaminasi.

Setelah pemotongan rumput, pengangkatan lapisan tanah atas, dll., laju dosis udara, dll., di titik pengukuran harus diukur untuk memastikan efek dekontaminasi.

Selain itu, dalam kasus di mana jumlah tanah yang diangkat, dll., yang dihasilkan diperkirakan akan sangat besar, dalam menerapkan langkah-langkah dekontaminasi tanah, dll., tanah yang dikeruk harus dijaga pada ketebalan minimum yang diperlukan dan upaya harus dilakukan untuk meminimalkan jumlah tanah yang diangkat, dll., sebanyak mungkin agar dekontaminasi dan langkah-langkah lain dapat dilaksanakan dengan cepat dan efisien.

Tindakan yang diperlukan sebelumnya, metode dekontaminasi spesifik, dan catatan tindakan pencegahan untuk dekontaminasi rumput sebagaimana tercantum dalam Tabel 43 dan 44.

Tabel 41. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum dekontaminasi lapangan rumput

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Pencegahan penyebaran	Jika berada di dekat trotoar dan bangunan, pengeringan harus dilakukan untuk mencegah penyebaran debu, dll.



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Tabel 42. Metode dekontaminasi untuk rumput dan catatan peringatan

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Pemotongan dalam	<ul style="list-style-type: none">• Jika mungkin menggunakan pemotong rumput besar, maka pemotongan dalam harus dilakukan menggunakan pemotong rumput besar (pemotongan dangkal hingga sekitar 3 cm, yang merupakan tingkat di mana rumput dapat pulih).• Jika pemotong rumput besar tidak muat, maka pemotongan dalam pada rumput harus dilakukan menggunakan pemotong rumput manual (gunting rumput, dll.)
Pengangkatan rumput	Cakar datar untuk ember backhoe harus dipasang, dan rumput serta rumput harus dihilangkan (sekitar 5 cm).

■ Dekontaminasi melalui Pemotongan Dalam (Rumput yang Tumbuh dengan Akar Rimpang)

Struktur rumput mulai dari bagian atas terdiri dari daun rumput, lapisan thatch, dan kemudian tanah (yang mencakup rhizome dan akar rumput). Thatch merujuk pada lapisan rumput yang layu dan potongan rumput yang tercampur dengan tanah, dan diyakini bahwa sebagian besar radiocaesium diserap ke dalam lapisan ini.

Pemotongan dalam adalah teknik di mana daun dan lapisan thatch rumput dihilangkan. Karena rizoma dan akar rumput di bawah tanah tetap terjaga, teknik ini bertujuan untuk merangsang pertumbuhan tunas baru guna memulihkan rumput sekaligus mendekontaminasinya.

Adapun pekerjaan spesifiknya, rumput akan dipangkas hingga kedalaman sekitar 2–3 cm (*) dan sisa-sisa thatch serta daun layu yang menumpuk di permukaan tanah akan dihilangkan.

Sejauh mana dekontaminasi dapat dicapai melalui pemotongan dalam bergantung pada ketelitian pekerjaan. Jika pekerjaan tidak dilakukan dengan teliti, ada risiko bahwa dekontaminasi yang memadai tidak dapat dilakukan karena partikel tanah pada lapisan rumput akan terlepas dan tidak semuanya terkumpul.

Selain itu, periode waktu pelaksanaannya juga mempengaruhi regenerasi rumput, jadi mohon konsultasikan dengan ahli terkait hal ini jika diperlukan.

* Kedalaman pemotongan adalah kedalaman dari garis tanah (posisi teratas saat daun rumput ditekan rata dengan tangan), bukan kedalaman dari posisi teratas saat daun rumput berdiri.



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas





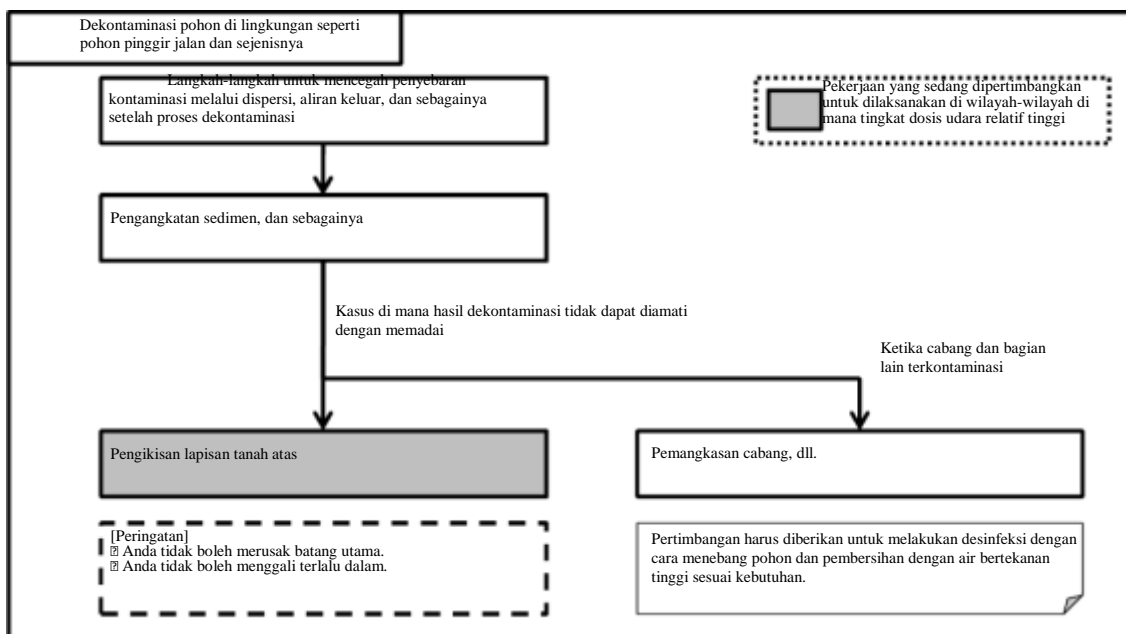
**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

(2) Dekontaminasi Pohon di lingkungan, seperti Pohon Pinggir Jalan dan sejenisnya

Berbeda dengan kondisi segera setelah terjadi kecelakaan, saat ini sebagian bahan



Gambar 65. Alur dasar untuk dekontaminasi pohon di lingkungan, seperti pohon pinggir jalan dan sejenisnya

radioaktif di permukaan jalan atau pepohonan mungkin telah berkurang akibat hujan, guguran daun, dan faktor alami lainnya. Oleh karena itu, kebutuhan dekontaminasi pohon di tepi jalan, taman, kebun, atau area lain harus ditentukan berdasarkan sejauh mana radiocaesium masih menempel pada pepohonan tersebut.

Dosis radiasi di sekitar pepohonan dapat dikurangi dengan beberapa langkah berikut:

1. Pembersihan awal: kumpulkan dan buang daun gugur, rumput, dan vegetasi lain di permukaan tanah dekat pohon.
2. Perbaiki tanah: jika hasil dekontaminasi tidak memadai, angkat lapisan tanah atas (± 5 cm) secara manual atau dengan alat berat kecil. Hindari merusak akar pohon atau menggali terlalu dalam agar volume tanah tercemar tidak berlebihan. Tanah bekas galian perlu diganti dengan tanah baru atau tanah yang dicampur bahan organik, kemudian dipadatkan. Pada area berlereng, cegah longsor dengan tindakan penguat tanah.



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

3. Pemangkasan pohon: bila cabang atau bagian pohon terkontaminasi, dapat dilakukan pemangkasan. Namun, penebangan total hanya dipertimbangkan bila pohon menghasilkan dosis signifikan di area publik, atau bila metode lain tidak efektif, mengingat volume limbah yang besar.
4. Metode tambahan: untuk semak, pohon kecil, atau pohon taman, pembersihan dengan semprotan air bertekanan tinggi diperbolehkan.

Pada setiap tahap, laju dosis udara di titik pengukuran No. 1 harus diukur. Sebagai aturan umum, tidak diperlukan dekontaminasi tambahan apabila laju dosis udara pada ketinggian 1 m berada di bawah tiga kali radiasi latar (atau 50 cm untuk fasilitas anak-anak, dengan mempertimbangkan lingkungan untuk bayi dan siswa sekolah dasar).

Metode spesifik, langkah persiapan, serta catatan peringatan untuk dekontaminasi pepohonan di lingkungan tercantum pada Tabel 48 dan 49.

Tabel 43. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum dekontaminasi pohon di lingkungan, seperti pohon di tepi jalan dan sejenisnya

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Pencegahan dispersi	Jika trotoar dan bangunan berdekatan langsung, pengeringan harus dilakukan untuk mencegah penyebaran debu, dll.

Tabel 44. Metode dekontaminasi untuk pohon di lingkungan, seperti pohon tepi jalan dan sejenisnya, serta catatan peringatan

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Pengangkatan endapan	<ul style="list-style-type: none">• Daun yang jatuh, lumut, lumpur, dan sedimen lainnya harus dihilangkan dengan tangan oleh orang yang mengenakan sarung tangan karet dan menggunakan sekop, dll.
Pengikisan lapisan tanah atas	<ul style="list-style-type: none">• Daun-daun yang gugur dan tanah yang menumpuk harus dikumpulkan menggunakan sekop atau garpu, dll.
Pembersihan cabang, dll.	<ul style="list-style-type: none">• Pemangkasan dan penebangan cabang pada pohon di tepi jalan harus dilakukan menggunakan pemangkas dan gunting cabang hingga batas yang tidak menimbulkan dampak signifikan terhadap pertumbuhan pohon sesuai dengan dan periode pemangkasan cabang pohon tersebut.



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

(3) Dekontaminasi Hutan

Sebagian besar zat radioaktif di hutan menempel pada daun, daun gugur, dan materi organik di permukaan tanah. Tingkat kontaminasi menurun tajam pada kedalaman lebih dari 3 cm. Namun, karena luasnya hutan, metode pengangkatan lapisan tanah atau daun gugur dalam skala besar tidak praktis dan berisiko merusak fungsi hutan, misalnya pencegahan erosi. Oleh sebab itu, dekontaminasi hutan difokuskan pada pengurangan dosis radiasi di area hunian yang berbatasan langsung dengan hutan.

Penelitian menunjukkan bahwa radiocaesium cenderung menempel pada daun gugur dan material organik di lantai hutan. Karena itu, pembersihan daun gugur di sekitar tepi hutan dapat memberikan efek dekontaminasi yang signifikan. Dari sisi efisiensi, pembersihan sebaiknya difokuskan hingga sekitar 20 meter dari tepi hutan, dengan evaluasi lanjutan setelah tindakan dilakukan.

Pada hutan konifer seperti cedar, lebih banyak radiocaesium menempel di dahan dan daun dibanding hutan berdaun lebar. Oleh karena itu, pembersihan perlu dilakukan secara berulang selama 3–4 tahun, menyesuaikan dengan waktu pelepasan radiocaesium dari dahan ke lantai hutan. Jika pengangkatan daun gugur tidak cukup menurunkan dosis radiasi di area hunian, pemangkasan cabang atau daun pada pohon tepi hutan dapat dilakukan, hingga setengah kanopi pohon, tanpa mengganggu pertumbuhan pohon secara signifikan.

Selain itu, penting untuk mencegah erosi tanah setelah pembersihan, misalnya dengan karung pasir atau pengendalian limpasan air hujan, agar radiocaesium tidak menyebar kembali.

Metode khusus, langkah persiapan, dan catatan teknis untuk dekontaminasi hutan dirinci lebih lanjut dalam Tabel 50 dan 51.



**PUSAT PENGKAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas



Gambar 66. Contoh dekontaminasi hutan (pembersihan daun yang jatuh)



Gambar 67. Contoh dekontaminasi hutan (dekontaminasi cabang dan daun, dll.)

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 127



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

Tabel 45. Langkah-langkah yang diperlukan sebelum dekontaminasi hutan

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Pencegahan penyebaran	<ul style="list-style-type: none">Jika trotoar dan bangunan berada di samping, pengeringan harus dilakukan untuk mencegah penyebaran debu, dll.
Pemotongan	<ul style="list-style-type: none">Pemotongan rumput liar, semak, dan vegetasi lainnya harus dilakukan menggunakan gergaji rantai atau pemotong rumput tipe bahu, dll.

Tabel 46. Metode dekontaminasi untuk hutan dan catatan peringatan

Kategori	Metode dekontaminasi dan catatan peringatan
Pembersihan daun yang jatuh, dll.	<ul style="list-style-type: none">Daun yang jatuh, lumut, lumpur, dan sedimen lainnya harus dibersihkan secara manual oleh orang yang mengenakan sarung tangan karet dan menggunakan sekop, dll.Masker harus dikenakan untuk menghindari menghirup partikel-partikel yang ter suspended selama pekerjaan pembersihan.
Pembersihan ca	<ul style="list-style-type: none">Pemangkasan cabang dan bagian pohon lainnya harus dilakukan sedemikian rupa sehingga tidak menimbulkan dampak yang signifikan terhadap pertumbuhan pohon, dan daun serta cabang yang ditebang harus dikumpulkan.Secara umum, tepi luar area sekitar hutan mengandung volume besar daun yang menempel pada pohon, sehingga ada kemungkinan jumlah material radioaktif yang menempel pada mereka relatif besar. Oleh karena itu, cabang dan daun harus dibersihkan dari posisi setinggi mungkin (hingga sekitar setengah panjang kanopi pohon).Masker harus digunakan untuk menghindari menghirup partikel ter suspended yang dihasilkan selama pekerjaan pengangkatan.

4. Tindakan Paska Pekerjaan

(1) Penanganan Tanah yang Diangkat, dsb.

Tanah yang diangkat, dll., harus ditangani dengan tepat dan dipindahkan ke tempat penyimpanan di lokasi atau tempat penyimpanan sementara.

Silakan merujuk ke “II. 4. (1) Penanganan Tanah yang Dikeluarkan, dsb.” untuk metode spesifik dalam penanganan tanah yang dikeluarkan.

Dalam hal penanganan vegetasi, pengangkutan dan penyimpanan dapat dilakukan secara lebih efisien dengan melakukan pra-pengolahan seperti penghancuran, pengurangan volume melalui kompresi, atau pengeringan vegetasi sesuai kebutuhan.

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 128



**PUSAT PENGAJIAN SISTEM DAN TEKNOLOGI PENGAWASAN
FASILITAS RADIASI DAN ZAT RADIOAKTIF
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120
Tel. (021) 63858269 – 70, Fax. (021) 63858275

Jenis Rekaman : Output Unit Kerja
Judul : Pedoman Teknis Dekontaminasi Wilayah Luas

(2) Pembersihan Peralatan dan Bahan

Lihat “Pembersihan Peralatan dan Bahan” untuk metode spesifik dalam membersihkan peralatan dan bahan.

5. Pengukuran Lanjutan dan Rekaman

Untuk memastikan efek dekontaminasi, laju dosis udara, dll., setelah selesainya pekerjaan dekontaminasi harus diukur dan dibandingkan dengan laju dosis udara, dll., yang diukur sebelum dimulainya pekerjaan dekontaminasi. Pengukuran laju dosis udara, dll., harus dilakukan sesuai dengan metode pengukuran yang terdapat dalam panduan, jika ada.

Selain laju dosis udara, dll., di setiap titik pengukuran, informasi lain yang berkaitan dengan pekerjaan dekontaminasi harus dicatat dan disimpan.

Tabel 47. Pengukuran lanjutan dan perekaman untuk dekontaminasi vegetasi

Pengukuran laju dosis udara, dll.	<ul style="list-style-type: none">• Laju dosis udara, dll., harus diukur di setiap titik pengukuran.• Pengukuran harus dilakukan di lokasi yang sama dengan pengukuran sebelumnya dan dalam kondisi yang sama sejauh mungkin.• Untuk alat pengukuran, alat yang sama yang digunakan pada pengukuran sebelumnya harus digunakan sejauh mungkin.
Pencatatan	<ul style="list-style-type: none">• Laju dosis udara, dll., di setiap titik pengukuran, lokasi di mana pekerjaan dekontaminasi dilakukan, tanggal dekontaminasi, nama-nama petugas dekontaminasi, jenis objek yang didekontaminasi, metode dekontaminasi, luas area dekontaminasi (tanah, dll.), berat kira-kira tanah yang diangkat, dll., dan status penyimpanan dan pembuangan.• Peralatan yang digunakan dalam dekontaminasi dan metode pembuangan setelah penggunaan.• Lihat “Bagian 4: Pedoman Mengenai Penyimpanan Tanah yang Diangkat” untuk rincian mengenai item yang harus dicatat terkait penyimpanan tanah yang diangkat.

LAMPIRAN 5. Pengumpulan dan Pengangkutan Tanah yang Diangkat

1. Konsep Dasar

Tanah yang diangkat selama proses dekontaminasi akan dipindahkan ke fasilitas seperti lokasi penyimpanan sementara menggunakan truk. Saat mengumpulkan dan memindahkan tanah yang diangkat, diperlukan tindakan keamanan untuk mencegah bahan radioaktif yang terkandung dalam tanah tersebut merusak kesehatan manusia dan lingkungan hidup. Tindakan konkret yang diperlukan meliputi:

- 1) mencegah penyebaran atau aliran keluar bahan radioaktif saat tanah yang diangkat dimuat, dimuat ulang, atau dipindahkan, dan
- 2) mencegah paparan radiasi yang dipancarkan dari tanah yang diangkat yang sedang dikumpulkan atau dipindahkan.

Penyebaran dan aliran keluar bahan radioaktif seperti yang dijelaskan pada poin 1) dapat dicegah dengan menempatkan tanah yang diangkat ke dalam wadah, sementara dosis radiasi seperti yang dijelaskan pada poin 2) dapat dikurangi dengan mengurangi volume tanah yang diangkat yang akan dikumpulkan dan dipindahkan atau dengan melindunginya. Semakin dekat orang dengan tanah yang diangkat selama pemindahan atau semakin lama waktu yang dihabiskan di sekitarnya, semakin tinggi dosis paparan. Oleh karena itu, perlu diambil tindakan untuk mencegah orang mendekati tanah yang diangkat secara sembarangan dalam waktu lama selama pemindahan.

Pedoman ini mengatur dan menjelaskan persyaratan untuk mengumpulkan dan memindahkan tanah yang diangkat, serta tindakan konkret yang harus diambil sesuai dengan langkah-langkah keamanan yang disebutkan di atas, sambil merujuk pada aturan yang ada terkait pemindahan bahan radioaktif.

Pedoman ini tidak berlaku untuk kasus di mana petugas dekontaminasi memindahkan tanah yang diangkat ke fasilitas seperti lokasi penyimpanan sementara sebagai bagian dari dekontaminasi dan tindakan lain.

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 130

2. Persyaratan untuk Pengumpulan dan Pengangkutan Tanah yang Diangkat

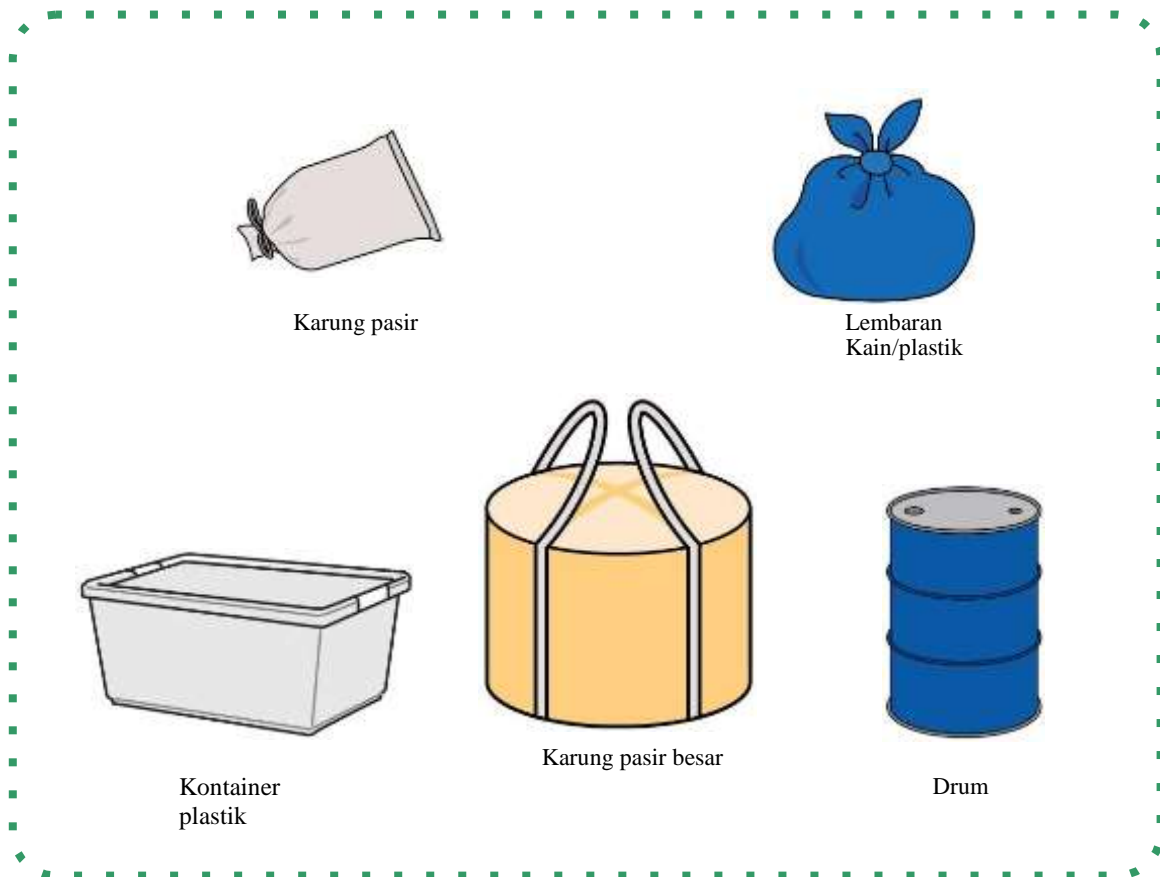
(1) Persyaratan untuk Mencegah Penyebaran, Aliran Keluar, dan Kebocoran

Penyebaran bahan radioaktif dapat dicegah dengan menempatkan tanah yang diangkat ke dalam wadah, seperti karung pasir, karung pasir besar, wadah fleksibel, atau drum (selanjutnya disebut "wadah") (lihat Gambar 65), atau membungkusnya dengan lembaran, atau mengangkutnya dengan gerbong kereta api. Jika kandungan air tanah yang diangkat tinggi, cegah air mengalir keluar atau bocor dengan mengeringkan tanah sebanyak mungkin. Jika tidak menggunakan wadah tahan air, letakkan lembaran tahan air atau terapkan langkah-langkah lain yang diperlukan sebelum pengangkutan. Untuk mencegah air hujan menembus tanah yang diangkat selama pengumpulan dan pengangkutan, tutupi tanah dengan lembaran tahan air seperti lembaran pelindung air atau terapkan langkah-langkah lain yang diperlukan jika tidak menggunakan wadah tahan air.

Saat wadah yang berisi tanah yang diangkat dimuat atau dimuatkan ke atau dari truk, pastikan tanah yang diangkat tidak tersebar atau tumpah ke luar. Jika tanah yang diangkat tumpah selama pemuatan, pembongkaran, atau pemindahan akibat terguling atau jatuh wadah, pasang penghalang tali atau pita di sekitar area untuk mencegah orang mendekat, segera hubungi lokasi operasi, kumpulkan tanah yang tumpah, dan lakukan dekontaminasi. Oleh karena itu, penting untuk membawa alat dan peralatan yang digunakan untuk mengumpulkan tanah yang diangkat di dalam truk. Selain itu, pastikan untuk membawa alat pemadam api jika terjadi kebakaran kendaraan.

Selain itu, saat tanah yang dibuang dimuat ke dalam truk, hindari menempatkan tanah langsung di permukaan truk. Sebelum memulai perjalanan truk dari lokasi penyimpanan sementara atau lokasi penyimpanan di lokasi, cuci bagian luar dan ban truk di area pencucian kendaraan yang telah ditentukan.

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 131




Gambar 68. Contoh wadah yang digunakan untuk pengumpulan dan pengangkutan

■ Penyimpanan Tanah yang Diangkat dalam Kantong Pasir Besar dan Kontainer Fleksibel

- Berbagai jenis kantong pasir besar dan wadah fleksibel ditampilkan dalam Tabel 3-1. Dalam kasus di mana tanah yang dibuang akan disimpan untuk periode waktu tertentu (beberapa tahun) atau ketika tanah tersebut mengandung kadar air yang tinggi, penggunaan wadah yang sangat tahan lama seperti wadah fleksibel berbahan kain yang tahan cuaca dan dilapisi kantong dalam, wadah fleksibel jenis lari, atau karung pasir besar yang tahan cuaca dan dilapisi kantong dalam, merupakan pilihan yang paling efektif. Dalam hal ini, sifat dan berat tanah yang disimpan serta periode penyimpanan harus dipertimbangkan.

Tabel 48. Jenis Kantong Pasir Besar dan Kontainer Fleksibel

Jenis	Foto	Ciri-ciri
Kontainer fleksibel (jenis kain) ^{*1}		<ul style="list-style-type: none"> • Asumsinya adalah bahwa mereka hanya akan digunakan sekali. • Tidak sebaik jenis yang dapat dilipat dalam hal ketahanan cuaca dan kedap air. • Beberapa memiliki ketahanan cuaca yang lebih baik akibat perlakuan UV dan sejenisnya, sementara jenis lain memiliki ketahanan air yang lebih baik akibat dilapisi dengan kantong dalam. dan memiliki lapisan dalam, dll.
Kontainer fleksibel (tipe berjalan) ^{*1}		<ul style="list-style-type: none"> • Asumsinya adalah kontainer ini akan digunakan dengan cara tanah disimpan dan dikeluarkan secara berulang-ulang. • Ketahanan cuaca yang unggul dan kedap air
Tas pasir besar		<ul style="list-style-type: none"> • Tembus air. • Beberapa di antaranya memiliki ketahanan cuaca yang ditingkatkan akibat perlakuan UV dan sejenisnya, sementara jenis lain memiliki ketahanan air yang ditingkatkan akibat dilapisi dengan kantong dalam, dll.

*1: Sesuai dengan JIS Z 1651.

*2: Foto menunjukkan wadah tahan cuaca.

(2) Persyaratan Perlindungan Radiasi

Intensitas radiasi bervariasi tergantung pada konsentrasi dan jumlah bahan radioaktif. Tingkat dosis udara maksimum pada posisi yang berjarak 1 m dari truk berukuran relatif besar saat kendaraan tersebut dimuat dengan tanah yang diangkat dan bahan sejenisnya ditunjukkan dalam Tabel 3-2 untuk konsentrasi Cs-134 dan Cs-137 (selanjutnya disebut "radiocaesium").

Tabel 49. Contoh Perhitungan Uji Coba untuk Tingkat Dosis Udara pada Titik yang Berjarak 1 m dari Truk

	Konsentrasi radioaktivitas rata-rata (Bq/kg)						Laju dosis setara maksimum 1 m dari truk (aturan transfer kendaraan aturan)
	3.000	8.000	30.000	150.000	500.000	1.000.000	
Laju dosis udara ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$)	0,27	0,72	2,7	13	44	89	100

Diperkirakan bahwa karena truk hanya akan berhenti di satu tempat untuk waktu yang singkat, dosis paparan bagi penduduk dan orang lain di sekitar jalan tempat truk tersebut melintas akan minimal.

Persyaratan paparan radiasi pada kendaraan pengangkut mengikuti peraturan tentang pengangkutan zat radioaktif dan bahan nuklir.

Mengasumsikan tanah yang dibuang dengan konsentrasi radiocaesium sebesar sekitar 1 juta Bq/kg dimuat pada truk berukuran relatif besar, laju dosis udara maksimum harus kurang dari 100 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ pada titik 1 m dari truk. Saat menggunakan truk untuk mengangkut tanah yang diangkat selama dekontaminasi area dengan dosis tidak melebihi 200 mSv/tahun, (tidak perlu mengukur laju dosis di sekitar truk).

(3) Persyaratan Rute Pengangkutan

Saat memilih rute untuk pengangkutan, perlu dihindari sebisa mungkin kawasan permukiman, jalan perbelanjaan, rute sekolah, dan jalan sempit guna mencegah terkait kesehatan manusia atau lingkungan hidup serta mengurangi dampak terhadap penduduk setempat. Selain itu, juga perlu mengumpulkan dan memindahkan tanah yang diangkat sambil menghindari jam sibuk lalu lintas padat dan periode ketika anak-anak pergi ke

sekolah atau taman kanak-kanak. Saat tanah yang diangkat dimuat ke truk, gunakan alat berat berisik rendah untuk mengurangi kebisingan dan getaran.

(4) Persyaratan Lain

Saat tanah yang diangkat dikumpulkan dan dipindahkan dengan truk, peraturan terkait termasuk Undang-Undang Lalu Lintas Jalan harus dipatuhi, dan tidak diperbolehkan membawa tanah bersama bahan berbahaya lainnya, seperti bahan peledak atau limbah mudah terbakar. Jika tanah yang diangkat dicampur dengan tanah lain atau bahan serupa, meskipun bukan bahan berbahaya, menjadi tidak jelas apakah bahan tersebut merupakan tanah yang diangkat yang memerlukan penyimpanan di fasilitas penyimpanan tujuan. Jika perlu memuat tanah yang dibuang dan limbah lain bersama-sama di truk, pisahkan keduanya dengan jelas dan pastikan tidak tercampur. Untuk memastikan tanah yang dibuang dikirimkan dengan andal ke fasilitas penyimpanan, orang yang bertanggung jawab atas pengangkutan atau mereka yang diperintahkan oleh orang tersebut harus memuat dan membongkar tanah yang dibuang.

Untuk mencegah orang terpapar radiasi akibat mendekati truk secara sembarangan selama pengangkutan tanah yang dibuang, pasang tanda di bagian luar truk yang menampilkan informasi berikut: peringatan bahwa truk digunakan untuk mengumpulkan atau mengangkut tanah yang dibuang, serta nama orang atau entitas yang bertanggung jawab atas pengumpulan atau pengangkutan. Pasang tanda tersebut di tempat yang mudah terlihat dan tidak mudah dilepas.

Selain itu, simpan dokumen-dokumen berikut di dalam truk: salinan kontrak dan formulir yang menunjukkan nama orang yang bertanggung jawab atas pengumpulan atau pengangkutan, jumlah tanah yang diangkat, tanggal dimulainya pengumpulan atau pengangkutan, nama tujuan pengangkutan, tindakan pencegahan dalam penanganan, dan langkah-langkah darurat yang harus diambil jika terjadi kecelakaan.

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 135

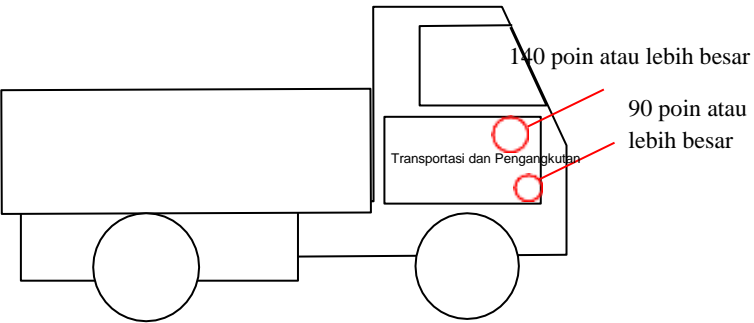
3. Tindakan Konkret

Tabel 52 menunjukkan tindakan konkret yang harus diambil dalam pengumpulan dan pengangkutan tanah yang diangkat dengan truk, dengan mempertimbangkan persyaratan yang tercantum dalam “Persyaratan untuk Pengumpulan dan Pengangkutan Tanah yang Diangkat”.

Jika kondisi pengumpulan dan pengangkutan melebihi batas atas konsentrasi radioaktivitas tanah yang diangkat atau kapasitas wadah masing-masing wadah, perhitungan pelindung harus dilakukan secara terpisah dan pelindung harus disiapkan sesuai dengan hasil perhitungan.

Tabel 50. Persyaratan untuk pengumpulan dan pengangkutan tanah yang diangkat

Pencegahan penyebaran, aliran keluar, dan kebocoran	<ul style="list-style-type: none"> • Saat mengumpulkan dan mentransfer tanah yang diangkat, letakkan dalam karung pasir, wadah fleksibel, atau drum dengan tutup, atau bungkus dengan lembaran. Tidak diperlukan tindakan khusus jika tanah ditransfer menggunakan gerbong barang. • Jika tanah yang diangkat mengandung bahan tajam atau berat seperti batu besar, cegah wadah robek, misalnya dengan menggunakan wadah yang dilengkapi lapisan dalam. • Sebelum memindahkan tanah yang telah diangkat dengan kandungan air tinggi, keringkan tanah tersebut sebanyak mungkin dan ambil tindakan seperti menempatkan tanah dalam wadah yang tidak tembus air atau meletakkan lembaran tahan air. • Saat menggunakan wadah yang tidak tahan air, ambil langkah-langkah seperti menutup tanah yang diangkat dengan lembaran tahan air untuk mencegah air hujan meresap ke dalam tanah selama pengumpulan dan pengangkutan. Langkah-langkah tersebut tidak diperlukan saat menggunakan truk seperti gerbong barang yang telah diambil langkah-langkah untuk mencegah air hujan meresap ke dalam tanah yang diangkat. • Periksa secara visual setiap wadah untuk memastikan tidak ada robekan atau retakan, dan tutup rapat mulut karung pasir atau wadah fleksibel untuk mencegah isi terbuang jika wadah roboh atau jatuh, atau terjadi kebakaran. Pastikan memilih drum yang dilengkapi mekanisme pengunci. • Sebelum memulai truk dari area penyimpanan tanah yang diangkat atau lokasi penyimpanan sementara tanah yang diangkat dan melintasi jalan umum, cuci bagian luar dan ban truk di tempat cuci mobil jika tanah menempel pada truk. Jika air digunakan untuk mencuci, periksa saluran air pembersihan terlebih dahulu dan bersihkan saluran drainase untuk memastikan drainase yang lancar. • Simpan alat pemadam api di truk sebagai sarana untuk mengendalikan kebakaran. Selain itu, untuk penanganan tanah yang tumpah, siapkan alat pembersih, kantong pengumpulan, tali penghalang atau pita untuk menandai area yang harus dihindari oleh orang, senter, dan perangkat komunikasi seperti telepon seluler. Perlu dicatat bahwa jika pengangkut adalah operator bisnis, disarankan untuk membawa alat ukur untuk memeriksa kontaminasi radioaktif (pengukur survei skintilasi yang dikalibrasi).
---	--

<p>Perlindungan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Saat memindahkan tanah yang telah diangkat dari area di mana tingkat dosis radiasi melebihi 200 mSv/tahun, gunakan alat pengukur dosis radiasi skintilasi yang telah dikalibrasi (selanjutnya disebut sebagai "alat pengukur") untuk mengukur tingkat dosis radiasi di udara di sekitar truk yang memuat kontainer. • Tutup alat pengukur dengan kantong plastik untuk menghindari kontaminasi. • Pegang elemen deteksi sejajar dengan permukaan tanah selama pengukuran.
	<ul style="list-style-type: none"> • Nyalakan daya alat pengukur dan tunggu hingga pembacaan menjadi stabil. Setelah itu, ambil pembacaan lima kali dan rata-rata nilai-nilai tersebut akan menjadi nilai yang diukur. • Lakukan pengukuran di titik 1 m dari bagian depan, belakang, dan kedua sisi kendaraan. Jika kendaraan memiliki area muatan terbuka, gunakan kedua bidang vertikal yang bersentuhan dengan garis luar eksternal sebagai pengganti kedua sisi. • Lakukan pengukuran di titik yang menunjukkan laju dosis udara tertinggi setelah melakukan penyaringan pada setiap permukaan kendaraan. Jika titik laju dosis udara tertinggi tidak diketahui, ambil pengukuran di tengah setiap permukaan. • Pastikan bahwa nilai maksimum dari nilai yang diukur (tingkat dosis setara pada 1 cm) tidak melebihi 100 µSv/jam, dan catat hasilnya. • Jika dosis maksimum melebihi 100 µSv/jam, kurangi jumlah tanah yang akan dipindahkan atau tambahkan bahan pelindung ke kontainer yang menampung tanah atau ke truk.
<p>Pembatasan pembatasan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Jika memuat tanah yang diangkat bersama dengan limbah lain di truk, pisahkan keduanya selama pengumpulan dan pengangkutan.
<p>Papan tanda</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pengumpulan dan pengangkutan tanah yang diangkat menggunakan truk harus dilakukan dengan cara sebagai berikut: <ul style="list-style-type: none"> A. Hal-hal berikut ini harus ditampilkan di bagian luar truk. <ol style="list-style-type: none"> (1) Peringatan bahwa truk tersebut digunakan untuk mengumpulkan atau memindahkan tanah yang telah diangkat. (2) Nama orang atau entitas yang bertanggung jawab atas pengumpulan atau pengangkutan. B. Informasi yang tercantum pada (1) dan (2) di atas harus ditampilkan dengan warna dan huruf yang mudah dikenali. Ukuran huruf peringatan sebagaimana tercantum pada (1) harus tidak kurang dari 140 poin sesuai dengan JIS Z 8305, dan ukuran huruf peringatan sebagaimana tercantum pada (2) harus tidak kurang dari 90 poin sesuai dengan JIS Z 8305. • Hindari pengangkutan pada malam hari sebisa mungkin. Hal ini karena alasan yang dapat dipahami, seperti fakta bahwa visibilitas umumnya menurun pada malam hari, sehingga misalnya akan lebih sulit untuk melihat tanda-tanda yang ditampilkan. <p style="text-align: center;">Gambar 3-2. Contoh Tanda-Tanda</p> 

Hal-hal lain	<ul style="list-style-type: none"> • Simpan dokumen yang menunjukkan informasi berikut di dalam truk. <u>(Ketika pemerintah nasional, prefektur, atau kota melakukan atau menugaskan pengangkut untuk melakukan pengumpulan atau pemindahan tanah yang dibuang)</u> • Sebagai dokumen bukti, salinan kontrak antara pemerintah dan kontraktor (pihak terkait). • Nama dan alamat orang yang bertanggung jawab atas pengumpulan atau pengangkutan, serta nama perwakilan jika pengangkut adalah perusahaan. • Jumlah tanah yang akan dikumpulkan atau dipindahkan. • Tanggal dimulainya pengumpulan atau pengangkutan. • Nama, alamat, dan kontak lokasi tempat tanah yang diangkat dimuat untuk pengumpulan atau pengangkutan, serta lokasi tujuan tempat tanah tersebut diangkut. • Peringatan terkait penanganan tanah yang diangkat.
--------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> • Tindakan darurat dalam kasus kecelakaan. <u>(Ketika kontraktor utama (pihak yang ditunjuk oleh pemerintah nasional untuk mengumpulkan atau memindahkan tanah yang diangkat) menugaskan pekerjaan tersebut kepada kontraktor lain)</u> • Sebagai dokumen bukti, salinan kontrak antara kontraktor utama dan pengangkut (subkontraktor). • Dokumen yang membuktikan bahwa subkontraktor tersebut adalah pihak yang terdaftar sebagai pihak yang akan disubkontrakkan pekerjaan pengumpulan dan pengangkutan tanah yang dibuang sesuai dengan dokumen kontrak yang mengatur perjanjian antara pemerintah nasional dan kontraktor utama. • Nama dan alamat orang yang bertanggung jawab atas pengumpulan atau pengangkutan, serta nama perwakilan jika pengangkut adalah perusahaan. • Jumlah tanah yang diangkat yang akan dikumpulkan atau dipindahkan. • Tanggal dimulainya pengumpulan atau pemindahan. • Nama, alamat, dan kontak lokasi tempat tanah yang diangkat dimuat untuk dikumpulkan atau dipindahkan. • Nama, alamat, dan kontak untuk tujuan tempat tanah yang diangkat dipindahkan. • Peringatan terkait penanganan tanah yang diangkat. • Tindakan darurat dalam kasus kecelakaan. <ul style="list-style-type: none"> • Pengangkut harus memuat dan membongkar tanah yang diangkat sendiri atau menginstruksikan pekerja lain untuk melakukannya. • Jika ada catatan tentang dekontaminasi, simpan dokumen yang menunjukkan tingkat dosis udara di permukaan setiap kantong atau wadah di truk. • Saat memilih rute pengangkutan, hindari kawasan permukiman, jalan perbelanjaan, rute sekolah, dan jalan sempit sejauh mungkin untuk mencegah kerusakan pada kesehatan manusia dan lingkungan hidup serta mengurangi dampak terhadap penduduk setempat. Selain itu, kumpulkan dan antarkan tanah yang telah diangkat dengan mengikuti kecepatan yang diizinkan secara hukum dan hindari jam sibuk lalu lintas padat serta waktu ketika anak-anak pergi atau pulang dari sekolah atau taman kanak-kanak. Saat tanah yang telah diangkat dimuat ke dalam truk, gunakan alat berat berisik rendah untuk mengurangi kebisingan. • Catat jumlah tanah yang diangkat yang dikumpulkan atau dipindahkan, tanggal mulai dan berakhirnya setiap pengaturan untuk pengumpulan atau pemindahan tanah yang diangkat, nama orang yang bertanggung jawab atas pengumpulan atau pemindahan, nama dan alamat lokasi tempat tanah yang diangkat dimuat dan dimuatkan, serta nomor registrasi atau nomor kendaraan truk jika digunakan untuk pengumpulan atau pemindahan, dan simpan catatan yang dihasilkan selama lima tahun sejak tanggal ketika pengumpulan atau pemindahan berakhir.
--	--

LAMPIRAN 6. Penyimpanan Tanah yang Diangkat

1. Konsep Dasar

(1) Ringkasan

Tiga bentuk penyimpanan berikut ini dianggap sebagai bentuk penyimpanan.

- 1) Bentuk penyimpanan tanah yang diangkat di lokasi yang telah didekontaminasi, dll. (selanjutnya disebut "penyimpanan di lokasi").
- 2) Bentuk penyimpanan tanah yang diangkat di lokasi penyimpanan sementara yang didirikan di setiap kota atau komunitas.
- 3) Bentuk penyimpanan tanah yang diangkat di fasilitas penyimpanan sementara.

Untuk 1) penyimpanan di lokasi dan 2) penyimpanan di lokasi penyimpanan sementara, pedoman ini mengatur persyaratan fasilitas dan persyaratan pengelolaan yang diperlukan untuk menyimpan tanah yang diangkat dengan aman sesuai dengan jumlah dan konsentrasi radioaktivitasnya. Mengingat hal di atas, pedoman ini memberikan contoh spesifikasi fasilitas yang dianggap memenuhi persyaratan tersebut, serta rincian dan metode pengelolaan keselamatan yang berlanjut setelah berakhirnya periode penyimpanan.

Untuk mencegah dampak bahan radioaktif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan hidup, dua langkah keamanan berikut ini diwajibkan:

- Pembangunan fasilitas penyimpanan (selanjutnya disebut "fasilitas") yang dapat menjamin keamanan sesuai dengan konsentrasi dan jumlah radioaktivitas tanah yang diangkat (desain fasilitas).
- Melaksanakan pengelolaan keamanan yang tepat terhadap tanah yang diangkat selama dan setelah pengirimannya. Jika terjadi masalah, ambil tindakan (pengelolaan keamanan).

Bagian di bawah ini menjelaskan konsep desain fasilitas dan manajemen keamanan, dua langkah untuk menyimpan tanah yang diangkat dengan aman.

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 140

(2) Desain Fasilitas

Ada dua metode untuk membangun fasilitas yang dapat memastikan keamanan: yang pertama adalah metode evaluasi keamanan setiap fasilitas yang dirancang, dan yang kedua adalah metode evaluasi keamanan fasilitas virtual tipikal untuk mendefinisikan persyaratan fasilitas dan mewajibkan setiap fasilitas memenuhi persyaratan tersebut. Mengingat situasi saat ini di mana desain dan pemasangan banyak situs penyimpanan sementara diperlukan dengan cepat, metode kedua secara umum dianggap wajar, tetapi metode pertama juga dapat diterapkan.

(3) Manajemen Keamanan

Tanah yang diangkat dipantau untuk memastikan bahwa radiasi dan bahan radioaktif tidak akan berdampak pada kesehatan manusia atau lingkungan hidup dengan melaksanakan manajemen keamanan sesuai dengan persyaratan manajemen selama periode mulai dari saat tanah yang diangkat dibawa masuk hingga saat tanah tersebut dikeluarkan setelah berakhirnya periode penyimpanan. Jika terjadi masalah, keamanan akan segera dijamin dengan mengambil tindakan respons seperti melakukan perbaikan fasilitas.

Praktik penting lainnya dalam manajemen keselamatan adalah memastikan bahwa setelah tanah yang diangkat disimpan sementara di lokasi penyimpanan di tempat atau lokasi penyimpanan sementara, tidak ada kontaminasi yang tersisa di lokasi dari mana fasilitas telah diangkat.

Bagian berikut menjelaskan spesifikasi yang diperlukan untuk fasilitas dalam melaksanakan penyimpanan aman (selanjutnya disebut "persyaratan fasilitas") dan rincian yang diperlukan untuk manajemen keselamatan (selanjutnya disebut "persyaratan manajemen").

2. Tindakan Keselamatan dan Persyaratan yang Diperlukan untuk Penyimpanan

Saat menyimpan tanah yang telah diangkat, langkah-langkah keamanan yang tepat harus diambil sesuai dengan konsentrasi radioaktivitas, jumlah, dan metode penyimpanan untuk mengurangi dosis radiasi yang diterima oleh manusia.

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 141

Berdasarkan konsep peraturan terkait, bagian ini mengorganisir persyaratan fasilitas dan manajemen berdasarkan langkah-langkah keselamatan yang dianggap perlu diterapkan secara umum saat menyimpan tanah yang telah diangkat. (lihat Gambar 66 dan 67). Untuk informasi mengenai langkah-langkah yang diperlukan untuk keselamatan pekerja.

(1) Persyaratan Fasilitas

Cs-134 dan Cs-137 (selanjutnya disebut "radiocaesium") diperkirakan akan menjadi sebagian besar bahan radioaktif yang terkandung dalam tanah yang diangkat dari zona dekontaminasi dengan dosis 1 hingga 20 mSv/tahun. Oleh karena itu, desain fasilitas harus memperhitungkan karakteristik radiocaesium sebagaimana dijelaskan di bawah ini.

- Radiocaesium memancarkan sinar gamma, sehingga, tergantung pada konsentrasinya, memerlukan pelindung radiasi yang tepat atau pemisahan jarak dari kawasan permukiman.
- Secara umum, sifat adsorpsi radiocaesium terhadap tanah sangat tinggi, sehingga diperkirakan akan tetap dekat dengan lapisan tanah atas dan dianggap sangat tidak mungkin tertransfer oleh air tanah dalam beberapa tahun.
- Ada kemungkinan tanah yang diangkat yang telah teradsorpsi radiocaesium dapat dipindahkan sendiri akibat angin atau hujan.

1) Shielding dan isolasi

Karena tanah yang diangkat memancarkan sinar gamma, langkah-langkah untuk mengurangi dosis paparan radiasi tambahan bagi masyarakat diperlukan. Langkah-langkah tersebut meliputi melakukan pelindung dengan menutup fasilitas dengan tanah yang tidak terkontaminasi (selanjutnya disebut "penutupan dengan tanah") dan mengisolasi fasilitas tersebut dengan benar untuk melarang orang memasuki tempat penyimpanan secara tidak perlu melalui pembangunan pagar atau papan tanda. Selain itu, mungkin juga diperlukan untuk mengisolasi fasilitas dari kawasan permukiman tergantung pada keadaan.

Fasilitas harus dirancang sedemikian rupa sehingga dosis paparan radiasi tambahan dari tanah yang diangkat yang diterima oleh masyarakat tidak melebihi 1 mSv/tahun bahkan

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 142

selama pengangkutan tanah yang diangkat, sementara dosis radiasi di luar batas area fasilitas hampir sama dengan lingkungan sekitar setelah pengangkutan selesai.

Secara konkret, batas area fasilitas harus ditetapkan di sekitar fasilitas sambil menjaga jarak isolasi yang diperlukan, dan bahan pelindung, seperti penutup tanah, tumpukan tanah, karung pasir, dan kontainer fleksibel yang diisi tanah, harus dipasang sesuai kebutuhan selama dan setelah pengiriman tanah yang diangkat untuk melindungi fasilitas. Jika skala fasilitas relatif besar, pasang bahan pelindung di sisi dan bagian atas fasilitas selama pengiriman tanah yang diangkat untuk meminimalkan radiasi yang dipancarkan darinya. Saat menggunakan karung pasir sebagai bahan pelindung, pisahkan dari karung yang berisi tanah yang diangkat. Jika berbagai jenis tanah yang diangkat dengan konsentrasi radioaktivitas yang berbeda disimpan di fasilitas yang sama, dimungkinkan untuk menempatkan jenis dengan konsentrasi radioaktivitas yang lebih tinggi di tengah atau di bagian bawah, dan menempatkan jenis lain dengan konsentrasi yang lebih rendah sedemikian rupa sehingga menutupi atau mengelilingi jenis pertama untuk mengurangi dosis radiasi.

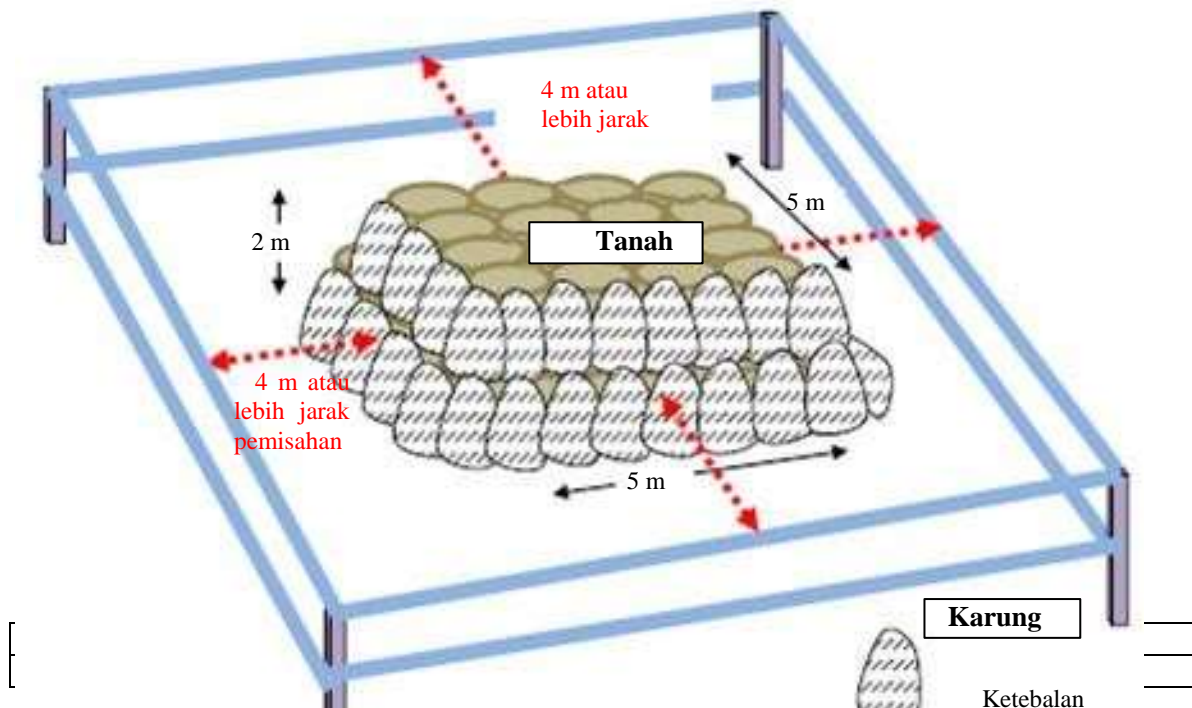
Tabel 51. Hubungan antara tindakan shielding dan posisi batas lokasi sesuai dengan konsentrasi radioaktivitas tanah yang dibuang dan konfigurasi fasilitas (dosis paparan tambahan: 1 mSv/tahun atau kurang) (metode di atas tanah)(1/2)

Konfigurasi penyimpanan			Perlindungan	Konsentrasi radioaktivitas rata-rata (Cs: Bq/kg)				Kapasitas
				Hingga 3.000	3.000 – 8.000	8.000 – 30.000	30.000 – 100.000	
			Perkiraan laju dosis udara di wilayah di mana tanah yang diangkat telah dihasilkan					
Panjang	Lebar	Tinggi	Sekitar 0,5 $\mu\text{Sv/jam}$ atau kurang	Sekitar 0,5 – 1 $\mu\text{Sv/jam}$	Sekitar 1 – 3 $\mu\text{Sv/jam}$	Sekitar 3 $\mu\text{Sv/jam}$ atau lebih		
2 m ×	2 m ×	1 m	Tanpa pelindung	1 m	2 m	4 m	8 m	4 m ³
			Pelindung lateral berturut-turut	1 m	1 m	4 m	4 m	
			Seterelah ditutup dengan tanah setebal 30 cm	0 m	0 m	1 m	2 m	
			Seterelah ditutup dengan tanah setebal 40 cm	0 m	0 m	0 m	1 m	
			Seterelah ditutup dengan tanah setebal 50 cm	0 m	0 m	0 m	0 m	
5 m ×	5 m ×	2 m	Tanpa pelindung	4 m	6 m	10 m	20 m	50 m ³
			Pelindung lateral berturut-turut	1 m	2 m	4 m	8 m	
			Seterelah ditutup dengan tanah setebal 30 cm	0 m	0 m	1 m	4 m	
			Seterelah ditutup dengan tanah setebal 40 cm	0 m	0 m	0 m	1 m	
			Seterelah ditutup dengan tanah setebal 50 cm	0 m	0 m	0 m	0 m	
10 m ×	10 m ×	1 m	Pelindung lateral berturut-turut	1 m	4 m	6 m	10 m	100 m ³
			Seterelah ditutup dengan tanah setebal 30 cm	0 m	0 m	1 m	4 m	
			Seterelah ditutup dengan tanah setebal 40 cm	0 m	0 m	0 m	1 m	
			Seterelah ditutup dengan tanah setebal 50 cm	0 m	0 m	0 m	0 m	
20 m ×	20 m ×	2 m	Pelindung lateral berturut-turut	1 m	4 m	8 m	20 m	800 m ³
			Pelindung lateral berturut-turut, dengan area tanpa Penutupan dengan tanah tidak melebihi 10 m × 10 m	1 m	4 m	6 m	10 m	
			Seterelah ditutup dengan tanah setebal 30 cm	0 m	0 m	1 m	6 m	
			Seterelah ditutup dengan tanah setebal 40 cm	0 m	0 m	0 m	1 m	
20 m ×	20 m ×	4 m	Seterelah ditutup dengan tanah setebal 30 cm	0 m	0 m	2 m	10 m	1.600 m ³
			Seterelah ditutup dengan tanah setebal 40 cm	0 m	0 m	0 m	4 m	
			Seterelah ditutup dengan tanah setebal 50 cm	0 m	0 m	0 m	0 m	
			Pelindung lateral berturut-turut	2 m	4 m	20 m	-	

50 m × 50 m × 2 m	Perindung lateral berturut-turut, dengan area tanpa penutup tanah tidak melebihi 20 m × 20 m	1 m	4 m	8 m	20 m	5.000 m ³
	Perindung lateral berturut-turut, dengan area tanpa penutup tanah tidak melebihi 10 m × 10 m	1 m	4 m	6 m	10 m	
	Setelah ditutup dengan tanah setebal 30 cm	0 m	0 m	1 m	6 m	
	Setelah ditutup dengan tanah setebal 40 cm	0 m	0 m	0 m	1 m	
50 m × 50 m × 4 m	Setelah ditutup dengan tanah setebal 50 cm	0 m	0 m	2 m	20 m	10.000 m ³
	Setelah ditutup dengan tanah setebal 40 cm	0 m	0 m	0 m	4 m	
	Setelah ditutup dengan tanah setebal 50 cm	0 m	0 m	0 m	0 m	
100 m × 100 m × 2 m	Perindung lateral berturut-turut	2 m	6 m	-	-	20.000 m ³
	Perindung lateral berturut-turut, dengan area tanpa penutup tanah tidak melebihi 20 m × 20 m	1 m	4 m	8 m	20 m	
	Perindung lateral berturut-turut, dengan area tanpa penutup tanah tidak melebihi 10 m × 10 m	1 m	4 m	6 m	10 m	
	Setelah ditutup dengan tanah setebal 30 cm	0 m	0 m	2 m	8 m	
	Setelah ditutup dengan tanah setebal 40 cm	0 m	0 m	0 m	1 m	
Setelah ditutup dengan tanah setebal 50 cm	0 m	0 m	0 m	0 m		

Tabel 52. Hubungan antara tindakan shielding dan posisi batas lokasi sesuai dengan konsentrasi radioaktivitas tanah yang diangkat dan konfigurasi fasilitas (dosis paparan tambahan: 1 mSv/tahun atau kurang [metode di atas tanah] (2/2)

Konfigurasi penyimpanan			Perlindungan	Konsentrasi radioaktivitas rata-rata (Cs: Bq/kg)				Kapasitas
				Sampai 3.000	3.000 – 8.000	8.000 – 30.000	30.000 – 100.000	
Panjang	Lebar	Tinggi	Perkiraan laju dosis udara di wilayah-wilayah di mana Tanah yang telah diangkat telah dihasilkan				Kapasitas	
			Sekitar 0,5 μSv/jam atau kurang	Sekitar 0,5 – 1 μSv/jam	Sekitar 1 – 3 μSv/jam	Sekitar 3 μSv/jam atau lebih		
100 m × 100 m × 2 m		2 m	Setelah ditutup dengan tanah setebal 30 cm	0 m	0 m	2 m	20 m	40.000 m ³
			Setelah ditutup dengan tanah setebal 40 cm	0 m	0 m	0 m	4 m	
			Setelah ditutup dengan tanah setebal 50 cm	0 m	0 m	0 m	0 m	
200 m × 200 m × 2 m		2 m	Perindung lateral berturut-turut	2 m	10 m	-	-	80.000 m ³
			Perindung lateral berturut-turut, dengan area tanpa penutup tanah tidak melebihi 20 m × 20 m	1 m	4 m	8 m	20 m	
			Perindung lateral berturut-turut, dengan area tanpa penutup tanah tidak melebihi 10 m × 10 m	1 m	4 m	6 m	10 m	
			Setelah ditutup dengan tanah setebal 30 cm	0 m	0 m	2 m	10 m	
			Setelah ditutup dengan tanah setebal 40 cm	0 m	0 m	0 m	1 m	
Setelah ditutup dengan tanah setebal 50 cm	0 m	0 m	0 m	0 m				



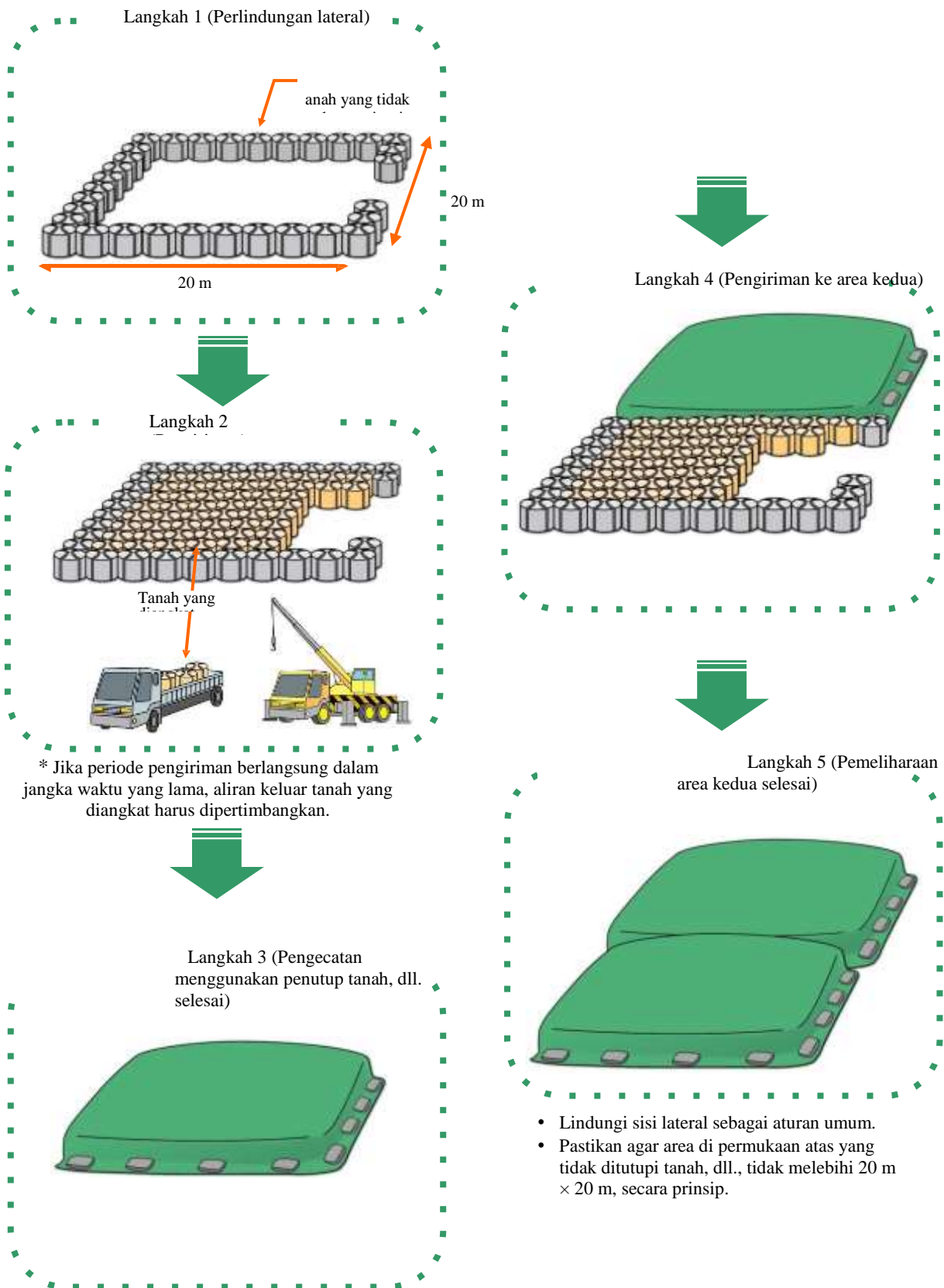
Gambar 69. Contoh hubungan antara tindakan pelindung menggunakan karung pasir dan posisi batas lokasi

Saat melindungi sisi lateral tanah yang diangkat dengan konsentrasi radioaktivitas 20.000 Bq/kg (panjang 5 m× lebar 5 m× tinggi 2 m) menggunakan karung pasir (30 cm)

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 145

Tabel 53. Hubungan antara tindakan shielding dan posisi batas lokasi sesuai dengan konsentrasi radioaktivitas tanah yang diangkat dan konfigurasi fasilitas (dosis paparan tambahan: 1 mSv/tahun atau kurang) [metode bawah tanah]

Konfigurasi penyimpanan			Perlindungan	Konsentrasi radioaktivitas rata-rata (Cs: Bq/kg)				Kapasitas
				Sampai 3,000	3.000 – 8.000	8.000 – 30.000	30.000 – 100.000	
Panjang	Lebar	Tinggi	Perkiraan laju dosis udara di wilayah di mana tanah yang diangkat telah dihasilkan				Kapasitas	
			Sekitar 0,5 μ Sv/jam atau kurang	Sekitar 0,5 – 1 μ Sv/jam	Sekitar 1 – 3 μ Sv/jam	Sekitar 3 μ Sv/jam atau lebih		
2 m ×	2 m ×	1 m	Tanpa pelindung	1 m	2 m	4 m	4 m	4 m ³
			Seretah ditutup dengan tanah setebal 30 cm	0 m	0 m	1 m	1 m	
			Seretah ditutup dengan tanah setebal 40 cm	0 m	0 m	0 m	1 m	
			Seretah ditutup dengan tanah setebal 50 cm	0 m	0 m	0 m	0 m	
10 m ×	10 m ×	1 m	Tanpa pelindung	1 m	4 m	6 m	10 m	100 m ³
			Seretah ditutup dengan tanah setebal 30 cm	0 m	0 m	1 m	1 m	
			Seretah ditutup dengan tanah setebal 40 cm	0 m	0 m	0 m	1 m	
			Seretah ditutup dengan tanah setebal 50 cm	0 m	0 m	0 m	0 m	
20 m ×	20 m ×	2 m	Tanpa pelindung	1 m	4 m	8 m	20 m	800 m ³
			Seretah ditutup dengan tanah setebal 30 cm	0 m	0 m	1 m	1 m	
			Seretah ditutup dengan tanah setebal 40 cm	0 m	0 m	0 m	1 m	
			Seretah ditutup dengan tanah setebal 50 cm	0 m	0 m	0 m	0 m	
50 m ×	50 m ×	10 m	Tanpa pelindung	2 m	4 m	20 m	-	25.000 m ³
			Dengan area tanpa penutup tanah yang tidak melebihi 20 m × 20 m	1 m	4 m	8 m	20 m	
			Dengan area tanpa penutup tanah yang tidak melebihi 10 m × 10 m	1 m	4 m	6 m	10 m	
			Seretah ditutup dengan tanah setebal 30 cm	0 m	0 m	1 m	1 m	
			Seretah ditutup dengan tanah setebal 40 cm	0 m	0 m	0 m	1 m	
100 m ×	100 m ×	10 m	Tanpa pelindung	2 m	6 m	-	-	100.000 m ³
			Dengan area tanpa penutup tanah yang tidak melebihi 20 m × 20 m	1 m	4 m	8 m	20 m	
			Dengan area tanpa penutup tanah tidak melebihi 10 m × 10 m	1 m	4 m	6 m	10 m	
			Seretah ditutupi tanah dengan ketebalan 30 cm	0 m	0 m	1 m	2 m	
			Seretah ditutup dengan tanah setebal 40 cm	0 m	0 m	0 m	1 m	
200 m ×	200 m ×	10 m	Tanpa pelindung	2 m	10 m	-	-	400.000 m ³
			Dengan area tanpa penutup tanah yang tidak melebihi 20 m × 20 m	1 m	4 m	8 m	20 m	
			Dengan area tanpa penutup tanah tidak melebihi 10 m × 10 m	1 m	4 m	6 m	10 m	
			Seretah ditutup dengan tanah setebal 30 cm	0 m	0 m	1 m	2 m	
			Seretah ditutup dengan tanah setebal 40 cm	0 m	0 m	0 m	1 m	
Seretah ditutup dengan tanah setebal 50 cm	0 m	0 m	0 m	0 m				



Gambar 70. Diagram pengiriman ke lokasi penyimpanan sementara berskala besar (dengan pelindung samping)

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 147

2) Pencegahan penyebaran tanah yang diangkat

Untuk mencegah penyebaran bahan radioaktif selama pengiriman tanah yang diangkat ke fasilitas, tanah tersebut harus dimasukkan ke dalam kantong yang dapat ditutup atau drum dengan tutup, atau dibungkus dengan lembaran anti debu sebelum pengiriman. Penggunaan wadah yang sangat tahan lama memungkinkan pencegahan penyebaran saat tanah yang diangkat dikeluarkan dari fasilitas setelah masa penyimpanan berakhir. Setelah pengiriman tanah yang diangkat, diperlukan untuk mencegah penyebaran tanah yang diangkat dengan menutupnya menggunakan lembaran atau tanah.

3) Pencegahan penetrasi air hujan, dll.

Jika air hujan meresap ke dalam tanah yang telah diangkat, ada kemungkinan terjadinya kebocoran bahan radioaktif. Oleh karena itu, selama dan setelah pengangkutan tanah, tutupi tanah tersebut dengan lembaran tahan air seperti lembaran pelindung air untuk menghindari paparan hujan. Ambil langkah-langkah untuk memastikan bahwa penutup tidak terangkat atau terbalik oleh badai atau hujan deras, dan, jika memungkinkan, angkat bagian tengahnya sedikit untuk mencegah air hujan membentuk genangan di permukaan. Jika tanah yang telah diangkat disimpan dalam wadah tahan air atau disimpan di fasilitas dengan atap, langkah-langkah khusus ini tidak diperlukan.

Jika menggunakan lembaran tahan air atau wadah tanpa mengambil langkah-langkah untuk melindunginya dari sinar UV, seperti dengan menutupi dengan tanah atau matras pelindung, perlu mengganti atau memperbaiki bagian yang rusak jika ditemukan, sambil mempertimbangkan ketahanan. Dari sudut pandang melindungi lembaran tahan air atau sejenisnya, efektif untuk menutupi lembaran tahan air, dll., dengan tanah, dll.

Selain itu, ketika lembaran pelindung air, dll., disebar untuk mencegah air hujan menumpuk di permukaan bawah tanah yang diangkat, atur tanah untuk ditempatkan pada posisi lebih tinggi dari lembaran pelindung air guna memastikan drainase yang baik, dan pasang fasilitas drainase untuk mengalirkan air sesuai kebutuhan selama pengiriman. Perlu dicatat bahwa tidak ada tindakan ini yang diperlukan jika tanah yang diangkat disimpan dalam wadah tahan air atau disimpan di fasilitas dengan atap.

Sebagai aturan umum, perlu mencegah air tanah termasuk air mata air meresap ke dalam tanah yang diangkat dengan membangun fasilitas bawah tanah pada posisi yang lebih tinggi dari permukaan air tanah.

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 148

■ Penyimpanan Tanah yang Diangkat dalam Kantong Pasir Besar dan Kontainer Fleksibel

- Jenis-jenis kantong pasir besar dan wadah fleksibel ditunjukkan dalam Tabel 4-3. Dalam kasus... Di mana tanah yang diangkat akan disimpan untuk periode waktu tertentu (beberapa tahun) atau ketika tanah yang akan disimpan memiliki kandungan air yang tinggi, penggunaan wadah yang sangat tahan lama seperti wadah fleksibel berbahan kain yang tahan cuaca dan dilapisi kantong dalam, wadah fleksibel berbentuk gulungan, atau karung pasir besar yang tahan cuaca dan dilapisi kantong dalam, sangat efektif. Dalam hal ini, sifat dan berat tanah yang dibuang yang disimpan serta periode penyimpanan harus dipertimbangkan.
- Dalam kasus di mana tanah yang diangkat dengan kandungan air tinggi disimpan dalam karung pasir besar, wadah fleksibel, dan wadah sejenis lainnya, serta kasus di mana tanah yang diangkat dicampur dengan jumlah air yang besar seperti salju, dll., air dapat merembes keluar di bawah berat wadah jika wadah-wadah tersebut ditumpuk satu di atas yang lain. Oleh karena itu, penyimpanan wadah dengan cara menumpuknya harus dihindari sebisa mungkin.
- Dalam kasus di mana tanah yang diangkat, dll., disimpan dalam karung pasir besar, wadah fleksibel, dan wadah lain yang ditumpuk, ketinggian yang sesuai untuk menumpuk wadah harus ditetapkan dari sudut pandang mencegah keruntuhan dan kerusakan.

Tabel 54. Jenis karung pasir besar dan wadah fleksibel

Jenis	Foto	Ciri-ciri
Kontainer fleksibel (jenis kain) ^{*1}		<ul style="list-style-type: none"> • Asumsinya adalah bahwa mereka hanya akan digunakan sekali. • Tidak sebaik jenis yang dapat dilipat dalam hal ketahanan cuaca dan kedap air. • Beberapa memiliki ketahanan cuaca yang lebih baik akibat perlakuan UV dan sejenisnya, sementara jenis lain memiliki ketahanan air yang lebih baik akibat dilapisi dengan kantong dalam dan lapisan dalam, dll.
Kontainer fleksibel (jenis lari) ^{*1}		<ul style="list-style-type: none"> • Asumsinya adalah bahwa mereka akan digunakan dengan cara menyimpan dan mengeluarkan tanah secara berulang-ulang. • Ketahanan cuaca dan kedap air yang unggul
Tas pasir besar		<ul style="list-style-type: none"> • Tembus air. • Beberapa jenis memiliki ketahanan cuaca yang lebih baik akibat perlakuan UV dan sejenisnya, sementara jenis lain memiliki ketahanan air yang lebih baik akibat dilapisi dengan kantong dalam, dll.

*1: Sesuai dengan JIS Z 1651.

*2: Foto menunjukkan wadah tahan cuaca.

4) Pencegahan aliran keluar tanah yang diangkat dan bahan radioaktif.

Diperlukan untuk mengambil langkah-langkah pencegahan agar tanah, area air umum, dan air tanah tidak terkontaminasi akibat aliran limbah cair yang mengandung tanah yang dibuang dan bahan radioaktif. Diketahui bahwa radiocaesium umumnya memiliki daya serap yang tinggi terhadap tanah, sehingga diyakini bahwa radiocaesium tidak akan mudah berpindah melalui tanah. Namun, ketika tanah yang dibuang disimpan di lokasi penyimpanan sementara atau di tempat penyimpanan di lokasi selama beberapa tahun, lapisan pelindung air harus dipasang, misalnya dengan menyebar lembaran tahan cuaca atau tahan air seperti lembaran pelindung air di bagian bawah untuk mencegah radiocaesium mengalir keluar. Lembaran pelindung air tersedia dalam berbagai jenis dengan ketebalan 0,5 mm, 1,0 mm, 1,5 mm, dan seterusnya. Jenis dan ketebalan lembaran pelindung air yang sesuai harus dipilih dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti kondisi di lokasi penyimpanan dan periode penyimpanan yang direncanakan. Jika lembaran pelindung air, dll., dipasang, letakkan lapisan pelindung dengan menempatkan tanah di antara tanah yang diangkat dan lembaran pelindung air sesuai kebutuhan untuk mencegah lembaran tersebut pecah selama pengiriman. Jika menggunakan alat berat, sediakan pengeringan dengan cara meletakkan pelat baja pelindung sesuai kebutuhan. Dalam hal ini, mencampurkan tanah liat atau zeolit yang mudah menyerap radiocaesium dengan lapisan pelindung memungkinkan untuk lebih mengendalikan pergerakan zat radioaktif. Jika tanah yang diangkat disimpan dalam kontainer yang dapat mempertahankan kemampuan kedap airnya selama periode penyimpanan, tidak perlu memasang lapisan pelindung air seperti pemasangan lembaran kedap air.

Ada risiko air terkontaminasi akan muncul dan mengalir keluar akibat kandungan air yang tinggi, seperti salju yang tercampur dengan tanah yang diangkat, sehingga perlu mengurangi kandungan air dalam tanah yang diangkat sebanyak mungkin.

5) Pencegahan dampak dari zat selain bahan radioaktif

Diperkirakan tanah yang diangkat dari pengikisan tanah tempat tumbuh vegetasi mungkin mengandung zat organik termasuk akar vegetasi. Karena pemotongan rumput wajib dilakukan sebelum pengikisan, tanah yang diangkat diperkirakan hanya

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 150

mengandung sedikit akar dan rumput liar. Oleh karena itu, tidak perlu mengambil tindakan khusus terhadap pembentukan gas mudah terbakar dan korosif, peningkatan suhu, atau emisi bau tidak sedap akibat pembusukan bahan organik. Namun, jika fasilitas memiliki struktur yang tidak memungkinkan pembuangan gas akibat kead udara, atau campuran memiliki proporsi bahan organik yang tinggi dan hal ini tidak dapat dihindari karena alasan tertentu, ambil langkah-langkah yang diperlukan seperti ventilasi gas untuk mencegah pembentukan bau tidak sedap atau kebakaran.

Selain itu, saat menumpuk kontainer yang berisi tanah yang telah diangkat, perlu diperhatikan penempatan kontainer yang mungkin mengandung vegetasi untuk menghindari penurunan tanah dan keruntuhan akibat pembusukan material tersebut.

6) Ketahanan terhadap gempa bumi, dll.

Setiap fasilitas yang diharapkan memiliki fungsi seperti pelindung dan penahanan harus dirancang agar tidak kehilangan fungsi tersebut dalam peristiwa gempa bumi yang diantisipasi, dan langkah-langkah pencegahan yang telah ditetapkan harus diterapkan untuk peristiwa runtuhnya fasilitas. Khususnya, jika kontainer yang berisi tanah yang diangkat ditumpuk di luar ruangan untuk tujuan penyimpanan, harus dipastikan bahwa lereng sampingnya bergradasi. Untuk informasi lebih lanjut, lihat ketentuan Pasal 15, Ayat 2B Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang tentang Tindakan Khusus dalam Penanganan Polusi Radioaktif di antara standar penyimpanan yang tercantum dalam “1. (3) Manajemen Keselamatan” (Catatan).

7) Tindakan lain yang diperlukan

Untuk mengendalikan bahan radioaktif dengan benar, simpan tanah yang diangkat secara terpisah dari limbah lain untuk menghilangkan risiko kontaminasi silang.

(2) Persyaratan Pengelolaan

1) Pembatasan akses

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 151

Pencegahan bahaya radiasi memerlukan langkah-langkah tertentu. Pertama, tentukan titik di mana dosis paparan tambahan dari tanah yang diangkat tidak melebihi 1 mSv/tahun selama pengiriman sebagai batas lokasi penyimpanan sementara.

Kedua, untuk lokasi penyimpanan sementara, bangun pagar di sepanjang batas lokasi untuk mencegah orang masuk ke fasilitas secara tidak perlu. Ketiga, pasang papan pengumuman yang memberikan peringatan bahwa lokasi tersebut adalah tempat penyimpanan tanah yang telah diangkat dan detail kontak dalam keadaan darurat.

Dalam kasus penyimpanan di lokasi rumah atau di lokasi sekolah, pemasangan pagar dan papan peringatan tidak wajib. Selain itu, dalam kasus di mana terdapat risiko seperti orang yang tidak dikenal datang dan pergi serta tanah digali di lokasi penyimpanan, disarankan untuk memberitahu orang-orang bahwa penyimpanan sedang dilakukan.

2) Pemantauan dosis radiasi dan pelaksanaan perbaikan

Untuk memastikan bahwa tanah yang diangkat disimpan dengan aman selama dan setelah pengiriman, pantau secara teratur laju dosis radiasi udara di sepanjang batas lokasi (lihat 1)), pastikan bahwa dosis paparan tambahan akibat tanah yang diangkat tidak melebihi 1 mSv/tahun selama pengiriman dan bahwa tingkatnya serupa dengan lingkungan sekitar setelah pengiriman, serta catat hasilnya. Selain itu, pemeriksaan visual untuk memastikan tidak ada kelainan pada penampilan eksternalnya harus dilakukan untuk memastikan fasilitas tidak tertusuk oleh bambu atau tanaman lain dan tidak mengalami kerusakan akibat hewan.

Untuk penyimpanan di lokasi yang dilakukan di situs dekontaminasi, pantau dan catat dosis tambahan saat penyimpanan di lokasi dimulai setelah pengiriman tanah yang diangkat. Untuk penyimpanan di lokasi penyimpanan sementara, lakukan pengukuran ini setidaknya sekali seminggu dan lakukan pengukuran setiap kali hujan deras atau badai tropis mempengaruhi lokasi. Untuk mengukur laju dosis udara, gunakan meter survei skintilasi secara prinsip. Untuk informasi tentang cara menangani meter dan melakukan pengukuran, lihat “Bagian 1: Pedoman tentang Metode Penyelidikan dan Pengukuran Status Pencemaran Lingkungan di Wilayah Survei Pencemaran Intensif.”

Selain itu, untuk memantau aliran keluar bahan radioaktif dari fasilitas, lakukan pemantauan air tanah di sekitar fasilitas dengan frekuensi yang sesuai dan catat

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 152

hasilnya. Jika diperlukan, pertimbangkan juga pemantauan lindi dari bagian bawah fasilitas.

Sebagai metode pemantauan air tanah yang konkret, pasang pipa pengambilan sampel di tepi fasilitas untuk mengambil sampel air tanah dari lokasi di mana dapat ditentukan adanya atau tidak adanya pengaruh terhadap kualitas air tanah, dan lakukan pemeriksaan kualitas (ukur konsentrasi radionuklida, dll. dalam air tanah) terhadap air tanah yang diambil setidaknya sekali sebulan setelah dimulainya pengiriman tanah yang diangkat.

Selain itu, meskipun bukan standar penyimpanan, saat memantau leachate, masukkan pipa pengumpulan/drainase ke dalam lapisan pelindung di bagian bawah fasilitas untuk mengumpulkan leachate dan memeriksa apakah air telah terakumulasi di tangki setidaknya sekali sebulan. Jika air telah terakumulasi, ambil sampel leachate untuk mengukur konsentrasi radionuklida dalam leachate yang diambil.

Bandingkan laju dosis udara dan konsentrasi radionuklida air tanah yang diukur di lokasi penyimpanan sementara setelah dimulainya pengiriman (penyimpanan) tanah yang diangkat dengan rentang variasi laju dosis udara dan konsentrasi radioaktivitas yang diukur sebelum dimulainya pengiriman (penyimpanan) (selanjutnya disebut “nilai latar belakang”). Sebagai indikasi batas atas variasi, nilai yang diukur (secara umum harus memenuhi “Nilai latar belakang rata-rata + (3× deviasi standar).” Oleh karena itu, penting untuk menilai nilai latar belakang sebelum tanah yang diangkat dikirim ke lokasi penyimpanan sementara. Khususnya, diketahui bahwa laju dosis udara bervariasi tergantung pada titik pengukuran dan bahwa dosis radiasi dari bahan radioaktif alami meningkat selama hujan. Oleh karena itu, untuk menilai nilai latar belakang secara akurat, peroleh data di banyak titik pada berbagai hari termasuk hari hujan.

Jika sulit untuk mengumpulkan jumlah nilai latar belakang yang cukup, tentukan rentang variasi dengan mengurangi nilai minimum dari nilai maksimum nilai latar belakang yang diperoleh.

Jika nilai yang diukur berada dalam rentang variasi nilai latar belakang, hal ini berarti tanah yang diangkat telah dikirim dan disimpan dengan aman. Jika terdapat nilai yang diukur melebihi rentang variasi, lakukan identifikasi penyebab yang mungkin. Jika ternyata lokasi penyimpanan sementara adalah penyebab masalah tersebut, ambil

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 153

tindakan yang diperlukan, seperti menambahkan bahan pelindung, memperbaiki fasilitas, atau mengumpulkan tanah yang telah dibuang.

Untuk penyimpanan yang dilakukan di tempat seperti situs dekontaminasi di mana volume tanah yang diangkat dan disimpan relatif lebih kecil dibandingkan dengan situs penyimpanan sementara, ukur dan periksa laju dosis udara sekali setelah setiap pengiriman dan pengangkatan tanah yang diangkat. Tidak perlu memantau air tanah selama periode penyimpanan.

Tabel 55. Item pemantauan untuk fasilitas penyimpanan

Kategori	Item pemantauan	Catatan
Batas lokasi	Laju dosis udara	
Penampilan luar	Pemeriksaan visual	
Air tanah di sekitar fasilitas	Konsentrasi caesium radioaktif	- Sampel air tanah harus diambil ketika tidak ada kekeruhan
Lindi	Konsentrasi caesium radioaktif	- Dilakukan sesuai kebutuhan

3) Penyimpanan Rekaman

Entitas yang menyimpan tanah yang dibuang wajib mencatat item-item yang tercantum dalam Tabel 58 dan menyimpan catatan tersebut hingga penggunaan fasilitas dihentikan. Catatan tersebut memiliki peran penting dalam memastikan jejak audit saat tanah yang dibuang dipindahkan ke dan disimpan di lokasi penyimpanan sementara atau fasilitas penyimpanan sementara. Selain itu, laju dosis udara di permukaan setiap wadah dapat dicatat dengan menyimpan catatan tersebut selama proses dekontaminasi, pengumpulan, dan pemindahan.

Tabel 56. Item yang perlu dicatat terkait penyimpanan tanah yang diangkat

Kategori	Item
Hal-hal dasar	<ul style="list-style-type: none"> Jumlah tanah yang diangkat yang disimpan Tanggal dimulainya penyimpanan untuk setiap batch tanah yang dibuang yang disimpan Tanggal berakhirnya penyimpanan untuk setiap batch tanah yang dibuang yang disimpan Nama dan alamat lokasi penerima* Nama dan alamat tujuan tanah yang dibuang setelah penyimpanan
Informasi pengiriman dan penerimaan	<ul style="list-style-type: none"> Nama orang yang bertanggung jawab atas pengiriman tanah yang dibuang Nama-nama orang yang bertanggung jawab atas penerimaan tanah yang diangkat Nomor registrasi atau nomor kendaraan truk (Jika truk-truk tersebut digunakan untuk pengangkutan yang berkaitan dengan pengiriman)
Pemeliharaan dan pengendalian	<ul style="list-style-type: none"> Rincian pengukuran, inspeksi, dan pengujian yang dilakukan untuk memelihara dan mengontrol tempat penyimpanan

lokasi penyimpanan	
Pengukuran laju dosis udara	<ul style="list-style-type: none"> • Posisi batas lokasi (pagar) dan posisi titik pengukuran • Tanggal pengukuran • Metode pengukuran • Alat pengukuran yang digunakan untuk pengukuran • Hasil pengukuran (latar belakang dan laju dosis udara sepanjang batas lokasi) • Nama pemeriksa
Konsentrasi radioaktif tanah yang diangkat, dll.	<ul style="list-style-type: none"> • Laju dosis udara di permukaan setiap wadah (Di permukaan setiap wadah yang berisi tanah yang diangkat, atau setiap kelompok wadah yang terdiri dari beberapa wadah)

* Lokasi penerima menunjukkan lokasi sebelum tanah yang diangkat dipindahkan ke lokasi penyimpanan. Lokasi-lokasi ini pada dasarnya sesuai dengan lokasi di mana proses dekontaminasi dilakukan.

4) Pastikan bahwa lokasi kosong tidak terkontaminasi

Setelah tanah yang diangkat dikumpulkan dan dikeluarkan setelah periode penyimpanan berakhir, pastikan bahwa kontaminasi tidak tersisa di lokasi kosong fasilitas. Secara konkret, ambil sampel tanah tempat tanah yang diangkat pernah diletakkan, ukur konsentrasi radiocaesium dalam sampel, dan pastikan nilai yang diukur setara dengan konsentrasi bahan radioaktif dalam tanah, dll., sebelum pengiriman tanah yang diangkat. Dalam kasus penyimpanan di lokasi, laju dosis udara dapat diukur sebagai gantinya.

3. Contoh Konkret Metode Penyimpanan Mengingat Persyaratan Fasilitas/Manajemen

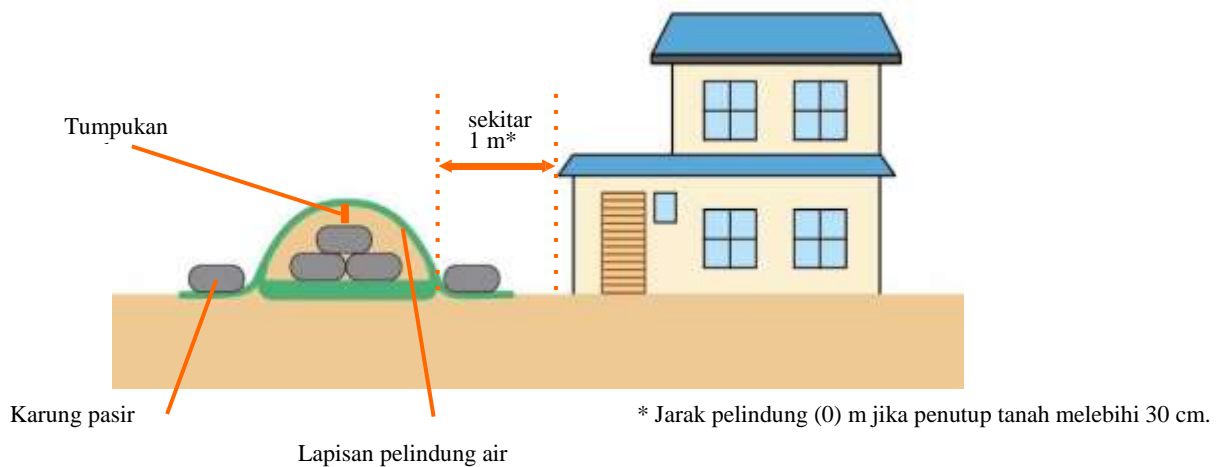
Dalam contoh-contoh ini, posisi batas lokasi memperhitungkan jarak isolasi yang sesuai dengan konsentrasi radioaktivitas rata-rata 8.000 Bq/kg seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 54. Saat menetapkan jarak isolasi, pilih jarak yang sesuai dari Tabel 54 dengan mempertimbangkan konsentrasi radioaktivitas tanah yang diangkat dan skala fasilitas.

Saat mengangkut tanah yang dibuang ke lokasi penyimpanan sementara, lakukan pelindung radiasi yang diwajibkan dan pertahankan jarak isolasi sehingga dosis paparan tambahan tidak melebihi 1 mSv/tahun di batas lokasi selama pengangkutan. Selain itu, upayakan agar dosis radiasi di batas (posisi pemasangan pagar) setara dengan lingkungan sekitar dengan cara mengangkut tanah yang diangkat sambil melakukan pelindung, menempatkan tanah yang diangkat dengan konsentrasi radioaktivitas lebih tinggi di tengah atau bagian bawah fasilitas, dan mengelilinginya dengan tanah yang diangkat dengan konsentrasi radioaktivitas lebih rendah untuk mengurangi dosis radiasi selama pengangkutan.

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 155

Jika kondisi penyimpanan fasilitas melebihi batas atas konsentrasi radioaktivitas tanah yang diangkat atau ukuran fasilitas sebagaimana tercantum dalam Tabel 54, maka diperlukan untuk merancang fasilitas yang dianggap mampu menjamin keamanan dengan melakukan evaluasi keamanan berdasarkan rincian spesifikasi fasilitas individu dan manajemen keamanan.

(1) Penyimpanan di lokasi - 1): Di atas tanah



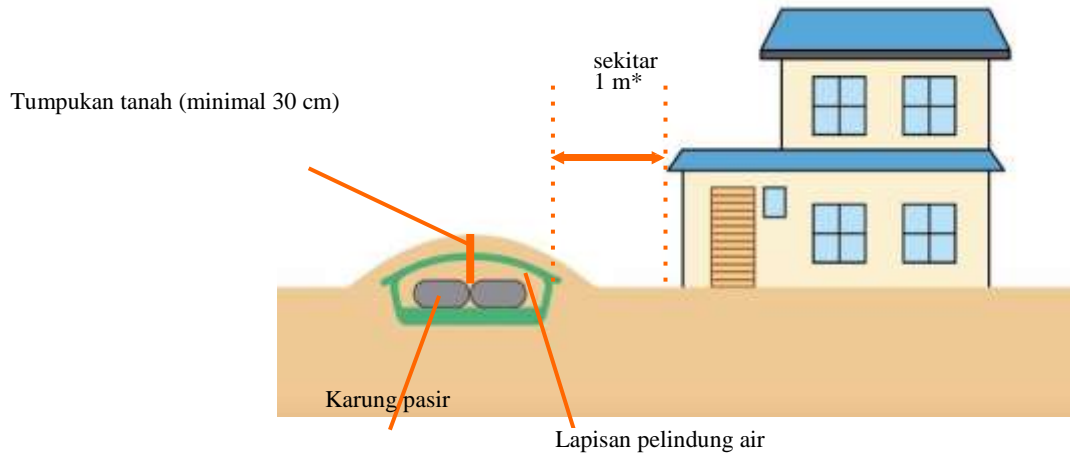
Gambar 71. Tumpukan (2× 2× 1 m) tanah yang diangkat selama dekontaminasi area dengan laju dosis udara sekitar 1 μSv/jam

Tabel 57. Contoh spesifikasi fasilitas dan rincian manajemen keselamatan

Perlindungan dan isolasi	<ul style="list-style-type: none"> Setelah pengiriman tanah yang diangkat, lindungi dengan menempatkan karung pasir berisi tanah yang tidak terkontaminasi di sisi dan atas, atau tutupi dengan tanah. Karung pasir atau penutup tanah harus setidaknya 30 cm tebal. Dalam hal ini, tidak perlu menjaga jarak isolasi dari bangunan perumahan seperti rumah pribadi. Jika permukaan atas tidak dilindungi, letakkan tanah yang telah diangkat setidaknya 1 m jauhnya dari bangunan perumahan seperti rumah pribadi.
Pencegahan penyebaran	<ul style="list-style-type: none"> Untuk mencegah penyebaran material radioaktif, letakkan tanah yang telah diangkat ke dalam karung pasir atau wadah fleksibel yang dapat ditutup, dan tutup dengan rapat. Jika tanah yang telah diangkat tidak dimasukkan ke dalam wadah seperti karung pasir, bungkus dengan lembaran anti debu.
Pencegahan penetrasi air hujan, dll.	<ul style="list-style-type: none"> Tutup tanah yang telah diangkat dengan lembaran tahan air dan ikat ujung-ujungnya agar lembaran tidak terbawa angin. Angkat bagian tengah untuk mencegah air hujan menumpuk di permukaan lembaran.
Pencegahan aliran keluar	<ul style="list-style-type: none"> Letakkan lembaran tahan air di area tempat tanah yang diangkat diletakkan. Tidak diperlukan tindakan khusus jika tanah yang diangkat disimpan dalam wadah fleksibel tahan air, dll. Saat menempatkan tanah yang telah diangkat, pastikan tidak merusak lembaran tahan air, dll.

Pemantauan	<ul style="list-style-type: none"> • Setelah menyelesaikan penutupan dengan tanah, dll., untuk tanah yang telah diangkat, gunakan meter survei skintilasi yang dikalibrasi untuk mengukur laju dosis udara di tempat-tempat yang berjarak 1 m dari empat titik di perimeter luar area tempat tanah yang telah diangkat ditempatkan dan pada ketinggian 1 m (empat titik), dan catat hasilnya. • Jika tidak mungkin melakukan pengukuran di tempat yang berjarak 1 m dari perimeter luar, pilih titik pengukuran lain. • Catat titik pengukuran dengan menggambar sketsa kasar untuk mengidentifikasi lokasi pengukuran.
Catat menyimpan	<ul style="list-style-type: none"> • Simpan catatan hasil pengukuran laju dosis udara hingga tanah yang diangkat dikeluarkan.

(2) Penyimpanan di lokasi - 2): Bawah tanah



* Jarak pelindung (0) m jika penutup tanah melebihi 30 cm ketebalannya.

Gambar 72. Lubang (2× 2× 0,5 m) tanah yang diangkat selama proses dekontaminasi area dengan laju dosis udara sekitar 1 μSv/jam

Tabel 58. Contoh spesifikasi fasilitas dan rincian manajemen keselamatan

Perlindungan dan isolasi	<ul style="list-style-type: none"> Setelah pengiriman tanah yang diangkat, lindungi dengan menempatkan karung pasir berisi tanah yang tidak terkontaminasi di atasnya atau tutupi dengan tanah. Karung pasir atau penutup tanah harus setidaknya 30 cm tebal. Dalam hal ini, tidak perlu menjaga jarak isolasi dari bangunan perumahan, seperti rumah pribadi. Jika permukaan atas tidak dilindungi, letakkan tanah yang diangkat setidaknya 1 m jauhnya dari bangunan perumahan seperti rumah pribadi.
Pencegahan penyebaran	<ul style="list-style-type: none"> Untuk mencegah penyebaran material radioaktif, letakkan tanah yang telah diangkat ke dalam karung pasir atau wadah fleksibel yang dapat ditutup, dan tutup dengan rapat. Jika tanah yang telah diangkat tidak dimasukkan ke dalam wadah seperti karung pasir, bungkuslah dengan lembaran anti debu.
Pencegahan penetrasi air hujan, dll.	<ul style="list-style-type: none"> Tutup tanah yang telah diangkat dengan lembaran tahan air dan ikat ujung-ujungnya agar lembaran tidak terbawa angin sesuai kebutuhan. Untuk pengikatan, dapat digunakan karung pasir dan blok. Angkat bagian tengah untuk mencegah air hujan menumpuk di permukaan lembaran sesuai kebutuhan.
Pencegahan aliran keluar	<ul style="list-style-type: none"> Sebarkan lembaran tahan air di area tempat tanah yang telah diangkat ditempatkan. Tidak diperlukan tindakan khusus jika tanah yang diangkat disimpan dalam wadah fleksibel tahan air, dll. Saat menempatkan tanah yang telah diangkat, berhati-hatilah agar tidak merusak lembaran kedap air, dll.
Pemantauan	<ul style="list-style-type: none"> Setelah menyelesaikan penutupan dengan tanah, dll., untuk tanah yang telah diangkat, gunakan alat ukur dosis radiasi yang dikalibrasi untuk mengukur laju dosis udara di pusat (satu titik) dan empat titik yang berjarak 1 m dari perimeter luar area tempat tanah yang diangkat ditempatkan, pada ketinggian 1 m (empat titik), dan catat hasilnya. Jika tidak mungkin melakukan pengukuran di tempat yang berjarak 1 m dari perimeter luar, pilih titik pengukuran lain. Catat titik-titik pengukuran dengan menggambar sketsa kasar untuk mengidentifikasi lokasi pengukuran.
Catat menyimpan	<ul style="list-style-type: none"> Simpan catatan hasil pengukuran laju dosis udara hingga tanah yang diangkat dikeluarkan.

1) Pengiriman telah selesai.

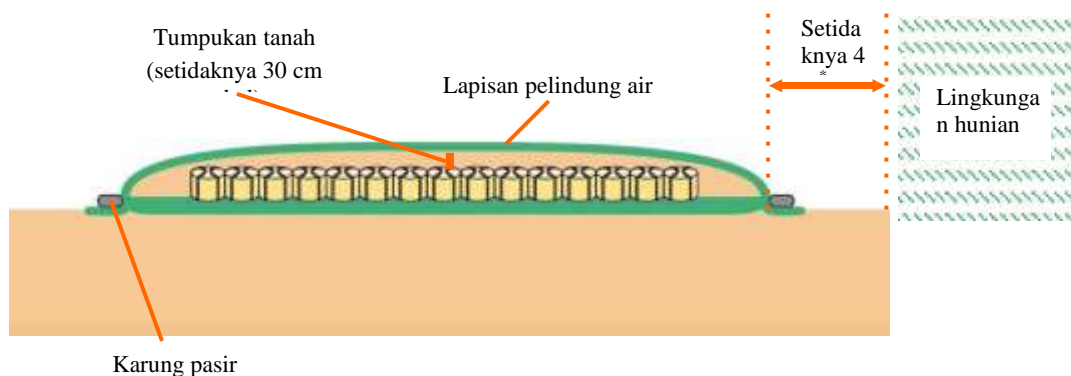


2) Seluruh tanah yang diangkat ditutupi dengan selembar kain.



Gambar 73. Contoh penyimpanan di lokasi (bawah tanah)

(3) Penyimpanan di lokasi - 3): Di atas Tanah



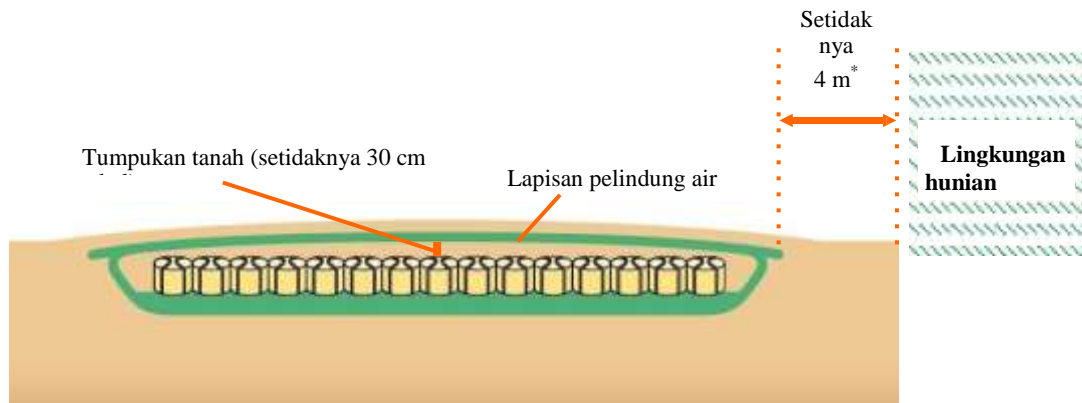
Gambar 74. Bukit tanah (20× 20× 1 m) yang dihasilkan dari pengangkatan tanah selama proses dekontaminasi area dengan laju dosis udara sekitar 1 μ Sv/jam

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 159

Tabel 59. Contoh spesifikasi fasilitas dan rincian manajemen keselamatan

Perlindungan dan isolasi	<ul style="list-style-type: none"> • Setelah pengiriman tanah yang diangkat, lindungi dengan meletakkan karung pasir berisi tanah yang tidak terkontaminasi di sisi dan atasnya atau tutupi dengan tanah. Karung pasir atau penutup tanah harus setidaknya 30 cm tebal. Dalam hal ini, tidak perlu Jaga jarak dari bangunan tempat tinggal seperti rumah pribadi.
Pencegahan penyebaran	<ul style="list-style-type: none"> • Untuk mencegah penyebaran material radioaktif, letakkan tanah yang telah diangkat ke dalam karung pasir atau wadah fleksibel yang dapat ditutup, dan tutup dengan rapat. Jika tanah yang diangkat tidak dimasukkan ke dalam wadah seperti karung pasir, bungkuslah dengan lembaran anti debu.
Pencegahan penetrasi air hujan, dll.	<ul style="list-style-type: none"> • Tutup tanah yang telah diangkat dengan lembaran tahan air dan ikat ujung-ujungnya agar lembaran tidak terbawa angin. • Angkat bagian tengah untuk mencegah air hujan menumpuk di permukaan lembaran.
Pencegahan aliran keluar	<ul style="list-style-type: none"> • Sebarkan lembaran tahan air di area tempat tanah yang telah diangkat ditempatkan. Tidak diperlukan tindakan khusus jika tanah yang telah diangkat disimpan dalam wadah fleksibel tahan air, dll. • Saat menempatkan tanah yang telah digali, pastikan tidak merusak lembaran tahan air, dll.
Pemantauan	<ul style="list-style-type: none"> • Setelah menyelesaikan penutupan dengan tanah, dll., untuk tanah yang telah diangkat, gunakan meter survei skintilasi yang dikalibrasi untuk mengukur laju dosis udara di tempat-tempat yang berjarak 4 m dari empat titik di perimeter luar area tempat tanah yang telah diangkat ditempatkan dan pada ketinggian 1 m (empat titik), dan catat hasilnya. • Jika tidak mungkin melakukan pengukuran di tempat yang berjarak 4 m dari perimeter luar, pilih titik pengukuran lain. • Catat titik pengukuran dengan menggambar sketsa kasar untuk mengidentifikasi lokasi pengukuran.
Catat menyimpan	<ul style="list-style-type: none"> • Simpan catatan hasil pengukuran laju dosis udara hingga tanah yang diangkat dikeluarkan.

(4) Penyimpanan di lokasi - 4): Bawah tanah



* Jarak pelindung (0) m jika penutup tanah melebihi 30 cm ketebalannya.

Gambar 75. Lubang (20× 20× 1 m) tanah yang diangkat selama proses dekontaminasi area dengan laju dosis udara sekitar 1 µSv/jam

Tabel 60. Contoh spesifikasi fasilitas dan rincian manajemen keselamatan

Perlindungan dan isolasi	<ul style="list-style-type: none"> Setelah pengiriman tanah yang diangkat, lindungi dengan menempatkan karung pasir berisi tanah yang tidak terkontaminasi di atasnya atau tutupi dengan tanah. Karung pasir atau penutup tanah harus setidaknya 30 cm tebal. Dalam hal ini, tidak perlu mempertahankan jarak dari bangunan tempat tinggal seperti rumah pribadi.
Pencegahan penyebaran	<ul style="list-style-type: none"> Untuk mencegah penyebaran material radioaktif, letakkan tanah yang telah diangkat ke dalam karung pasir atau wadah fleksibel yang dapat ditutup, dan tutup dengan rapat. Jika tanah yang diangkat tidak dimasukkan ke dalam wadah seperti karung pasir, bungkuslah dengan lembaran anti debu.
Pencegahan penetrasi air hujan, dll.	<ul style="list-style-type: none"> Tutup tanah yang telah diangkat dengan lembaran tahan air dan ikat ujung-ujungnya agar lembaran tidak terbawa angin, sesuai kebutuhan. Untuk mengikat, dapat digunakan karung pasir dan balok. Tinggikan bagian tengah untuk mencegah air hujan menumpuk di permukaan lembaran, sesuai kebutuhan.
Pencegahan aliran keluar	<ul style="list-style-type: none"> Letakkan lembaran tahan air di area tempat tanah yang diangkat ditempatkan. Tidak diperlukan tindakan khusus jika tanah yang diangkat disimpan dalam wadah fleksibel tahan air, dll. Saat menempatkan tanah yang diangkat, pastikan tidak merusak lembaran tahan air, dll.
Pemantauan	<ul style="list-style-type: none"> Setelah menyelesaikan penutupan dengan tanah, dll., untuk tanah yang telah diangkat, gunakan meter survei skintilasi yang dikalibrasi untuk mengukur laju dosis udara di pusat (satu titik) dan empat titik yang berjarak 4 m dari empat titik di perimeter luar area tempat tanah yang telah diangkat ditempatkan, pada ketinggian 1 m (empat titik), dan catat hasilnya. Jika tidak mungkin melakukan pengukuran di tempat yang berjarak 4 m dari perimeter luar, pilih titik pengukuran lain. Catat titik-titik pengukuran dengan menggambar sketsa kasar untuk mengidentifikasi lokasi pengukuran.
Catat menyimpan	<ul style="list-style-type: none"> Simpan catatan hasil pengukuran laju dosis udara hingga tanah yang diangkat dikeluarkan.

- 1) Alat berat konstruksi seperti grader digunakan untuk mengangkat tanah dari permukaan tanah.



- 2) Sebuah lubang digali untuk mengubur tanah yang telah digali. penutup dan



- 3) Setelah lubang digali, lembaran pelindung air diletakkan.



- 4) Tanah permukaan dikubur di dalam lembaran pelindung air.



- 5) Seluruh lapisan tanah atas ditutupi dengan lembaran pelindung air.



- 6) Lubang tersebut diisi kembali dengan tanah seluruh lapangan sekolah diratakan.



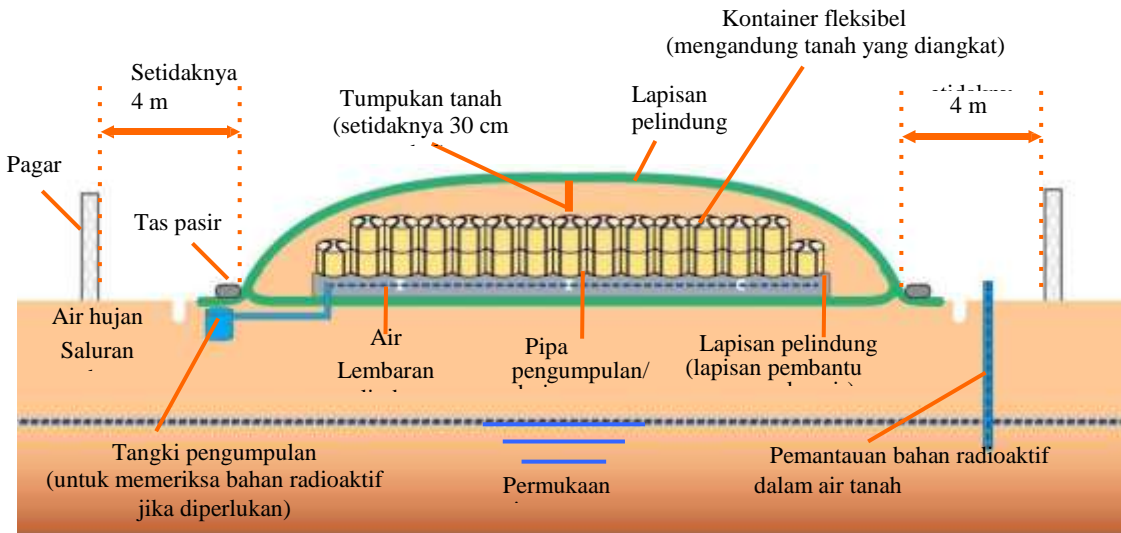
- 7) Lapangan sekolah ditempatkan.



Gambar 76. Contoh penyimpanan di lokasi (sekolah: penyimpanan bawah tanah)

Nomor : PRI/PD/3/00/2025	Tanggal : 1 September 2025
Revisi : 0	Halaman : 162

(5) Lokasi penyimpanan sementara - 1): Di atas tanah



Gambar 77. Tumpukan tanah (20× 20× 2 m) yang dihasilkan selama proses dekontaminasi area dengan laju dosis udara sekitar 1 µSv/jam

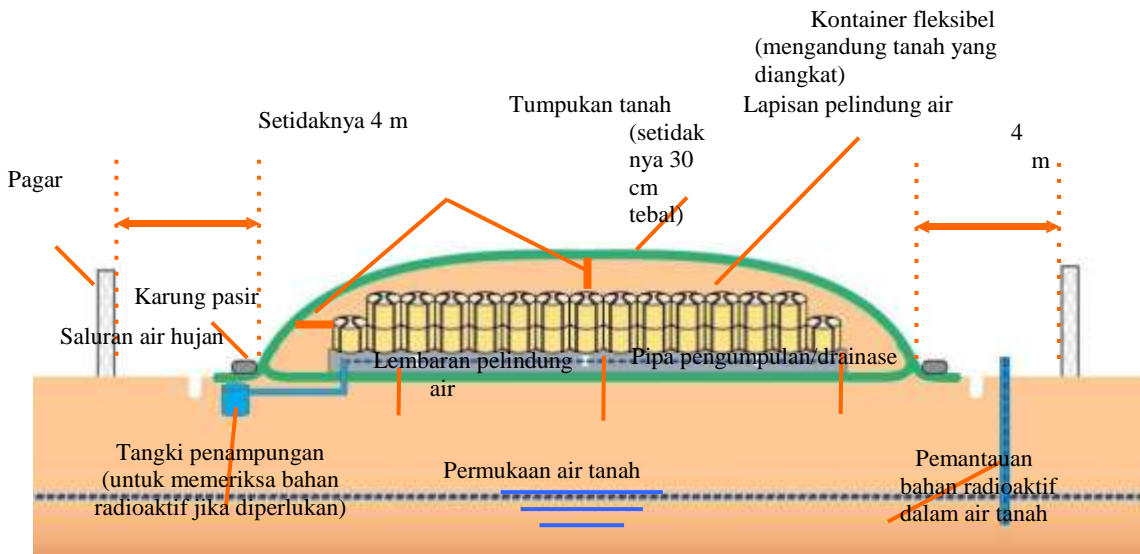
Tabel 61. Contoh spesifikasi fasilitas dan rincian manajemen keselamatan

<p>Perlindungan dan isolasi</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Jika pekerjaan pengangkutan berlangsung dalam jangka waktu yang lama, simpan tanah yang diangkat setidaknya 4 meter jauhnya dari bangunan perumahan seperti rumah pribadi untuk mencegah paparan dosis tambahan masyarakat melebihi 1 millisievert per tahun selama pengangkutan. • Selama pengangkutan tanah yang diangkat, lindungi dengan menempatkan wadah fleksibel, dll., yang berisi tanah tidak terkontaminasi di sisi atau tutupi dengan tanah. Kantong pasir atau penutup tanah harus setidaknya 30 cm tebal. • Setelah pengangkutan tanah yang diangkat, lindungi dengan menempatkan karung pasir berisi tanah yang tidak terkontaminasi di atasnya atau tutupi dengan tanah. Ketebalan karung pasir atau penutup tanah harus minimal 30 cm.
<p>Pencegahan penyebaran</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Saat mengangkut tanah yang diangkat, untuk mencegah penyebaran material radioaktif, letakkan tanah yang diangkat ke dalam wadah fleksibel dan tutup dengan rapat. Jika tanah yang diangkat tidak dimasukkan ke dalam wadah seperti wadah fleksibel, bungkus dengan lembaran anti debu
<p>Pencegahan penetrasi air hujan, dll.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Selama dan setelah pengiriman tanah yang diangkat, tutupi dengan lembaran tahan cuaca dan tahan air seperti lembaran pelindung air untuk mencegah tanah terpapar hujan sebanyak mungkin. Pasang ujung lembaran pelindung air agar tidak terbawa angin. Untuk pemasangan, dapat menggunakan karung pasir dan blok. Tidak diperlukan tindakan khusus jika tanah yang diangkat disimpan dalam wadah tahan air atau disimpan di fasilitas dengan atap. • Tinggikan bagian tengah untuk mencegah air hujan menumpuk di atas lembaran pelindung air, dll. • Atur tanah yang diangkat agar posisinya lebih tinggi dari lembaran pelindung air, dll., untuk drainase yang baik. • Pasang fasilitas drainase selama proses pengiriman untuk membuang air hujan yang terakumulasi.

Pencegahan aliran keluar	<ul style="list-style-type: none"> • Sebarkan lembaran tahan cuaca dan tahan air, seperti lembaran pelindung air, di area tempat tanah yang diangkat ditempatkan. • Saat menempatkan tanah yang telah diangkat, pastikan tidak merusak lembaran tahan air, dll. • Pemasangan lapisan pelindung air seperti pemasangan lembaran tahan air dapat diabaikan jika tanah yang diangkat disimpan dalam wadah tahan air dan penutup tahan air diterapkan dengan benar untuk mencegah air hujan masuk.
Pengukuran latar belakang	<p><u>Laju dosis udara</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sebelum pengiriman tanah yang diangkat, gunakan alat ukur dosis radiasi yang dikalibrasi untuk mengukur laju dosis udara di titik-titik sepanjang batas lokasi dan pada ketinggian 1 m pada hari cerah dan hujan, serta catat hasilnya. • Titik pengukuran harus memiliki jarak sekitar 2 m sepanjang batas lokasi dan mencakup titik-titik di batas lokasi yang paling dekat dengan tempat penyimpanan tanah yang diangkat. • Jika tidak mungkin melakukan pengukuran di tempat yang berjarak 4 m dari batas luar, pilih titik pengukuran lain. • Catat titik pengukuran dengan menandai tanah atau menggambar sketsa kasar untuk mengidentifikasi lokasi pengukuran. • Hitung perkiraan batas atas variasi dari nilai laju dosis udara yang diukur (di puluhan titik) dan persamaan berikut: $m \pm 3 \sqrt{\frac{(s_1 - m)^2 + (s_2 - m)^2 + \dots + (s_k - m)^2 + \dots + (s_N - m)^2}{N}}$ <p>di mana $s_1, s_2, \dots, s_k \dots s_N$: Nilai yang diukur, m: Rata-rata dari nilai yang diukur, dan N: Jumlah nilai yang diukur.</p> <p><u>Konsentrasi radioaktivitas air tanah</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sebelum pengiriman tanah yang diangkat, gali lubang pengambilan sampel air di dekat lokasi penyimpanan sementara yang direncanakan, ambil sampel air tanah, ukur konsentrasi radiocaesium sampel, dan catat hasilnya. • Untuk pemasangan lubang pengambilan sampel air, hindari pencampuran tanah permukaan dengan air permukaan. Selain itu, terapkan langkah-langkah untuk mencegah pencampuran tanah permukaan dan sejenisnya sesuai kebutuhan. <p><u>Konsentrasi radioaktivitas lindi (jika diperlukan)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ini bukan standar untuk penyimpanan, tetapi jika mengukur leachate, pasang pipa ke lapisan pelindung untuk mengambil sampel leachate, dan pasang tangki penampungan (misalnya tangki air kerja atau tangki pengukuran beton) di luar lokasi penyimpanan sementara untuk mengumpulkan leachate yang diambil sampelnya. <p><u>Konsentrasi radioaktivitas tanah</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sebelum pengiriman tanah yang diangkat, ambil sampel tanah di lokasi penyimpanan sementara yang direncanakan, ukur konsentrasi radiocaesium sampel, dan catat hasilnya. • Titik pengukuran harus berada di pusat dan empat sudut area di mana tanah yang diangkat ditempatkan.

Pemantauan	<p><u>Laju dosis udara</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Setelah pengiriman tanah yang diangkat dimulai, gunakan meter survei skintilasi yang dikalibrasi untuk mengukur laju dosis udara pada ketinggian 1 m di empat titik, termasuk satu titik terdekat dengan lokasi penyimpanan tanah yang diangkat di antara titik-titik pengukuran latar belakang, dan catat hasilnya. Lakukan pengukuran tersebut setidaknya sekali seminggu. <u>Konsentrasi radioaktivitas air tanah</u> Setelah pengiriman tanah yang diangkat dimulai, ambil sampel air tanah dari lubang pengambilan sampel, ukur konsentrasi radiocaesium sampel, dan catat hasilnya. Sampel air tanah harus diambil saat tidak ada kekeruhan. Lakukan pengukuran ini setidaknya sekali sebulan. <p><u>Konsentrasi radioaktivitas leachate (jika diperlukan)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Setelah pengiriman tanah yang diangkat dimulai, periksa apakah air terakumulasi di tangki penampungan setidaknya sekali sebulan. Jika air telah terakumulasi, ambil sampel lindi dan ukur konsentrasi radiocaesium, dll., dalam sampel lindi tersebut.
Catat penyimpanan	<ul style="list-style-type: none"> Simpan catatan berikut hingga periode operasi fasilitas berakhir. <ul style="list-style-type: none"> Jumlah tanah yang dibuang dan disimpan, tanggal mulai dan berakhirnya penyimpanan <p>untuk setiap batch tanah yang dibuang yang disimpan, serta nama dan alamat lokasi penerima dan tujuan tanah yang dibuang setelah penyimpanan.</p> <ul style="list-style-type: none"> Nama orang yang bertanggung jawab atas penerimaan dan pengiriman tanah yang dibuang terkait tanah yang diterima, serta nomor registrasi atau nomor kendaraan truk jika truk tersebut digunakan untuk pengiriman terkait pengiriman. Hasil pengukuran laju dosis udara dan uji kualitas air (pengukuran konsentrasi radioaktivitas air tanah).
Perbaikan	<ul style="list-style-type: none"> Pastikan bahwa nilai pengukuran laju dosis udara dan konsentrasi radiocaesium air tanah berada dalam rentang variasi yang diizinkan dari nilai latar belakang. (Catatan: Selama pengiriman tanah yang diangkat, laju dosis udara yang diukur tidak boleh melebihi rentang variasi yang diizinkan ditambah laju dosis udara setara dengan 1 mSv/tahun.) Jika nilai yang diukur melebihi rentang variasi yang diizinkan, dll., identifikasi penyebabnya. Jika ditemukan bahwa lokasi penyimpanan sementara adalah penyebab masalah tersebut, ambil tindakan yang diperlukan, seperti menambahkan bahan pelindung, memperbaiki fasilitas, atau mengumpulkan tanah yang diangkat.
Pembatasan akses	<ul style="list-style-type: none"> Pasang pagar (misalnya tali, jaring, atau kawat besi) di sekitar area setidaknya 4 m dari lokasi penyimpanan sementara. Pasang papan pengumuman berukuran minimal 60 cm × 60 cm di tempat-tempat yang mudah terlihat untuk memberi peringatan bahwa area tersebut adalah tempat penyimpanan tanah yang telah diangkat, detail kontak dalam keadaan darurat, dan ketinggian tumpukan tanah yang telah diangkat.
Pemeriksaan lokasi kosong	<ul style="list-style-type: none"> Setelah periode penyimpanan berakhir dan tanah yang diangkat dikeluarkan dari tempat penyimpanan sementara, ukur konsentrasi Cs-134 dan Cs-137 pada tanah di lokasi kosong dan pastikan bahwa nilai yang dihasilkan berada dalam rentang variasi konsentrasi latar belakang. Titik pengukuran harus berada di pusat dan empat sudut area di mana tanah yang diangkat telah ditempatkan. Jika nilai yang diukur melebihi rentang variasi yang diizinkan, lakukan dekontaminasi di lokasi tersebut.

(6) Lokasi penyimpanan sementara - 2): Di atas tanah



Gambar 78. Tumpukan (100× 100× 2 m) tanah yang diangkat selama dekontaminasi area dengan laju dosis udara sekitar 1 μ Sv/jam

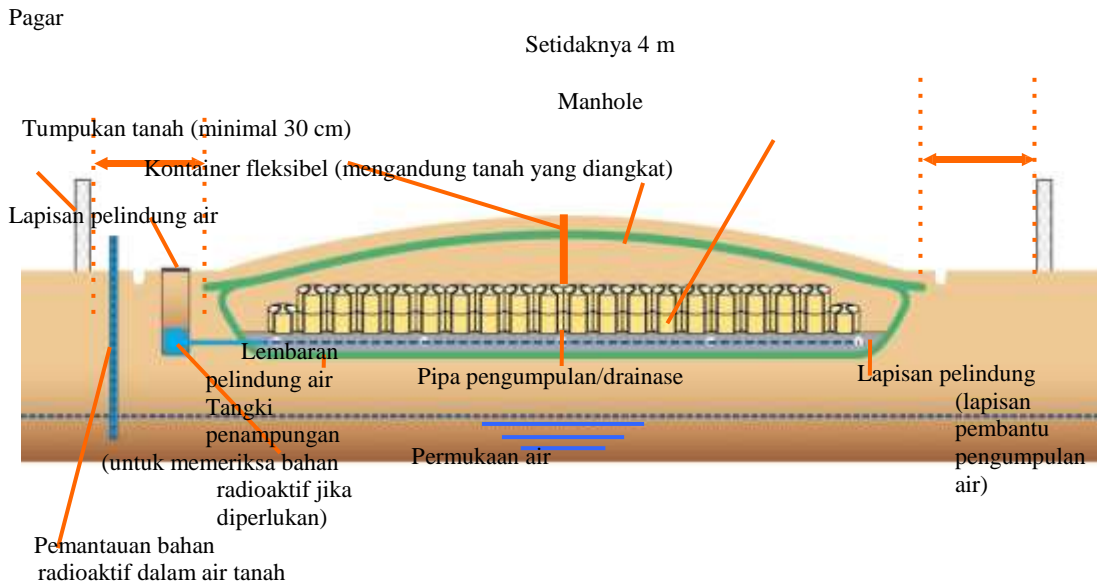
Tabel 62. Contoh spesifikasi fasilitas dan rincian manajemen keselamatan

<p>Perlindungan dan isolasi</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Jika pekerjaan pengangkutan berlangsung dalam jangka waktu yang lama, simpan tanah yang diangkat setidaknya 4 meter jauhnya dari bangunan perumahan seperti rumah pribadi untuk mencegah paparan dosis tambahan masyarakat melebihi 1 millisievert per tahun selama pengangkutan. • Selama pengangkutan tanah yang diangkat, lindungi dengan menempatkan wadah fleksibel, dll., yang berisi tanah tidak terkontaminasi di sisi atau tutupi dengan tanah. Kantong pasir atau penutup tanah harus setidaknya 30 cm tebal. • Selama pengangkutan tanah yang diangkat, lindungi dengan meletakkan karung pasir berisi tanah yang tidak terkontaminasi di atasnya atau tutupi dengan tanah untuk mencegah area terbuka di atasnya melebihi 20 m × 20 m. Karung pasir atau penutup tanah harus setidaknya 30 cm tebal. • Setelah pengiriman tanah yang diangkat, lindungi dengan menempatkan karung pasir berisi tanah yang tidak terkontaminasi di atasnya atau tutupi dengan tanah. Karung pasir atau penutup tanah harus setidaknya 30 cm tebal.
<p>Pencegahan penyebaran</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Saat mengangkut tanah yang diangkat, untuk mencegah penyebaran material radioaktif, masukkan tanah yang diangkat ke dalam wadah fleksibel dan tutup dengan rapat. Jika tanah yang diangkat tidak dimasukkan ke dalam wadah seperti wadah fleksibel, bungkuslah dengan lembaran anti debu.
<p>Pencegahan penetrasi air hujan, dll.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Selama dan setelah pengiriman tanah yang diangkat, tutupi dengan lembaran tahan cuaca dan tahan air seperti lembaran pelindung air untuk mencegah tanah terpapar hujan sebanyak mungkin. Pasang ujung lembaran pelindung air agar tidak terbawa angin. Untuk pemasangan, dapat menggunakan karung pasir dan blok. Tidak diperlukan tindakan khusus jika tanah yang diangkat disimpan dalam wadah tahan air atau disimpan di fasilitas dengan atap. • Tinggikan bagian tengah untuk mencegah air hujan menumpuk di atas lembaran pelindung air, dll. • Atur tanah yang diangkat agar posisinya lebih tinggi dari lembaran pelindung air, dll., untuk drainase yang baik. • Pasang fasilitas drainase selama proses pengiriman untuk membuang air hujan yang terakumulasi.
<p>Pencegahan aliran keluar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sebarkan lembaran tahan cuaca dan tahan air, seperti lembaran pelindung air, di area tempat tanah yang diangkat ditempatkan.
	<ul style="list-style-type: none"> • Letakkan lapisan pelindung dengan ketebalan sekitar sepuluh hingga puluhan sentimeter dengan menumpuk tanah di atas lembaran pelindung air. • Jika menggunakan mesin berat, gunakan langkah-langkah seperti menempatkan pelat logam secara sementara di atas lapisan pelindung untuk menghindari kerusakan pada lapisan pelindung dan lembaran pelindung air, dll., sebanyak mungkin saat menempatkan tanah yang telah diangkat. • Pemasangan lapisan pelindung air seperti meletakkan lembaran tahan air dapat diabaikan jika tanah yang diangkat disimpan dalam wadah tahan air dan penutup tahan air diterapkan dengan benar untuk mencegah air hujan masuk.

<p>Pengukuran latar belakang</p>	<p><u>Laju dosis udara</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sebelum pengiriman tanah yang diangkat, gunakan alat ukur dosis radiasi yang dikalibrasi untuk mengukur laju dosis udara di titik-titik sepanjang batas lokasi dan pada ketinggian 1 m pada hari cerah dan hujan, serta catat hasilnya. • Titik pengukuran harus memiliki jarak sekitar 10 m sepanjang batas lokasi dan mencakup titik-titik di batas lokasi yang paling dekat dengan tempat penyimpanan tanah yang diangkat. • Jika tidak mungkin melakukan pengukuran di tempat yang berjarak 4 m dari batas luar, pilih titik pengukuran lain. • Catat titik pengukuran dengan menandai tanah atau menggambar sketsa kasar untuk mengidentifikasi lokasi pengukuran. • Hitung perkiraan batas atas variasi dari nilai laju dosis udara yang diukur (di puluhan titik) dan persamaan berikut: $m + 3 \sqrt{\frac{(s_1 - m)^2 + (s_2 - m)^2 + \dots + (s_k - m)^2 + \dots + (s_N - m)^2}{N}}$ <p>di mana $s_1, s_2, \dots, s_k \dots s_N$: Nilai yang diukur, m: Rata-rata nilai yang diukur, dan N: Jumlah nilai yang diukur.</p> <p><u>Konsentrasi radioaktivitas air tanah</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sebelum pengiriman tanah yang diangkat, gali lubang pengambilan sampel air di dekat lokasi penyimpanan sementara yang direncanakan, ambil sampel air tanah, ukur konsentrasi radiocaesium sampel, dan catat hasilnya. • Untuk pemasangan lubang pengambilan sampel air, hindari pencampuran tanah permukaan dan air permukaan. Selain itu, terapkan langkah-langkah untuk mencegah pencampuran tanah permukaan dan sejenisnya sesuai kebutuhan. <p><u>Konsentrasi radioaktivitas leachate (jika diperlukan)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ini bukan standar untuk penyimpanan, tetapi jika mengukur leachate, pasang pipa ke lapisan pelindung untuk mengambil sampel leachate, dan pasang tangki pengumpulan (misalnya tangki air kerja atau tangki pengukuran beton) di luar lokasi penyimpanan sementara untuk mengumpulkan leachate yang diambil sampelnya. <p><u>Konsentrasi radioaktivitas tanah</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sebelum pengiriman tanah yang diangkat, ambil sampel tanah di lokasi penyimpanan sementara yang direncanakan, ukur konsentrasi radiocaesium sampel, dan catat hasilnya. • Titik pengukuran ditentukan dengan membagi area tempat tanah yang diangkat ditempatkan menjadi jaring dengan interval sekitar 10 m.
<p>Pemantauan</p>	<p><u>Laju dosis udara</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Setelah pengiriman tanah yang diangkat dimulai, gunakan meter survei skintilasi yang dikalibrasi untuk mengukur laju dosis udara pada ketinggian 1 m di empat titik, termasuk satu titik terdekat dengan lokasi penyimpanan tanah yang diangkat di antara titik-titik pengukuran latar belakang, dan catat hasilnya. • Lakukan pengukuran ini setidaknya sekali seminggu. <u>Konsentrasi radioaktivitas air tanah</u> • Setelah pengiriman tanah yang diangkat dimulai, ambil sampel air tanah dari lubang pengambilan sampel, ukur konsentrasi radiocaesium sampel, dan catat hasilnya. • Sampel air tanah harus diambil saat tidak ada kekeruhan.

	<ul style="list-style-type: none"> Lakukan pengukuran tersebut setidaknya sekali sebulan. <p><u>Konsentrasi radioaktivitas leachate (jika diperlukan)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Setelah pengiriman tanah yang diangkat dimulai, periksa apakah air terakumulasi di tangki penampungan setidaknya sekali sebulan. Jika air telah terakumulasi, ambil sampel lindi dan ukur konsentrasi radiocaesium, dll., dalam sampel lindi tersebut.
Pencatatan	<ul style="list-style-type: none"> Simpan catatan berikut hingga periode operasi fasilitas berakhir. <ul style="list-style-type: none"> Jumlah tanah yang dibuang yang disimpan, tanggal mulai dan berakhirnya penyimpanan, serta nama dan alamat lokasi penerima dan tujuan tanah yang dibuang setelah penyimpanan. Nama orang yang bertanggung jawab atas penerimaan dan pengiriman tanah yang dibuang terkait tanah yang diterima, serta nomor registrasi atau nomor kendaraan truk jika truk tersebut digunakan untuk pengiriman terkait pengiriman. Hasil pengukuran laju dosis udara dan uji kualitas air (pengukuran konsentrasi radioaktivitas air tanah).
Perbaikan	<ul style="list-style-type: none"> Pastikan bahwa nilai pengukuran laju dosis udara dan konsentrasi radiocaesium air tanah berada dalam rentang variasi yang diizinkan dari nilai latar belakang. (Catatan: Selama pengiriman tanah yang diangkat, laju dosis udara yang diukur tidak boleh melebihi rentang variasi yang diizinkan ditambah laju dosis udara setara dengan 1 mSv/tahun.) Jika nilai yang diukur melebihi rentang variasi yang diizinkan, dsb., identifikasi penyebabnya. Jika ditemukan bahwa lokasi penyimpanan sementara adalah penyebab masalah tersebut, ambil tindakan yang diperlukan, seperti menambahkan bahan pelindung, memperbaiki fasilitas, atau mengumpulkan tanah yang diangkat.
Pembatasan akses	<ul style="list-style-type: none"> Pasang pagar (misalnya tali, jaring, atau kawat besi) di sekitar area setidaknya 4 m dari lokasi penyimpanan sementara. Pasang papan pengumuman berukuran minimal 60 cm × 60 cm di tempat yang mudah terlihat untuk memberi peringatan bahwa area tersebut adalah tempat penyimpanan tanah yang telah diangkat, detail kontak dalam keadaan darurat, dan ketinggian tumpukan tanah yang telah diangkat.
Pemeriksaan lokasi kosong	<ul style="list-style-type: none"> Setelah periode penyimpanan berakhir dan tanah yang diangkat dikeluarkan dari lokasi penyimpanan sementara, ukur konsentrasi Cs-134 dan Cs-137 tanah di lokasi kosong dan pastikan nilai yang dihasilkan berada dalam rentang variasi konsentrasi latar belakang. Titik pengukuran ditentukan dengan membagi area tempat tanah yang diangkat ditempatkan menjadi jaring dengan interval sekitar 10 meter. Jika nilai yang diukur melebihi rentang variasi yang diizinkan, lakukan dekontaminasi lokasi.

(7) Lokasi penyimpanan sementara - 3): Bawah tanah



Gambar 79. Lubang (50× 50× 2 m) untuk tanah yang diangkat selama proses dekontaminasi area dengan laju dosis udara sekitar 1 μ Sv/jam

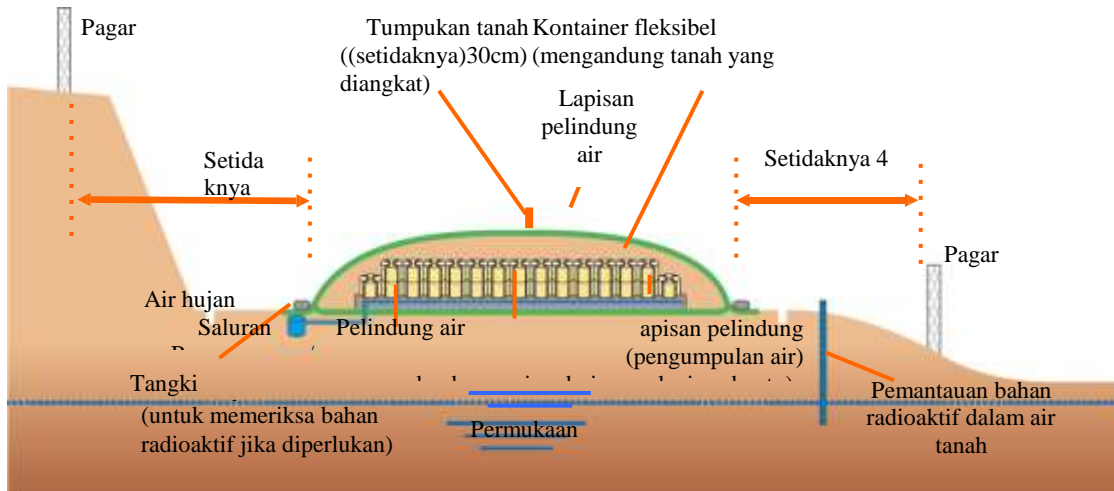
Tabel 63. Contoh spesifikasi fasilitas dan rincian manajemen keselamatan

<p>Perlindungan dan isolasi</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Jika pekerjaan pengangkutan berlangsung dalam jangka waktu yang lama, simpan tanah yang diangkat setidaknya 4 meter jauhnya dari bangunan perumahan seperti rumah pribadi untuk mencegah paparan dosis tambahan masyarakat melebihi 1 millisievert per tahun selama pengangkutan. • Setelah pengiriman tanah yang diangkat, lindungi dengan menempatkan karung pasir berisi tanah yang tidak terkontaminasi di atasnya atau tutupi dengan tanah. Karung pasir atau penutup dengan Tanah harus setidaknya berketebalan 30 cm.
<p>Pencegahan penyebaran</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Saat mengangkut tanah yang telah diangkat, untuk mencegah penyebaran material radioaktif, masukkan tanah yang diangkat ke dalam wadah fleksibel, dan tutup dengan rapat. Jika tanah yang diangkat tidak dimasukkan ke dalam wadah seperti wadah fleksibel, bungkuslah dengan lembaran anti debu
<p>Pencegahan penetrasi air hujan, dll.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Selama dan setelah pengiriman tanah yang diangkat, tutupi tanah tersebut dengan lembaran tahan cuaca dan tahan air seperti lembaran pelindung air untuk mencegah tanah terpapar hujan sebanyak mungkin. Pasang ujung lembaran pelindung air agar tidak terbawa angin. Untuk pemasangan, dapat digunakan karung pasir dan balok. Tidak diperlukan tindakan khusus jika tanah yang diangkat disimpan dalam wadah tahan air atau disimpan di fasilitas dengan atap. • Tinggikan bagian tengah untuk mencegah air hujan menumpuk di atas lembaran pelindung air, dll. • Atur tanah yang diangkat agar posisinya lebih tinggi dari lembaran pelindung air, dll., untuk drainase yang baik. • Pasang fasilitas drainase selama pengiriman untuk membuang air hujan yang terakumulasi.
<p>Pencegahan aliran keluar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sebarkan lembaran tahan cuaca dan tahan air, seperti lembaran pelindung air, di area tempat tanah yang diangkat ditempatkan. • Letakkan lapisan pelindung dengan ketebalan sekitar 10 hingga 10 cm dengan menimbun tanah di atas lembaran pelindung air. • Jika menggunakan mesin berat, gunakan langkah-langkah seperti menempatkan pelat logam secara sementara di atas lapisan pelindung untuk menghindari kerusakan pada lapisan pelindung dan lembaran pelindung air, dll., sebanyak mungkin saat menempatkan tanah yang telah diangkat. • Pemasangan lapisan pelindung air seperti pemasangan lembaran tahan air dapat diabaikan
	<p>jika tanah yang diangkat disimpan dalam wadah tahan air dan penutup tahan air diterapkan dengan benar untuk mencegah air hujan masuk.</p>

<p>Pengukuran latar belakang</p>	<p><u>Laju dosis udara</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sebelum pengirisan tanah yang diangkat, gunakan alat ukur dosis radiasi yang dikalibrasi untuk mengukur laju dosis udara di titik-titik sepanjang batas lokasi dan pada ketinggian 1 m pada hari cerah dan hujan, serta catat hasilnya. • Titik pengukuran harus memiliki jarak sekitar 5 m sepanjang batas lokasi dan mencakup titik-titik di batas lokasi yang terdekat dengan tempat penyimpanan tanah yang telah diangkat. • Jika tidak mungkin melakukan pengukuran di tempat yang berjarak 4 m dari batas luar, pilih titik pengukuran lain. • Catat titik pengukuran dengan menandai tanah atau menggambar sketsa kasar untuk mengidentifikasi lokasi pengukuran. • Hitung perkiraan batas atas variasi dari nilai laju dosis udara yang diukur (di puluhan titik) dan persamaan berikut: $m+3 \sqrt{\frac{(s_1 - m)^2 + (s_2 - m)^2 + \dots + (s_k - m)^2 + \dots + (s_N - m)^2}{N}}$ <p>di mana $s_1, s_2, \dots, s_k \dots s_N$: Nilai yang diukur, m: Rata-rata nilai yang diukur, dan N: Jumlah nilai yang diukur.</p> <p><u>Konsentrasi radioaktivitas air tanah</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sebelum pengirisan tanah yang diangkat, gali lubang pengambilan sampel air di dekat lokasi penyimpanan sementara yang direncanakan, ambil sampel air tanah, ukur konsentrasi radiocaesium sampel, dan catat hasilnya. • Untuk pemasangan lubang pengambilan sampel air, hindari pencampuran tanah permukaan dan air permukaan. Selain itu, terapkan langkah-langkah untuk mencegah pencampuran tanah permukaan dan sejenisnya sesuai kebutuhan. <p><u>Konsentrasi radioaktivitas leachate (jika diperlukan)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ini bukan standar untuk penyimpanan, tetapi jika Anda mengukur leachate, pasang pipa ke lapisan pelindung untuk mengambil sampel leachate, dan pasang tangki pengumpulan (misalnya tangki air kerja atau tangki pengukuran beton) di luar lokasi penyimpanan sementara untuk mengumpulkan leachate yang diambil sampelnya. <p><u>Konsentrasi radioaktivitas tanah</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sebelum pengirisan tanah yang diangkat, ambil sampel tanah di lokasi penyimpanan sementara yang direncanakan, ukur konsentrasi radiocaesium sampel, dan catat hasilnya. • Titik pengukuran ditentukan dengan membagi area tempat tanah yang diangkat ditempatkan menjadi jaring dengan interval sekitar 10 m.
<p>Pemantauan</p>	<p><u>Laju dosis udara</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Setelah pengirisan tanah yang diangkat dimulai, gunakan meter survei skintilasi yang dikalibrasi untuk mengukur laju dosis udara pada ketinggian 1 m di empat titik, termasuk satu titik terdekat dengan lokasi penyimpanan tanah yang diangkat di antara titik-titik pengukuran latar belakang, dan catat hasilnya. • Lakukan pengukuran ini setidaknya sekali seminggu. <u>Konsentrasi radioaktivitas air tanah</u> <ul style="list-style-type: none"> • Setelah pengirisan tanah yang diangkat dimulai, ambil sampel air tanah dari lubang pengambilan sampel, ukur konsentrasi radiocaesium sampel, dan catat hasilnya. • Sampel air tanah harus diambil saat tidak ada kekeruhan. • Lakukan pengukuran ini setidaknya sekali sebulan. <p><u>Konsentrasi radioaktivitas leachate (jika diperlukan)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Setelah pengirisan tanah yang diangkat dimulai, periksa apakah air terakumulasi di tangki penampungan setidaknya sekali sebulan. • Jika air telah terakumulasi, ambil sampel lindi dan ukur konsentrasi radiocaesium, dll., dalam sampel lindi tersebut.

Pencatatan	<ul style="list-style-type: none"> • Simpan catatan berikut hingga periode operasi fasilitas berakhir. • Jumlah tanah yang diangkat yang disimpan, tanggal mulai dan berakhirnya penyimpanan, serta nama dan alamat lokasi penerima dan tujuan tanah yang diangkat setelah penyimpanan. • Nama orang yang bertanggung jawab atas penerimaan dan pengiriman tanah yang dibuang terkait tanah yang diterima, serta nomor registrasi atau nomor kendaraan truk jika truk tersebut digunakan untuk pengiriman. • Hasil pengukuran laju dosis udara dan uji kualitas air (pengukuran konsentrasi radioaktivitas air tanah).
Perbaikan	<ul style="list-style-type: none"> • Pastikan bahwa nilai pengukuran laju dosis udara dan konsentrasi radiocesium air tanah berada dalam rentang variasi yang diizinkan dari nilai latar belakang. (Catatan: Selama pengiriman tanah yang diangkat, laju dosis udara yang diukur tidak boleh melebihi rentang variasi yang diizinkan ditambah laju dosis udara setara dengan 1 mSv/tahun.) • Jika nilai yang diukur melebihi rentang variasi yang diizinkan, dll., identifikasi penyebabnya. Jika ditemukan bahwa lokasi penyimpanan sementara adalah penyebab masalah tersebut, ambil tindakan yang diperlukan, seperti menambahkan bahan pelindung, memperbaiki fasilitas, atau mengumpulkan tanah yang telah diangkat.
Pembatasan akses	<ul style="list-style-type: none"> • Pasang pagar (misalnya tali, jaring, atau kawat besi) di sekitar area setidaknya 4 m dari lokasi penyimpanan sementara. • Pasang papan pengumuman berukuran minimal 60 cm × 60 cm di tempat yang mudah terlihat untuk memberi peringatan bahwa area tersebut adalah tempat penyimpanan tanah yang diangkat, serta detail kontak dalam keadaan darurat.
Pemeriksaan lokasi kosong	<ul style="list-style-type: none"> • Setelah periode penyimpanan berakhir dan tanah yang diangkat dikeluarkan dari lokasi penyimpanan sementara, ukur konsentrasi Cs-134 dan Cs-137 tanah di lokasi kosong dan pastikan nilai yang dihasilkan berada dalam rentang variasi konsentrasi latar belakang. • Titik pengukuran ditentukan dengan membagi area tempat tanah yang diangkat diletakkan menjadi jaring dengan interval sekitar 10 m. • Jika nilai yang diukur melebihi rentang variasi yang diizinkan, lakukan dekontaminasi lokasi.

(8) Lokasi penyimpanan sementara - 4): Penyimpanan di tanah berlereng



Gambar 80. Bukit tanah di tanah berlereng (20× 20× 2 m) dari tanah yang diangkat selama proses dekontaminasi area dengan laju dosis udara sekitar 1 μSv/jam

Lokasi penyimpanan secara prinsip harus berada di tanah datar dari segi keamanan, tetapi jika lokasi penyimpanan harus berada di tanah miring karena alasan yang tidak dapat dihindari, maka perhatian khusus harus diberikan untuk mencegah tanah longsor. Secara spesifik, pasang dinding penahan atau tanggul di area bawah sesuai dengan kemiringan tanah, lakukan penggalian tanah dan penumpukan tanah sesuai dengan kemiringan permukaan tanah miring, dan pastikan permukaan datar melalui pembentukan tanah.

Selain itu, selama pemasangan, pastikan informasi seperti kekuatan tanah dan tingkat air tanah terlebih dahulu, dan ambil tindakan pencegahan untuk hal-hal seperti pemeliharaan tanah atau air permukaan.

Tabel 64. Contoh spesifikasi fasilitas dan rincian manajemen keselamatan

Perlindungan dan isolasi	<ul style="list-style-type: none"> • Jika pekerjaan pengangkutan berlangsung dalam jangka waktu yang lama, simpan tanah yang diangkat setidaknya 4 meter jauhnya dari bangunan perumahan seperti rumah pribadi untuk mencegah paparan dosis tambahan masyarakat melebihi 1 millisievert per tahun selama pengangkutan. • Selama pengangkutan tanah yang diangkat, lindungi dengan menempatkan wadah fleksibel, dll., yang berisi tanah tidak terkontaminasi di sisi atau tutupi dengan tanah. Kantong pasir atau penutup tanah harus setidaknya 30 cm tebal. • Setelah pengangkutan tanah yang diangkat, lindungi dengan menempatkan karung pasir yang berisi tanah yang tidak terkontaminasi di atasnya atau tutupi dengan tanah. Karung pasir atau penutup dengan tanah setidaknya 30 cm tebal.
Pencegahan penyebaran	<ul style="list-style-type: none"> • Saat mengangkut tanah yang telah diangkat, untuk mencegah penyebaran material radioaktif, letakkan tanah yang telah diangkat ke dalam wadah fleksibel, dan tutup dengan rapat. Jika tanah yang telah diangkat tidak dimasukkan ke dalam wadah seperti wadah fleksibel, bungkus dengan lembaran anti debu
Pencegahan penetrasi air hujan, dll.	<ul style="list-style-type: none"> • Selama dan setelah pengiriman tanah yang diangkat, tutupi tanah tersebut dengan lembaran tahan cuaca dan tahan air seperti lembaran pelindung air untuk mencegah tanah terpapar hujan sebanyak mungkin. Pasang ujung lembaran pelindung air sehingga tanah tersebut tidak dapat terbawa oleh angin. Untuk pengamanan, dapat digunakan karung pasir dan balok.
	<p>Tidak diperlukan tindakan khusus jika tanah yang diangkat disimpan dalam wadah kedap air atau disimpan di fasilitas yang memiliki atap.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Angkat bagian tengah untuk mencegah air hujan menumpuk di atas lembaran pelindung air, dll. • Atur tanah yang diangkat sedemikian rupa sehingga posisinya lebih tinggi dari lembaran pelindung air, dll., untuk drainase yang baik. • Pasang fasilitas drainase selama pengiriman untuk membuang air hujan yang terakumulasi. • Ambil tindakan pencegahan yang diperlukan terhadap air mata air jika air mata air menjadi kemungkinan.
Pencegahan aliran keluar	<ul style="list-style-type: none"> • Sebarkan lembaran tahan cuaca dan tahan air, seperti lembaran pelindung air, di area tempat tanah yang diangkat ditempatkan. • Saat menempatkan tanah yang telah diangkat, pastikan tidak merusak lembaran tahan air, dll. • Pemasangan lapisan pelindung air seperti pemasangan lembaran tahan air dapat diabaikan jika tanah yang diangkat disimpan dalam wadah tahan air dan penutup tahan air diterapkan dengan benar untuk mencegah air hujan masuk.

<p>Pengukuran latar belakang</p>	<p><u>Laju dosis udara</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sebelum pengiriman tanah yang telah diangkat, gunakan meter survei skintilasi yang telah dikalibrasi untuk mengukur laju dosis udara di titik-titik sepanjang batas lokasi dan pada ketinggian 1 m pada hari cerah dan hujan, serta catat hasilnya. • Titik pengukuran harus memiliki jarak sekitar 2 m sepanjang batas area dan mencakup titik-titik pada batas area yang paling dekat dengan tempat penyimpanan tanah yang telah dipindahkan. • Jika tidak mungkin melakukan pengukuran di tempat yang berjarak 4 m dari batas luar, pilih titik pengukuran lain. • Catat titik-titik pengukuran dengan menandai tanah atau menggambar sketsa kasar untuk mengidentifikasi lokasi pengukuran. • Hitung perkiraan batas atas variasi dari nilai laju dosis udara yang diukur (di puluhan titik) dan persamaan berikut: $m + 3 \sqrt{\frac{(s_1 - m)^2 + (s_2 - m)^2 + \dots + (s_k - m)^2 + \dots + (s_N - m)^2}{N}}$ <p>di mana $s_1, s_2, \dots, s_k \dots s_N$: Nilai pengukuran, m: Rata-rata nilai pengukuran, dan N: Jumlah nilai pengukuran.</p> <p><u>Konsentrasi radioaktivitas air tanah</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sebelum pengiriman tanah yang diangkat, gali lubang pengambilan sampel air di dekat lokasi penyimpanan sementara yang direncanakan, ambil sampel air tanah, ukur konsentrasi radiokaesium sampel, dan catat hasilnya. • Untuk pemasangan lubang pengambilan sampel air, hindari pencampuran tanah permukaan dan air permukaan. Selain itu, terapkan langkah-langkah untuk mencegah pencampuran tanah permukaan dan sejenisnya sesuai kebutuhan. <p><u>Konsentrasi radioaktivitas lindi (jika diperlukan)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ini bukan standar untuk penyimpanan, tetapi jika mengukur leachate, pasang pipa ke lapisan pelindung untuk mengambil sampel leachate, dan pasang tangki pengumpulan (misalnya tangki air kerja atau tangki pengukuran beton) di luar lokasi penyimpanan sementara untuk mengumpulkan leachate yang diambil sampelnya. <p><u>Konsentrasi radioaktivitas tanah</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sebelum pengiriman tanah yang diangkat, ambil sampel tanah di lokasi penyimpanan sementara yang direncanakan, ukur konsentrasi radiokaesium pada sampel, dan catat hasilnya. • Titik pengukuran harus berada di tengah dan empat sudut area di mana tanah yang diangkat ditempatkan.
<p>Pemantauan</p>	<p><u>Laju dosis udara</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Setelah pengiriman tanah yang diangkat dimulai, gunakan meter survei skintilasi yang dikalibrasi untuk mengukur laju dosis udara pada ketinggian 1 m di empat titik, termasuk satu titik

	<p>terdekat dengan lokasi penyimpanan tanah yang telah diangkat di antara titik-titik pengukuran latar belakang, dan catat hasilnya.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lakukan pengukuran tersebut setidaknya sekali seminggu. <u>Konsentrasi radioaktivitas air tanah</u> • Setelah pengiriman tanah yang diangkat dimulai, ambil sampel air tanah dari lubang pengambilan sampel, ukur konsentrasi radiocaesium sampel, dan catat hasilnya. • Sampel air tanah harus diambil saat tidak ada kekeruhan. • <u>Lakukan</u> pengukuran ini setidaknya sekali sebulan. <p><u>Konsentrasi radioaktivitas leachate (jika diperlukan)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Setelah pengiriman tanah yang diangkat dimulai, periksa apakah air terakumulasi di tangki penampungan setidaknya sekali sebulan. • Jika air telah terakumulasi, ambil sampel leachate dan ukur konsentrasi radiocaesium, dll., dalam sampel leachate tersebut.
Pencatatan	<ul style="list-style-type: none"> • Simpan catatan berikut hingga periode operasi fasilitas berakhir. <ul style="list-style-type: none"> • Jumlah tanah yang dibuang yang disimpan, tanggal mulai dan berakhirnya penyimpanan untuk setiap batch tanah yang dibuang yang disimpan, serta nama dan alamat lokasi penerima dan tujuan akhir tanah yang dibuang setelah penyimpanan. • Nama-nama orang yang bertanggung jawab atas penerimaan dan pengiriman tanah yang dibuang terkait dengan tanah yang dibuang tersebut, serta nomor registrasi atau nomor kendaraan truk jika truk tersebut digunakan untuk pengangkutan terkait pengiriman. • Hasil pengukuran laju dosis udara dan uji kualitas air (pengukuran konsentrasi radioaktivitas air tanah).
Perbaikan	<ul style="list-style-type: none"> • Pastikan bahwa nilai pengukuran laju dosis udara dan konsentrasi radiocaesium air tanah berada dalam rentang variasi yang diizinkan dari nilai latar belakang. (Catatan: Selama pengiriman tanah yang diangkat, laju dosis udara yang diukur tidak boleh melebihi rentang variasi yang diizinkan ditambah laju dosis udara setara dengan 1 mSv/tahun.) • Jika nilai yang diukur melebihi rentang variasi yang diizinkan, dsb., identifikasi penyebabnya. Jika ditemukan bahwa lokasi penyimpanan sementara adalah penyebab masalah tersebut, ambil tindakan yang diperlukan, seperti menambahkan bahan pelindung, memperbaiki fasilitas, atau mengumpulkan tanah yang telah diangkat.
Pembatasan akses	<ul style="list-style-type: none"> • Pasang pagar (misalnya tali, jaring, atau kawat besi) di sekitar area setidaknya 4 meter dari lokasi penyimpanan sementara. Jika secara fisik tidak mungkin bagi orang untuk masuk ke area tersebut, maka pagar dan sejenisnya tidak diperlukan. • Pasang papan tanda berukuran minimal 60 cm × 60 cm di tempat-tempat yang mudah terlihat untuk memberi peringatan bahwa area tersebut merupakan tempat penyimpanan tanah yang diangkat, detail kontak dalam keadaan darurat, dan ketinggian tumpukan tanah yang diangkat.
Pemeriksaan lokasi kosong	<ul style="list-style-type: none"> • Setelah periode penyimpanan berakhir dan tanah yang diangkat dikeluarkan dari lokasi penyimpanan sementara, ukur konsentrasi Cs-134 dan Cs-137 tanah di lokasi kosong dan pastikan nilai yang dihasilkan berada dalam rentang variasi konsentrasi latar belakang. • Titik pengukuran harus berada di tengah dan empat sudut area di mana tanah yang diangkat pernah ditempatkan. • Jika nilai yang diukur melebihi rentang variasi yang diizinkan, lakukan dekontaminasi lokasi.