



**PANDUAN TEKNIS KESIAPSIAGAAN
DAN PENANGGULANGAN
KEDARURATAN PENGANGKUTAN ZAT
RADIOAKTIF**

B
A
D
A
N
P
E
N
G
A
W
A
S
T
E
N
A
G
A
N
U
K
L
I
R

BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR

Jl. Gajah Mada No. 8 Jakarta 10120

Telp. (62-21) 63858269 - 70, Fax. (62-21) 63858275

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

LEMBAR PENGESAHAN

		Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Disiapkan	:	1. Dewi Apriliani, S.Si., M.Han		25-11-2024
		2. Adinda Retno Ambarrini, S.Si		25-11-2024
		3. Aditia Anamta, S.ST		25-11-2024
		4. Aisyah Sholehah, S.Si		25-11-2024
		5. Alifia Rahmawati, ST		25-11-2024
		6. Enrico Willmanda Febriardy, SST		25-11-2024
		7. Ferdinand, S.Si		25-11-2024
		8. Mohammad Tahril Azis, ST, M.Eng		25-11-2024
		9. Wiwied Wahyu Utomo Pribadi, S. Kom		25-11-2024
		10. Zalfy Hendry Eka P, ST, M.T		25-11-2024
Diperiksa	:	1. Zulkarnain, ST, M.T		26-11-2024
		2. Agus Yudhi Priyanto, S.Si		26-11-2024
Disahkan	:	Ir. Zainal Arifin, M.T		28-11-2024

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 2

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

KONTRIBUTOR

Wita Kustiana, S.Si (DK2N)

Fajariadi, S.T (DK2N)

Syaifulloh, S.T., M.Si (DPFRZR)

Tita Dewi Puspita, S.ST., M.T (DIFRZR)

Tiar Fridianto, S.T., M.T (DPIBN)

Toto Heryanto, S.Si., M.Si (DI2BN)

Nanang Triagung Edi Hermawan, Dr., S.T., M.T (DP2FRZR)

Angga Kautsar, S.T., M.T (P2STPFRZR)

Dewi Prima Meiliasari, S.H., M.Han (DP2IBN)

Rahmat Edhi Harianto, S.Si., M.Eng (P2STPIBN)

Mitra Pratama (BHKK)

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 3

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

LEMBAR DISTRIBUSI

No. Distribusi	Penerima Dokumen
1	Badan Pengawas Tenaga Nuklir
2	Badan Nasional Penanggulangan Bencana Up. a. Deputi Bidang Sistem dan Strategi b. Deputi Bidang Pencegahan c. Deputi Bidang Penanganan Darurat d. Kepala Pusat Pengendalian Operasi
3	Tentara Nasional Indonesia Up. a. Kepala Badan Intelijen Strategis b. Asisten Operasi KASAL c. Kepala Pusat Zeni TNI-AD
4	Kepolisian Republik Indonesia Up. a. Kepala Badan Intelijen dan Keamanan b. Kepala Puslabfor Mabes Polri c. Kepala Korps Polisi Lalu Lintas d. Kepala Korps Polisi Perairan dan Udara e. Komandan Satuan Detasemen KBRN Gegana Polri
5	Badan Keamanan Laut Up. Direktur Operasi Laut
6	Badan Nasional Pencarian dan Pertolongan Up. Direktur Operasi
7	Kementerian Perhubungan

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 4

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

	Up. a. Dirjen Perhubungan Darat b. Dirjen Perkeretaapian c. Dirjen Perhubungan Laut d. Dirjen Perhubungan Udara
8	Kementerian Kesehatan Up. a. Kepala Pusat Krisis Kesehatan b. Direktur Pelayanan Kesehatan Rujukan c. Direktur Surveilans dan Kekearifan Kesehatan
9	Badan Riset dan Inovasi Nasional Up. a. Direktur Pengelolaan Fasilitas Ketenaganukliran b. Direktorat Penguatan dan Kemitraan Infrastruktur Riset dan Inovasi
10	Badan Intelijen Negara Up. Direktur Rekayasa (Dit-53)
11	Badan Nasional Penanggulangan Terorisme Up. Deputi Bidang Penindakan, dan Pembinaan Kemampuan
12	Komite Nasional Keselamatan Transportasi
13	Perpustakaan BAPETEN
Asli	Pengendali Dokumen

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 5

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas berkat rahmat dan hidayahNya, Penyusunan Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif telah terselesaikan dengan baik.

Panduan teknis ini disusun untuk membantu Pemegang Izin, dalam hal ini selaku Pengirim atau Penerima Zat Radioaktif, Pengangkut Zat Radioaktif, BAPETEN, Pemerintah Daerah, Pemerintah Pusat dan para pihak terkait dalam upaya kesiapsiagaan dan penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif, khususnya di tingkat nasional, agar memenuhi persyaratan dan ketentuan peraturan perundang-undangan, pengaturannya secara efisien dan efektif, dan sesuai dengan standar internasional terkini, yaitu *IAEA Safety Standard Series No. SSG-65 (2022): Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency Involving the Transport of Radioactive Material*.

Panduan teknis ini disusun untuk melengkapi Panduan Teknis kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan nuklir yang telah disusun sebelumnya, khususnya Pedoman Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir Nasional (2021) dan Pedoman Respons BAPETEN pada Kejadian Kehilangan atau Penemuan Zat Radioaktif (2022).

Sejalan dengan perkembangan peraturan perundang-undangan nasional dan standar internasional, kami menyadari bahwa panduan teknis ini akan memerlukan pemutakhiran, oleh karena itu kami akan selalu menerima masukan dan tanggapan dari semua pihak yang berkepentingan untuk penyempurnaan dan pemutakhiran panduan teknis.

Jakarta, 28 November 2024
Deputi Bidang Perizinan dan Inspeksi,

Ir. Zainal Arifin, M.T
NIP. 196609301993121001

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 6

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	2
LEMBAR DISTRIBUSI.....	4
KATA PENGANTAR.....	6
DAFTAR SINGKATAN	10
DAFTAR GAMBAR.....	12
DAFTAR TABEL.....	13
BAB 1 PENDAHULUAN.....	14
1.1. Latar Belakang.....	14
1.2. Tujuan.....	16
1.3. Ruang Lingkup	16
1.4. Manfaat	17
1.5. Metodologi.....	17
1.6. Sistematika Panduan teknis	17
1.7. Definisi	18
1.8. Dasar Hukum.....	20
BAB 2 KESIAPSIAGAAN DALAM PENANGGULANGAN KEDARURATAN PENGANGKUTAN ZAT RADIOAKTIF	22
2.1. Sistem Manajemen Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif.....	22
2.1.1 Sistem Komando Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif	24
2.2. Peran dan Tanggung Jawab Pengirim, Pengangkut, Penerima, BAPETEN, dan K/L/OPD Terkait.....	31
2.2.1 Pengirim Zat Radioaktif.....	31
2.2.2 Pengangkut Zat Radioaktif.....	33
2.2.3 Penerima Zat Radioaktif	33

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 7

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

2.2.4	BAPETEN	34
2.2.5	Kepolisian.....	34
2.2.6	TNI.....	35
2.2.7	BAKAMLA.....	35
2.2.8	BASARNAS.....	35
2.2.9	Dinas Pemadam Kebakaran.....	35
2.2.10	Kementerian Perhubungan/Dinas Perhubungan	36
2.2.11	Kementerian Kesehatan/Dinas Kesehatan	36
2.2.12	BNPB/BPBD	36
2.2.13	Pemerintah Daerah	37
2.2.14	Komite Nasional Keselamatan Transportasi	38
2.3.	Pengkajian Bahaya Pengangkutan Zat Radioaktif.....	38
2.4.	Strategi Proteksi Radiasi pada Saat Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif	40
2.5.	Rencana dan Prosedur Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif	41
2.5.1	Rencana Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif Nasional.....	42
2.5.3	Rencana Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif Pengirim/Penerima dan Pengangkut	44
2.5.4	Pertimbangan Khusus Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif Lintas Batas Negara.....	46
2.6.	Pelatihan dan Geladi	48
BAB 3 PENANGGULANGAN KEDARURATAN PENGANGKUTAN ZAT RADIOAKTIF 51		
3.1.	Konsep Operasi.....	51
3.2.	Respons Awal Tanggap Darurat Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif.....	52
3.3.	Respons Lanjutan Tanggap Darurat Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif.....	58
3.4.	Terminasi Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif	60
BAB 4 KARAKTERISTIK MODA PENGANGKUTAN..... 63		
4.1.	Moda Pengangkutan Darat	64

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 8

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

4.1.1	Moda Pengangkutan Jalan Darat	64
4.1.2	Moda Pengangkutan Kereta Api.....	66
4.2.	Moda Pengangkutan Laut, Sungai dan Danau	68
4.3.	Moda Pengangkutan Udara	73
BAB 5	.....	76
DAFTAR PUSTAKA	.....	77
LAMPIRAN I	.....	78
LAMPIRAN II	.....	79
LAMPIRAN III	.....	81
LAMPIRAN IV	.....	84
LAMPIRAN V	.....	96
LAMPIRAN VI	.....	103
LAMPIRAN VII	.....	117
LAMPIRAN VIII	.....	123

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 9

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

DAFTAR SINGKATAN

ADREP	: <i>Accident/Incident Data Reporting</i>
AGD	: Ambulan Gawat Darurat
AJR	: Aktivitas Jenis Rendah
ALKI	: Alur Laut Kepulauan Indonesia
APD	: Alat Pelindung Diri
AUR	: Alat Ukur Radiasi
BAKAMLA	: Badan Keamanan Laut
BAPETEN	: Badan Pengawas Tenaga Nuklir
BASARNAS	: Badan Nasional Pencarian dan Pertolongan
BIN	: Badan Intelijen Negara
BNPB	: Badan Nasional Penanggulangan Bencana
BNPT	: Badan Nasional Penanggulangan Terorisme
BPBD	: Badan Penanggulangan Bencana Daerah
BRIN	: Badan Riset dan Inovasi Nasional
BTP	: Benda Terkontaminasi Permukaan
GISIS	: <i>Global Integrated Shipping Information System</i>
IAEA	: <i>International Atomic Energy Agency</i>
ICAO	: <i>International Civil Aviation Organization</i>
IMO	: <i>International Maritime Organization</i>
INF	: <i>Irradiated Nuclear Fuel</i>
K/L	: Kementerian/Lembaga
KBRN	: Kimia, Biologi, Radioaktif, Nuklir
Kemendag	: Kementerian Perdagangan
Kemenhub	: Kementerian Perhubungan
Kemenkes	: Kementerian Kesehatan
Kementan	: Kementerian Pertanian
KKB	: Kawasan Kerja Bersama

No. Dok.	: PT/DKKN/02/2024	Tanggal	: 28 November 2024
Revisi	: 0	Hal	: 10

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

KKP	: Kementerian Kelautan dan Perikanan
KNKT	: Komite Nasional Keselamatan Transportasi
KSE	: Kawasan Sains dan Edukasi
KST	: Kawasan Sains dan Teknologi
NKRI	: Negara Kesatuan Republik Indonesia
Nubika	: Nuklir, Biologi, dan Kimia
OPD	: Organisasi Perangkat Daerah
OTDN	: Organisasi Tanggap Darurat Nuklir
P3K	: Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan
PBB	: Perserikatan Bangsa-Bangsa
Pemda	: Pemerintah Daerah
PIKKL	: Pusat Informasi Keamanan dan Keselamatan Laut
PLTN	: Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir
Polda	: Kepolisian Daerah
Polri	: Kepolisian Negara Republik Indonesia
PP	: Peraturan Pemerintah
PPR	: Petugas Proteksi Radiasi
RHA	: <i>Rapid Health Assessment</i>
RPKD	: Rencana Penanggulangan Keadaan Darurat
SOP	: Standar Operasional Prosedur
TKP	: Tempat Kejadian Perkara
TIO	: Tingkat Intervensi Operasional
TNI	: Tentara Nasional Indonesia

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 11

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Pembagian Area di Lokasi Kedaruratan Radiasi	56
Gambar A. Pelabelan Bungkusan Zat Radioaktif dan Bahan Fisil	94
Gambar B. Plakat untuk Kendaraan, Tank dan Kargo Berisi Zat Radioaktif	95

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 12

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Penentuan Perimeter Keselamatan	57
Tabel 3. 2 Dosis Efektif Tahunan pada Setiap Situasi Paparan	60
Tabel A. Laju Dosis Maksimal untuk Setiap Kategori Label Bungkusan	91
Tabel B. Penandaan Bungkusan Zat Radioaktif	92

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 13

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia telah memanfaatkan tenaga nuklir dalam berbagai bidang kehidupan. Data di Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) per 31 Oktober 2024 menunjukkan terdapat 11.771 fasilitas pemanfaatan tenaga nuklir. Pemanfaatan tersebut mencakup pemanfaatan Zat Radioaktif maupun pembangkit radiasi pengion yang tersebar hampir di seluruh Indonesia. Sebagian besar pemanfaatan dilakukan di bidang industri dan kesehatan. Selain itu, Indonesia juga memiliki instalasi nuklir berupa 3 (tiga) reaktor nuklir untuk tujuan riset dan beberapa instalasi nuklir nonreaktor pendukungnya. Instalasi nuklir tersebut berlokasi di Kawasan Sains dan Teknologi (KST) B.J. Habibie Serpong, Kawasan Kerja Bersama (KKB) Tamansari Bandung, dan Kawasan Sains dan Edukasi (KSE) Achmad Baiquni Yogyakarta.

Kegiatan pemanfaatan Zat Radioaktif memerlukan dukungan pelaksanaan pengangkutan zat radioaktif berupa pemindahan Zat Radioaktif dari suatu tempat ke tempat lain melalui jaringan lalu lintas umum, baik darat, air maupun udara. Pengangkutan Zat Radioaktif dilakukan mulai dari pengadaan Zat Radioaktif baru dari pabrikan/distributor ke pengguna, mobilitas penggunaan antar fasilitas, hingga proses pelimbahan atau pengiriman kembali Zat Radioaktif ke negara asal. Di sisi lain, keberadaan wilayah geografis Indonesia pada posisi strategis jalur perdagangan dunia menjadikan wilayah kita menjadi jalur lalu lintas pengangkutan Zat Radioaktif secara internasional, baik untuk melewati, singgah, ataupun transit. Berdasarkan jumlah persetujuan pengiriman zat radioaktif yang diterbitkan BAPETEN, frekuensi pengangkutan zat radioaktif senantiasa meningkat dari waktu ke waktu. Dengan demikian, pengangkutan Zat Radioaktif merupakan sebuah kelaziman dalam pemanfaatan Zat Radioaktif di tanah air.

Pengangkutan Zat Radioaktif yang dilakukan sesuai dengan persyaratan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 58 Tahun 2015 tentang Keselamatan Radiasi dan Keamanan dalam Pengangkutan Zat Radioaktif diharapkan memiliki resiko kedaruratan radiasi yang sangat

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 14

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

rendah. Namun demikian, sebagai salah satu upaya kesiapsiagaan, maka rencana penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif harus disiapkan dengan baik, dengan mempertimbangkan potensi kegagalan desain Bungkusan Zat Radioaktif yang dapat menimbulkan dampak merugikan bagi keselamatan pekerja, masyarakat dan lingkungan hidup. Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif dapat terjadi di sepanjang rute perjalanan baik di darat, laut, maupun udara, tergantung pada moda Pengangkutan yang digunakan. Namun demikian, kecelakaan pengangkutan tidak selalu memicu terjadinya kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif.

Mengacu ke IAEA SSG-65 (2022), Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif yang memiliki dampak radiasi rendah umumnya memiliki probabilitas kejadian yang tinggi, yaitu berkaitan dengan Bungkusan Industri dan Bungkusan tipe A (lihat Lampiran IV) yang memiliki frekwensi pengangkutan tinggi. Demikian sebaliknya, Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif yang memiliki dampak radiasi tinggi umumnya memiliki probabilitas kejadian yang rendah, yaitu berkaitan dengan Bungkusan tipe B, tipe C, dan Bungkusan yang berisi Bahan Fisil (lihat Lampiran IV) yang memiliki frekwensi pengangkutan lebih rendah. Risiko bahaya diatas apabila bertemu dengan kerentanan dan kapasitas yang tidak memadai dapat menyebabkan terjadinya kondisi darurat radiasi yang dapat berkembang menjadi bencana radiasi. Akan tetapi, meskipun risiko bahaya dan kerentanan ada, jika kapasitas sumber daya manusia dan sumber daya lain yang dimiliki besar, maka diharapkan akan dapat mengatasi Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif yang diperkirakan akan terjadi sehingga tidak menyebabkan dampak merugikan bagi pekerja, masyarakat dan lingkungan hidup.

Kapasitas yang memadai diharapkan dapat menanggulangi Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif yang membutuhkan tindakan segera untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan. Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif, sampai batas tertentu, mirip dengan penanggulangan kedaruratan pengangkutan yang melibatkan bahan/barang berbahaya. Perbedaannya yaitu pada kekhususan risiko tinggi yang melibatkan zat berbahaya (radioaktif). Karenanya, dalam perencanaan penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif membutuhkan koordinasi dan kolaborasi dengan para pihak yang terlibat dalam penanggulangan kedaruratan pengangkutan bahan/barang

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 15

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

berbahaya. Karena sifatnya multi lembaga, maka kegiatan penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif membutuhkan petunjuk teknis sebagai panduan bagi para pelaksana di lapangan. Oleh karena itu, BAPETEN menetapkan Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif ini sebagai salah satu upaya kesiapsiagaan menghadapi kondisi darurat pada Pengangkutan Zat Radioaktif.

1.2. Tujuan

Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif ini disusun untuk menjadi panduan bagi Pemegang Izin, dalam hal ini selaku Pengirim atau Penerima Zat Radioaktif, Pengangkut Zat Radioaktif, BAPETEN, Pemerintah Daerah (Pemda), Pemerintah Pusat dan para pihak terkait dalam upaya kesiapsiagaan dan penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif, khususnya di tingkat nasional, agar memenuhi persyaratan dan ketentuan peraturan perundang-undangan dan pengaturannya secara efisien dan efektif, serta agar sesuai dengan standar internasional terkini.

1.3. Ruang Lingkup

Ruang lingkup panduan teknis ini diarahkan untuk memenuhi penerapan Bab VI, Sistem Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan dalam Pengangkutan Zat Radioaktif, PP No. 58 tahun 2015 tentang Keselamatan Radiasi dan Keamanan dalam Pengangkutan Zat Radioaktif, dan penerapan Inpres No. 4 tahun 2019 khususnya dalam hal pencegahan, deteksi dan respons kedaruratan nuklir. Panduan teknis ini disusun dengan mengacu kepada *IAEA Safety Standard Series No. SSG-65 (2022): Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency Involving the Transport of Radioactive Material*. Secara umum, kesiapsiagaan dan penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif sejalan dengan ketentuan dalam menangani Kedaruratan pengangkutan yang melibatkan

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 16

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

bahan/barang berbahaya, dengan karakteristik perbedaan yaitu pada risiko tinggi yang melibatkan zat berbahaya (radioaktif) dan persyaratan proteksi radiasinya.

Panduan teknis ini memberikan panduan dalam tanggap darurat Pengangkutan Zat Radioaktif yang berpotensi memberikan dampak radiasi di wilayah publik. Pemicu keadaan darurat pengangkutan dapat disebabkan oleh peristiwa alam, kesalahan manusia, kegagalan teknis, atau kejadian keamanan nuklir. Respons yang berkaitan dengan kejadian keamanan nuklir tidak dijelaskan secara rinci di dalam panduan teknis ini, melainkan dijelaskan pada dokumen yang terpisah. Respons pada kehilangan atau pencurian Zat Radioaktif, termasuk pada saat Pengangkutan Zat Radioaktif, dijelaskan di dalam Pedoman Respons BAPETEN pada Kejadian Kehilangan atau Penemuan Zat Radioaktif (2022).

1.4. Manfaat

Panduan teknis ini diharapkan dapat bermanfaat bagi Pemegang Izin, dalam hal ini selaku Pengirim atau Penerima Zat Radioaktif, Pengangkut Zat Radioaktif, BAPETEN, Pemda, Pemerintah dan para pihak yang berkepentingan dalam upaya pemenuhan tanggung jawab dalam kesiapsiagaan dan penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif.

1.5. Metodologi

Metodologi penyusunan panduan teknis dilaksanakan melalui studi literatur dan pembahasan dengan para pihak berkepentingan dan narasumber yang kompeten.

1.6. Sistematika Panduan teknis

Bab 1: Pendahuluan

Bab 2: Kesiapsiagaan dalam Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Bab 3: Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Bab 4: Karakteristik Moda Pengangkutan

Bab 5: Penutup

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 17

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Daftar Pustaka

Lampiran

1.7. Definisi

1. Bahan Fisil adalah bahan nuklir yang mengandung nuklida fisil berupa uranium-233 (U-233), uranium-235 (U-235), plutonium-239 (Pu-239), dan/atau plutonium-241 (Pu-241) dengan berat lebih dari 0,25 gr (nol koma dua puluh lima gram)
2. Bungkusan Dikecualikan adalah Bungkusan dengan pembungkus Zat Radioaktif yang mempunyai aktivitas sangat rendah sehingga paparan radiasi yang ditimbulkan dalam batas aman
3. Bungkusan Zat Radioaktif adalah pembungkus dengan isi zat radioaktif di dalamnya yang disiapkan untuk Pengangkutan Zat Radioaktif
4. Indeks Angkutan adalah nilai yang digunakan sebagai acuan dalam membatasi tingkat paparan radiasi yang berasal dari Bungkusan, pembungkus luar, Peti Kemas, Zat Radioaktif Aktivitas Jenis Rendah-I, dan Benda Terkontaminasi Permukaan-I, terhadap anggota masyarakat dan petugas pengangkut selama Pengangkutan Zat Radioaktif dan penyimpanan pada saat transit
5. Indeks Keselamatan Kekritisitas adalah nilai yang digunakan sebagai acuan dalam membatasi tingkat kekritisitas pada akumulasi Bungkusan, pembungkus luar, atau Peti Kemas yang berisi Bahan Fisil dan uranium heksafluorida (UF₆)
6. Kedaruratan Nuklir adalah keadaan bahaya yang mengancam keselamatan manusia, kerugian harta benda, atau kerusakan lingkungan hidup, yang timbul sebagai akibat dari adanya lepasan zat radioaktif dari instalasi nuklir atau kejadian khusus
7. Nomor Perserikatan Bangsa-Bangsa (*United Nations Number*) yang selanjutnya disebut Nomor PBB adalah identitas bahan berbahaya dan kelas bahan berbahaya yang digunakan dalam perdagangan dan pengangkutan internasional
8. Pengangkutan Zat Radioaktif adalah pemindahan zat radioaktif yang memenuhi ketentuan teknis keselamatan radiasi dalam Pengangkutan Zat Radioaktif dan teknis

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 18

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

keamanan dalam Pengangkutan Zat Radioaktif, dari suatu tempat ke tempat lain melalui jaringan lalu lintas umum, dengan menggunakan sarana angkutan darat, air, atau udara.

9. Paparan Darurat adalah paparan yang diakibatkan terjadinya kondisi darurat nuklir atau radiologik
10. Paparan Eksisting adalah kondisi adanya paparan Radiasi Pengion yang telah ada sebelum dan pada saat ditetapkan tindakan pengendalian
11. Paparan Terencana adalah kondisi adanya paparan dari Sumber Radiasi Pengion yang berasal dari pengoperasian atau kegiatan yang telah direncanakan sebelumnya
12. Pemegang Izin adalah orang atau badan yang telah menerima izin pemanfaatan tenaga nuklir dari Pemerintah Pusat
13. Penerima Zat Radioaktif adalah pemegang izin pemanfaatan sumber radiasi pengion atau pemanfaatan bahan nuklir, yang menerima zat radioaktif dari Pengirim dan dinyatakan dalam dokumen pengiriman
14. Pengangkut Zat Radioaktif adalah badan hukum di bidang pengangkutan yang melakukan Pengangkutan Zat Radioaktif
15. Pengirim Zat Radioaktif adalah pemegang izin pemanfaatan sumber radiasi pengion atau pemanfaatan bahan nuklir yang melakukan pengiriman zat radioaktif yang dinyatakan dalam dokumen pengiriman dan/atau yang melakukan sendiri Pengangkutan Zat Radioaktif yang akan dimanfaatkannya
16. Pengkaji Radiologi adalah petugas yang yang berada di lokasi kecelakaan dan bertanggung jawab mengkaji bahaya radiologi, memberikan dukungan proteksi radiasi bagi pelaksana operasi dan memberikan rekomendasi tindakan perlindungan kepada pengendali operasi
17. Petugas Penanggulangan Kedaruratan Nuklir, yang selanjutnya disebut Petugas Penanggulangan, adalah petugas yang bertugas melakukan upaya penanggulangan keadaan darurat nuklir
18. Petugas Penanggulangan Awal adalah petugas respons yang datang pertama ke tempat terjadinya Kedaruratan Nuklir untuk melakukan respons tanggap darurat, misalnya: Pemadam Kebakaran, Kepolisian, dan Ambulan Gawat Darurat (AGD)

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 19

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

19. Tingkat Intervensi Operasional yang selanjutnya disingkat TIO adalah tingkat nilai operasional terukur yang ditetapkan untuk mengambil tindakan tanggap darurat
20. Zat Radioaktif adalah zat yang mengandung paling sedikit satu radionuklida, yang aktivitasnya atau kadarnya sama dengan atau melebihi tingkat pengecualian

1.8. Dasar Hukum

1. Undang-Undang RI Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran.
2. Undang-Undang RI Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana.
3. Undang-Undang RI Nomor 17 Tahun 2023 tentang Kesehatan.
4. Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2023 tentang Keselamatan Radiasi Pngion dan Keamanan Zat Radioaktif.
5. Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana.
6. Peraturan Pemerintah Nomor 58 Tahun 2015 tentang Keselamatan dalam Pengangkutan Zat Radioaktif/Bahan Nuklir.
7. Peraturan Presiden Nomor 87 Tahun 2020 tentang Rencana Induk Penanggulangan Bencana Tahun 2020-2044.
8. Instruksi Presiden Nomor 4 Tahun 2019 tentang Peningkatan Kemampuan dalam Mencegah, Mendeteksi, dan Merespons Wabah Penyakit, Pandemi Global, dan Kedaruratan Nuklir, Biologi, dan Kimia.
9. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 16 Tahun 2021 tentang Tata Cara Penanganan dan Pengangkutan Barang Berbahaya di Pelabuhan.
10. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 32 Tahun 2022 tentang Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 92 tentang Keselamatan Pengangkutan Barang Berbahaya Dengan Pesawat Udara.
11. Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 1 Tahun 2010 tentang Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir.
12. Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 1 Tahun 2015 tentang Penatalaksanaan Tanggap Darurat BAPETEN.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 20

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

13. Peraturan BAPETEN Nomor 7 Tahun 2020 tentang Ketentuan Keselamatan dan Tata Laksana Pengangkutan Zat Radioaktif
14. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 2 Tahun 2010 tentang Perubahan atas Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM. 17 Tahun 2000 tentang Pedoman Penanganan Bahan/Barang Berbahaya dalam Kegiatan Pelayaran di Indonesia
15. Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM. 17 Tahun 2000 tentang Pedoman Penanganan Bahan/Barang Berbahaya dalam Kegiatan Pelayaran di Indonesia

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 21

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

BAB 2

KESIAPSIAGAAN DALAM PENANGGULANGAN KEDARURATAN PENGANGKUTAN ZAT RADIOAKTIF

Bagian ini memberikan panduan untuk perencanaan kedaruratan dan hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif. Berbagai keadaan darurat, untuk berbagai jenis Bungkusan Zat Radioaktif, yang mungkin terjadi selama Pengangkutan Zat Radioaktif di wilayah NKRI perlu diidentifikasi dan dikaji dampak bahayanya di tingkat nasional. Hasil kajian bahaya ini selanjutnya menjadi dasar bagi perencanaan Kedaruratan di tingkat nasional. Perencanaan kedaruratan menjelaskan tindakan yang akan dilakukan jika terjadi keadaan darurat Pengangkutan Zat Radioaktif dan sumber daya yang diperlukan untuk penanggulangannya. Dalam hal terdapat Pengangkutan tertentu yang berbeda dari hasil kajian bahaya nasional, maka dibutuhkan perencanaan tanggap darurat khusus untuk jenis Pengangkutan tertentu tersebut.

2.1. Sistem Manajemen Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Risiko Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif dapat terjadi dimana saja di sepanjang rute kendaraan yang mengangkut Zat Radioaktif. Risiko bahaya ini berlaku untuk semua negara tanpa terkecuali, termasuk Indonesia, sebagaimana dijelaskan di dalam Perka BAPETEN No. 1 Tahun 2010 tentang Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir, yaitu termasuk ke dalam kategori bahaya radiologik IV. Kategori bahaya radiologik IV adalah kegiatan yang dapat menyebabkan Kedaruratan Nuklir pada lokasi yang tidak dapat diperkirakan sebelumnya, termasuk Pengangkutan Zat Radioaktif dan kegiatan yang melibatkan Zat Radioaktif yang bergerak (*mobile*).

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 22

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif membutuhkan koordinasi dan kolaborasi multi lembaga. Diperlukan sistem manajemen kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif yang terintegrasi dengan sistem manajemen kedaruratan Pengangkutan bahan/barang berbahaya. Unsur-unsur manajemen kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif yang perlu diintegrasikan ke dalam sistem manajemen kedaruratan Pengangkutan bahan/barang berbahaya, yaitu: struktur organisasi, sumber daya, kebijakan, dan proses tanggap darurat. Terintegrasinya unsur-unsur tersebut ke dalam satu sistem yang koheren memungkinkan berbagai Kementerian/Lembaga/Organisasi Perangkat Daerah (K/L/OPD) yang terlibat dalam penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif dapat menetapkan tujuan dan strategi yang jelas dalam kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif.

Pengembangan kapasitas nasional dalam penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif adalah suatu proses yang dinamis. K/L yang memimpin penanggulangan adalah K/L yang mampu mengoordinasikan K/L/OPD dan mampu mengintegrasikan peran dan tanggung jawab K/L/OPD ke dalam sistem penanggulangan multi bahaya. Pemerintah, melalui Kementerian Perhubungan selaku lembaga pemerintah yang bertanggung jawab atas pengaturan dan pengelolaan sektor Pengangkutan, membentuk mekanisme koordinasi nasional untuk memastikan keselamatan dan keamanan Pengangkutan bahan/barang berbahaya di tingkat nasional. Dalam hal Pengangkutan Zat Radioaktif Kementerian Perhubungan berkoordinasi dengan BAPETEN.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 23

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

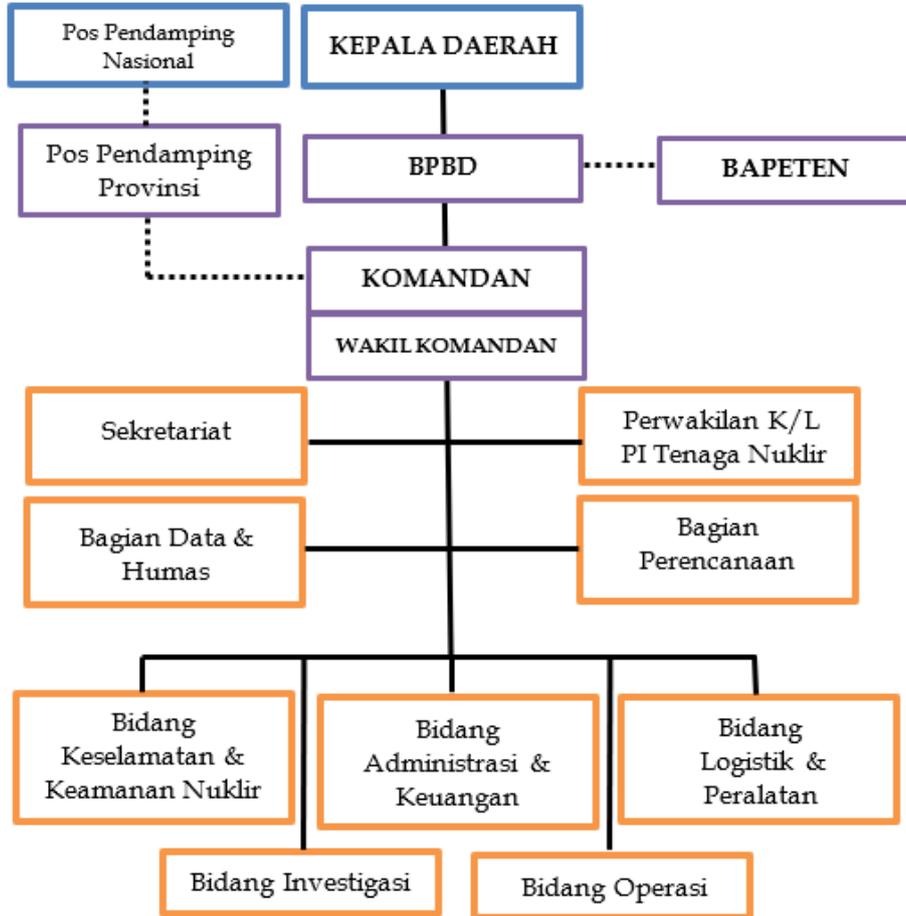
K/L/OPD mempunyai peran dan tanggung jawab berbeda-beda dalam penanggulangan kedaruratan pengangkutan. Dalam rangka upaya kesiapsiagaan menghadapi kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif, pemerintah melalui BNPB selaku pengoordinasi penanggulangan bencana di tingkat nasional, melakukan upaya koordinasi untuk mengidentifikasi peran dan tanggung jawab K/L/OPD pada kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif. Upaya ini dilakukan agar jika terjadi kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif maka dapat ditanggulangi dengan cepat, tepat, efektif, dan efisien. Untuk mencapai tujuan tersebut, perlu dibentuk sistem komando terpadu dengan pembagian kewenangan dan tanggung jawab yang jelas yang disepakati oleh para pihak terkait.

2.1.1 Sistem Komando Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif berpotensi memiliki dampak ke masyarakat karena terjadi di wilayah publik. Tanggung jawab utama dalam penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif ada di Pemegang Izin, dalam hal ini selaku Pengirim atau Penerima Zat Radioaktif. Pemegang Izin harus melakukan segala upaya untuk memitigasi keadaan darurat dan melakukan penanggulangan dalam hal terjadi keadaan darurat Pengangkutan Zat Radioaktif. Dalam hal keadaan darurat yang terjadi diluar kemampuan Pemegang Izin untuk menanggulangnya, atau berdampak kepada masyarakat luas, maka sistem komando penanggulangan kedaruratan mengacu kepada Struktur Organisasi Pos Komando Kedaruratan Nuklir Daerah sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.1 yang dijelaskan dalam Pedoman Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir Nasional (BAPETEN, 2021). Perbedaannya yaitu pada karakteristik K/L yang terlibat dalam penanggulangan, yaitu menyesuaikan dengan moda Pengangkutan dimana keadaan darurat terjadi, sebagaimana dijelaskan pada Tabel 2.1, Tabel 2.2, Tabel 2.3, dan Bagian 4. Secara umum, alur penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif dijelaskan pada Lampiran I.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 24

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif



Gambar 2.1. Struktur Organisasi Pos Komando Kedaruratan Nuklir Daerah
(Pedoman KPKNN, 2021)

Tabel 2.1 Identifikasi K/L/OPD Struktur Organisasi Pos Komando Kedaruratan
Pengangkutan Zat Radioaktif Mode Angkutan Darat/Kereta Api

Bagian/Bidang	Identifikasi K/L/OPD
Data dan Humas	BPBD/BNPB, BAPETEN, Korlantas-Dirlantas Polda, Diskominfo
Perencanaan	BPBD/BNPB, BAPETEN, BRIN, BMKG, Korlantas Polres/Polresta, Dishub, Ditjen Hubdat/KA Kemenhub

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 25

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Keselamatan dan Keamanan Nuklir	TNI (Nubika Satuan Zeni TNI AD), Polri (KBR, Polres/Polresta), BAPETEN, BRIN (Pengkaji Radiologi), BMKG, BNPT (dalam hal isu terorisme)
Operasi	Disdamkar, Dinkes, Dishub, Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Pertanian, Polres/Polresta, Basarnas, KLHK, Kementan, Kemenkes, BMKG
Investigasi	Polri, KNKT
Logistik dan Peralatan	BPBD/BNPB, Dinsos
Administrasi dan Keuangan	BPBD/BNPB, Kemendagri, Kemenkeu

Tabel 2.2 Identifikasi K/L/OPD Struktur Organisasi Pos Komando Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif Mode Angkutan Laut/Sungai/Danau

Bagian/Bidang	Identifikasi K/L/OPD
Data dan Humas	BPBD/BNPB, BAPETEN, Bakamla, Diskominfo, Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Utama Ditjen Hubla
Perencanaan	BPBD/BNPB, Bappeda, BAPETEN, BRIN, BMKG, Bakamla, Korpolairud Polri, Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Utama Ditjen Hubla
Keselamatan dan Keamanan Nuklir	Polri (KBRN), BAPETEN, BRIN (Pengkaji Radiologi), BMKG, BNPT (dalam hal isu terorisme)
Operasi	Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Utama Ditjen Hubla, KLHK,

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 26

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

	KKP, Bakamla, TNI AL, Korpolairud Polri, Basarnas, Kemenkes, BMKG
Investigasi	Polri, KNKT
Logistik dan Peralatan	BPBD/BNPB, Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Utama Ditjen Hubla, Bakamla, TNI AL, Korpolairud Polri
Administrasi dan Keuangan	BPBD/BNPB, Kemendagri, Kemenkeu

Tabel 2.3 Identifikasi K/L/OPD Struktur Organisasi Pos Komando Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif Mode Angkutan Udara

Bagian/Bidang	Identifikasi K/L/OPD
Data dan Humas	BPBD/BNPB, BAPETEN, Diskominfo
Perencanaan	BPBD/BNPB, BAPETEN, BRIN, BMKG, Angkasa Pura Ditjen Hubud Kemenhub
Keselamatan dan Keamanan Nuklir	Polri (KBRN), BAPETEN, BRIN (Pengkaji Radiologi), BMKG, BNPT (dalam isu terorisme)
Operasi	<ul style="list-style-type: none"> • Dalam hal Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif terjadi dan berdampak di wilayah bandara, K/L terkait: Ditjen Hubud, Basarnas, Kemenkes, BMKG, Korpolairud Polri. • Dalam hal Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif berdampak di wilayah darat/laut/sungai/danau K/L terkait adalah sebagaimana yang berlaku pada mode angkutan darat/ laut/ sungai/ danau

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 27

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Investigasi	Polri, KNKT
Logistik dan Peralatan	BPBD/BNPB, TNI AD, Basarnas, Ditjen Hubud, Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Utama Ditjen Hubla, Bakamla, TNI AL, TNI AU, Korpolaairud Polri
Administrasi dan Keuangan	BPBD/BNPB, Kemendagri, Kemenkeu

Sistem Komando Penanganan Darurat Bencana (PDB) adalah satu kesatuan upaya terstruktur dalam satu komando yang digunakan untuk mengintegrasikan kegiatan penanganan darurat secara efektif dan efisien dalam mengendalikan ancaman/penyebab bencana dan menanggulangi dampak pada saat keadaan darurat bencana. Mekanisme penyelenggaraan sistem komando dalam struktur organisasi pos komando Kedaruratan Nuklir sejalan dengan Peraturan Kepala BNPB No. 3 Tahun 2016 tentang Sistem Komando Penanganan Darurat Bencana, yang secara lebih rinci dijelaskan dalam Juklak No. 10 Tahun 2023 Tentang Sistem Komando Penanganan Darurat Bencana pada Status Keadaan Darurat Bencana Kabupaten/Kota.

Mekanisme penyelenggaraan sistem komando mengutamakan peran pemerintah daerah (kabupaten/kota) sebagai penyelenggara penanggulangan keadaan darurat ketika status kedaruratan nuklir ditetapkan pada tingkat daerah (kabupaten/kota). Pemerintah provinsi dan pusat memberikan pendampingan dalam mengkoordinasikan perbantuan penanganan yang diperlukan. Sistem komando penanggulangan kedaruratan nuklir juga mengakomodasi peran sektor lembaga non pemerintah, seperti: dunia usaha (Pemegang Izin), praktisi/akademisi, media dan masyarakat dalam upaya penanggulangan kedaruratan nuklir, khususnya untuk memitigasi dampak radiologik dan dampak non-radiologik yang mungkin terjadi akibat kedaruratan nuklir. Terdapat 4 (empat) perangkat yang dapat diaktivasi pada penyelenggaraan sistem komando penanggulangan kedaruratan nuklir tingkat daerah (kabupaten/kota), yaitu:

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 28

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

- a. Posko Penanganan Darurat Bencana (PDB) sebagai pengendali operasi;
- b. Pos Lapangan PDB sebagai pelaksana operasi;
- c. Pos Pendukung PDB untuk bantuan dalam negeri; dan
- d. Pos Pendamping PDB Provinsi dan Pusat.

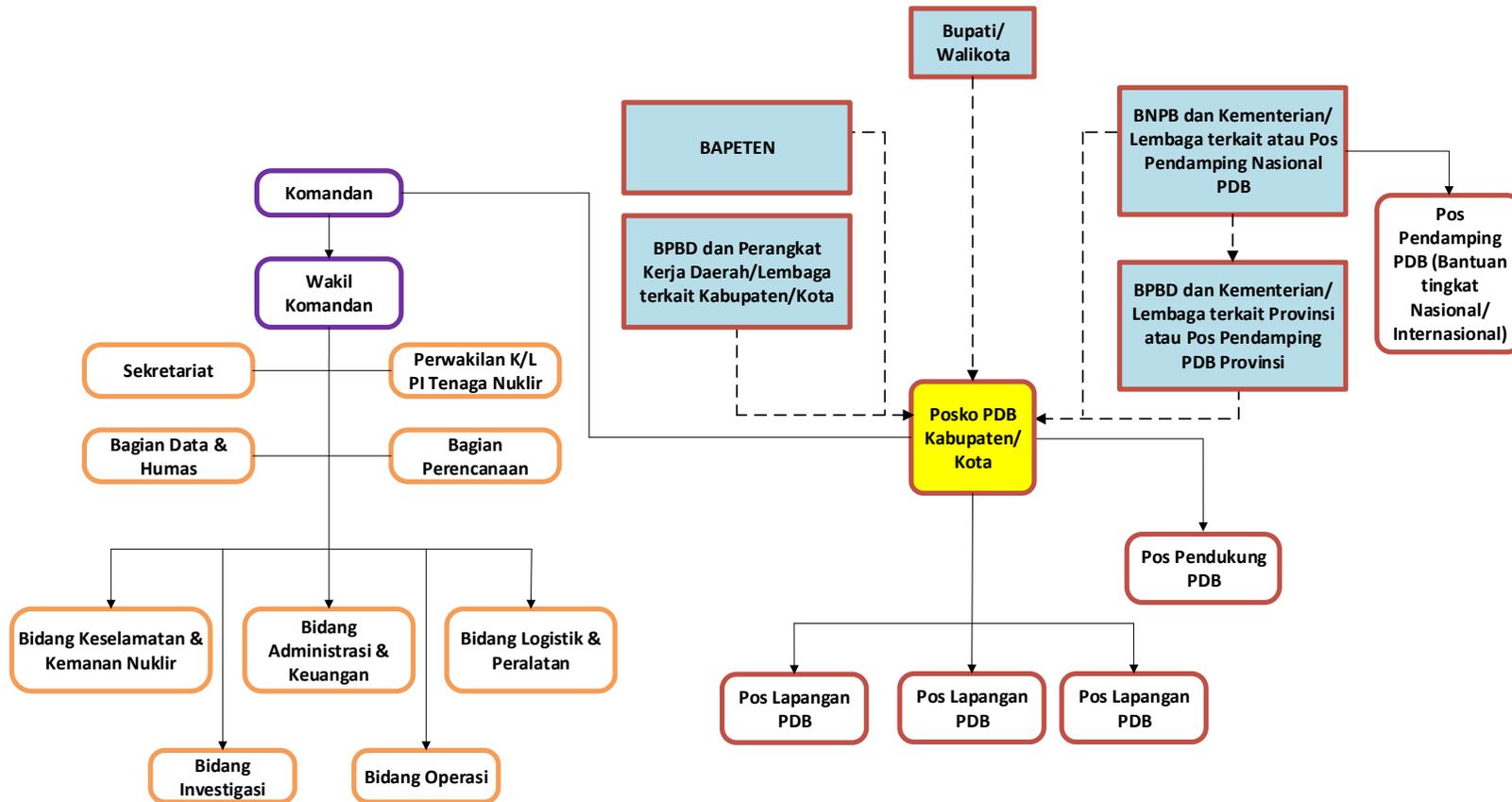
Perangkat sistem komando penanggulangan Kedaruratan Nuklir tingkat daerah yang sejalan dengan konsep Sistem Komando Penanganan Darurat Bencana sebagaimana diatur dalam Peraturan Kepala BNPB No. 3 Tahun 2016 dan Juklak No. 10 Tahun 2023, dijelaskan pada Gambar 2.2. Mekanisme kerja masing-masing perangkat pos PDB serta tugas dan fungsi masing-masing bidang dalam Struktur Organisasi Pos Komando Kedaruratan Nuklir Daerah sebagaimana dijelaskan dalam Peraturan Kepala BNPB No. 3 Tahun 2016 dan Juklak No. 10 Tahun 2023.

Struktur organisasi pos komando kedaruratan nuklir dilengkapi dengan bagian keselamatan dan keamanan nuklir sesuai kebutuhan upaya penanggulangan kedaruratan nuklir yang akan dilakukan. Bagian keselamatan dan keamanan nuklir memiliki tugas dan fungsi, antara lain:

- a. Melindungi masyarakat dari bahaya radiasi dengan melakukan: *sheltering*, evakuasi dsb. ;
- b. Memitigasi sumber bahaya;
- c. Melakukan pemantauan orang, peralatan dan lingkungan, serta dekontaminasi orang, peralatan, dan lingkungan sesuai kebutuhan;
- d. Mengamankan lokasi kejadian sehingga tercipta kondisi aman dan tertib dalam penanggulangan Kedaruratan Nuklir; dan
- e. Mengamankan pelaksanaan evakuasi masyarakat dari tempat berbahaya ke tempat yang lebih aman.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 29

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif



Gambar 2.2 Perangkat Sistem Komando Penanggulangan Kedaruratan Nuklir Tingkat Daerah

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 30

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

2.2. Peran dan Tanggung Jawab Pengirim, Pengangkut, Penerima, BAPETEN, dan K/L/OPD Terkait

Upaya kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif memiliki banyak kesamaan dengan Pengangkutan bahan/barang berbahaya. Perbedaannya yaitu pada karakteristik khusus yang berkaitan dengan sifat bahaya dari Zat Radioaktif yang diangkut. Upaya kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif dapat dilakukan dengan mengintegrasikan kondisi khusus Zat Radioaktif tersebut ke dalam mekanisme sistem manajemen kedaruratan nasional melalui pendekatan multi bahaya yang melibatkan multi lembaga. Peran dan tanggung jawab lembaga yang terlibat dalam penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif dapat dijelaskan sebagai berikut:

2.2.1 Pengirim Zat Radioaktif

Pengirim memiliki tanggung jawab utama untuk memastikan bahwa Pengangkutan Zat Radioaktif mematuhi ketentuan peraturan perundangan yang berlaku untuk keselamatan Pengangkutan bahan/barang berbahaya, keselamatan dan keamanan Pengangkutan Zat Radioaktif, ketentuan untuk keadaan darurat yang berlaku di tingkat nasional dan di semua negara yang dilewati Pengangkutan Zat Radioaktif, serta mematuhi standar internasional untuk Pengangkutan bahan/barang berbahaya yang sesuai. Negara yang relevan dengan Pengangkutan Zat Radioaktif meliputi:

- a. Negara bendera alat angkut;
- b. Negara Pengirim Bungkusan Zat Radioaktif;
- c. Negara Penerima Bungkusan Zat Radioaktif;
- d. Negara yang mempunyai wilayah perairan, darat, udara, atau teritorial yang dilalui Bungkusan Zat Radioaktif.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 31

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Beberapa tanggung jawab Pengirim dapat dibebankan kepada Pengangkut sesuai perjanjian diantara keduanya. Dalam hal Pengirim sekaligus bertindak sebagai Pengangkut, maka peran dan tanggung jawab Pengangkut dilaksanakan oleh Pengirim.

Pengirim memastikan bahwa Pengangkut memiliki kompetensi dalam Pengangkutan Zat Radioaktif dan/atau pengangkutan bahan/barang berbahaya. Pengirim memberikan instruksi langkah-langkah yang harus dilakukan Pengangkut jika terjadi keadaan darurat sebelum kegiatan Pengangkutan Zat Radioaktif dilakukan. Pengirim memberikan penjelasan kepada Pengangkut mengenai berbagai kondisi yang relevan dengan Bungkusan Zat Radioaktif dan rute pengangkutan, misalnya daerah terpencil atau daerah dengan sinyal seluler buruk yang dilewati, terowongan atau risiko kondisi cuaca buruk. Pengirim memastikan bahwa Pengangkut telah memiliki rencana kedaruratan dengan organisasi terkait selama jangka waktu Pengangkutan, di semua negara dan yurisdiksi yang akan dilalui, dengan mempertimbangkan kemungkinan berbagai moda Pengangkutan yang digunakan. Rencana kedaruratan ini diterapkan melalui pendekatan bertingkat, dengan mempertimbangkan jenis Bungkusan Zat Radioaktif yang diangkut, jarak tempuh, dan bahasa atau persyaratan hukum yang berlaku untuk Pengangkutan Bungkusan Zat Radioaktif yang diangkut.

Rencana kedaruratan menjelaskan komitmen Pemegang Izin (Pengirim atau Penerima) untuk menyediakan Pengkaji Radiologi (Petugas Proteksi Radiasi, PPR) dan menjelaskan keterlibatannya dalam penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif. Pengkaji Radiologi berperan:

- a. melakukan penilaian integritas pembungkus Zat Radioaktif (kontainer);
- b. mengkaji fungsi keselamatan Bungkusan Zat Radioaktif dan memberikan prognosis perkembangannya akibat kedaruratan yang terjadi;
- c. melakukan survei radiasi personil, peralatan dan lingkungan;
- d. melakukan pengkajian dosis radiasi;
- e. melakukan pengendalian kontaminasi;
- f. memastikan proteksi radiasi bagi Petugas Penanggulangan; dan

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 32

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

- g. memberikan rekomendasi tindakan proteksi radiasi kepada otoritas yang berwenang.

Peran Pengkaji Radiologi dapat dilakukan melalui koordinasi jarak jauh atau secara langsung di lokasi kedaruratan, tergantung pada situasi kedaruratannya. Pengirim dalam memberikan informasi kepada media dan masyarakat berkoordinasi dengan K/L/OPD yang terlibat dalam penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif, untuk memastikan bahwa informasi yang disampaikan akurat dan konsisten, serta untuk menjaga kepercayaan masyarakat dan meminimalkan dampak non radiasi.

2.2.2 Pengangkut Zat Radioaktif

Pengangkut memiliki kompetensi dalam Pengangkutan Zat Radioaktif dan/atau Pengangkutan bahan/barang berbahaya. Pengangkut memastikan instruksi kedaruratan dibawa ke dalam alat angkut. Pengangkut melakukan segala upaya untuk memastikan bahwa instruksi kedaruratan dapat diketahui/ditemukan oleh Petugas Penanggulangan Awal, sebagai antisipasi jika personil Pengangkut tidak sadarkan diri akibat keadaan darurat yang terjadi. Pengangkut dalam memberikan informasi kepada media dan masyarakat berkoordinasi dengan K/L/OPD yang terlibat dalam penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif, untuk memastikan bahwa informasi yang disampaikan akurat dan konsisten, serta untuk menjaga kepercayaan masyarakat dan meminimalkan dampak non radiasi. Beberapa peran dan tanggung jawab Pengirim dapat dibebankan kepada Pengangkut sesuai perjanjian diantara keduanya.

2.2.3 Penerima Zat Radioaktif

Beberapa peran dan tanggung jawab Pengirim dapat dibebankan kepada Penerima sesuai perjanjian diantara keduanya. Dalam hal Penerima sekaligus bertindak sebagai Pengangkut, maka peran dan tanggung jawab Pengangkut dilaksanakan oleh Penerima. Dalam konteks kesiapsiagaan, setelah Bungkusan Zat Radioaktif tiba di lokasi Penerima,

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 33

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Penerima melakukan pemeriksaan visual, selanjutnya memastikan ada/tidaknya kerusakan Bungkusan, kebocoran radiasi atau kontaminasi Zat Radioaktif dengan menggunakan Alat Ukur Radiasi (AUR).

2.2.4 BAPETEN

BAPETEN memastikan Rencana Penanggulangan Keadaan Darurat Pengangkutan (RPKD)/rencana kedaruratan Zat Radioaktif merupakan tanggung jawab dari Pemegang Izin (Pengirim, Importir atau Penerima). BAPETEN melakukan verifikasi kepatuhan RPKD yang disusun Pemegang Izin dengan peraturan perundangan terkait melalui proses persetujuan pengiriman Zat Radioaktif sebelum dimulainya kegiatan Pengangkutan Zat Radioaktif, serta melalui proses inspeksi berdasarkan pendekatan bertingkat. Dalam hal terjadi kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif yang ada Pemegang Izin atau pemiliknya, BAPETEN melakukan supervisi keselamatan dan keamanan operasi penanggulangan Kedaruratan Nuklir, serta memberikan rekomendasi tindakan perlindungan kepada Komandan Insiden, jika diperlukan.

Dalam hal kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif tidak ada Pemegang Izin atau pemiliknya, BAPETEN melakukan penanggulangan sesuai Perka BAPETEN No. 1 Tahun 2015 tentang Penatalaksanaan Tanggap Darurat BAPETEN, Pedoman Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir Nasional (2021) dan Pedoman Respons BAPETEN pada Kejadian Kehilangan atau Penemuan Zat Radioktif (2022). BAPETEN dapat meminta bantuan dan/atau berkoordinasi dengan BNPB/BPBD dan K/L/OPD terkait. Pada kasus ini peran Pengkaji Radiologi, sebagaimana dijelaskan pada Bagian 2.2.1, dilakukan oleh BAPETEN.

2.2.5 Kepolisian

Berperan sebagai perespons awal, menetapkan dan mengamankan perimeter keamanan, melakukan pengendalian lalu lintas, membantu pelaksanaan evakuasi korban dan masyarakat terdampak, melakukan olah TKP dan investigasi. Satuan KBRN Gegana Brimob Polri yang ada di setiap Polda berperan sebagai personil ahli radiasi pada respons awal

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 34

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

keedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif. Jika diperlukan respons lanjutan atau ada dugaan Bungkusan Zat Radioaktif rusak maka diperlukan Pengkaji Radiologi dengan keahlian khusus untuk merespons keadaan darurat tersebut.

2.2.6 TNI

Memberikan bantuan umum pada setiap tahap pelaksanaan tanggap darurat sesuai dengan kemampuan yang dimiliki. Dalam prosedur penanggulangan Kedaruratan Nuklir biologi dan kimia, Satuan Nubika Zeni TNI AD memiliki kemampuan melaksanakan: penyelidikan Nubika (deteksi dan identifikasi) yaitu mendeteksi lokasi dan jenis sumber kontaminasi serta menentukan perimeter *Hot Zone*, *Warm Zone* dan *Cold Zone*, memantau dan menginformasikan perkembangan status penyebaran kontaminasi (sebagai Pusat Analisa dan Pemberitaan), mengevakuasi korban dan sumber kontaminasi, dan melakukan dekontaminasi personil, materiil dan wilayah, serta melakukan pelimbahan sumber kontaminasi dan materiil terkontaminasi, kecuali untuk Zat Radioaktif yang pelimbahannya memerlukan keahlian khusus.

2.2.7 BAKAMLA

Memiliki tugas pokok melakukan patroli keamanan dan keselamatan di wilayah perairan Indonesia dan wilayah yurisdiksi Indonesia. Bakamla berperan sebagai Pusat Informasi Keamanan dan Keselamatan Laut (PIKKL, pusat kontak: 181).

2.2.8 BASARNAS

Berperan sebagai pelaksana dalam pencarian dan pertolongan korban bencana/keedaruratan atau *Search and Rescue* (SAR).

2.2.9 Dinas Pemadam Kebakaran

Berperan sebagai Petugas Penanggulangan Awal dalam memadamkan kebakaran, membantu melakukan tindakan pertolongan pertama dan jika memungkinkan menetapkan

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 35

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

daerah *triage* sampai tim medis tiba di lokasi kedaruratan, serta berkoordinasi dengan Kepolisian dalam pengamanan TKP, barang bukti, dan identitas orang yang terlibat.

2.2.10 Kementerian Perhubungan/Dinas Perhubungan

Berperan sebagai pelaksana tindakan pengendalian dan pengawas Pengangkutan akibat kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif, penyedia sarana Pengangkutan untuk keperluan operasi penyelamatan dan evakuasi korban dan masyarakat terdampak, serta melakukan pengendalian lalu lintas baik pada moda Pengangkutan darat, laut dan udara.

2.2.11 Kementerian Kesehatan/Dinas Kesehatan

Berperan sebagai pelaksana tindakan tanggap darurat medis (*life saving/resusitasi* dan *life support/stabilisasi*); *rapid health assessment* (RHA) seperti triase medis primer dan triase radiologi/survei kontaminasi awal pada korban; pertolongan medis terhadap korban cedera radiasi atau terkontaminasi Zat Radioaktif seperti tindakan dekontaminasi awal; tindakan medis awal bila ada *acute radiation syndrome* (ARS) fase prodormal atau *local radiation injury* (LRI) fase awal; estimasi dosis radiasi misalnya melalui analisis bioassay *invivo/invitro*, radiopatologi, atau biodosimetri; pengobatan dan perawatan lanjutan korban; monitoring medis jangka panjang bagi korban dan masyarakat terdampak; dan pembinaan terhadap psikologis korban dan masyarakat terdampak.

2.2.12 BNPB/BPBD

Berperan membentuk mekanisme koordinasi nasional/daerah pada kasus kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif yang memiliki dampak merugikan hingga ke masyarakat. Mekanisme koordinasi nasional/daerah secara efektif mengatur tata kelola K/L/OPD untuk:

- a. Memastikan peran dan tanggung jawab ditentukan dengan jelas dan dipahami oleh semua pihak;

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 36

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

- b. Mengoordinasikan kajian risiko bencana Pengangkutan Zat Radioaktif nasional/daerah dan tinjauannya secara berkala berkoordinasi dengan BAPETEN;
- c. Mengoordinasikan sumber daya nasional dalam penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif menggunakan pendekatan multi-bahaya (bencana alam dan non-alam (KBRN));
- d. Mengoordinasikan program pelatihan dan geladi penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif; dan
- e. Mengoordinasikan komunikasi publik yang efektif.

2.2.13 Pemerintah Daerah

PP 45 Tahun 2023 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Zat Radioaktif, Pasal 72, mengamanatkan Pemerintah Daerah melalui BPBD menyusun program kesiapsiagaan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif tingkat daerah atau rencana kontinjensi kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif tingkat daerah dalam hal wilayahnya dilewati oleh kendaraan yang mengangkut Zat Radioaktif. Rencana kontinjensi kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif tingkat daerah merupakan bagian dari Rencana Penanggulangan Kedaruratan Bencana tingkat daerah.

Pemerintah daerah menyusun rencana kontinjensi kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif berdasarkan hasil kajian bahaya nasional. Rencana kontinjensi ini mencakup penjelasan untuk mengenali paket kiriman atau Bungkusan yang berisi Zat Radioaktif, penjelasan tindakan respons awal yang diperlukan sebagai upaya proteksi radiasi bagi masyarakat dan lingkungan, serta penjelasan K/L yang harus segera diberitahu terkait keadaan darurat yang terjadi. Rencana kontinjensi daerah mencakup pengerahan dan pengoperasian sumber daya pemerintah daerah sebelum bantuan yang diharapkan dari K/L datang.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 37

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

2.2.14 Komite Nasional Keselamatan Transportasi

Berperan melaksanakan investigasi kecelakaan Pengangkutan. Dalam melaksanakan tugasnya KNKT berwenang:

- Meminta data dan keterangan kepada perseorangan, pelaku, pegawai/pejabat instansi terkait, instansi terkait, lembaga/organisasi profesi terkait, masyarakat, dan/atau pihak lain;
- Mengumpulkan, mengolah, menganalisis dan menyajikan data secara sistematis dan obyektif penyebab kecelakaan transportasi;
- Menyusun laporan hasil pelaksanaan investigasi kecelakaan transportasi;
- Memberikan dan/atau menyampaikan rekomendasi dalam laporan akhir investigasi kecelakaan pengangkutan;
- Berkoordinasi dan bekerja sama dalam investigasi kecelakaan transportasi;
- Melakukan evaluasi, pemantauan, klarifikasi, pengkajian, dan sosialisasi atas rekomendasi dalam laporan akhir investigasi kecelakaan transportasi; dan
- Menyelenggarakan sistem informasi investigasi kecelakaan transportasi.

2.3. Pengkajian Bahaya Pengangkutan Zat Radioaktif

Potensi bahaya kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif diidentifikasi sejak tahap kesiapsiagaan sebagai dasar dalam menyusun rencana kedaruratan yang sesuai dengan dampak bahaya Zat Radioaktif yang diangkut. Kegiatan kajian bahaya meliputi identifikasi kejadian yang menjadi pemicu terjadinya kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif dan selanjutnya mengkaji dampak dari kedaruratan tersebut. Beberapa contoh kejadian yang dapat menjadi pemicu terjadinya kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif dan potensi dampaknya bagi manusia dan lingkungan untuk setiap moda Pengangkutan dijelaskan di Bagian 4 panduan teknis ini. Kajian bahaya Pengangkutan Zat Radioaktif didasarkan pada informasi dari Pemegang Izin, selaku Pengirim atau Penerima, Pengangkut, pemerintah daerah, K/L terkait, BAPETEN, dan para pihak lain yang kompeten dibidangnya.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 38

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Dalam hal kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan Zat Radioaktif, nilai D digunakan untuk menentukan tingkat bahaya dari suatu aktivitas Zat Radioaktif yang, jika Zat Radioaktif tersebut tidak dikendalikan, akan dapat menyebabkan efek deterministik parah. Nilai D digunakan untuk menentukan sejauh mana rencana kedaruratan disusun untuk menghindari atau meminimalkan efek deterministik parah yang diperkirakan akan terjadi. Kajian bahaya nasional mempertimbangkan berbagai jenis Bungkusan dan Zat Radioaktif yang diangkut di wilayah NKRI atau yang melalui wilayah NKRI. Kajian bahaya daerah mempertimbangkan berbagai jenis Bungkusan dan Zat Radioaktif yang diangkut atau yang melalui daerah tertentu, dan kajian bahaya Pengirim/Penerima mempertimbangkan berbagai jenis Bungkusan dan Zat Radioaktif yang dikirim atau diterima oleh pelaku usaha.

Kajian bahaya juga mempertimbangkan kejadian pemicu yang dapat menyebabkan kegagalan tunggal atau kegagalan gabungan beberapa fungsi keselamatan Zat Radioaktif (misalnya kerusakan pengungkuh Bungkusan Zat Radioaktif, kerusakan perisai Zat Radioaktif, kerusakan Bungkusan Zat Radioaktif disebabkan oleh panas, kekritisian, dsb.), serta mempertimbangkan risiko dari setiap moda Pengangkutan dan rute yang digunakan dan risiko faktor kesalahan manusia. Selanjutnya, setelah bahaya diidentifikasi, kondisi-kondisi eksternal lain yang dapat melemahkan kapasitas penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif diperhitungkan, misalnya fenomena alam atau bencana alam seperti gempa bumi, tanah longsor, banjir atau cuaca buruk, dsb.

Sebagaimana dijelaskan di Bagian 1.1 bahwa Pengangkutan Zat Radioaktif yang dilakukan sesuai dengan PP Nomor 58 Tahun 2015 tentang Keselamatan Radiasi dan Keamanan dalam Pengangkutan Zat Radioaktif diharapkan memiliki risiko kedaruratan radiasi yang sangat rendah. Hal ini dikarenakan pengangkutan tersebut telah menerapkan persyaratan klasifikasi dan desain Bungkusan untuk membatasi paparan radiasi pada pekerja dan masyarakat. Namun demikian, faktor lain perlu dipertimbangkan dalam kajian bahaya, yaitu antara lain:

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 39

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

- a. Kesalahan karena faktor manusia dalam penyiapan Bungkusan sehingga berpotensi melebihi ketentuan laju dosis yang telah ditetapkan Peraturan Perundangan. Misalnya lupa memasang baut penutup atau lupa memasang perisai yang diperlukan.
- b. Lingkungan kedaruratan yang ekstrim, seperti kebakaran di terowongan, terpendam di lumpur, tertutup puing-puing, tertimpa energi tinggi (melebihi energi uji jatuh 9 meter), tertimpa benda tajam (misalnya truk forklift), dan kecelakaan pesawat (kecuali untuk Bungkusan tipe C).

Modalitas pengangkutan juga dipertimbangkan pada saat melakukan identifikasi pemicu kejadian dan potensi dampaknya. Faktor-faktor yang dipertimbangkan meliputi rute perjalanan, infrastruktur terdekat, kondisi medan, jarak, waktu, cuaca dan musim, serta lingkungan sensitif (misalnya lingkungan pertanian dan sumber air). Faktor-faktor tambahan lain seperti frekuensi Pengangkutan Zat Radioaktif juga dipertimbangkan dalam pendekatan bertingkat untuk mengidentifikasi sejauh mana rencana kedaruratan diperlukan. Selanjutnya, kaji ulang berkala dilakukan untuk memastikan bahwa setiap perubahan besar dalam kegiatan Pengangkutan Zat Radioaktif telah dipertimbangkan dan rencana kedaruratan yang berlaku masih sesuai dengan potensi bahayanya.

2.4. Strategi Proteksi Radiasi pada Saat Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Tindakan perlindungan pada saat kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif mengacu pada Kriteria Dosis bagi masyarakat dan Petugas Penanggulangan yang tidak melebihi dosis efektif 50 miliSv pada saat kedaruratan, sebagaimana dijelaskan pada PP 45 Tahun 2023, Pasal 76 dan 77. Dalam hal melakukan tindakan tertentu, Petugas Penanggulangan dapat menerima dosis melebihi dosis efektif 50 miliSv, yaitu:

- a. tindakan untuk menyelamatkan nyawa atau mencegah luka serius;
- b. tindakan untuk mencegah efek deterministik parah dan mencegah dampak terhadap masyarakat dan lingkungan;
- c. tindakan untuk mencegah peningkatan kondisi katastrofik yang dapat berdampak pada masyarakat dan lingkungan;

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 40

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

- d. tindakan untuk mencegah luka parah; dan
- e. tindakan untuk mencegah dosis kolektif yang besar.

Dalam hal kondisi tertentu sebagaimana dijelaskan di atas, maka Petugas Penanggulangan menggunakan Lampiran II untuk membatasi dosis radiasi yang diterima pada saat kondisi darurat.

Tingkat Intervensi Operasional (TIO, Lampiran II) sebagaimana dijelaskan dalam Peraturan BAPETEN mengenai Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir, hanya dapat digunakan bersama-sama dengan hasil observasi dan indikator kedaruratan yang dapat teramati di lokasi kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif. Pada kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif, laju dosis terukur yang melebihi TIO tidak dapat digunakan sebagai satu-satunya acuan untuk menyatakan deklarasi kedaruratan dan memicu tindakan tanggap darurat. Ketika hasil survei radiasi menunjukkan bahwa TIO terlampaui, maka nilai terukur ini dibandingkan terlebih dahulu dengan hasil pengukuran dan Indeks Angkutan yang dicatat pada awal pengiriman Bungkusan Zat Radioaktif. Selain itu, dibandingkan juga dengan hasil pengamatan serta indikator spesifik lain yang dapat membantu mengidentifikasi kondisi abnormal sebagai justifikasi deklarasi kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif dan penerapan tindakan penanggulangan.

2.5. Rencana dan Prosedur Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

PP Nomor 58 Tahun 2015 dan Peraturan BAPETEN Nomor 7 Tahun 2020 mengatur persyaratan Pengangkutan Zat Radioaktif yang mencakup tanggung jawab Pengirim dan Pengangkut, baik domestik maupun asing. Rencana kedaruratan yang disusun Pengirim dan Pengangkut harus konsisten dengan pengaturan kedaruratan di tingkat nasional dan dengan pengaturan kedaruratan di negara-negara di mana Zat Radioaktif diangkut. Di tingkat nasional, kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif merupakan bagian dari rencana kedaruratan nuklir nasional. Pedoman Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir Nasional (2021), pada bagian 2.3 Pengkajian Bahaya Nuklir, bagian 3.2.3 Organisasi Tanggap Darurat Nuklir (OTDN) Daerah dan Nasional, bagian 4.1.1 Prosedur Manajemen

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 41

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Operasi Tanggap Darurat Nuklir Akibat Kedaruratan di Instalasi/Fasilitas/Kegiatan, dan bagian 4.2.1 Prosedur Identifikasi, Notifikasi dan Aktivitas Kedaruratan Nuklir Akibat Kedaruratan di Instalasi/Fasilitas/Kegiatan, menjelaskan secara singkat bahwa kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif merupakan bagian dari kesiapsiagaan dan penanggulangan Kedaruratan Nuklir nasional. Rencana dan prosedur tambahan dapat disusun untuk Pengangkutan Zat Radioaktif tertentu yang sangat jarang terjadi sehingga tidak dipertimbangkan dalam kajian bahaya nasional.

Perencanaan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif dikoordinasikan dan diintegrasikan dengan perencanaan respons kejadian keamanan nuklir Pengangkutan Zat Radioaktif dan dengan perencanaan kedaruratan Pengangkutan bahan/barang berbahaya. Penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif yang dipicu oleh kejadian keamanan nuklir berada di bawah struktur komando dan kendali terpadu daerah/nasional. Petugas Penanggulangan mungkin menghadapi konflik prioritas ketika menanggapi keadaan darurat Pengangkutan Zat Radioaktif yang dipicu oleh kejadian keamanan nuklir. Pada berbagai keadaan darurat, prioritas tindakan adalah penyelamatan jiwa. Keputusan prioritas tindakan ditetapkan berdasarkan hasil keputusan komando dan kendali terpadu daerah/nasional.

2.5.1 Rencana Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif Nasional

Di tingkat nasional, rencana kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif tidak perlu dibuat tersendiri, melainkan dapat menjadi bagian dari rencana Kedaruratan Nuklir nasional yang merupakan bagian dari rencana kedaruratan multi-bahaya nasional. Rencana kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif menjelaskan:

- a. Dasar disusunnya rencana kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif dan kajian bahayanya;
- b. Wewenang, tanggung jawab, kapabilitas dan peran K/L/OPD dalam kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif;

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 42

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

- c. Prosedur untuk memperingatkan (*alerting*) dan memberitahu keadaan darurat Pengangkutan Zat Radioaktif kepada K/L/OPD terkait;
- d. Prosedur pemberian informasi publik, termasuk pemberian peringatan dan informasi; TIO dan indikator spesifik yang dapat teramati pada kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif;
- e. Tindakan perlindungan untuk masyarakat dan lingkungan;
- f. Perlindungan Petugas Penanggulangan;
- g. Sumber daya untuk dukungan medis;
- h. Program pelatihan, *drills* dan geladi penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif;
- i. Prosedur untuk kaji ulang dan memperbarui rencana kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif;
- j. Prosedur pemulihan Bungkusan Zat Radioaktif;
- k. Persyaratan untuk terminasi kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif; dan
- l. Analisis kedaruratan dan tindakan penanggulangan.

2.5.2 Rencana Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif Daerah

Pemda berperan langsung dalam merespons kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif yang terjadi di wilayahnya. Oleh karenanya, Pemda perlu menyusun rencana kedaruratan agar fungsi-fungsi yang diperlukan pada saat tanggap darurat Pengangkutan Zat Radioaktif dapat dilaksanakan secara efektif. Rencana kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif di tingkat daerah menjelaskan:

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 43

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

- a. Daftar fasilitas tanggap darurat di wilayah setempat;
- b. Tanggung jawab, kapabilitas dan peran K/L/OPD yang terlibat, termasuk alokasi tugas dan tanggung jawab selama penanggulangan;
- c. Prosedur untuk meminta informasi dan bantuan dari Pengirim/Penerima dan Pengangkut dalam penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif;
- d. Prosedur untuk memperingatkan dan memberitahu K/L/OPD, termasuk Dinas Pemadam Kebakaran, Kepolisian wilayah, Ambulan Gawat Darurat, Pengkaji Radiologi, dan pakar lainnya;
- e. Pemberian informasi publik, termasuk pemberian peringatan dan informasi, dan hubungan dengan media;
- f. Prosedur tindakan tanggap darurat, termasuk sarana dan prasarana komunikasi dengan K/L/OPD yang terlibat dalam tanggap darurat;
- g. Kondisi untuk terminasi kedaruratan;
- h. Sumber daya dukungan medis dan manajemen respons medis;
- i. Program pelatihan, *drill* dan geladi; dan
- j. Pemeliharaan rencana kedaruratan.

2.5.3 Rencana Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif Pengirim/Penerima dan Pengangkut

Pada tingkat Pemegang Izin, rencana kedaruratan untuk merespons kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif sejalan dengan rencana kedaruratan Pengangkutan bahan/barang berbahaya, dan diintegrasikan dengan rencana keadaan darurat lainnya (konvensional). Pengirim/Penerima dan Pengangkut yang melakukan pengiriman internasional memastikan bahwa rencana kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif yang disusun mematuhi persyaratan peraturan perundangan semua negara tempat mereka melakukan pengiriman.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 44

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Rencana kedaruratan Pengirim/Penerima dan Pengangkut ditinjau secara berkala dan diperbarui jika diperlukan, khususnya jika ada pembaruan peraturan perundangan yang mengatur pengangkutan bahan/barang berbahaya, pembaruan rencana kedaruratan nuklir nasional atau rencana kedaruratan nuklir daerah, atau jika ada perubahan sifat kegiatan Pengangkutan. Rincian kontak personil dan organisasi yang berperan selalu diperbarui (umumnya sebagai lampiran rencana kedaruratan). Rencana kedaruratan ini didokumentasikan dan disimpan Pengangkut sebagai bagian dari persyaratan dokumen Pengangkutan Zat Radioaktif.

Pengangkut melakukan segala upaya agar rencana kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif tersedia bagi Petugas Penanggulangan Awal dan pihak berwenang jika terjadi kondisi darurat. Rencana kedaruratan Pengirim/Penerima dan Pengangkut mencakup hal-hal berikut:

- a. Deskripsi pengiriman Zat Radioaktif yang terlingkupi dalam rencana kedaruratan;
- b. Kejadian pemicu yang dapat menyebabkan kondisi darurat;
- c. Tanggung jawab para pihak yang terlibat dalam Pengangkutan Zat Radioaktif, seperti Pengirim/Penerima, Pengangkut, fasilitas transit, pembuat Desain Bungkusan Zat Radioaktif, pemilik Bungkusan Zat Radioaktif, dan para pihak lain yang terlibat selama tahap kesiapsiagaan atau selama tanggap darurat;
- d. Prosedur untuk mengidentifikasi kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif dan pelaporan ke K/L/OPD terkait mengenai keadaan darurat jika Pengangkut tidak mampu menangani keadaan darurat yang terjadi;
- e. Prosedur koordinasi dengan K/L/OPD terkait;
- f. Dukungan teknis yang dapat diberikan, termasuk peralatan yang dapat dikerahkan ke lokasi kedaruratan untuk:
 - i. Pengukuran dan kaji cepat (misalnya kebocoran radiasi, laju dosis, tingkat kontaminasi, data meteorologi);
 - ii. Mitigasi dampak radiologik (misalnya penyediaan perisai radiasi tambahan dan terpal, penggantian komponen yang rusak akibat kedaruratan, dan pemulihan alat angkut/barang yang terkontaminasi); dan

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 45

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

- iii. Pemulihan Bungkusan Zat Radioaktif, termasuk peralatan khusus (misalnya peralatan pengangkat, *trailer*, sistem pengikat) dan strategi untuk memindahkan Bungkusan Zat Radioaktif yang rusak ke lokasi penyimpanan sementara.
- g. Panduan tindakan respons yang harus dilakukan saat kondisi darurat (termasuk instruksi respons kedaruratan dari Pengirim/Penerima ke Pengangkut dan Petugas Penanggulangan Awal);
- h. Prosedur tanggap darurat dan target waktu pelaksanaannya;
- i. Peralatan komunikasi, dokumentasi dan perekaman yang akan digunakan dalam kegiatan tanggap darurat;
- j. Form dan daftar periksa kegiatan Pengangkut selama tanggap darurat;
- k. Program manajemen mutu untuk kesiapsiagaan dan tanggap darurat; dan
- l. Prosedur pelatihan, *drills* dan geladi.

Rencana kedaruratan Pengirim dan Pengangkut mencakup seluruh fase tanggap darurat, mulai dari fase respons awal hingga fase transisi darurat, yang mencakup persiapan untuk dimulainya kembali aktivitas sosial dan ekonomi secara normal di wilayah publik. Lampiran VII memberikan panduan dalam menyusun rencana kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif bagi Pengirim dan Pengangkut.

2.5.4 Pertimbangan Khusus Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif Lintas Batas Negara

Beberapa negara dapat terlibat dalam Pengangkutan Zat Radioaktif dan tanggap daruratnya. Pihak-pihak yang terlibat dalam penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif internasional harus mengetahui prosedur pemberitahuan kedaruratan Pengangkutan ke otoritas lokal dan nasional di lokasi kedaruratan terjadi (misalnya sarana komunikasi yang digunakan, bahasa yang digunakan, dan para pihak yang akan diberikan informasi terkait kedaruratan). Pengirim harus segera menghubungi otoritas berwenang untuk memberikan informasi mengenai keadaan darurat Pengangkutan yang terjadi.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 46

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Pengirim dan Pengangkut yang beroperasi secara internasional menerapkan konvensi dan perjanjian Pengangkutan internasional, serta peraturan perundangan nasional di negara-negara tempat mereka beroperasi. Pengirim memastikan dokumen Pengangkutan Zat Radioaktif ditulis dalam bahasa yang ditentukan dalam konvensi dan perjanjian internasional, serta sesuai dengan peraturan nasional. Apabila diperlukan, Pengirim dan Pengangkut dapat membuat perjanjian dengan organisasi di negara lain (misalnya negara Penerima), untuk menjamin efisiensi dan efektivitas rencana kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif, serta untuk mematuhi persyaratan nasional.

Keberadaan wilayah Indonesia yang secara geografis terletak pada jalur lalu lintas internasional, yaitu diantara Benua Asia dan Benua Australia, serta Samudera Hindia dan Samudera Pasifik, menjadikan wilayah Indonesia rawan dilintasi Pengangkutan Zat Radioaktif antar negara. Secara berkala Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI) dilewati Pengangkutan bahan bakar nuklir, baik berupa Pengangkutan bahan bakar nuklir baru dari negara pabrikan ke negara pengguna atau Pengangkutan bahan bakar nuklir bekas dari negara pengguna ke negara pabrikan. Pengangkutan jenis ini membutuhkan persetujuan multilateral yang mensyaratkan bahwa pelaksanaan Pengangkutannya harus mendapatkan persetujuan pengiriman dari Badan Pengawas negara asal Zat Radioaktif, Badan Pengawas setiap negara yang dilewati atau disinggahi, serta Badan Pengawas negara tujuan akhir pengiriman.

PP No. 58 Tahun 2015 mensyaratkan Pengirim/Pengangkut menyampaikan permohonan notifikasi rencana pelaksanaan Pengangkutan Zat Radioaktif, untuk beberapa tipe Bungkusan Zat Radioaktif yang akan masuk ke dalam wilayah NKRI untuk tujuan transit, melalui, dan/atau singgah di daerah pabean NKRI, kepada BAPETEN. BAPETEN melalui Direktorat Perijinan Instalasi dan Bahan Nuklir (DPIBN) menerbitkan notifikasi pelaksanaan Pengangkutan Zat Radioaktif yang memuat informasi:

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 47

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

- a. Identitas pemegang notifikasi dan Pengangkut;
- b. Rute Pengangkutan Zat Radioaktif;
- c. Spesifikasi Zat Radioaktif dan Bungkusan;
- d. Jadwal Pengangkutan Zat Radioaktif;
- e. Tujuan Pengangkutan Zat Radioaktif; dan
- f. Kewajiban pemegang notifikasi pada saat melalui dan/ atau singgah di daerah pabean NKRI

Notifikasi pelaksanaan Pengangkutan Zat Radioaktif yang diterbitkan BAPETEN ditembuskan kepada Kementerian Perhubungan Direktorat Jenderal Hubungan Laut dan BAKAMLA sebagai bentuk koordinasi antar instansi dalam upaya kesiapsiagaan. Dalam hal kapal berbendara asing yang mengangkut Zat Radioaktif mengalami kecelakaan di perairan Indonesia, penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif berkoordinasi dengan Kementerian Luar Negeri dan *stakeholder* maritim.

2.6. Pelatihan dan Geladi

Petugas yang diidentifikasi akan terlibat dalam penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif menerima pelatihan yang sesuai. Pelatihan didasarkan pada kajian bahaya berbagai jenis Zat Radioaktif yang diangkut di wilayah tersebut. Program pelatihan diberikan untuk Petugas Penanggulangan Awal, Pengkaji Radiologi dan organisasi perespons lainnya, sesuai dengan peran dan fungsinya pada saat kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif. Pelatihan minimal mencakup prosedur untuk mengenali, mengidentifikasi dan mendeklarasi kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif. Pelatihan untuk Petugas Penanggulangan Awal, minimal berisi materi:

- a. prosedur mengenali dan mengidentifikasi keadaan darurat nuklir, termasuk kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif;
- b. tindakan proteksi radiasi, menggunakan Alat Pelindung Diri (APD); dan
- c. pelaporan kepada pihak yang berwenang.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 48

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Pihak-pihak yang terlibat dalam Pengangkutan Zat Radioaktif diberikan pelatihan tambahan sesuai dengan tanggung jawabnya pada saat kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif. Pelatihan yang diberikan mencakup pengetahuan tentang komunikasi dan koordinasi dalam satu struktur kendali komando terpadu. Petugas diberikan pelatihan penyegaran secara berkala untuk mempertahankan kemampuannya dalam merespons kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif, misalnya melalui partisipasi dalam *drills* dan geladi. Dalam hal suatu Pengangkutan Zat Radioaktif diperkirakan tidak memiliki potensi bahaya radiasi, *drills* tetap diperlukan, minimal untuk menguji:

- a. prosedur dan jalur pelaporan/pemberitahuan,
- b. prosedur untuk memverifikasi integritas Bungkusan Zat Radioaktif, dan
- c. prosedur pengemasan ulang Bungkusan Zat Radioaktif.

Pengkaji Radiologi memerlukan program pelatihan khusus yang dilakukan secara berkala, seperti:

- a. Teknik kaji cepat insiden dengan menggunakan AUR yang sesuai;
- b. Penilaian keselamatan kekritisian Bungkusan Zat Radioaktif;
- c. Penentuan dan penerapan tindakan perlindungan bagi masyarakat dan tindakan respons lainnya;
- d. Penggunaan APD;
- e. Pengumpulan bahan yang terkontaminasi;
- f. Teknik penyegelan Bungkusan Zat Radioaktif yang bocor;
- g. Pengemasan kembali Bungkusan Zat Radioaktif yang rusak; dan
- h. Estimasi dosis radiasi dan rekonstruksi dosis radiasi yang diterima Petugas Penanggulangan dan masyarakat.

Rencana dan prosedur kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif yang memerlukan sumber daya tanggap darurat besar dan intensif perlu diuji secara berkala. Program geladi perlu dirancang untuk menguji antarmuka seluruh organisasi yang terlibat dalam tanggap darurat. Selanjutnya, pelaksanaan geladi dievaluasi dengan membandingkan antara praktik

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 49

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

dengan rencana dan prosedur kedaruratan yang telah disusun. Jika diperlukan, rencana dan prosedur dapat direvisi sesuai hasil evaluasi geladi dan sebagai bagian dari program manajemen mutu kesiapsiagaan nuklir.

Di tingkat nasional, personil K/L terkait perlu menerima pelatihan tentang pengaturan tanggap darurat nasional, pengaturan keselamatan Pengangkutan nasional, peran dan tanggung jawab berbagai K/L dalam merespons berbagai keadaan darurat termasuk kedaruratan nuklir/radiologi dan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif, akses terkait rencana kedaruratan yang ada, prosedur komunikasi dan koordinasi serta prosedur komunikasi publik. Setelah pelatihan dan geladi selesai dilaksanakan, sesi evaluasi yang melibatkan Petugas Penanggulangan diselenggarakan sesegera mungkin dan diikuti oleh seluruh Petugas Penanggulangan yang terlibat. Seluruh laporan, pengalaman, antarmuka prosedur dari berbagai K/L yang terlibat yang disampaikan didokumentasikan dan dievaluasi. Kesimpulan dan pembelajaran yang diperoleh selama pelatihan dan geladi dapat digunakan untuk memperbaiki rencana kedaruratan.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 50

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

BAB 3

PENANGGULANGAN KEDARURATAN PENGANGKUTAN ZAT RADIOAKTIF

Bagian ini memberikan panduan untuk merespons kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif yang mencakup berbagai skenario keadaan darurat untuk berbagai jenis Bungkusan Zat Radioaktif. Konsep operasi, tindakan respons awal, tindakan respons lanjutan, dan terminasi kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif yang dijelaskan pada Bagian ini dapat digunakan oleh perencana tanggap darurat dalam menyusun rencana kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif.

3.1. Konsep Operasi

Konsep operasi merupakan penjelasan singkat tentang respons ideal untuk suatu keadaan darurat yang diperkirakan dapat terjadi. Pada Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif, konsep operasi bertujuan untuk:

- a. Mengendalikan area kedaruratan;
- b. Mengidentifikasi Zat Radioaktif dan bahaya radiasi;
- c. Memitigasi dampak bahaya (misalnya memadamkan api, menahan tumpahan);
- d. Mengembalikan Bungkusan Zat Radioaktif ke kondisi selamat, aman, dan stabil;
- e. Memulihkan Zat Radioaktif, Bungkusan Zat Radioaktif dan alat angkut;
- f. Membuka kembali jalur transportasi; dan
- g. Mengelola limbah radioaktif.

Pengangkut sesegera mungkin melakukan tindakan penyelamatan jiwa dan pertolongan pertama, mengisolasi Bungkusan Zat Radioaktif dan melaporkan keadaan darurat kepada otoritas berwenang setempat. Petugas Penanggulangan Awal melakukan respons awal sesuai dengan Nomor PBB atau label yang ditempel pada Bungkusan Zat Radioaktif, yaitu:

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 51

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

- a. mengisolasi lokasi kedaruratan;
- b. meminta bantuan Pengkaji Radiologi/ahli radiasi, yaitu PPR Pengirim/Penerima, Sat KBRN Gegana Brimob Polda setempat, atau BAPETEN, BRIN; dan
- c. mencatat masyarakat yang berada di sekitar lokasi kedaruratan.

Konsep operasi menjelaskan serangkaian tindakan, namun urutan tindakan bergantung pada keadaan darurat yang terjadi. Dalam suatu kondisi darurat, dimungkinkan hanya ada jeda waktu yang singkat antara kejadian awal dan perkembangan keadaan darurat, sehingga ketika Petugas Penanggulangan tiba di lokasi kedaruratan situasinya mungkin akan memburuk. Pada penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif, bahaya lain mungkin ada di sekitar lokasi kedaruratan dan dapat menjadi prioritas utama tindakan penanggulangan (misalnya pemadaman api). Pada kasus Pengangkutan uranium heksafluorida (UF₆), dampak bahaya kimia lebih besar daripada bahaya radiasi.

3.2. Respons Awal Tanggap Darurat Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Respons awal kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif didasarkan pada kriteria yang dapat teramati di lokasi kedaruratan. Kegiatan respons awal yaitu:

1. Pengangkut melaporkan keadaan darurat yang terjadi kepada Pengirim/Penerima, K/L terkait sesuai moda Pengangkutan, dan BAPETEN, sebagaimana tercantum dalam dokumen Pengangkutan. Dalam hal Pengangkut tidak dapat melakukan pelaporan keadaan darurat, misalnya karena cedera, tidak sadar atau meninggal dunia, Petugas Penanggulangan Awal dapat melakukan pemberitahuan ke pihak terkait.
2. Petugas Penanggulangan memeriksa dokumen Pengangkutan (apabila tersedia/ditemukan), yang memberikan informasi tentang jenis dan jumlah Bungkusan, jenis Zat Radiaktif dan aktivitasnya untuk menentukan tingkat keadaan darurat dan keahlian yang dibutuhkan untuk menanggulangnya.
 - Pengirim/Penerima membuat mekanisme sehingga dokumen pengangkutan dapat dengan segera tersedia/ditemukan Petugas Penanggulangan Awal.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 52

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

3. Pengangkut dan/atau Petugas Penanggulangan Awal mengidentifikasi bahaya di lokasi kedaruratan yang mengindikasikan adanya keadaan darurat Pengangkutan Zat Radioaktif.

- Setiap indikasi yang mengarah ke bahaya radiasi ditindaklanjuti sesuai prosedur/instruksi kedaruratan yang diberikan Pengirim/Penerima.
- Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif dinyatakan jika integritas pengungkung/perisai hilang, misalnya Bungkusan atau pembungkus luar terlihat ada kerusakan.
- Kebocoran cairan, gas, atau serbuk mengindikasikan bahwa integritas Bungkusan Zat Radioaktif telah rusak. Kerusakan pada Bungkusan Zat Radioaktif, pembungkus luar, tangki atau kontainer Zat Radioaktif tidak berarti bahwa Bungkusan bagian dalam yang berisi Zat Radioaktif atau perisai radiasi telah rusak. Meskipun demikian, kerusakan eksternal Bungkusan Zat Radioaktif merupakan indikasi awal bahwa tanggap darurat perlu dilakukan, dan Bungkusan Zat Radioaktif perlu diperiksa oleh Pengkaji Radiologi.
- Sekalipun tidak ada indikasi kerusakan eksternal yang dapat teramati, tanggap darurat diaktifkan apabila kedaruratan dapat menyebabkan kerusakan serius pada Bungkusan Zat Radioaktif (misalnya kebakaran yang tidak dapat dipadamkan dengan segera).
- Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif dinyatakan jika hasil pengukuran menunjukkan bahwa laju dosis lebih tinggi dari yang seharusnya.

4. Pengangkut dan/atau Petugas Penanggulangan Awal segera melakukan penilaian awal situasi darurat dengan mempertimbangkan (lihat form tambahan pelaporan pada Lampiran V):

- a. Lokasi kedaruratan
- b. Informasi mengenai karakteristik lokasi kedaruratan, termasuk geografinya (misalnya daerah berbukit, dataran, dsb.), kepadatan penduduk, infrastruktur, atau kondisi lingkungan khusus;
- c. Kemudahan akses ke lokasi kedaruratan;

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 53

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

- d. Pemicu kedaruratan (misalnya tabrakan, kebakaran, tenggelam, dsb.).
 - e. Korban;
 - f. Kondisi meteorologi (misalnya arah angin, hujan, kering, dsb.);
 - g. Label, penanda (misalnya Nomor PBB, nama pengiriman), plakat atau dokumen Pengangkutan.
 - h. Bahan/barang berbahaya lain atau bahaya lain yang ada di sekitar lokasi, seperti:
 - i. Cairan atau gas mudah terbakar dalam jumlah besar;
 - ii. Bahan peledak;
 - iii. Bahan beracun atau korosif.
 - i. Indikasi yang menunjukkan bahwa pengungkung atau perisai Bungkus Zat Radioaktif telah rusak; dan
 - j. Indikasi yang menunjukkan bahwa keadaan darurat dipicu oleh tindak kejahatan.
5. Komando dan kendali terpadu pada penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif menggunakan pendekatan multi-bahaya dengan melibatkan Pengirim/Penerima, dan Pengangkut.
- K/L terkait dapat diaktifkan dan secara efektif berkoordinasi dan berkolaborasi dalam kegiatan respons penanggulangan.
6. Pengangkut dan/atau Petugas Penanggulangan Awal melakukan respons awal kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif berkoordinasi dengan Pengirim/Penerima, Sat KBRN Gegana Brimob setempat, dan/atau BAPETEN.
- Pengirim/Penerima mengaktifkan tim kedaruratan untuk memberikan bantuan baik secara langsung di lokasi kedaruratan maupun dari jarak jauh.
 - Apabila kedaruratan yang terjadi menyebabkan pelepasan Zat Radioaktif lintas batas negara, BAPETEN memberitahukan IAEA dan negara yang berpotensi terkena dampak.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 54

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

7. Petugas Penanggulangan melakukan tindakan:

- a. Penyelamatan nyawa dan pertolongan pertama (P3K). Petugas P3K diberikan informasi tindakan proteksi radiasi jika terdapat kontaminasi Zat Radioaktif atau kenaikan laju dosis yang melebihi Tingkat Intervensi Operasional (TIO, Lampiran III); dan
- b. Mitigasi. Pemadaman api tidak boleh ditunda karena adanya bahaya radiasi. Penanganan bahan yang mudah terbakar, meledak, atau beracun lebih diprioritaskan daripada penilaian integritas Bungkusan Zat Radioaktif.

Tindakan mitigasi terhadap Bungkusan Zat Radioaktif yang rusak antara lain sebagai berikut:

- i. Menyumbat, menutup dengan terpal, atau menampung dalam wadah tahan bocor untuk mencegah penyebaran kontaminasi;
- ii. Menggunakan perisai tambahan, jika diperlukan;
- iii. Membiarkan Bungkusan Zat Radioaktif menjadi dingin apabila terbakar atau apabila sistem pembuangan panas Bungkusan Zat Radioaktif rusak; dan
- iv. Mengumpulkan Bahan Fisil yang tersebar dan menempatkannya dalam wadah khusus yang mempunyai geometri sesuai untuk mencegah kekritisian dan kedap air, serta memastikan adanya jarak yang sesuai antar Bungkusan yang berisi Bahan Fisil.

- c. Pemantauan radiasi dilakukan sesegera mungkin untuk memastikan ada/tidaknya dampak radiasi akibat kecelakaan Pengangkutan.

8. Petugas Penanggulangan mengatur pembagian area di lokasi kedaruratan sesuai Gambar 3.1. Pengaturan area mempertimbangkan hal-hal berikut:

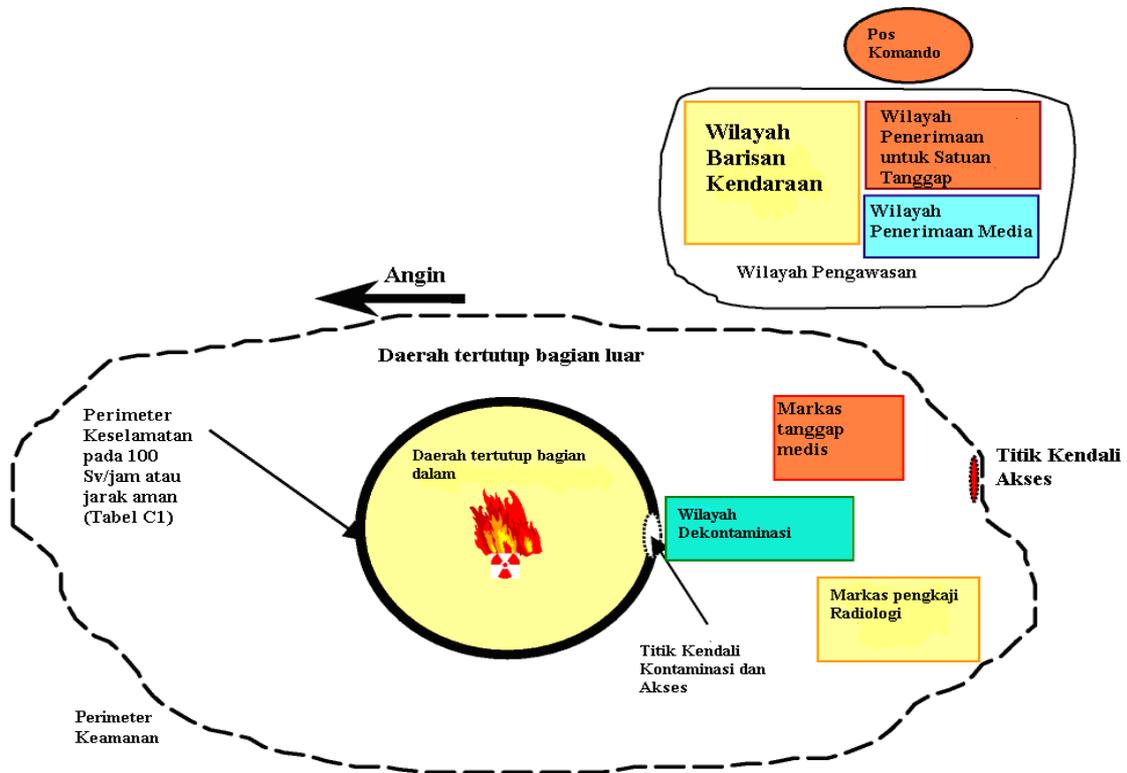
- a. Pos pemeriksaan dan pos komando berada di area yang berlawanan dengan arah angin dari Bungkusan Zat Radioaktif yang rusak, serta di luar area yang mungkin terkena tumpahan Zat Radioaktif;
- b. Perimeter keselamatan segera ditetapkan sesuai Tabel 3.1. Area ini melingkupi semua Bungkusan, *overpack*, tangki atau kontainer yang terlepas dari alat

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 55

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

angkut. Dimungkinkan membuat beberapa area perimeter keselamatan atau satu area perimeter keselamatan yang besar;

- c. Batas area perimeter keselamatan diverifikasi dan dimodifikasi secara berkala sesuai hasil survei radiasi, jika diperlukan.



Gambar 3. 1 Pembagian Area di Lokasi Kedaruratan Radiasi

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 56

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Tabel 3. 1 Penentuan Perimeter Keselamatan

Situasi	Perimeter Keselamatan
<i>Penentuan perimeter awal untuk area terbuka (di luar gedung)</i>	
Sumber berbahaya rusak atau tidak terbungkus	30 m radius sekitar sumber
Tumpahan (besar) dari sumber berbahaya	100 m radius sekitar sumber
Kebakaran, ledakan atau asap yang melibatkan sumber berbahaya	400 m radius atau lebih
Ledakan konvensional (non-nuklir) atau kebakaran yang melibatkan senjata nuklir	1000 m radius
<i>Penentuan perimeter berdasarkan hasil pengukuran</i>	
Terukur TIO1 (1000 mikroSv/ jam) atau TIO2 (100 mikroSv/ jam)	Perimeter dibuat di titik laju dosis terukur TIO1 atau TIO2

9. Pengkaji Radiologi menilai kondisi Bungkusan Zat Radioaktif, termasuk pengungkung, perisai, dan sistem pembuangan panas. Untuk Bungkusan yang berisi Bahan Fisil, Pengkaji Radiologi juga menilai keselamatan kekritisan Bungkusan. Sertifikat persetujuan desain Bungkusan Zat Radioaktif, yang menjelaskan desain Bungkusan Zat Radioaktif, dapat digunakan untuk membantu mengevaluasi integritas fitur keselamatan Bungkusan Zat Radioaktif. Dalam hal pemadaman kebakaran Bungkusan Bahan Fisil menggunakan air, Pengkaji Radiologi memasukkan informasi ini dalam penilaian keselamatan kekritisan.

- Setiap bahan yang keluar dari Bungkusan Zat Radioaktif dianggap sebagai bahan berbahaya sampai diperoleh keputusan oleh Pengkaji Radiologi, atau (dalam kasus bahan berbahaya lainnya) diputuskan oleh ahli lain yang sesuai.
- Dalam hal tidak ada indikasi yang dapat teramati, Bungkusan Zat Radioaktif dalam suatu kecelakaan ditangani dengan hati-hati sampai survei radiasi dilakukan oleh Pengkaji Radiologi.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 57

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

- Hasil pengukuran laju dosis dapat dibandingkan dengan Indeks Angkutan untuk menilai apakah perisai Bungkusan telah rusak. Jika laju dosis melebihi 100 mikroSv/jam (0,1 miliSv/jam) pada jarak lebih dari 1 meter dari satu Bungkusan Zat Radioaktif, kemungkinan besar perisai telah rusak. Hal ini tidak berlaku pada pengiriman dengan penggunaan tunggal atau penggunaan eksklusif (*exclusive use*) atau pada pengiriman beberapa Bungkusan Zat Radioaktif.

10. Dalam hal perisai rusak, tindakan proteksi tambahan berikut diperlukan:

- a. Pengendalian akses masuk dan keluar dari area kedaruratan;
- b. Tindakan perlindungan bagi masyarakat yang berada di dalam dan di sekitar lokasi kedaruratan (misalnya instruksi untuk *sheltering* sementara, evakuasi, dsb.);
- c. Dekontaminasi orang;
- d. Tindakan pelarangan konsumsi bahan pangan dan air; dan
- e. Perlindungan sistem drainase lokal dan area drainase.

11. Bungkusan Zat Radioaktif yang rusak dapat dipindahkan ke lokasi sementara setelah dilakukan penilaian oleh Pengkaji Radiologi. Bungkusan Zat Radioaktif tidak boleh dikirim ke lokasi lain sampai diperbaiki, direkondisi dan/atau didekontaminasi.

12. Dalam hal informasi publik, untuk meminimalkan risiko adanya pernyataan bertentangan, pemberian informasi kepada media berita dikoordinasikan melalui sistem komando dan kendali terpadu.

3.3. Respons Lanjutan Tanggap Darurat Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Respons lanjutan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif bertujuan untuk:

- a. Mencegah eskalasi keadaan darurat;
- b. Mengurangi potensi dampak dan memitigasi dampak kebocoran radiasi atau kontaminasi Zat Radioaktif;
- c. Mengoptimalkan tindakan perlindungan selama respons;

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 58

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

- d. Mengidentifikasi dan mendapatkan dukungan ahli lain yang diperlukan (misalnya ahli bahan kimia berbahaya); dan
- e. Mengembalikan lokasi kedaruratan ke keadaan yang aman dan selamat dari bahaya radiasi.

Kegiatan respons lanjutan yaitu:

1. Pengkaji Radiologi (PPR Pengirim/Penerima, Satuan KBRN Polda setempat, BAPETEN, BRIN) dan ahli lain (Satuan KBRN Polda setempat, KLHK, akademisi) melakukan penilaian bahaya radiasi dan bahaya lain untuk memberikan masukan kepada Petugas Penanggulangan dan otoritas berwenang (Kementan, Kemendag untuk pelarangan bahan pangan/komoditas, dsb.).
 - Tergantung pada jenis Bungkus Zat Radioaktif, moda Pengangkutan yang digunakan dan tingkat keparahan keadaan darurat, otoritas berwenang sesuai rekomendasi dari Pengkaji Radiologi dapat menerapkan pembatasan konsumsi bahan pangan, susu, dan air minum yang terkontaminasi, serta pembatasan perdagangan komoditas apabila TIO terlampaui.
2. Pengirim/Penerima dan/atau K/L/BAPETEN/BRIN melakukan pengujian di laboratorium yang tersertifikasi apabila sumber air minum diduga terkontaminasi. Dalam hal keadaan darurat terjadi di atau dekat saluran air dimana ada kecurigaan Zat Radioaktif terlepas ke lingkungan, Pengirim/Penerima dan/atau K/L/BAPETEN/BRIN melakukan pengujian di laboratorium yang tersertifikasi untuk mengetahui ada/tidaknya kontaminasi.
3. Pengkaji Radiologi melakukan monitoring radiasi dan kontaminasi selama proses tanggap darurat untuk memastikan bahwa setiap tindakan penanggulangan yang dilakukan valid dan terjustifikasi serta disesuaikan dengan perubahan keadaan untuk menjamin perlindungan kepada masyarakat.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 59

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

3.4. Terminasi Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Tergantung pada keadaan darurat yang terjadi, terminasi kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif dapat dilakukan setelah paparan darurat dinyatakan berakhir dan beralih ke Paparan Eksisting jika dosis efektif tahunan kurang dari 20 miliSv, atau beralih ke Paparan Terencana jika dosis efektif tahunan kurang dari 1 miliSv. Terminasi dilakukan setelah berkonsultasi dan berkoordinasi dengan seluruh pihak terkait. Terminasi dilakukan dengan menerapkan prinsip optimisasi yaitu mengupayakan dosis radiasi serendah-rendahnya dengan memperhitungkan sumber daya yang dimiliki. Tabel 3.2 menjelaskan dosis efektif tahunan pada setiap situasi paparan.

Tabel 3. 2 Dosis Efektif Tahunan pada Setiap Situasi Paparan

Dosis Efektif Tahunan	Situasi Paparan
50 miliSv	Darurat
20 miliSv	Transisi
1-20 miliSv	Eksisting
≤ 1 miliSv	Terencana

Kegiatan terminasi yaitu:

1. Fase transisi darurat dapat dimulai setelah Bungkus Zat Radioaktif terkendali dan situasi stabil.
2. Pada beberapa kasus, tingkat kontaminasi di lokasi kedaruratan cukup tinggi sehingga memerlukan tindakan khusus sebelum terminasi dilakukan. Selama fase transisi darurat, beberapa metode dekontaminasi dapat digunakan untuk menurunkan tingkat kontaminasi, seperti:
 - a. Mencuci atau menyedot debu di permukaan jalan, benda atau permukaan lainnya dengan menggunakan peralatan pemadam kebakaran. Air bekas cucian dikumpulkan dan ditangani dengan selamat;

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 60

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

- b. Mencuci dan membersihkan peralatan dan perlengkapan tanggap darurat menggunakan air, deterjen atau bahan kimia lain yang sesuai. Air bekas cucian dikumpulkan dan ditangani dengan selamat;
 - c. Menangani kontaminan yang melekat dengan menggunakan cat atau bahan pelapis lain yang sesuai, atau dengan bahan pengeras jalan seperti aspal. Tergantung pada sifat radionuklida yang terlibat, bahan pelapis/pengikat dapat dihilangkan setelah memadat, atau dibiarkan di tempat; dan
 - d. Memindahkan tanah yang terkontaminasi atau melapisi permukaan jalan yang terkontaminasi.
3. Fase transisi darurat dapat berakhir ketika semua persyaratan yang diperlukan untuk mengakhiri keadaan darurat telah terpenuhi di lokasi kedaruratan.
 4. Pemegang Izin (Pengirim atau Penerima), memastikan terpenuhinya semua persyaratan untuk mengakhiri keadaan darurat.

Pertimbangan untuk melakukan terminasi kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif, antara lain:

- Seluruh Zat Radioaktif dan Bungkusannya telah terkendali dan berada dalam kondisi selamat dan stabil.
 Dalam beberapa situasi ekstrim, misalnya Bungkusannya Zat Radioaktif tenggelam di perairan dalam, Bungkusannya tersebut mungkin tidak dapat diambil kembali. Pada situasi seperti ini, penilaian keselamatan dan stabilitas tetap dilakukan. Pengambilan keputusan mengenai perlu/tidaknya dilakukan pemulihan Bungkusannya Zat Radioaktif yang tenggelam dilakukan oleh Pengirim/Penerima berkonsultasi dengan ahli terkait (misalnya perancang Bungkusannya Zat Radioaktif), untuk menilai kemungkinan perkembangan situasi di masa depan, misalnya pertimbangan korosi apabila Bungkusannya Zat Radioaktif terendam dalam jangka waktu lama.
- Terdapat lokasi sementara untuk menyimpan Bungkusannya Zat Radioaktif yang dipulihkan.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 61

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

- Rencana perpindahan seluruh Zat Radioaktif dan Bungkusan Zat Radioaktif dari lokasi kedaruratan, termasuk personil dan dokumen pengangkutannya telah disiapkan
5. Dikarenakan lokasi kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif berada di wilayah publik, maka keputusan akhir terkait terminasi kedaruratan didasarkan pada hasil koordinasi dengan otoritas berwenang setempat.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 62

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

BAB 4

KARAKTERISTIK MODA PENGANGKUTAN

Bungkusan yang berisi Zat Radioaktif dikirim ke seluruh dunia melalui berbagai moda Pengangkutan, baik darat, laut, maupun udara. Kedaruratan dapat terjadi selama perjalanan, pada saat penanganan di perjalanan misalnya bongkar/muat, atau selama penyimpanan sementara menunggu jadwal perjalanan berikutnya. Bagian ini menjelaskan karakteristik berbagai moda Pengangkutan yang mungkin dapat menjadi pemicu keadaan darurat. Secara umum, kecelakaan Pengangkutan baik di jalan darat, kereta api, laut, dan udara adalah bahaya serupa yang melibatkan kendaraan bergerak cepat yang membawa bahan/barang dalam jumlah besar, sehingga dapat menyebabkan bahaya baik secara langsung ataupun tidak langsung di sekitar lokasi kecelakaan. Bahaya semakin meningkat apabila kendaraan mengangkut bahan/barang berbahaya, seperti Zat Radioaktif.

Jenis Bungkusan Zat Radioaktif yang mungkin terlibat dalam kecelakaan Pengangkutan sangat bervariasi. Kajian bahaya kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif di tingkat nasional perlu mengidentifikasi skenario keadaan darurat dan potensi dampaknya sebagai dasar penyusunan rencana kedaruratan/kontijensi di tingkat nasional. Untuk menentukan potensi dampak radiasi, jenis kejadian pemicu dan parameter yang harus dipertimbangkan untuk semua skenario kecelakaan Pengangkutan sangatlah luas. Kajian bahaya dapat disederhanakan dengan mempertimbangkan skenario yang mempunyai dampak paling parah. Parameter-parameter yang terkait dengan skenario kecelakaan Pengangkutan ditentukan dengan menggunakan data dari berbagai sumber, seperti data pada Sistem Informasi Pengiriman Terintegrasi Global-IMO (*IMO-Global Integrated Shipping Information System, GISIS*) untuk peristiwa Pengangkutan laut dan sistem Pelaporan Data Kecelakaan/Insiden-Organisasi Penerbangan Sipil (*International Civil Aviation Organization's (ICAO)-Accident/Incident Data Reporting (ADREP)*) untuk peristiwa Pengangkutan udara, serta berbagai sumber lainnya.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 63

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Parameter seperti kebakaran dengan durasi lama melebihi durasi uji termal, perlu dipertimbangkan untuk semua skenario kecelakaan pada berbagai moda Pengangkutan. Terowongan pada Pengangkutan jalan darat atau kereta api juga perlu dipertimbangkan jika kendaraan yang mengangkut Zat Radioaktif diizinkan melewati terowongan. Selain itu, Bungkusan Zat Radioaktif dapat terbentur benda lain selama pengangkutan, misalnya kejatuhan benda berat di pelabuhan, bandara, atau tempat lain dimana benda berat sering dipindahkan sehingga perlu dipertimbangkan.

4.1. Moda Pengangkutan Darat

4.1.1. Moda Pengangkutan Jalan Darat

Sebagian besar pengiriman Zat Radioaktif di seluruh dunia dilakukan melalui jalan darat. Pemerintah dapat membatasi rute Pengangkutan Zat Radioaktif yang melalui wilayah-wilayah yang diidentifikasi memiliki kesulitan dalam pengerahan sumber daya tanggap darurat, misalnya wilayah yang memiliki jembatan atau terowongan, atau wilayah dengan fenomena alam musiman, seperti banjir, tanah longsor, dsb. Pemerintah (BAPETEN) perlu mengidentifikasi rute yang disetujui untuk Pengangkutan Zat Radioaktif di suatu wilayah. Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif jalan darat mungkin terjadi di lokasi yang dekat dengan masyarakat. Kondisi ini dapat menjadi tantangan pada saat respons awal, yaitu ketika mengatur pembagian area di lokasi Kedaruratan Nuklir sebagaimana dijelaskan pada Bagian 3.2 poin 9 (Gambar 3.1).

Pengangkutan Zat Radioaktif yang menggunakan jalan darat mungkin akan melewati berbagai wilayah, baik perkotaan maupun pedesaan. Kedua wilayah tersebut memiliki perbedaan karakteristik respons kedaruratan sebagai berikut:

- a. Ketersediaan sumber daya tanggap darurat, termasuk Petugas Penanggulangan yang terlatih secara khusus dan Pengkaji Radiologi;
- b. Ketersediaan sistem komunikasi;
- c. Keberadaan banyaknya orang di sekitar lokasi kedaruratan;
- d. Lingkungan sekitar, situasi medan dan geografi; dan

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 64

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

e. Kegiatan sosial dan ekonomi di sekitar lokasi kedaruratan.

Karakteristik lain Pengangkutan Zat Radioaktif yang menggunakan jalan darat mungkin akan melewati wilayah dengan bangunan yang berisi populasi khusus, seperti sekolah, panti jompo dan rumah sakit. Penerapan strategi proteksi radiasi pada populasi khusus, misalnya keputusan untuk *sheltering* atau evakuasi, perlu mendapatkan pertimbangan khusus. Selain itu, kedaruratan Pengangkutan jalan darat dapat mengakibatkan pemblokiran atau penutupan jalan sementara sehingga dapat menyebabkan kemacetan lalu lintas yang dapat menghambat kelancaran penanggulangan kedaruratan, misalnya keterlambatan Petugas Penanggulangan dapat menyebabkan keterlambatan kegiatan penanggulangan dan pemulihan Bungkus Zat Radioaktif. Kemacetan lalu lintas juga berpotensi meningkatkan jumlah orang yang terkena dampak (misalnya penumpang kendaraan yang diblokir di jalan).

Beberapa contoh kecelakaan lalu lintas yang perlu dipertimbangkan dalam skenario rencana kedaruratan adalah:

- tabrakan;
- kebakaran atau ledakan;
- banjir; dan
- muatan hilang atau tumpah.

Kecelakaan tersebut mungkin terjadi sebagai peristiwa tunggal atau sebagai rangkaian kejadian. Umumnya kejadian yang menjadi pemicu kecelakaan di jalan darat adalah tabrakan dengan kendaraan lain atau dengan benda diam (misalnya pohon, tiang, dinding, dsb.). Faktor-faktor yang berkontribusi terhadap risiko tabrakan kendaraan di jalan darat, seperti: desain kendaraan angkut, kecepatan kendaraan angkut, keahlian dan perilaku pengemudi, kondisi jalan yang rusak, kondisi lalu lintas dan cuaca.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 65

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Kecelakaan di jalan adalah jenis kecelakaan yang paling sering terjadi dalam Pengangkutan Zat Radioaktif. Kecelakaan ini sebagian besar disebabkan oleh tabrakan kendaraan. Jenis kecelakaan ini dapat mengakibatkan kerusakan Bungkusan Zat Radioaktif dan, tergantung pada tingkat keparahan kecelakaan dan jenis Bungkusan Zat Radioaktif yang diangkut, dapat menyebabkan kontaminasi di sekitar area lokasi kecelakaan. Kebakaran dan ledakan merupakan skenario terparah untuk tujuan perencanaan kedaruratan karena mempunyai potensi dampak yang lebih besar terhadap masyarakat sekitar dibandingkan dengan skenario lainnya.

4.1.2. Moda Pengangkutan Kereta Api

Pengiriman dengan kereta api umumnya melibatkan Zat Radioaktif dalam jumlah besar yang apabila dikirim melalui jalan darat memerlukan beberapa kali pengiriman. Karakteristik ini perlu dipertimbangkan dalam kajian bahaya Pengangkutan Zat Radioaktif yang dikirim dengan menggunakan kereta api. Secara umum, penanggulangan kedaruratan di jalan darat sebagaimana dijelaskan pada Bagian 4.1.1 dapat diterapkan pada kedaruratan Pengangkutan kereta api. Perbedaannya yaitu pengiriman dengan kereta api dapat terdiri dari beberapa gerbong, yaitu gerbong mesin dan gerbong barang. Kondisi gerbong yang terpisah dapat menyebabkan petugas di gerbong mesin terlambat mengidentifikasi kondisi abnormal di gerbong barang. Misalnya saat terjadi kebocoran atau kebakaran di gerbong barang yang dapat mengakibatkan keadaan darurat.

Pengiriman Zat Radioaktif dengan kereta api terkadang didedikasikan khusus untuk muatan Zat Radioaktif saja. Apabila terjadi keadaan darurat, beberapa gerbong yang berisi Bungkusan Zat Radioaktif mungkin mengalami kerusakan secara bersamaan sehingga menyebabkan kegiatan penanggulangan menjadi lebih kompleks. Pada kasus lain, pengiriman barang dengan kereta api dapat merupakan kombinasi pengiriman Zat Radioaktif dan bahan/barang berbahaya lainnya. Rencana kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif yang menggunakan kereta api perlu mempertimbangkan kemungkinan keberadaan bahan/barang berbahaya lain.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 66

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Kegiatan penanggulangan kecelakaan kereta api akan melibatkan Ditjen Perkeretaapian Kemenhub. Ditjen KA Kemenhub menggunakan jaringan komunikasi dan prosedur untuk memberitahukan keadaan darurat dan mengaktifkan tanggap darurat. Dalam hal kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif, Ditjen KA Kemenhub dimungkinkan memiliki keterbatasan terkait proteksi radiasi pada tindakan respons awal atau tindakan mitigasi. Hal lain yang perlu dipertimbangkan berkaitan dengan akses ke lokasi kecelakaan yang mungkin sulit dijangkau oleh Petugas Penanggulangan karena keterbatasan akses jalan atau lokasi terpencil dengan medan yang sulit. Faktor-faktor ini perlu dipertimbangkan dalam rencana kedaruratan, misalnya dengan membuat alternatif solusi sementara sampai Petugas Penanggulangan tiba di lokasi kedaruratan.

Lokasi kecelakaan kereta api mungkin dapat menyulitkan kegiatan pemulihan Bungkusan yang rusak ke kondisi stabil untuk selanjutnya dipindahkan ke lokasi yang lebih aman. Kondisi ini dapat menyebabkan kegiatan tanggap darurat membutuhkan waktu yang lebih lama. Peralatan khusus mungkin diperlukan untuk melakukan kegiatan penanggulangan di jalur kereta api, seperti: kereta api yang dilengkapi dengan derek, pompa dan peralatan keselamatan lainnya. Dibandingkan dengan moda Pengangkutan lainnya, Pengangkutan kereta api kemungkinan membutuhkan waktu lebih lama untuk pembukaan kembali sebagian rutenya.

Contoh-contoh kecelakaan kereta api mirip dengan jenis kecelakaan di jalan darat yang dapat melibatkan peristiwa tunggal atau rangkaian peristiwa, seperti:

- tabrakan;
- kebakaran atau ledakan; dan
- muatan hilang atau tumpah.

Kecelakaan kereta api dapat terjadi ketika kereta api yang berjalan pada jalur yang sama bertabrakan, kereta api tergelincir, kecepatan berlebih, atau karena tanah longsor atau benda yang menghalangi rel kereta, atau oleh tindakan yang disengaja seperti serangan teroris.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 67

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Kecelakaan tabrakan kereta api yang sedang mengangkut Zat Radioaktif dapat menyebabkan kereta keluar rel dan menyebabkan kerusakan Bungkusan Zat Radioaktif. Kereta api umumnya membawa barang dalam jumlah besar. Kecelakaan kereta api yang parah dapat menyebabkan kerusakan beberapa gerbong kereta, sehingga berpotensi menyebabkan kontaminasi pada area yang lebih luas dibandingkan dengan kecelakaan Pengangkutan jalan darat. Kebakaran dan ledakan merupakan skenario yang paling parah untuk tujuan perencanaan kedaruratan karena mempunyai potensi dampak yang lebih besar terhadap masyarakat sekitar dibandingkan dengan skenario lainnya.

4.2. Moda Pengangkutan Laut, Sungai dan Danau

Pengangkutan melalui laut mencakup Pengangkutan di perairan internasional, zona maritim, laut territorial, dan pelabuhan. Keadaan darurat dapat terjadi di kapal atau melibatkan pelepasan Zat Radioaktif ke laut. Apabila kedaruratan terjadi di pelabuhan, kemungkinan tim kedaruratan pelabuhan sudah tersedia. Tim kedaruratan pelabuhan yang telah dilatih untuk merespons keadaan darurat bahan/barang berbahaya dapat berperan pada respons kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif. Tim kedaruratan pelabuhan dibekali dengan pelatihan yang sesuai sebagaimana dijelaskan pada Bagian 2.6. Rekomendasi Organisasi Maritim Internasional (IMO), *Revised Recommendations on the Safe Transport of Dangerous Cargoes and Related Activities in Port Areas, 2007 Edition, MSC.1/Circ.1216, IMO, London, 2007*, menjadi acuan otoritas pelabuhan, operator pelabuhan, kargo, layanan tanggap darurat, dan pihak terkait lainnya.

Dalam hal keadaan darurat terjadi di tengah laut, maka awak kapal akan menjadi satu-satunya personil yang menangani keadaan darurat yang terjadi. Awak kapal yang membawa Zat Radioaktif diberikan pelatihan tentang prosedur untuk menentukan deklarasi keadaan darurat radiasi, prosedur pelaporan/pemberitahuan keadaan darurat, dan prosedur untuk segera memperoleh informasi mengenai tindakan respons awal yang harus dilakukan oleh awak kapal. Pada permulaan keadaan darurat, informasi tersebut mungkin didapatkan awak kapal dalam bentuk saran/rekomendasi yang diperoleh melalui radio atau sarana

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 68

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

komunikasi lainnya di atas kapal. Dalam konteks ini, awak kapal harus mematuhi panduan IMO, seperti:

1. *Revised Emergency Response Procedures for Ships Carrying Dangerous Goods (EmS Guide), 2018 Edition, MSC.1/Circ.1588, 2018;* dan
2. *Medical First Aid Guide for Use in Accidents Involving Dangerous Goods (MFAG), 1998 Edition, MSC/Circ.857, 1998.*

Panduan IMO poin 1 di atas memberikan instruksi untuk keadaan darurat kebakaran dan tumpahan di atas kapal yang melibatkan bahan/barang berbahaya yang dikemas, termasuk Zat Radioaktif. Panduan IMO poin 2 di atas memberikan informasi umum tentang cara mendiagnosis, mengobati dan mencegah masalah kesehatan pada awak kapal, termasuk dampak paparan radiasi, dengan fokus pada 48 jam pertama setelah cedera, dan instruksi untuk merawat sementara awak kapal yang terkena dampak.

Pengiriman melalui moda angkutan laut meliputi berbagai kelas bahan/barang berbahaya. Petugas Penanggulangan harus memperhitungkan kemungkinan bertemunya bahan/barang berbahaya lain pada kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif di atas kapal. Perimeter keselamatan di atas kapal ditetapkan oleh nakhoda kapal. Dalam hal area kedaruratan melebihi badan kapal atau hingga ke laut lepas, nakhoda kapal menyampaikan peringatan kepada kapal lain, misalnya melalui pesan *pan-pan* atau *mayday*. Dalam hal kapal berada di suatu pelabuhan, nakhoda kapal menyampaikan peringatan kepada Kantor Kesyahbandaran/Otoritas Pelabuhan untuk mengoordinasikan tindakan respons dan menutup area di dalam perimeter keselamatan. Dalam hal kapal yang dalam keadaan darurat di laut hendak mencari pelabuhan terdekat, nakhoda kapal segera melaporkan kepada PIKKL Bakamla (*contact center: 181*) dan Kantor Kesyahbandaran/Otoritas Pelabuhan terdekat mengenai situasi darurat yang dialami kapal dan respons awal yang telah dilakukan.

Dalam hal keadaan darurat melibatkan hilang (atau kemungkinan hilang) Bungkusan Zat Radioaktif ke dalam laut, nakhoda kapal segera melaporkan situasi tersebut ke negara pantai terdekat sebagaimana dijelaskan dalam panduan IMO pada poin 2 di atas. Setiap pelepasan Zat Radioaktif ke lingkungan yang mungkin berpotensi berdampak pada kapal

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 69

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

lain di laut atau di pelabuhan juga dilaporkan kepada koordinator NAVAREA17 sebagaimana dijelaskan dalam panduan IMO “*List of NAVAREA and METAREA Coordinators, COMSAR.1/Circ.58/Rev.1, 2018*”. Pada kasus pelepasan Zat Radioaktif ke laut, Petugas Penanggulangan membutuhkan tenaga ahli pemodelan penyebaran Zat Radioaktif di laut, tenaga ahli monitoring di laut, dan tenaga ahli pengambilan sampel di laut untuk pengambilan keputusan tindakan respons yang akan dilakukan. Keahlian khusus tersebut diperlukan pada fase respons awal untuk menilai dampak Zat Radioaktif yang terbawa oleh arus laut dan juga pada fase lanjutan dan transisi darurat untuk menilai faktor lainnya, seperti korosi pada Bungkusan Zat Radioaktif. Keadaan darurat di laut akan berdampak pada pembatasan beberapa kegiatan bahari sebagai upaya tindakan proteksi radiasi, misalnya pelarangan memancing, menyelam, dsb. Pembatasan kegiatan bahari didasarkan pada:

- a. Hasil kajian terhadap Bungkusan Zat Radioaktif dan kemungkinan kebocoran serta lamanya pelepasan Zat Radioaktif;
- b. Bentuk kimia Zat Radioaktif dan reaktivitasnya terhadap air; dan
- c. Hasil pemantauan dan pengambilan sampel maritim dan sampel makanan laut.

Pengambilan Bungkusan Zat Radioaktif atau kapal yang tenggelam di perairan dalam membutuhkan tim khusus yang mampu melakukan operasi penyelamatan maritim (TNI AL, Basarnas). Dalam beberapa kasus, pengambilan Bungkusan Zat Radioaktif dari dalam laut, secara proteksi radiasi, tidak terjustifikasi untuk dilakukan. Keputusan pengambilan Bungkusan Zat Radioaktif didasarkan pada strategi proteksi radiasi yang ditetapkan oleh Pemda/Pemerintah yang bertanggung jawab terhadap wilayah dimana lokasi kedaruratan terjadi, atau didasarkan pada strategi proteksi radiasi yang ditetapkan oleh negara bendera kapal jika kedaruratan terjadi di perairan internasional. Bungkusan Zat Radioaktif yang tenggelam di perairan dangkal harus diambil kembali kecuali apabila tidak dimungkinkan atau tidak terjustifikasi.

Nakhoda kapal harus mempunyai informasi tentang otoritas berwenang di pelabuhan tujuan atau di suatu negara yang harus dihubungi jika terjadi keadaan darurat di sepanjang rute perjalanan kapal. Di Indonesia, keadaan darurat di laut disampaikan kepada PIKKL

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 70

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Bakamla (*contact center*: 181) untuk selanjutnya dikoordinasikan kepada Otoritas Pelabuhan, Pemda dan K/L terkait. Dalam hal keadaan darurat di laut berkaitan dengan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif, Bakamla berkoordinasi dengan stakeholder maritim, Otoritas Pelabuhan, Pemda dan BAPETEN. Hal ini untuk mengantisipasi apabila kapal perlu berlabuh, maka tim kedaruratan pelabuhan atau wilayah setempat mengetahui situasi keadaan darurat yang terjadi. Kapal dengan Kode Internasional untuk Keselamatan Pengangkutan Bungkusan Bahan Bakar Nuklir Terirradiasi, Plutonium dan Limbah Radioaktif Tingkat Tinggi (Kode INF), sesuai ketentuan IMO dalam *International Code for the Safe Carriage of Packaged Irradiated Nuclear Fuel, Plutonium and High-Level Radioactive Wastes on Board Ships (INF Code), Resolution MSC.88(71), 1999*, harus mempunyai rencana kedaruratan di atas kapal, yang dikembangkan sesuai dengan ketentuan IMO dalam *Guidelines for Developing Shipboard Emergency Plans for Ships Carrying Materials Subject to the INF Code, Resolution A.854(20), 1997*. Sedikitnya, rencana kedaruratan kapal terdiri dari:

- a. Prosedur pelaporan kejadian yang melibatkan muatan INF yang harus diikuti oleh nakhoda atau orang lain yang bertanggung jawab atas kapal;
- b. Daftar pihak berwenang untuk dihubungi jika terjadi insiden yang melibatkan kargo INF;
- c. Uraian tentang tindakan yang harus segera dilakukan oleh awak kapal untuk mencegah, mengurangi atau mengendalikan pelepasan kargo INF, dan memitigasi dampak apabila kargo INF hilang setelah kecelakaan; dan
- d. Prosedur dan nomor kontak untuk mengoordinasikan tindakan penanggulangan di atas kapal dengan pihak berwenang lokal dan nasional.

Dalam hal keadaan darurat di kapal berpedoman pada Kode INF, sebagaimana dijelaskan di atas, Pemerintah Indonesia dapat memperoleh informasi relevan melalui komunikasi antar pemerintah yang bersifat sukarela dan/atau rahasia. K/L yang menerima informasi harus menghubungi otoritas maritim nasional yaitu Bakamla sebagai PIKKL untuk mendapatkan informasi lebih lanjut. Dalam hal terjadi keadaan darurat konvensional saat kapal berada di

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 71

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

pelabuhan (misalnya gempa bumi, peringatan tsunami), kapal Kode INF harus memiliki kriteria dan prosedur darurat untuk meninggalkan pantai.

Selain melalui moda perairan laut, Pengangkutan Zat Radioaktif juga dapat dilakukan melalui moda perairan sungai dan danau. Peraturan Keselamatan Pengangkutan IAEA, *Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material*, 2018, mengatur persyaratan kapal sungai dan danau secara terpisah dengan persyaratan kapal laut. Dibandingkan dengan kapal laut, batas aktivitas Zat Radioaktif yang diangkut dan batas Indeks Angkutan untuk kapal sungai dan danau umumnya lebih rendah. Namun demikian, tanggap darurat Pengangkutan laut umumnya dapat diterapkan pada Pengangkutan sungai dan danau. Dibandingkan dengan Pengangkutan laut, Petugas Penanggulangan kemungkinan lebih mudah tersedia karena lebih dekat ke darat dan mempunyai tantangan yang mirip dengan di darat. Karakteristik ini perlu dijelaskan dalam rencana kedaruratan kapal sungai dan danau.

Beberapa jenis kecelakaan di laut/sungai/danau yang perlu dipertimbangkan dalam skenario rencana kedaruratan adalah:

- tabrakan dengan obyek di laut/sungai/danau;
- tenggelam;
- tubrukan dengan kapal lain;
- kebakaran atau ledakan;
- kerusakan lambung kapal;
- kehilangan kendali;
- kerusakan kapal atau peralatan;
- kapal terbalik;
- kapal hilang;
- kargo rusak karena tergulung ombak; dan
- kargo rusak selama bongkar muat.

Kecelakaan di laut/sungai/danau mungkin terjadi sebagai peristiwa tunggal atau secara bersamaan. Kecelakaan kapal di laut yang menyebabkan korban jiwa harus dilaporkan ke IMO berdasarkan Konvensi Internasional Keselamatan Kehidupan di Laut dan Konvensi

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 72

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Internasional Pencegahan Polusi dari Kapal melalui GISIS. Tabrakan, tenggelam, dan kontak adalah kecelakaan yang sering terjadi. Kebakaran dan ledakan merupakan skenario terparah untuk tujuan perencanaan kedaruratan.

4.3. Moda Pengangkutan Udara

Berbagai jenis Zat Radioaktif dikirim menggunakan pesawat penumpang atau pesawat kargo. Moda Pengangkutan udara umumnya digunakan untuk pengiriman Zat Radioaktif umur pendek yang digunakan untuk keperluan medis. Pengangkutan Zat Radioaktif aktivitas tinggi melalui udara dengan Bungkusan tipe C masih sangat jarang ditemukan atau bahkan belum ada di Indonesia. Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif yang menggunakan moda Pengangkutan udara dapat terjadi di bandara atau di sepanjang rute pesawat. Respons awal kedaruratan Pengangkutan pesawat umumnya mengikuti prosedur kedaruratan konvensional. Informasi keberadaan bahan/barang berbahaya, termasuk Zat Radioaktif, yang diangkut sebagai kargo di pesawat diberikan oleh pilot. Dalam hal pilot tidak sadarkan diri akibat kecelakaan yang terjadi, maskapai penerbangan segera memberikan informasi keberadaan bahan/barang berbahaya sebagai kargo kepada Petugas Penanggulangan Awal dan/atau K/L terkait.

Keadaan darurat akibat kecelakaan pesawat dapat terjadi di daerah terpencil atau daerah yang sulit diakses. Dibandingkan dengan moda Pengangkutan lainnya, kecelakaan pesawat melibatkan benturan sangat kuat yang kemungkinan besar mengakibatkan kebakaran yang dapat menyebabkan Bungkusan Zat Radioaktif rusak parah dan tersebar sehingga sulit ditemukan atau dipulihkan. Ukuran partikel Zat Radioaktif yang tersebar bervariasi tergantung pada gaya dan suhu pada saat terjadinya kecelakaan pesawat. Petugas Penanggulangan yang bekerja di area dengan laju dosis tinggi dan terdapat kontaminasi Zat Radioaktif, baik di udara maupun dipermukaan, menerapkan tindakan proteksi radiasi untuk mencegah efek deterministik dan meminimalkan efek stokastik.

Bungkusan Tipe C dirancang untuk tahan terhadap kecelakaan pesawat. Apabila kecelakaan pesawat melibatkan tipe Bungkusan lain, Petugas Penanggulangan perlu

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 73

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

mencurigai kemungkinan Bungkusan Zat Radioaktif dan perisai radiasi rusak akibat kecelakaan yang terjadi, dan memastikan proteksi radiasi bagi masyarakat dan Petugas Penanggulangan. Dalam hal kecelakaan pesawat membawa Bungkusan berisi Bahan Fisil, bahaya kekritisan berkurang jika Bahan Fisil tersebar di wilayah yang luas. Kajian lapangan dilakukan untuk memastikan ada/tidaknya bahaya kekritisan. Diperlukan perhatian khusus saat mengumpulkan kembali Bahan Fisil yang tersebar akibat kecelakaan.

Beberapa contoh kecelakaan pesawat yang perlu dipertimbangkan dalam skenario rencana kedaruratan adalah:

- benturan di darat akibat pesawat jatuh;
- benturan atau tabrakan pesawat di udara;
- pesawat terbakar di darat (selama benturan, pasca benturan, saat lepas landas atau setelah pendaratan);
- pesawat terbakar di udara, pesawat meledak di udara;
- pesawat tenggelam, dan
- kecelakaan pada saat bongkar muat di bandara.

Informasi mengenai kecelakaan pesawat dapat ditemukan di sistem *ADREP International Civil Aviation Organization* (ICAO). Kecelakaan pesawat dapat disebabkan oleh peristiwa alam, kegagalan teknis, atau kesalahan manusia, seperti: cuaca buruk, permasalahan mekanis, kelalaian atau kesalahan pilot, atau serangan teroris.

Pada umumnya kecelakaan pesawat merupakan kecelakaan tunggal yang mengakibatkan benturan di darat dan kebakaran pasca benturan. Frekuensi kecelakaan pesawat tergolong rendah jika dibandingkan dengan moda Pengangkutan lainnya. Namun demikian, jika terjadi kecelakaan pesawat yang mengangkut Bungkusan Zat Radioaktif, berbagai kondisi kecelakaan dapat memberikan dampak pada Bungkusan Zat Radioaktif. Kecelakaan pesawat yang berdampak tinggi atau kebakaran pesawat yang mengangkut Bungkusan Tipe B(U) atau Tipe B(M) merupakan skenario terparah untuk tujuan perencanaan kedaruratan. Skenario kecelakaan tersebut dapat mengakibatkan kerusakan parah pada perisai Bungkusan Zat Radioaktif serta kehilangan pengungkung radiasi,

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 74

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

sehingga dapat mengakibatkan peningkatan laju dosis yang signifikan di sekitar Bungkusan Zat Radioaktif yang rusak dan penyebaran Zat Radioaktif.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 75

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

BAB 5 PENUTUP

Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif ini agar dapat dijadikan panduan dalam upaya kesiapsiagaan menghadapi kondisi darurat Pengangkutan Zat Radioaktif oleh Pemegang Izin, selaku Pengirim atau Penerima, Pengangkut, Petugas Penanggulangan Awal (Kepolisian, Pemadam Kebakaran, Ambulan), BAPETEN, Kementerian Perhubungan, dan para pihak terkait..

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 76

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

DAFTAR PUSTAKA

1. International Atomic Energy Agency. (2022). Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency Involving the Transport of Radioactive Material. IAEA Safety Standards Series No. SSG-65. Vienna: IAEA.
2. International Atomic Energy Agency. (2015). Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency. IAEA Safety Standard Series No. GSR Part 7. Vienna: IAEA.
3. International Atomic Energy Agency. (2014). Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. IAEA Safety Standard Series No. GSR Part 3. Vienna: IAEA.
4. International Atomic Energy Agency. (2011). Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency. IAEA Safety Standards Series No. GSG-2. Vienna: IAEA
5. International Atomic Energy Agency. (2007). Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency. IAEA Safety Standards Series No. GSG-2.1. Vienna: IAEA.
6. BAPETEN. (2022). Pedoman Respons BAPETEN pada Kejadian Kehilangan atau Penemuan Zat Radioaktif.
7. BAPETEN. (2021). Pedoman Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir Nasional.
8. BAPETEN. (2009). Pedoman Penanggulangan Kedaruratan Radiologi untuk Pelaksana Tanggap Darurat.
9. Nanang Triagung Edi Hermawan. (2018). Kebijakan Nasional Pengangkutan Zat Radioaktif: Telaah Teknis Yuridis Peraturan Pemerintah Nomor 58 Tahun 2015 tentang Keselamatan Radiasi dan Keamanan dalam Pengangkutan Zat Radioaktif. BATAN Press

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 77

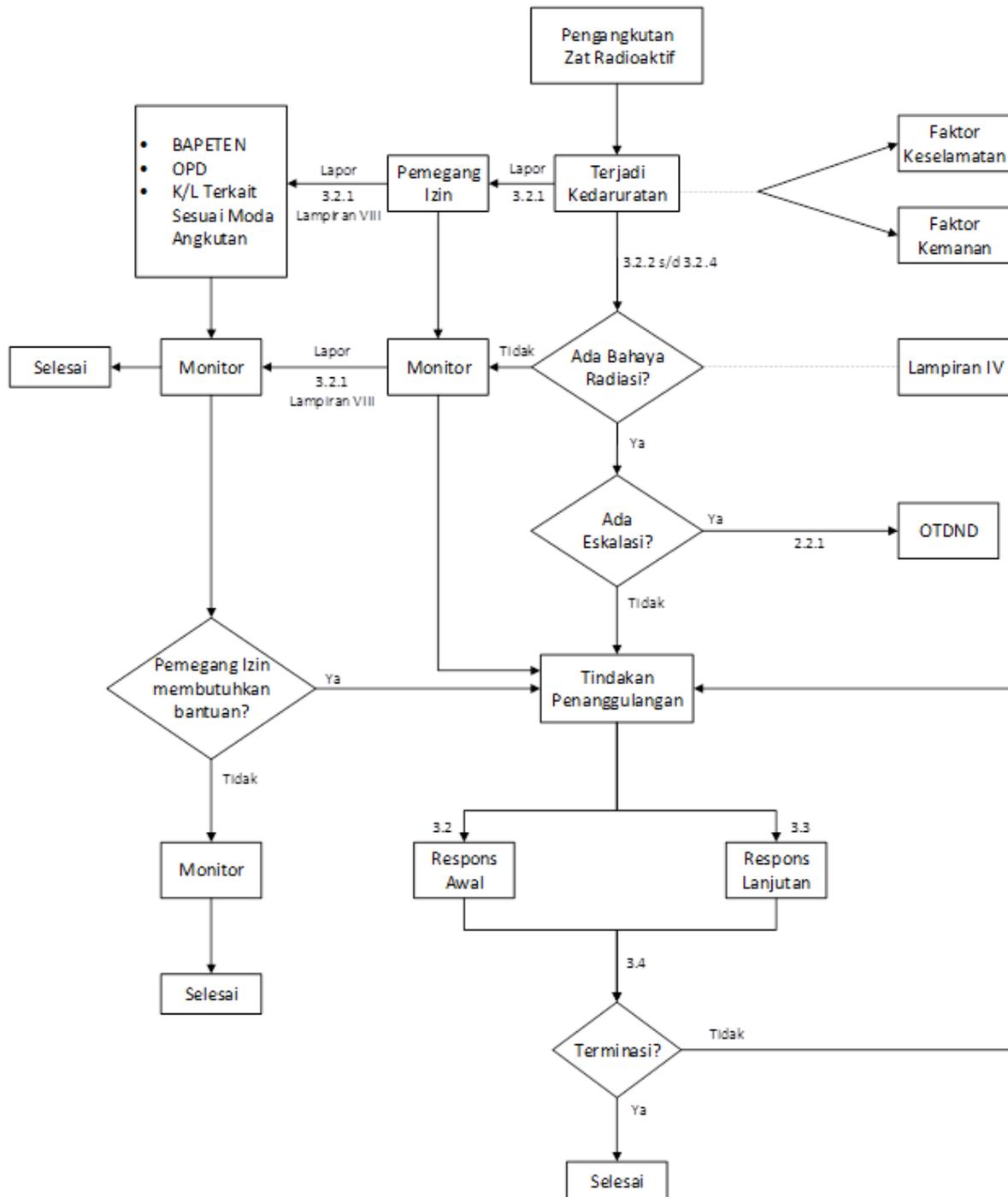


DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR

Judul

Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

LAMPIRAN I
ALUR PENANGGULANGAN KEDARURATAN PENGANGKUTAN
ZAT RADIOAKTIF



No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 78

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

LAMPIRAN II
KRITERIA DOSIS UNTUK PETUGAS PENANGGULANGAN

Tugas	Maksimal Dosis Efektif (miliSv)
Tindakan penyelamatan jiwa, seperti: <ul style="list-style-type: none"> • penyelamatan terhadap ancaman kehidupan; • pencegahan atau mitigasi terhadap kondisi yang menyebabkan kedaruratan umum di fasilitas dengan Kategori Bahaya Radiologik I. 	500
Pencegahan Efek Deterministik parah pada masyarakat dan lingkungan. Tindakan berpotensi penyelamatan jiwa, seperti: <ul style="list-style-type: none"> • penerapan Tindakan Perlindungan Segera di dalam Tapak untuk fasilitas dengan Kategori Bahaya Radiologik I, II atau III; • pencegahan atau mitigasi terhadap kondisi yang membahayakan jiwa (contoh: kebakaran); • pemantauan lingkungan di Zona Kedaruratan Nuklir untuk mengidentifikasi kebutuhan Tindakan Perlindungan Segera; dan • pelaksanaan Tindakan Perlindungan Segera di luar Tapak untuk fasilitas dengan Kategori Bahaya Radiologik I atau II. Tindakan untuk mencegah berkembangnya kondisi katastrofik.	500

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 79

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Tindakan untuk mencegah cedera parah, seperti: <ul style="list-style-type: none"> • pertolongan terhadap korban cedera parah; • perawatan dengan segera korban cedera parah; dan • dekontaminasi korban 	100
Tindakan untuk menghindari dosis kolektif yang besar, seperti: <ul style="list-style-type: none"> • pemantauan lingkungan untuk mengidentifikasi kebutuhan tindakan perlindungan atau pembatasan bahan pangan; dan • pelaksanaan tindakan perlindungan dan pembatasan bahan pangan di luar Tapak. 	100

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 80

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

LAMPIRAN III

TINGKAT INTERVENSI OPERASIONAL

TIO	Nilai TIO	Tindakan penanggulangan yang dilakukan jika nilai TIO terlampaui
Monitoring Lingkungan		
TIO 1	<ul style="list-style-type: none"> • Untuk paparan gamma (γ) 1000 mikroSv/jam pada 1 m dari permukaan atau sumber; • Untuk paparan beta (β) 2000 cacah/detik pada pengukuran langsung kontaminasi permukaan; atau • Untuk paparan alpha (α) 50 cacah/detik pada pengukuran langsung kontaminasi permukaan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Segera melakukan evakuasi atau menyediakan tempat berlindung yang cukup besar berupa aula atau gedung tertutup berstruktur bata. 2) Melakukan dekontaminasi pengungsi. Jika dekontaminasi tidak dapat dilakukan, anjurkan pengungsi untuk mengganti pakaian dan mandi sesegera mungkin. 3) Mencegah pemasukan kontaminasi zat radioaktif dengan cara mencuci tangan dan sarankan pengungsi untuk tidak minum, makan atau merokok dan jauhkan tangan dari mulut sampai tangan dicuci bersih. 4) Menghentikan konsumsi produk lokal, air hujan dan susu dari hewan yang terdapat di sekitar lokasi terukur. 5) Melakukan pendataan dan pemeriksaan kesehatan terhadap pengungsi. 6) Jika didapati ada orang yang telah menangani sumber dengan laju dosis sama dengan atau melebihi 1000

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 81

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

		mikroSv/jam pada jarak 1 meter, segera lakukan pemeriksaan kesehatan.
TIO 2	<ul style="list-style-type: none"> • Untuk paparan Gamma (γ) 100 mikroSv/jam pada 1 m dari permukaan atau sumber; • Untuk paparan beta (β) 200 cacah/detik pengukuran langsung kontaminasi permukaan; atau • Untuk paparan alpha (α) 10 cacah/detik pengukuran langsung kontaminasi permukaan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Hentikan konsumsi produk lokal, air hujan dan susu dari hewan yang terdapat di area tersebut sampai bahan-bahan tersebut dipilah dan tingkat kontaminasinya telah dianalisis di laboratorium. 2) Relokasi sementara penduduk yang tinggal di daerah terukur; sebelum relokasi cegah pemasukan kontaminasi zat radioaktif; lakukan pendataan dan perkirakan dosis yang diterima untuk menentukan apakah pemeriksaan kesehatan diperlukan; relokasi penduduk secara bertahap yaitu dari daerah dengan potensi paparan tertinggi. 3) Jika didapati ada orang yang telah menangani sumber dengan laju dosis sama dengan atau melebihi 100 mikroSv/jam pada 1 meter, lakukan pemeriksaan kesehatan; wanita hamil yang telah menangani sumber tersebut harus segera melakukan pemeriksaan kesehatan dan penilaian dosis.
TIO 3	<ul style="list-style-type: none"> • Untuk paparan Gamma (γ) 1 mikroSv/jam pada 1 m dari permukaan atau sumber; • Untuk paparan beta (β) 20 cacah/detik pengukuran 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Hentikan konsumsi produk lokal, air hujan dan susu dari hewan di area tersebut sampai dilakukan penapisan dan tingkat kontaminasinya telah dianalisis di laboratorium.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 82

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

	langsung kontaminasi permukaan; atau <ul style="list-style-type: none"> • 2 cacah/detik pengukuran langsung kontaminasi permukaan alpha (α). 	2) Pertimbangkan untuk memberikan Tablet KI jika pengganti produk lokal tidak dapat tersedia dengan segera. 3) Perkirakan dosis penduduk yang mengkonsumsi makanan, susu atau air hujan di area yang diterapkan pembatasan bahan pangan untuk menentukan apakah pemeriksaan kesehatan diperlukan.
Monitoring Personil		
TIO 4	<ul style="list-style-type: none"> • Untuk paparan Gamma (γ) 1 mikroSv/jam pada 10 cm dari kulit; • Untuk paparan beta (β) 1000 cacah/detik pengukuran langsung kontaminasi kulit; atau • Untuk paparan alfa (α) 50 cacah/detik pengukuran langsung kontaminasi kulit 	1) Melakukan dekontaminasi kulit dan mencegah pemasukan kontaminasi zat radioaktif. 2) Melakukan pendataan dan pemeriksaan kesehatan.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 83

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

LAMPIRAN IV

PERSYARATAN KESELAMATAN PENGANGKUTAN ZAT RADIOAKTIF YANG RELEVAN DENGAN KESIAPSIAGAAN DAN PENANGGULANGAN KEDARURATAN PENGANGKUTAN ZAT RADIOAKTIF

Lampiran ini memberikan rangkuman persyaratan keselamatan Pengangkutan Zat Radioaktif yang relevan dengan kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif. Di Indonesia, pengangkutan Zat Radioaktif diatur dalam PP No 58 Tahun 2015 tentang Keselamatan Radiasi Dan Keamanan Dalam Pengangkutan Zat Radioaktif dan Perba No. 7 Tahun 2020 tentang Ketentuan Keselamatan dan Tata Laksana Pengangkutan Zat Radioaktif. Peraturan ini bertujuan agar Bungkusan Zat Radioaktif didesain, dibuat dan dijaga sedemikian rupa, sehingga jika terjadi kecelakaan selama Pengangkutan, maka potensi dampak radiasinya diharapkan seminimal mungkin dan menghindari kritikalitas jika Bungkusan berisi Bahan Fisil. Persyaratan desain Bungkusan Zat Radioaktif ditetapkan untuk memastikan keselamatan selama pengangkutan Zat Radioaktif, yang dapat dicapai melalui pemenuhan persyaratan:

- a. Pengungkung (*containment*) Zat Radioaktif;
- b. Pengendalian laju dosis eksternal;
- c. Pencegahan kritikalitas; dan
- d. Pencegahan kerusakan Bungkusan.

PENGANGKUTAN ZAT RADIOAKTIF

Zat Radioaktif banyak diangkut dengan menggunakan Bungkusan untuk penanganan normal. Beberapa Pengangkutan Zat Radioaktif memiliki karakteristik khusus yang dapat mempengaruhi pengaturan kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan. Beberapa Pengangkutan Zat Radioaktif didesain untuk penggunaan eksklusif/tunggal. Pengiriman tersebut diizinkan untuk memiliki nilai Indeks Angkutan dan aktivitas yang lebih tinggi

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 84

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

daripada pengangkutan Zat Radioaktif jenis lainnya. Pengangkutan Zat Radioaktif juga bisa dilakukan dengan “pengaturan khusus (*special arrangement*)” apabila dengan seluruh sumber daya yang ada, Pengangkutan tersebut tidak dapat memenuhi persyaratan keselamatan Pengangkutan sebagaimana di jelaskan di dalam PP 58 Tahun 2015. Ketentuan “pengaturan khusus” diperlukan untuk mengkompensasi semua persyaratan keselamatan yang tidak dapat terpenuhi dengan tetap menyediakan tingkat keselamatan yang sebanding. Pengangkutan dengan “pengaturan khusus” membutuhkan perhatian khusus meliputi kendali administrasi, kendali operasi, termasuk pengaturan kedaruratan. Persetujuan pengiriman Zat Radioaktif dipersyaratkan sebelum dilakukan pengangkutan. Untuk beberapa tipe Bungkusan Zat Radioaktif, Pengangkutan lintas batas negara memerlukan persetujuan pengiriman multilateral sebelum dilakukan pengangkutan.

ZAT RADIOAKTIF

Beberapa jenis Zat Radioaktif dalam Pengangkutan Zat Radioaktif dan relevansinya dengan kedaruratan Pengangkutan dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Zat Radioaktif bentuk khusus adalah Zat Radioaktif padat yang tidak dapat menyebar atau kapsul terbungkus yang berisi Zat Radioaktif. Zat Radioaktif bentuk khusus dirancang untuk tahan dari berbagai jenis pengujian, seperti: uji benturan, uji getar, uji panas, dan uji kelenturan (*bending*). Spesifikasi khusus ini menyebabkan Zat Radioaktif bentuk khusus kemungkinan besar tidak akan tersebar ke lingkungan sehingga sangat kecil kemungkinannya menyebabkan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif.
- b. Zat radioaktif yang dikelompokkan sebagai Zat Radioaktif Aktivitas Jenis Rendah-I (AJR-I) atau Benda Terkontaminasi Permukaan-I (BTP-I) bisa diangkut secara terbungkus atau tidak terbungkus. Kecelakaan selama pengangkutan Zat Radioaktif AJR-I atau BTP-I kemungkinan besar tidak akan menyebabkan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 85

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

- c. Zat radioaktif yang dikelompokkan sebagai Benda Terkontaminasi Permukaan-III (BTP-III) merupakan benda padat berukuran besar, yang karena ukurannya, tidak bisa diangkut secara terbungkus. Sebagai contoh, generator uap atau bejana tekan PLTN bekas dapat dikelompokkan sebagai BTP-III. BTP-III dapat diangkut tanpa pembungkus dengan mematuhi ketentuan tertentu. Pengangkutan BTP-III mensyaratkan adanya rencana kedaruratan dan perhatian khusus lain yang dijelaskan di dalam rencana Pengangkutan. Persetujuan pengiriman (termasuk notifikasi rencana Pengangkutan) dipersyaratkan sebelum pengangkutan BTP-III dilakukan. Dalam hal pengiriman internasional, pengangkutan BTP-III dipersyaratkan memiliki persetujuan multilateral.

BUNGKUSAN

Jenis Bungkusan yang digunakan dalam Pengangkutan Zat Radioaktif, yaitu:

a. Bungkusan Dikecualikan

Merupakan Bungkusan yang berisi sejumlah kecil kuantitas Zat radioaktif. Persyaratan desain terhadap Bungkusan jenis ini adalah minim dan tidak dipersyaratkan penanda atau pelabelan. Bungkusan Dikecualikan umumnya terbuat dari karton atau *fibreboard*. Contoh Bungkusan Dikecualikan adalah barang konsumen, radiofarmaka dan sumber radioaktif dengan aktivitas sangat rendah yang biasa digunakan untuk pengujian alat. Bungkusan kosong yang bagian dalamnya terkontaminasi dapat diangkut sebagai Bungkusan Dikecualikan. Kecelakaan selama Pengangkutan Bungkusan Dikecualikan tidak menyebabkan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif. Namun demikian, setelah kecelakaan, Bungkusan Dikecualikan harus ditangani dengan hati-hati untuk mencegah terjadinya kontaminasi.

b. Bungkusan Industri

Merupakan Bungkusan yang berisi Zat Radioaktif dengan aktivitas rendah per satuan massa atau dikenal sebagai Zat Radioaktif Aktivitas Jenis Rendah (AJR) atau berisi

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 86

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

material non-radioaktif yang memiliki kontaminasi permukaan yang rendah atau dikenal sebagai Benda Terkontaminasi Permukaan (BTP) dengan klasifikasi BTP-I atau BTP-II. Kandungan material AJR, BTP-I atau BTP-II yang diperkenankan dalam 1 (satu) Bungkusan Industri dibatasi sehingga laju dosis pada jarak 3 meter dari Bungkusan Industri tidak melebihi 10 miliSv/jam. Dalam hal terjadi kedaruratan Pengangkutan selama Pengangkutan Bungkusan Industri, maka dampak radiasinya dapat dibatasi.

Terdapat 3 (tiga) jenis Bungkusan Industri, yaitu: Bungkusan Industri-I, Bungkusan Industri-II dan Bungkusan Industri-III. Persyaratan pengujian Bungkusan dan batas aktivitas maksimum meningkat dari Bungkusan Industri-I ke Bungkusan Industri-III. Jenis Bungkusan Industri yang diperkenankan bergantung pada karakteristik material AJR atau BTP yang akan diangkut.

Aktivitas spesifik dari Zat Radioaktif AJR dan kontaminasi dari BTP secara umum rendah. Namun demikian, aktivitas total Bungkusan Zat Radioaktif dalam beberapa kasus cukup signifikan. Misalnya:

- i. Zat Radioaktif AJR-I: dapat berbentuk padatan atau cairan, seperti bijih, uranium dan torium non-iradiasi, *tailings*, tanah dan debu yang terkontaminasi dengan konsentrasi aktivitas rendah. Material ini umumnya memiliki distribusi aktivitas yang seragam.
- ii. Zat Radioaktif AJR-II: dapat berbentuk padatan atau cairan, seperti limbah proses reaktor, endapan filter, absorben cairan dan resin, peralatan teraktivasi, limbah laboratorium dan limbah dekomisioning. Material ini umumnya memiliki distribusi aktivitas yang kurang seragam jika dibandingkan dengan AJR-I. Dimungkinkan adanya konsentrasi aktivitas yang lebih tinggi yang terlokalisir sehingga diterapkan persyaratan Bungkusan yang lebih ketat.
- iii. Zat Radioaktif AJR-III: hanya berbentuk padatan (tidak termasuk serbuk). Zat Radioaktif AJR-III termasuk juga cairan solid, resin, filter kartrid, dan bahan teriradiasi. Material ini pada prinsipnya harus terdistribusi secara merata dalam zat pengikat padat. Zat Radioaktif dapat didistribukan ke zat padat

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 87

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

tunggal atau kumpulan zat padat di dalam Bungkusan. Material ini dapat memiliki aktivitas spesifik yang lebih tinggi, sehingga diperlukan persyaratan Bungkusan yang lebih ketat.

- iv. BTP-I, BTP-II, dan BTP-III: kelompok ini mencakup material padatan non-radioaktif namun memiliki kontaminasi radioaktif di permukaannya. BTP-II memiliki tingkat kontaminasi lebih tinggi dibandingkan BTP-I. Contoh kelompok ini adalah limbah dekontaminasi seperti pipa, peralatan, katup, pompa dan peralatan lainnya. BTP-III merupakan benda padat besar, yang karena ukurannya, tidak bisa diangkut menggunakan Bungkusan.

Semua jenis Bungkusan Industri harus memenuhi persyaratan Bungkusan Zat Radioaktif secara umum. Bungkusan Industri-II dan Bungkusan Industri-III harus tahan pada kondisi Pengangkutan normal (termasuk kecelakaan kecil) tanpa kehilangan isi Bungkusan maupun tanpa kerusakan perisai radiasi. Contoh Bungkusan Industri adalah drum baja, tangki atau kontainer yang terbuat dari plastik atau logam.

c. Bungkusan Tipe A

Merupakan Bungkusan yang berisi Zat Radioaktif dalam jumlah terbatas. Batas maksimal aktivitas Zat Radioaktif didasarkan pada dampak radiasi maksimum jika terjadi kerusakan Bungkusan akibat kecelakaan Pengangkutan. Batas maksimal aktivitas untuk setiap radionuklida, baik sebagai Zat Radioaktif Bentuk Khusus (A_1) atau sebagai Zat Radioaktif selain Zat Radioaktif Bentuk Khusus (A_2), dijelaskan dalam Lampiran I Perba No. 7 Tahun 2020 tentang Ketentuan Keselamatan dan Tata Laksana Pengangkutan Zat Radioaktif.

Bungkusan Tipe A harus tahan terhadap kondisi Pengangkutan normal tanpa kehilangan isi Bungkusan dan tanpa kerusakan perisai. Bungkusan Tipe A tidak didesain secara khusus untuk tahan terhadap kondisi kecelakaan Pengangkutan, kecuali jika Bungkusan berisi cairan atau gas. Bungkusan Tipe A memiliki bahan pembungkus yang bervariasi mulai dari kayu, serat dengan kaca, plastik atau logam sebagai bahan di bagian dalam kontainer, sampai dengan kontainer baja dengan

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 88

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

bagian dalam logam atau timbal. Bungkusan Tipe A digunakan untuk radiofarmaka, radionuklida untuk aplikasi industri dan beberapa jenis limbah radioaktif.

d. Bungkusan Tipe B(U) dan Tipe B(M)

Merupakan Bungkusan yang berisi Zat Radioaktif dalam jumlah yang lebih besar dari Bungkusan Tipe A. Bungkusan Tipe B(U) dan Tipe B(M) harus tahan terhadap kondisi Pengangkutan normal dan kecelakaan Pengangkutan, ketahanan ini disimulasikan melalui berbagai pengujian, antara lain: uji jatuh, uji benturan, uji panas dan uji rendam. Bungkusan Tipe B(U) dan Tipe B(M) bervariasi dari kontainer kecil dengan berat beberapa kilogram, contohnya Bungkusan Zat Radioaktif industri, hingga Bungkusan yang lebih besar sampai dengan 100 Ton, contohnya bahan bakar bekas PLTN. Bungkusan Tipe B(U) dan Tipe B(M) umumnya merupakan konstruksi baja dilengkapi dengan perisai radiasi. Desain Bungkusan Tipe B(U) dan Tipe B(M) harus disetujui oleh BAPETEN.

e. Bungkusan Tipe C

Bungkusan Tipe C didesain untuk mengangkut Zat Radioaktif aktivitas tinggi melalui udara. Bungkusan ini harus tahan terhadap uji jatuh, uji benturan, uji panas dan uji rendam untuk Bungkusan Tipe B(U) dan Tipe B(M), ditambah berbagai pengujian yang lebih ketat untuk mensimulasikan kecelakaan pesawat. Desain bungkusan Tipe C harus disetujui oleh BAPETEN.

f. Bungkusan yang Berisi Uranium Heksaflorida (UF₆)

UF₆ dengan jumlah 0,1 kg atau lebih harus dibungkus dan diangkut sesuai dengan ketentuan PP No. 58 Tahun 2015 dan Perba No.7 Tahun 2020. Desain Bungkusan yang berisi UF₆ harus disetujui BAPETEN. Kedaruratan Pengangkutan yang melibatkan UF₆ menyebabkan kedaruratan kimia.

g. Bungkusan yang Berisi Bahan Fisil

Bahan Fisil yang diangkut dapat berupa U-233, U-235, Pu-239 dan Pu-241. Dalam kondisi tertentu, Bahan Fisil mampu menghasilkan reaksi berantai secara mandiri, lepasan radiasi dan panas. Bungkusan yang berisi Bahan Fisil dapat berbentuk Bungkusan Industri atau Bungkusan Tipe A, Tipe B(U), Tipe B(M), atau Tipe C. Desain

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 89

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Bungkusan yang berisi Bahan Fisil harus disetujui BAPETEN, dengan kriteria pengecualian sebagaimana dijelaskan dalam Lampiran II Perba No. 7 Tahun 2020.

Persyaratan khusus untuk memastikan keselamatan kekritisan Bungkusan yang berisi Bahan Fisil dijelaskan di dalam PP No. 58 Tahun 2015 dan Perba No. 7 Tahun 2020 melalui ketentuan:

- i. Pembatasan jumlah dan konfigurasi geometri Bahan Fisil yang diangkut;
- ii. Persyaratan Bungkusan yang didesain secara ketat untuk menjamin agar keselamatan kekritisan dipertahankan dalam pengujian untuk kondisi kecelakaan; dan
- iii. Pengendalian jumlah Bungkusan yang diizinkan untuk ditempatkan dalam satu kendaraan angkut atau yang diizinkan untuk diangkut bersamaan selama Pengangkutan dan penyimpanan selama transit.

Terdapat sejumlah pengecualian untuk persyaratan Bungkusan yang berisi Bahan Fisil, sebagai contoh jika konsentrasi U-235 tidak melebihi 1%, atau jika Bungkusan hanya berisi sedikit Bahan Fisil. Bungkusan ini disebut sebagai Bungkusan Fisil yang Dikecualikan. Namun demikian, persyaratan keselamatan pengangkutan yang relevan sebagaimana dijelaskan dalam PP No. 58 Tahun 2015 berkaitan dengan sifat keradioaktifan tetap berlaku.

LAJU DOSIS DAN KATEGORI

Batasan laju dosis untuk Bungkusan Zat Radioaktif yang Dikecualikan adalah 5 mikroSv/jam di semua titik permukaan luar Bungkusan. Laju dosis dalam kondisi rutin Pengangkutan tidak boleh melebihi 2 miliSv/jam di semua titik permukaan luar kendaraan angkut atau kontainer barang, dan tidak boleh melebihi 0,1 miliSv/jam pada jarak 2 meter dari permukaan luar kendaraan angkut atau kontainer barang, kecuali untuk Pengangkutan dengan penggunaan eksklusif/tunggal atau Pengangkutan dengan pengaturan khusus.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 90

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Laju dosis maksimal digunakan sebagai dasar kategori pelabelan Bungkusan Zat Radioaktif, pembungkus, dan kontainer sebagaimana dijelaskan pada Tabel A. Kategorisasi label memberikan informasi terkait ketentuan proteksi radiasi dalam menanggapi dan menyimpan Bungkusan Zat Radioaktif. Kategorisasi Bungkusan juga dapat membantu Petugas Penanggulangan dalam memahami tingkat risiko dari suatu Bungkusan Zat Radioaktif selama kedaruratan Pengangkutan.

Tabel A. Laju Dosis Maksimal untuk Setiap Kategori Label Bungkusan

Kategori Label	Kondisi Pengangkutan		Laju dosis maksimal di semua titik permukaan luar Bungkusan (miliSv/jam)	Indeks Angkutan
	Pengangkutan eksklusif/tunggal	Bukan Pengangkutan eksklusif/tunggal		
I-PUTIH		X	$\leq 0,005$	0
II-KUNING		X	$0,005 < \text{laju dosis} \leq 0,5$	$0 < \text{indeks} \leq 1$
III-KUNING		X	$0,5 < \text{laju dosis} \leq 2$	$1 < \text{indeks} \leq 10$
III-KUNING	X		$2 < \text{laju dosis} \leq 10$	> 10

Untuk Bungkusan Industri-II, Bungkusan Industri-III, Tipe A, Tipe B(U), tipe B(M) dan Tipe C, desain Bungkusan mensyaratkan bahwa laju dosis maksimal di permukaan luar Bungkusan kenaikannya tidak boleh melebihi 20% ketika Bungkusan-Bungkusan tersebut diuji ketahanannya dalam kondisi pengangkutan normal. Untuk Bungkusan Tipe B(U), Tipe B(M) dan Tipe C, desain Bungkusan mensyaratkan bahwa laju dosis tidak melebihi 10 miliSv/jam pada jarak 1 meter dari permukaan luar Bungkusan ketika Bungkusan-Bungkusan tersebut diuji ketahanannya dalam kondisi kecelakaan pengangkutan. Hal ini untuk menjamin perlindungan terhadap masyarakat dan Petugas Penanggulangan apabila terjadi kedaruratan Pengangkutan yang mengangkut Bungkusan-Bungkusan tersebut.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 91

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

PENANDAAN BUNGKUSAN ZAT RADIOAKTIF

Bungkusan Zat Radioaktif, selain Bungkusan Dikecualikan, harus diberikan tanda Nomor PBB dengan jelas dan mampu tahan lama di kemasan luar, serta diberikan tanda identitas Pengirim dan/atau Penerima. Bungkusan dengan berat kotor melebihi 50 Kg harus diberikan tanda di luar kemasan. Bungkusan harus diberikan penanda Tipe Bungkusan sesuai peraturan perundangan yang berlaku. Tabel B merangkum persyaratan penandaan untuk Bungkusan Zat Radioaktif.

Tabel B. Penandaan Bungkusan Zat Radioaktif

Penanda	Tipe Bungkusan							
	Dikecualikan	Bungkusan Industri-I	Bungkusan Industri-II	Bungkusan Industri-III	A	B(U)	B(M)	C
Identitas Pengirim dan/atau Penerima	X	X	X	X	X	X	X	X
Nomor PBB	X	X	X	X	X	X	X	X
Nama Perusahaan Pengangkut		X	X	X	X	X	X	X
Massa Bungkusan ≥ 50 kg	X	X	X	X	X	X	X	X
Bungkusan Industri-I, Bungkusan Industri-II, Bungkusan Industri-II		X	X	X	X			
Kode registrasi kendaraan (terdiri dari negara asal dan manufaktur)			X	X	X			
Persetujuan/verifikasi persetujuan desain Bungkusan	X ^a	X ^a	X ^a	X ^a	X	X	X	X
No Seri	X ^a	X ^a	X ^a	X ^a	X	X	X	X
Tipe B(U), B(M), C						X	X	X
Simbol trefoil						X	X	X

^a Dipersyaratkan jika Bungkusan berisi Bahan Fisil atau Uranium Heksafluorida 0,1 Kg atau lebih

PELABELAN BUNGKUSAN

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 92

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

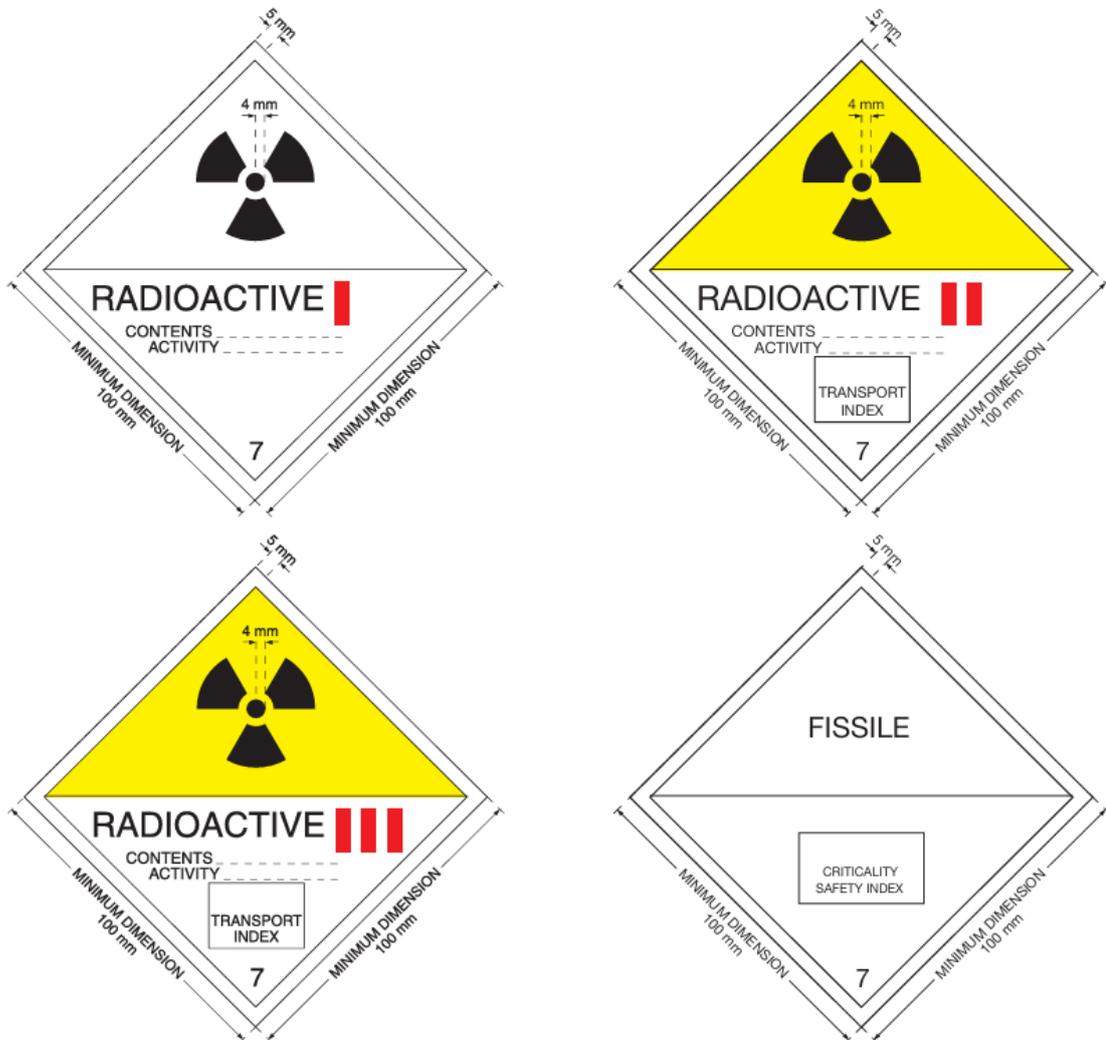
Bungkusan Zat Radioaktif, selain Bungkusan Dikecualikan, kontainer kargo dan peti kemas yang berisi Zat Radoaktif harus diberikan label yang mengindikasikan kategori Bungkusan, yaitu: I-PUTIH, II-KUNING atau III-KUNING. Label I-PUTIH mengindikasikan laju dosis sangat rendah di luar Bungkusan. Label II-KUNING dan III-KUNING mengindikasikan laju dosis yang lebih tinggi (lihat Tabel A), yang perlu diperhatikan terkait proteksi radiasi Petugas Penanggulangan dalam melakukan tugas penanggulangan kedaruratan Pengangkutan. Selain label Bungkusan yang berisi Bahan Fisil, selain yang dikecualikan dari persyaratan Bahan Fisil, harus diberi label yang mengindikasikan Bungkusan tersebut berisi Bahan Fisil. Gambar A menjelaskan label Bungkusan.

Pemberian label memberikan informasi bahaya radiasi eksternal jika Bungkusan Zat Radioaktif tidak rusak. Informasi ini digunakan untuk mengendalikan tata laksana penanganan dan penyimpanan Bungkusan Zat Radioaktif selama Pengangkutan dan penyimpanan selama transit. Informasi ini juga dapat digunakan untuk membantu menilai bahaya radiasi pada saat penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif. Label Bungkusan Zat Radioaktif memberikan informasi radionuklida dan total aktivitas dalam Bungkusan. Label pada Bungkusan kategori II-KUNING dan III-KUNING memberikan informasi Indeks Angkutan yang digunakan untuk mengendalikan paparan radiasi eksternal dan sebagai indikator laju dosis pada jarak 1 meter dari permukaan luar Bungkusan.

Bungkusan yang berisi Bahan Fisil, selain persyaratan pelabelan, juga harus memiliki label keselamatan kekritisitas yang ditunjukkan dalam bentuk Indeks Keselamatan Kekritisitas sebagaimana dinyatakan dalam sertifikat persetujuan pengiriman yang diterbitkan oleh badan pengawas. Nomor Indeks Keselamatan Kekritisitas memberikan informasi untuk mengendalikan kekritisitas Bahan Fisil. Bungkusan yang berisi Zat Radioaktif dengan bahaya lain wajib memiliki label yang sesuai dengan peraturan Pengangkutan bahan/barang berbahaya.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 93

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif



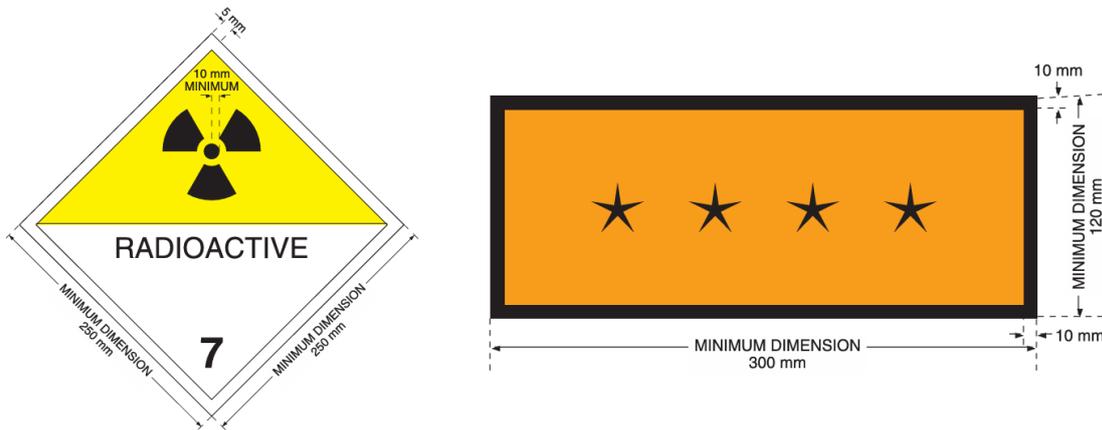
Gambar A. Pelabelan Bungkus Zat Radioaktif dan Bahan Fisil

PLAKAT

Kendaraan darat yang membawa Bungkus Zat Radioaktif, kargo ukuran besar berisi Bungkus Zat Radioaktif selain yang dikecualikan, tank berisi Zat Radioaktif, dan Bungkus Zat Radioaktif AJR-I atau BTP-I di dalam kargo atau tank, harus memiliki plakat yang menunjukkan keberadaan Zat Radioaktif, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar B. Nomor PBB juga harus disertakan.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 94

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif



Gambar B. Plakat untuk Kendaraan, Tank dan Kargo Berisi Zat Radioaktif

Simbol "*****" menunjukkan Nomor PBB

DOKUMEN PENGANGKUTAN

Pengirim wajib menyediakan dokumen Pengangkutan untuk setiap Bungkusan Zat Radioaktif yang diangkut melalui moda angkutan darat/laut/udara. Dokumen tersebut mencakup rincian Zat Radioaktif yang diangkut, persetujuan pengiriman dan informasi untuk Pengangkut termasuk rencana kedaruratan sesuai kategori Bungkusan Zat Radioaktif yang diangkut (kecuali Bungkusan Dikecualikan). Dokumen Pengangkutan harus diberikan Pengirim kepada Pengangkut. Dalam hal terjadi kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif, informasi pada dokumen Pengangkutan diperlukan oleh Petugas Penanggulangan Awal untuk mengidentifikasi isi Bungkusan dan memastikan tindakan penanggulangan yang tepat. Dalam hal dokumen pengangkutan tidak dapat diperoleh di lokasi kedaruratan (misalnya dokumen rusak karena kecelakaan yang terjadi), maka informasi terkait Bungkusan Zat Radioaktif diperoleh dengan menghubungi Pengirim dan/atau BAPETEN.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 95

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

LAMPIRAN V
INFORMASI TAMBAHAN UNTUK PELAPORAN KEDARURATAN
PENGANGKUTAN ZAT RADIOAKTIF

Laporan/informasi kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif disampaikan ke kontak kedaruratan BAPETEN, telepon: 021-63856518/08118573836, WhatsApp: 08118573836, Fax: 021-6302187, E-mail: sos@bapeten.go.id dan/atau sistem informasi pelaporan kesiapsiagaan dan kedaruratan nuklir berbasis web. Format form pelaporan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif sebagaimana dijelaskan dalam Lampiran Peraturan BAPETEN tentang Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir. Dalam hal kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif diperlukan informasi tambahan sebagai berikut:

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 96

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Form Pelaporan Kedaruratan Nuklir sesuai Peraturan BAPETEN



FORMULIR PELAPORAN PENANGGULANGAN KEDARURATAN NUKLIR

Tanggal	:	
Jam	:	
Instansi	:	
Alamat	:	
Lokasi	:	

Nama Pelapor	:	
Jabatan	:	
Unit Kerja	:	
Telp	:	
Faks	:	
E-mail	:	

Kategori	I	II	III	IV
Fasilitas / Instalasi	<input type="checkbox"/> Reaktor Daya <input type="checkbox"/> Reaktor Nondaya Daya: Tipe: <input type="checkbox"/> Lain-lain Klas kedaruratan <input type="checkbox"/> Waspada <input type="checkbox"/> Kedaruratan area tapak <input type="checkbox"/> Kedaruratan umum	<input type="checkbox"/> Reaktor Daya <input type="checkbox"/> Reaktor Nondaya Daya: Tipe: <input type="checkbox"/> Lain-lain Klas kedaruratan <input type="checkbox"/> Waspada <input type="checkbox"/> Kedaruratan area tapak <input type="checkbox"/> Kedaruratan umum	<input type="checkbox"/> Reaktor < 2 MWt <input type="checkbox"/> Fasilitas penyimpanan bahan bakar bekas kering <input type="checkbox"/> Fasilitas produksi radioisotop <input type="checkbox"/> Lain-lain	<input type="checkbox"/> Radiografi industri fasilitas terbuka <input type="checkbox"/> Well logging <input type="checkbox"/> Fasilitas gauging industri <input type="checkbox"/> Lain-lain

Jenis fasilitas:

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 97

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
	Judul : Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Uraian singkat kejadian:

Lokasi Koordinat Kejadian	Geographic Coordinates	
	Latitude	Longitude

Sumber radiasi yang terlibat:

Bentuk Fisik	<input type="checkbox"/> padat <input type="checkbox"/> cair <input type="checkbox"/> gas
Jenis Isotop	
Aktivitas	

Paparan Radiasi

Jarak (meter)	1	10	25	50	.....
micro Sv/jam	0	0	0	0	

Kontaminasi

Lantai/Ruangan	0	Bq/cm ²
Udara	0	Bq/liter

Jumlah Korban	
Nama	Keterangan

Tindakan Penanggulangan yang telah dilakukan

Bantuan yang diharapkan

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 98



DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR

Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif
-------	--

--

...../.....

Ttd

Nama Lengkap Pelapor

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 99

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Form Tambahan pada Pelaporan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

- Form tambahan ini diisi ketika informasi lebih lengkap mengenai kedaruratan Pengangkutan Zat Radiaktif telah tersedia. Informasi tambahan ini bermanfaat untuk menentukan apakah sumber daya tambahan diperlukan untuk kegiatan penanggulangan.
- Informasi ini juga dapat digunakan sebagai petunjuk dalam memberikan informasi kepada masyarakat. Form ini dapat diperbaharui setelah semakin banyak informasi tersedia.
- Bagian 1 dari form tambahan berfokus pada pengumpulan informasi pada saat tindakan respons awal dilakukan. Informasi ini didasarkan pada hasil observasi dan indikator visual yang dapat teramati, bukan didasarkan pada hasil pengukuran. Informasi ini dapat diberikan oleh Pengirim/Pengangkut atau Petugas Penanggulangan Awal.
- Bagian 2 dari form tambahan berfokus pada penilaian bahaya radiasi. Informasi ini dapat diberikan oleh Pengkaji Radiologi, Petugas Penanggulangan, Pengangkut atau Pengirim/Penerima.

Form Tambahan Bagian 1	
1.1	Informasi Kendaraan Angkut: <i>Nomor Registrasi, Nomor IMO, Nomor Penerbangan/Kapal/Kendaraan</i>
1.2	Deskripsi Kejadian: <i>Tabrakan, tenggelam, dsb.</i>
1.3	Kondisi Bungkusan yang Dapat Diamati: <ul style="list-style-type: none"> • Deskripsi Bungkusan Zat Radioaktif <i>Drum, kotak kardus/karton, dsb, jumlah</i> • Keberadaan api? <i>Durasi? Pemadaman?</i> • Kerusakan Bungkusan yang Dapat Dilihat? <i>Jelaskan</i> • Kemungkinan Isi Bungkusan Terlepas? <i>Bocor, tumpah, dsb.</i>
No. Dok.	: PT/DKKN/02/2024 Tanggal : 28 November 2024
Revisi	: 0 Hal : 100

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

	<ul style="list-style-type: none"> • Status Kendaraan Angkut dan Bungkusan <i>Terbalik, tenggelam, dsb.</i> • Keberadaan Barang Berbahaya Lain? 	
1.4	Deskripsi tindakan penanggulangan awal: <i>Jumlah korban, tindakan penyelamatan jiwa? Tindakan pertolongan pertama? Pembuatan perimeter?</i> <i>Catatan: konfirmasi bahwa tidak ada penundaan pengiriman korban yang berpotensi terkontaminasi Zat Radioaktif</i>	
1.5	Informasi dokumen Pengangkutan: <ul style="list-style-type: none"> • Jumlah Bungkusan Zat Radioaktif • Jenis radionuklida dan aktivitas • Informasi Pengangkut • Informasi Pengirim • Informasi Penerima • Nomor PBB • Bentuk fisik dan kimiawi 	
1.6	Informasi Penanda dan Label: <ul style="list-style-type: none"> • Kategori Label (I-Putih, II-Kuning, III-Kuning) • Isi Label • Nomor PBB • Radionuklida dan aktivitas • Indeks angkutan • Indeks keselamatan kekritisasi (jika ada) 	
1.7	Kondisi cuaca: <i>Hujan, angin kencang, dsb.</i>	
1.8	Foto dan/atau sketsa tempat kedaruratan	
1.9	Foto dan/atau sketsa Bungkusan Zat Radioaktif, termasuk Tanda dan Label	
Informasi Tambahan Bagian 2		
2.1	Deskripsi lengkap penyebab kedaruratan: <i>Jatuh dari ketinggian, kecepatan tabrakan, lama kebakaran, dsb.</i>	

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 101

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

2.2	Status tindakan penanggulangan	
2.3	Deskripsi modalitas Pengangkutan: <i>Mode Pengangkutan, rute, lokasi, dsb.</i>	
2.4	Informasi tambahan mengenai: <ul style="list-style-type: none"> • Bungkusan Zat Radioaktif • Kontainer angkutan • Kendaraan angkut 	
2.5	Hasil pengukuran (jika ada): <ul style="list-style-type: none"> • Laju dosis • Survei kontaminasi 	
2.6	Jenis Bungkusan dan sertifikat desain Bungkusan	
2.7	Bahaya lain yang ada di lokasi kedaruratan: <i>Cuaca buruk, bahaya konvensional, dsb.</i>	
2.8	Kemudahan akses ke lokasi kedaruratan	
2.9	Data meteorologi <i>Kelembaban, suhu, tekanan barometer, kecepatan angin, dan kondisi cuaca, jika ada</i>	
2.10	Dukungan logistik yang tersedia di lokasi kedaruratan	
2.11	Deskripsi area sekitar lokasi kedaruratan: <ul style="list-style-type: none"> • Populasi • Infrastruktur penting • Pertanian • Sumber air minum • Area terbatas 	

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 102

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

LAMPIRAN VI

SKENARIO KEDARURATAN DAN POTENSI DAMPAKNYA UNTUK

PERTIMBANGAN KAJIAN BAHAYA PENGANGKUTAN ZAT RADIOAKTIF

Lampiran ini memberikan panduan bagi Pengirim/Penerima dan Pengangkut dalam menyusun rencana kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif, sebagaimana dijelaskan pada Bagian 2.5.3. Contoh-contoh kedaruratan yang dibahas pada lampiran ini merupakan skenario hipotetis yang disusun berdasarkan kejadian nyata di negara lain yang selanjutnya dipostulasikan sesuai dengan mekanisme penanggulangan kedaruratan di Indonesia. Contoh-contoh kedaruratan yang disajikan bertujuan untuk memberikan masukan kepada perencana kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif dan ahli keselamatan Pengangkutan Zat Radioaktif dalam menyusun rencana kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif. Didasarkan pada kajian bahaya untuk setiap skenario kecelakaan Pengangkutan, maka konsep operasi penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif yang sesuai untuk setiap skenario kecelakaan dapat dikembangkan. Dengan demikian, apabila terjadi kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif, maka tindakan respons yang sesuai dapat diterapkan. Tindakan respons dan peralatan yang diperlukan untuk melaksanakan penanggulangan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif perlu tersedia di tingkat nasional dan lokal, termasuk di tingkat Petugas Penanggulangan Awal.

Skenario 1

Tabrakan, Diikuti Kebakaran Bungkusan Tipe B(U) yang Diangkut Melalui Jalur Darat

Sebuah kendaraan yang membawa kargo internasional mengalami tabrakan hebat di jalan raya, diikuti dengan kebakaran yang berlangsung sekitar satu jam. Kendaraan rusak parah, pengemudi dan asisten pengemudi mengalami cedera. Plakat kendaraan tertutup api.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 103

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Petugas Penanggulangan Awal (Kepolisian Wilayah, Pemadam Kebakaran, Ambulan Gawat Darurat (AGD)) tiba di lokasi, menyelamatkan korban cedera, memadamkan api dan kemudian mengamati bahwa kendaraan membawa Zat Radioaktif. Dengan melihat tanda dan label pada Bungkusan, Petugas Penanggulangan Awal mengidentifikasi Bungkusan Tipe B(U) yang berisi sumber Cs-137. Petugas Penanggulangan Awal menghubungi Pengirim/Penerima sesuai dokumen pengangkutan, Satuan KBRN Polda Setempat dan BAPETEN untuk memperoleh bantuan Pengkaji Radiologi/ahli radiasi di lokasi kedaruratan, serta memasang perimeter di TKP.

Setelah tiba di TKP, tim PPR Pengirim/Penerima dibawah supervisi BAPETEN melakukan monitoring area dan memastikan ada/tidaknya kontaminasi. Tim menilai secara visual Bungkusan Zat Radioaktif tampak utuh, namun perlu dinilai lebih lanjut untuk memastikan semua fungsi keselamatannya masih utuh. Tim mengkonfirmasi bahwa tidak ada kontaminasi pada permukaan Bungkusan dan memastikan hasil pengukuran laju dosis konsisten dengan informasi yang tercantum dalam dokumen pengangkutan, mengencangkan kembali penutup Bungkusan yang longgar dan memindahkan Bungkusan ke lokasi sementara yang aman untuk penilaian lebih lanjut. Area TKP dibuka kembali untuk publik setelah kendaraan yang rusak dipindahkan.

Potensi Dampak

- Kru kendaraan dan Petugas Penanggulangan dapat menerima paparan radiasi yang signifikan jika Bungkusan rusak;
- Jika Zat Radioaktif dalam bentuk mudah menyebar (serbuk atau cair), maka dapat mengkontaminasi lingkungan;
- Sebelum Petugas Penanggulangan Awal tiba di TKP, masyarakat yang berada di sekitar TKP mungkin terpapar radiasi;
- Jika lingkungan terkontaminasi, masyarakat yang berada di sekitar TKP dapat terpapar radiasi secara internal;

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 104

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

- Pada saat melakukan tindakan penanggulangan, Petugas Penanggulangan mungkin terpapar radiasi, bergantung pada jarak dari Bungkusan dan lama bekerja di TKP radiasi; dan
- Dosis radiasi yang diterima dapat diperkirakan/dihitung dan diverifikasi dengan menggunakan peralatan yang sesuai (personal monitor).

Skenario 2

Kecelakaan Kereta Api yang Mengangkut Konsentrat Bijih Uranium

Gerbong kereta api yang membawa konsentrat bijih Uranium tergelincir mengakibatkan cedera pada kru kereta api dan jalur kereta api terhalang. Gerbong yang tergelincir tersebut membawa 50 Bungkusan Industri Tipe IP-1 yang masing-masing berupa drum 200 Liter yang berisi Zat Radioaktif Aktivitas Jenis Rendah (AJR-I). 12 drum terlempar keluar pada jarak 1-10meter dari gerbong yang tergelincir dan mengalami kerusakan yang berbeda-beda, beberapa drum terlihat memiliki lubang dan bekas tusukan. 38 drum lainnya berada di dalam gerbong yang tergelincir. Kecelakaan terjadi di lokasi terpencil dan cuaca basah (gerimis, mendung, berawan, atau lembab).

Petugas Penanggulangan Awal (Kepolisian Wilayah, AGD) dari kota/kabupaten terdekat mencapai area lokasi kedaruratan. Dari Plakat di kereta, Petugas mengidentifikasi keberadaan bijih Uranium yang ada di dalam Bungkusan. Petugas menutup area lokasi kedaruratan dan memberitahu Pengirim/Penerima, Satuan KBRN Polda Setempat dan BAPETEN untuk memperoleh bantuan Pengkaji Radiologi/ ahli radiasi di lokasi kedaruratan. Kru kereta yang terluka diselamatkan dan dibawa ke Rumah Sakit.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 105

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Tim PPR Pengirim/Penerima yang tiba di lokasi, dibawah supervisi BAPETEN, melakukan monitoring area dan personil untuk memastikan ada/tidaknya kontaminasi. Hasil monitoring personil menunjukkan tidak ada kontaminasi pada Petugas Penanggulangan Awal. Namun demikian, terdapat beberapa area kontaminasi di dekat rel kereta api. Area lokasi kedaruratan ditutup untuk sementara waktu selama Pengirim/Penerima mengerahkan sumber daya untuk membersihkan lokasi kedaruratan. Konsentrat bijih Uranium yang tumpah dikumpulkan dan ditempatkan ke dalam drum baru. Drum yang tidak rusak diperiksa dan dipindahkan ke gerbong baru. Jalur kereta api selanjutnya dibuka kembali setelah seluruh Bungkusan yang rusak telah dipindahkan. Sementara itu, sebagian PPR Pengirim/Penerima ke rumah sakit untuk memastikan ada/tidaknya kontaminasi pada kru kereta yang terluka, petugas ambulan atau petugas Rumah Sakit yang menangani korban.

Potensi Dampak

- Dalam skenario kecelakaan ini, terjadi kontaminasi Zat Radioaktif di dekat rel kereta api tempat terjatuhnya drum dari gerbong. Kontaminasi kemungkinan juga ada di gerbong jika salah satu drum yang ada di gerbong terkena benturan saat kecelakaan terjadi;
- Kontaminasi Zat Radioaktif dapat menyebabkan paparan internal. Akan tetapi, untuk bahan AJR-I, kemungkinan terjadinya paparan internal cenderung rendah selama periode paparan sekitar satu hari. Cuaca yang basah membantu mencegah paparan internal dengan mencegah resuspensi debu;

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 106

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

- Area lokasi yang terpencil dapat menghambat komunikasi antara Petugas Penanggulangan Awal di lokasi kedaruratan dengan Petugas Penanggulangan lokal dan nasional. Ada kemungkinan tertundanya kedatangan Petugas Penanggulangan Awal dan Pengkaji Radiologi/ahli radiasi (PPR Pengirim/Penerima, Satuan KBRN Polda setempat dan/atau tim BAPETEN). Namun demikian, pada kondisi ini paparan publik kemungkinan tidak ada dan area lokasi kedaruratan dapat dengan mudah ditutup dan dijaga selama tanggap darurat.
- Cuaca basah dapat mengganggu tindakan penanggulangan dan mengakibatkan penyebaran kontaminasi melalui aliran air permukaan yang terkontaminasi;
- Setiap limbah radioaktif yang timbul dari kegiatan dekontaminasi harus dikumpulkan, diuji kadarnya, dan dikirim untuk dilimbahkan melalui mekanisme pelimbahan sesuai peraturan perundangan yang berlaku.

Skenario 3

Kecelakaan Truk yang Mengangkut Bungkusan Tipe IP-2

Sebuah truk yang membawa limbah radioaktif tingkat rendah dalam Bungkusan Industri Tipe IP-2 menabrak tanggul setinggi 10 meter, kemudian jatuh ke sungai di bawahnya. Bungkusan Zat Radioaktif yang diangkut pecah dan sebagian Zat Radioaktif tersebar di tanggul. Sebagian isi Bungkusan masih berada di dalam truk dan sebagian Bungkusan terendam sungai sedalam 1 meter. Petugas Penanggulangan Awal (Kepolisian Wilayah, AGD) menyelamatkan pengemudi, memberi tahu Pengirim/Penerima, Satuan KBRN Polda Setempat dan BAPETEN untuk mendapatkan bantuan Pengkaji Radiologi/ahli radiasi, membuat perimeter dan menutup area lokasi kecelakaan.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 107

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Tim kedaruratan Pengirim/Penerima dibawah supervisi BAPETEN, mendirikan tanggul sementara di sungai, memeriksa tanggul dan mengambil sampel air. Hasil monitoring menunjukkan bahwa kontaminasi radioaktif telah menyebar ke area sekitar 500 m² di sekitar lokasi kedaruratan. Sampel air yang diambil di bagian hilir sungai menunjukkan adanya sedikit peningkatan radioaktivitas. Masyarakat dihimbau untuk tidak melakukan aktivitas di sungai, seperti: berenang, memancing, atau menggunakan air sungai sampai pemberitahuan lebih lanjut. Permukaan tanah yang terkontaminasi dikeruk hingga kedalaman 10 cm, ditempatkan ke dalam wadah dan dikirim untuk dilimbahkan. Lokasi kecelakaan ditutup untuk umum selama beberapa hari hingga dekontaminasi area selesai dilakukan. Setelah lokasi kecelakaan dinyatakan aman, larangan penggunaan sungai dicabut.

Potensi Dampak

- Kulit dan pakaian pengemudi truk dapat terkontaminasi karena tindakan respons awal di sungai dekat Bungkusan yang rusak. Paparan eksternal terbatas karena sifat Zat Radioaktifnya; dan
- Sampel udara dan sampel air dikumpulkan dan dianalisis untuk memastikan ada/tidaknya residu kontaminasi jangka panjang.

Skenario 4: Kecelakaan Angkutan Jalan yang Mengangkut Bungkusan Dikecualikan dan Bungkusan Tipe-A Radiofarmaka

Sebuah kendaraan yang mengangkut radiofarmaka mengalami kecelakaan di jalan raya. Kendaraan tersebut membawa 82 Bungkusan Tipe A dan Bungkusan Dikecualikan yang berasal dari lima pihak Pengirim untuk dikirim ke beberapa Rumah Sakit. Benturan yang hebat menyebabkan seluruh muatan terlempar dan tersebar di kedua sisi jalan pada jarak sekitar 200 meter. 30 Bungkusan rusak, 2 Bungkusan Tipe A, salah satu berisi Ga-67 (200 MBq) dan lainnya berisi I-131 (40 MBq), mengalami kerusakan pengungkung. Vial berisi radiofarmaka keluar dari perisainya dan kemudian pecah.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 108

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Kru kendaraan menghubungi Petugas Penanggulangan Awal (Polres/Polresta dan Dinas Pemadam Kebakaran setempat) serta BAPETEN. Polres/Polresta menghubungi Satuan KBRN Polda setempat untuk mendapatkan bantuan ahli radiasi. Petugas Polres/Polresta dan Pemadam Kebakaran tiba lokasi kecelakaan. Satuan KBRN Polda setempat tiba di lokasi kecelakaan, dilengkapi dengan AUR. Hasil monitoring awal mengindikasikan adanya peningkatan radiasi di sekitar lokasi kecelakaan. Polres/Polresta membuat perimeter dan menutup area kecelakaan dan menunggu bantuan Pengkaji Radiologi dari PPR Pengirim/Penerima dan BAPETEN.

Tim PPR Pengirim/Penerima dan BAPETEN tiba di lokasi kecelakaan. Menggunakan informasi yang tertulis dalam dokumen pengangkutan, tim menyiapkan inventarisasi Zat Radioaktif yang terlibat dalam kecelakaan dan melakukan pemeriksaan menyeluruh di lokasi kecelakaan dengan AUR yang sesuai. Semua kendaraan yang keluar masuk lokasi diperiksa, termasuk kendaraan yang rusak. Hasil pemeriksaan kendaraan menunjukkan tidak ada kontaminasi yang terdeteksi. Pemeriksaan secara menyeluruh di lokasi kecelakaan menunjukkan adanya kontaminasi lokal dari wadah yang bocor, tetapi tidak ada bahaya kesehatan bagi masyarakat di sekitar lokasi kecelakaan.

Di bawah supervisi BAPETEN, tim PPR Pengirim/Penerima mengumpulkan puing-puing dan bahan pembungkus yang terkontaminasi ke dalam kantong plastik, kemudian ditempatkan dalam kotak karton, dan dikirim untuk dilimbahkan bersama dengan Bungkusan yang rusak. Di area sumber I-131 yang rusak, dilakukan pengerukan permukaan tanah sekitar 0,1 m³, tanah tersebut ditempatkan ke dalam kotak dan dikirim untuk dilimbahkan. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan secara menyeluruh di lokasi kecelakaan. Hasil pemeriksaan menunjukkan laju dosis latar (normal). Setelah jalan raya didekontaminasi/dicuci, jalan raya dibuka kembali untuk kepentingan umum.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 109

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Potensi Dampak

- Bungkusan Tipe A memiliki potensi bahaya radiasi yang signifikan. Pada skenario ini, kerusakan Bungkusan Tipe A yang berisi radiofarmaka (Zat Radioaktif terbuka), disertai pelepasan isinya, dapat mengakibatkan paparan internal dan eksternal. Meskipun kerusakan hanya pada perisai radiasi (bukan pada pengungkung), paparan eksternal dapat terjadi;
- Kru kendaraan, masyarakat yang berada di sekitar lokasi kecelakaan, dan Petugas Penanggulangan mungkin menerima paparan radiasi. Dekontaminasi area dan pengumpulan limbah radioaktif juga berkontribusi terhadap paparan yang diterima Petugas Penanggulangan;
- Penyebaran kontaminasi dapat terjadi karena angin dan pergerakan kendaraan di jalan. Penyebaran kontaminasi dapat diminimalisir dengan menghentikan pergerakan kendaraan di jalan sampai keadaan darurat berakhir;
- Salah satu masalah yang mungkin akan dihadapi dalam skenario kecelakaan ini adalah kemungkinan kurangnya informasi terkait komposisi yang tepat dari muatan. Biasanya Pengangkut melakukan beberapa pengiriman dan pengambilan Bungkusan Zat Radioaktif dalam sekali jalan. Karenanya, dimungkinkan kumpulan kwitansi pengiriman tidak secara tepat menggambarkan isi muatan yang sebenarnya pada berbagai tahap selama perjalanan (misalnya setelah pengiriman Bungkusan Zat Radioaktif pertama atau pengambilan Bungkusan Zat Radioaktif yang kedua terjadi perubahan komposisi muatan yang diangkut).

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 110

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Skenario 5

Kecelakaan Pesawat yang Mengangkut Pelet Ir-192

Pelet Iridium-192 dalam Bungkusan Tipe B dengan perisai Timbal (Pb) dikirim dari Provinsi A ke Provinsi C melalui jalur udara melalui Provinsi B, untuk selanjutnya diangkut ke tujuan akhir di Provinsi C melalui jalur darat. Dalam perjalanan melalui jalur darat di Provinsi C, alarm personal dosimeter pengemudi berbunyi. Pengemudi menghentikan kendaraan, menjauh 30 meter dari kendaraan, dan menghubungi Petugas Penanggulangan Awal (Polres/Polresta), Pengirim/Penerima dan BAPETEN sesuai dengan instruksi darurat yang ada pada dokumen pengangkutan.

Berdasarkan informasi yang diberikan oleh pengemudi, Polres/Polresta membuat perimeter dan menutup area sejauh radius 30 meter. Polres/Polresta menghubungi Satuan KBRN Polda setempat untuk mendapatkan bantuan. Tim BAPETEN siaga memonitor perkembangan kejadian. Sesuai dengan perjanjian antara Pengirim dan Penerima Bungkusan Zat Radioaktif, Penerima Bungkusan Zat Radioaktif mengirimkan tim PPR ke lokasi insiden.

Hasil monitoring tim PPR menunjukkan laju dosis sebesar 5 miliSv/jam pada salah satu bagian dari area radius 30 meter yang ditutup. Berdasarkan hasil pengukuran ini, penutupan area diperluas hingga radius 100 meter, dimana laju dosis yang lebih rendah terukur yaitu sebesar 100 mikroSv/jam. Bervariasinya laju dosis di sepanjang perimeter menunjukkan bahwa salah satu sisi Bungkusan telah kehilangan perisai radiasi. Penerima Bungkusan Zat Radioaktif memberikan perisai tambahan sementara pada Bungkusan dan memindahkannya sampai ke tujuan akhir. Jalan raya dibuka kembali untuk umum setelah dinyatakan “clear” oleh tim PPR, sesuai kriteria terminasi kedaruratan pengangkutan Zat Radioaktif (Sub Bab 3.4)

BAPETEN mengidentifikasi seluruh karyawan yang menangani pengiriman Bungkusan ini. Sampel darah diambil untuk biodosimetri. Empat karyawan dari ketiga Provinsi menerima dosis efektif individu sekitar 100 miliSv.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 111

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Potensi Dampak

- Penyebab penurunan integritas perisai radiasi tidak diketahui. Kejadian seperti ini dapat disebabkan oleh kesalahan operasional atau peralatan dalam kondisi buruk karena kurangnya pemeliharaan;
- Insiden pada skenario ini dapat menyebabkan paparan eksternal terhadap petugas Bungkusan Zat Radioaktif, kru kendaraan, petugas yang menangani insiden, dan masyarakat yang berada di sekitar lokasi insiden. Laju dosis pada jarak yang berbeda dari Bungkusan dapat digunakan untuk memperkirakan dosis radiasi yang diterima personil. Pengemudi menerima paparan eksternal ketika sedang mengemudikan kendaraan, ketika memperhatikan kendaraan pada saat berhenti, dan ketika memasukkan Bungkusan Zat Radioaktif ke dalam kendaraan;
- Pada saat perimeter awal dipasang hanya sejauh 30 meter, petugas dan masyarakat yang berada di sekitar perimeter berpotensi terpapar radiasi. Dosis radiasi yang diterima oleh petugas dan masyarakat yang berada pada jarak antara 30 dan 100 meter perlu dipastikan;
- Ada kemungkinan dosis radisasi diterima oleh petugas di bandara Provinsi A, B dan C, tempat Bungkusan tersebut ditangani. Akan tetapi, tanpa adanya informasi mengenai kapan dan dimana kerusakan integritas perisai terjadi, perkiraan dosis radiasi terhadap petugas tersebut memiliki ketidakpastian yang besar; dan
- Dosis radiasi yang diterima petugas dapat diketahui secara langsung dari personal dosimeter, jika digunakan, misalnya: pengemudi dan petugas yang memasang perisai tambahan selama tanggap darurat.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 112

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Skenario 6

Tabrakan dan Kebakaran Truk yang Mengangkut Bungkus Uranium Heksaforida

Sebuah truk yang membawa silinder 48Y berisi 12 Ton Uranium Heksaforida alami (UF_6) bertabrakan dengan truk tangki yang mengangkut bahan bakar hidrokarbon cair. Tabrakan menyebabkan api melalap silinder 48Y. Pengemudi truk, yang mengalami luka ringan, segera menghubungi Pengirim/Penerima dan kontak kedaruratan BAPETEN. Otoritas setempat segera memberi tahu Pemadam Kebakaran dan instansi/dinas lain sesuai rencana kedaruratan lokal, termasuk menghubungi Pengkaji Radiologi/ahli radiasi (Satuan KBRN Polda setempat, BAPETEN, BRIN) dan ahli bahan kimia berbahaya Hidrogen Fluorida (HF) misalnya KLHK. Rencana penanggulangan adalah menutup area kecelakaan sampai dengan radius 100 meter dan membuat posko penanggulangan dan perlindungan (*shelter* tertutup) yang berlawanan dengan arah angin minimal sejauh 1000 meter dari Bungkus UF_6 yang rusak. Petugas Pemadam Kebakaran memadamkan api dari arah yang berlawanan dengan arah angin.

Pada saat dilakukan upaya pemadaman api, silinder 48Y pecah dan menyebarkan UF_6 dalam jumlah yang tidak diketahui sebagai cairan dan uap ke area yang searah dengan arah angin. UF_6 bereaksi dengan kelembapan di udara menghasilkan HF dan Uranil Fluorida (UO_2F_2). Setelah silinder pecah, upaya pemadaman api tidak lagi menggunakan air melainkan menggunakan busa. Selain itu, air tetap disemprotkan berlawanan dengan arah angin untuk menghilangkan sisa emisi HF dan UO_2F_2 .

Setelah api berhasil dipadamkan, ahli radiasi (BAPETEN, BRIN) mengambil sampel udara dan tanah di luar area perimeter. Hasil pengukuran sampel menunjukkan terdapat kontaminasi lingkungan searah arah angin hingga jarak beberapa kilometer. Perimeter selanjutnya diperluas. Masyarakat dan Petugas Penanggulangan yang berada di area terkontaminasi selama HF dan UO_2F_2 diduga menyebar ke udara, dikirim ke Rumah Sakit untuk diperiksa ada/tidaknya paparan bahan kimia dan radiasi.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 113

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Pengirim/Penerima melakukan upaya pemulihan (seperti menyiapkan wadah kontainer) untuk mengamankan Bungkus UF₆ sebelum dipindahkan ke lokasi yang lebih aman. Endapan UO₂F₂ dari dalam dan luar lokasi kecelakaan dipindahkan dan dimasukkan ke dalam drum. Truk dan silinder 48Y yang rusak dipindahkan dari lokasi kecelakaan ke lokasi lain yang lebih aman untuk didekontaminasi. Pembersihan dan dekontaminasi jalan kemudian dilakukan dan jalan raya dibuka kembali.

Potensi Dampak

- Kebakaran dapat menyebabkan UF₆ terlepas ke lingkungan dalam jumlah besar (antara 8 dan 12 Ton), di lingkungan UF₆ diubah menjadi HF dan UO₂F₂. Petugas Penanggulangan dan masyarakat yang berada searah arah angin dari silinder yang rusak dapat terpapar bahan kimia ini. Menghirup bahan kimia ini dapat menimbulkan bahaya yang signifikan. Sebaliknya, bahaya radiasi dari HF dan UO₂F₂ adalah kecil (namun tidak dapat diabaikan);
- Pecahnya silinder dapat terjadi sebelum semua orang yang berada di lokasi sejauh 1 Km searah arah angin dapat berlindung. Konsentrasi UF₆, HF dan UO₂F₂ yang ada di lingkungan, serta durasi paparan terhadap senyawa-senyawa ini, akan berguna dalam menentukan jumlah yang masuk ke dalam tubuh. Akan tetapi, pengukuran seperti ini sangat sulit dilakukan di awal kecelakaan. Konsentrasi udara juga dapat diperkirakan melalui perhitungan, yaitu berdasarkan kecepatan angin dan kelas stabilitas atmosfer dengan menggunakan asumsi realistis untuk ketinggian lepasan dan laju lepasan. Untuk memperkirakan kemungkinan jumlah senyawa yang masuk ke dalam tubuh, penggunaan peralatan pelindung pernapasan dan tempat berlindung (*shelter* tertutup) juga perlu diperhitungkan.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 114

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Skenario 7

Tenggelamnya Kapal Kargo yang Mengangkut Cs-137 dalam Bungkusan Tipe B(U)

Sebuah kapal yang membawa muatan kargo, termasuk Bungkusan Zat Radioaktif Tipe B(U) dalam kontainer pengangkutan, bertabrakan dengan benda laut dan tenggelam di perairan teritorial pada jalur pelayaran utama hingga kedalaman 30 meter. Bungkusan Zat Radioaktif berisi tiga Zat Radioaktif Cs-137 bentuk khusus yang disegel, dengan total aktivitas 110 TBq. Tidak terdapat barang berbahaya lain di atas kapal. Saat mulai tenggelam, nakhoda kapal melaporkan keadaan darurat ke pusat kontak pelaporan kecelakaan kapal di laut (PIKKL Bakamla, 181) dan ke kantor pusat perusahaan pelayaran. Semua kru berhasil diselamatkan oleh kapal terdekat.

Perusahaan pelayaran menghubungi Pengirim Bungkusan Tipe B(U). PIKKL Bakamla dan Pengirim menginformasikan potensi keadaan darurat ke Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Utama terdekat. Bakamla, Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Utama terdekat menghubungi Pengkaji Radiologi/ahi radiasi (Satuan KBRN Polda setempat, BAPETEN, BRIN) untuk menilai potensi kerusakan pada Bungkusan Zat Radioaktif dan segala kemungkinan dampak radiasi.

Pengirim memberitahu Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Utama terdekat bahwa pengungkung Zat Radioaktif dijamin dengan kapsul Zat Radioaktif bentuk khusus dan Bungkusan Tipe B(U). Meskipun tidak ada kecurigaan adanya pelepasan Zat Radioaktif pada saat kapal tenggelam, Pengkaji Radiologi (BAPETEN, BRIN) memperkirakan bahwa korosi pada kapsul Zat Radioaktif bentuk khusus oleh air laut dapat menyebabkan pelepasan Cs-137 setelah beberapa bulan.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 115

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Sampel air laut di sekitar lokasi kapal tenggelam dikumpulkan, hasilnya tidak menunjukkan adanya kontaminasi. Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Utama terdekat, Pengirim dan perusahaan penyelamatan laut membahas kemungkinan penyelamatan maritim pada kapal dan kargo yang tenggelam. Dengan mempertimbangkan semua faktor, termasuk pariwisata dan perikanan di wilayah tersebut, keputusan yang diambil adalah melakukan penyelamatan kapal dan pemulihan kontainer yang membawa Bungkusan Zat Radioaktif dalam waktu empat bulan untuk mencegah potensi terjadinya korosi. Pemantauan rutin dan pengambilan sampel air laut dan biota laut di sekitar lokasi kapal tenggelam dilakukan.

Pengirim dan Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Utama terdekat bekerja sama dengan perusahaan penyelamatan laut dalam melokalisir kapal dan kontainer barang yang berisi Bungkusan Zat Radioaktif. Kapal dan kontainer barang berhasil diselamatkan tiga bulan setelah tenggelam dan dipindahkan ke pelabuhan terdekat. Hasil pemantauan lingkungan laut tidak menunjukkan adanya indikasi kontaminasi. Setelah kontainer barang diisolasi, kondisi Bungkusan Tipe B(U) dinilai dan diperiksa lebih lanjut untuk mengetahui ada/tidaknya kontaminasi. Hasil penilaian menunjukkan Bungkusan aman, dan segera dikirim melalui jalur darat ke lokasi Penerima. Pengambilan sampel air laut dan biota laut tetap dilakukan selama beberapa bulan di sekitar lokasi tenggelamnya kapal sampai dengan dipastikan tidak ada kontaminasi.

Potensi Dampak

- Penilaian terhadap potensi dampak radiasi melalui jalur konsumsi makanan laut dilakukan oleh K/L terkait (KKP, BRIN, BAPETEN) untuk menentukan apakah pelarangan konsumsi makanan laut yang dihasilkan dari sekitar lokasi tenggelamnya kapal diperlukan.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 116

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

LAMPIRAN VII

FORMAT RENCANA KEDARURATAN PENGANGKUTAN ZAT RADIOAKTIF PENGIRIM ATAU PENGANGKUT

Lampiran ini berisi format rencana kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif yang disiapkan oleh Pengirim atau Pengangkut Bungkusan Zat Radioaktif.

Halaman Judul (Sampul)

- Halaman judul (sampul) berisi judul rencana, tanggal persetujuan, nomor dokumen dan tanda tangan penanggung jawab.

Pendahuluan

- Menjelaskan tujuan dan isi rencana kedaruratan. Bagian ini juga menjelaskan ruang lingkup dan fase keadaan darurat yang terlingkupi dalam rencana kedaruratan, serta menjelaskan peraturan perundangan yang terkait; dan
- Mencantumkan pihak-pihak yang bertanggung jawab untuk mengimplementasikan rencana kedaruratan.

Gambaran Umum Pengangkutan Zat Radioaktif

- Menjelaskan secara umum tentang berbagai jenis Bungkusan Zat Radioaktif yang akan diangkut beserta cara penanganannya. Dokumen-dokumen yang dapat memberikan informasi lebih lanjut disebutkan, disertai dengan penjelasan dimana dokumen tersebut dapat diperoleh.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 117

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Organisasi Penanggulangan Kedaruratan Internal

- Menjelaskan SOP Pengirim atau Pengangkut dalam menangani keadaan darurat. SOP harus konsisten dengan rencana kedaruratan yang ditetapkan oleh otoritas nasional dan lokal;
- Poin-poin penting yang dijelaskan pada bagian ini:
 - a. Pendekatan organisasi untuk mendeteksi kemungkinan kejadian pemicu yang dapat menyebabkan keadaan darurat Pengangkutan dan melakukan pemberitahuan;
 - b. Pendekatan organisasi untuk merespons pemberitahuan yang diterima, baik untuk respons awal maupun respons lanjutan;
 - c. Pendekatan organisasi untuk keadaan darurat jangka panjang; dan
 - d. Pendekatan organisasi untuk mengakhiri keadaan darurat
- Menjelaskan peran dan tanggung jawab pihak-pihak yang berperan dalam tanggap darurat, termasuk tindakan yang akan dilakukan untuk memastikan ketersediaan personel dan sumber daya;
- Menjelaskan lokasi organisasi dan personel perespons, cakupan tanggung jawab dalam pengambilan keputusan (termasuk sejauh mana komunikasi dengan pihak eksternal) dan interaksi yang mungkin terjadi dengan berbagai pihak; dan
- Menjelaskan interaksi dengan otoritas nasional dan lokal, termasuk diagram alir dan diagram organisasi (jika diperlukan).

Prosedur Aktivasi Rencana Kedaruratan dan Pelaporan Kedaruratan

- Menjelaskan prosedur untuk mendeteksi adanya insiden yang dapat menyebabkan keadaan darurat selama Pengangkutan Zat Radioaktif;
- Menjelaskan kriteria untuk mengaktifkan rencana dan prosedur kedaruratan serta prosedur pemberitahuan keadaan darurat kepada otoritas terkait (Polres/Polresta, Otoritas setempat, BAPETEN); dan

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 118

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

- Menjelaskan poin-poin yang dilaporkan kepada otoritas berwenang, termasuk melengkapi form pelaporan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif dan informasi tambahan yang diperlukan sebagaimana terdapat pada Lampiran V.

Respons Kedaruratan

Petugas Penanggulangan

- Menjelaskan kemampuan yang dimiliki dalam mengerahkan personil dengan keahlian dan pengalaman yang memadai untuk melakukan penanggulangan kedaruratan beserta jangka waktu penugasannya. Bagian ini juga menjelaskan pihak-pihak yang mungkin terlibat dalam kegiatan penanggulangan.

Skenario Kedaruratan

- Menjelaskan skenario keadaan darurat yang dipertimbangkan dalam rencana kedaruratan Pengirim atau Pengangkut, yang mungkin terjadi selama pengangkutan berbagai Bungkusan Zat Radioaktif yang telah diidentifikasi di Bagian Gambaran Umum Pengangkutan Zat Radioaktif.

Sumber Daya yang Tersedia untuk Dikerahkan ke Lokasi Kedaruratan

- Menjelaskan daftar peralatan untuk menanggulangi keadaan darurat sesuai skenario yang tertulis di dalam rencana kedaruratan, termasuk peralatan untuk setiap fase keadaan darurat, serta waktu dan sumber daya yang dibutuhkan untuk penyediaan peralatan yang dibutuhkan.

Langkah-langkah Respons Kedaruratan

- Menjelaskan langkah-langkah yang dilakukan untuk merespons keadaan darurat.

Lokasi Penyimpanan Sementara Bungkusan Zat Radioaktif yang Rusak

- Menjelaskan ketentuan lokasi untuk penyimpanan sementara Bungkusan Zat Radioaktif yang rusak dengan tetap menjaga keselamatan lingkungan sekitar dan keamanan Bungkusan Zat Radioaktif, seperti:

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 119

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

- ✓ memperhitungkan jumlah Zat Radioaktif;
- ✓ di bawah pemantauan PPR dan petugas keamanan; dan
- ✓ diberi tanda radiasi yang jelas.

Lokasi penyimpanan sementara Bungkusan Zat Radioaktif yang rusak tidak boleh berada di:

- ✓ dekat bahan peledak, bahan yang mudah terbakar, dan bahan yang dapat menyebabkan karat;
 - ✓ daerah rawan banjir atau potensi bahaya lainnya yang dapat merusak tempat penyimpanan serta isinya; atau
 - ✓ dekat tempat umum atau tempat keramaian masyarakat.
- Menjelaskan perjanjian untuk penyimpanan sementara Bungkusan Zat Radioaktif yang rusak beserta langkah-langkah untuk mendapatkan ijin pemindahan Bungkusan Zat Radioaktif yang rusak.

Terminasi Kedaruratan

- Menjelaskan ketentuan untuk mengakhiri keadaan darurat, termasuk tindakan untuk transisi dari situasi paparan darurat ke paparan terencana atau paparan eksisting, jika kondisi transisi diperlukan.

Peralatan Penanggulangan Kedaruratan

- Menjelaskan peralatan operasional yang tersedia untuk menangani keadaan darurat, seperti: peralatan bantu pengambilan keputusan, peralatan komunikasi, peralatan dokumentasi, dsb.

Peralatan Bantu Pengambilan Keputusan

- Dapat berupa peralatan taktis seperti diagram logika untuk membantu mengarahkan tindakan penanggulangan yang diambil.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 120

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Prosedur Penanggulangan

- Menjelaskan setiap langkah dalam rencana kedaruratan, untuk setiap pihak yang terlibat dalam penanggulangan kedaruratan, sesuai urutannya. Termasuk penjelasan kondisi kedaruratan seperti apa untuk penggunaan prosedur tersebut, hasil yang diharapkan, dan kondisi untuk mengakhiri penggunaan prosedur.

Pesan Standar

- Menjelaskan pesan standar yang dibuat untuk mengirimkan pesan dan informasi yang akan diberikan, seperti tanggal, waktu, pengirim pesan, referensi, rincian kejadian dan rincian tindakan penanggulangan yang dilakukan.

Komunikasi Eksternal

- Menjelaskan prosedur untuk berkomunikasi dengan pihak eksternal, seperti dengan publik, media berita, dan otoritas nasional dan lokal terkait (Polres/Polresta, Otoritas setempat, dan BAPETEN).

Perekaman dan Pengarsipan Komunikasi

- Menjelaskan bagaimana komunikasi selama penanggulangan kedaruratan dicatat, diarsipkan dan selalu tersedia.

Kesiapan Operasional

- Menjelaskan bagaimana pelaku usaha menjaga kesiapan operasional untuk menghadapi keadaan darurat.

Pelatihan Personil

- Menjelaskan pelatihan untuk semua personil yang diidentifikasi dalam rencana kedaruratan dan ketentuan untuk memastikan bahwa jumlah personil yang memenuhi syarat dan terlatih senantiasa tersedia untuk mengimplementasikan rencana kedaruratan.

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 121

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Latihan Kedaruratan

- Menjelaskan latihan kedaruratan yang diperlukan untuk menguji kecukupan rencana kedaruratan dan interval waktu pelaksanaan latihan; dan
- Menjelaskan frekuensi dan lingkup latihan kedaruratan untuk menguji berbagai area rencana kedaruratan, termasuk tingkat keterlibatan organisasi tanggap darurat dan pihak lain.

Umpan Balik

- Menjelaskan bagaimana hasil pembelajaran dari latihan kedaruratan, pelaksanaan penanggulangan kedaruratan yang sebenarnya, dan referensi dari sumber lain yang dipertimbangkan dalam rencana kedaruratan.

Pembaharuan Kerjasama

- Menjelaskan prosedur untuk memperbarui kerjasama atau perjanjian dalam penanggulangan kedaruratan.

Jaminan Kualitas

- Menjelaskan bagaimana kualitas rencana kedaruratan dipertahankan, termasuk ketentuan dalam pengelolaan dokumentasi yang berkaitan dengan jaminan kualitas.

Lampiran 1: Daftar kontak poin layanan penanggulangan kedaruratan nasional

Lampiran 2: Form pelaporan kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif (Lihat Lampiran V Panduan teknis ini)

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 122

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

LAMPIRAN VIII

KONTAK K/L TERKAIT

Organisasi	Sekretariat Crisis Center	No Telepon/email
BAPETEN	Direktorat Keteknikan dan Kesiapsiagaan Nuklir BAPETEN Gedung C Jalan Gajah Mada No. 8 Jakarta Pusat	HP. 08118573836 Email: sos@bapeten.go.id
BRIN	Pusat Riset Teknologi Keselamatan Metrologi dan Mutu Nuklir (PRTKMMN) Jl. Lebak Bulus Raya No.49, RT.3/RW.2, Lb. Bulus, Kec. Cilandak, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12440	Telp. (021) 7513906
BNPB	Pusdalops BNPB Jl. Rw. Jaya Jl. Pramuka No.38, RT.11/RW.5, Utan Kayu Utara, Kec. Matraman, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13120	HP. 0812 1237 575 Telp. 117 Email: pusdalops@bnpb.go.id
BAKAMLA	Markas Besar Bakamla RI Jl. Proklamasi No. 56 RT 10/RW 02, Kecamatan Menteng, Kota Jakarta Pusat, DKI Jakarta. 10320.	Pusat Informasi Keamanan dan Keselamatan Laut, Call Center: 181 Telp. 150321 Whatsapp. +62 81318882135 HP. +62 895600300846

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 123

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

		Email: puskodal@bakamla.go.id
Kompi Nubika Zeni TNI-AD	Kompi Zeni Nubika Angkatan Darat Jl. Cigra, Cogreg, Kec. Parung, Bogor, Jawa Barat 16330	Telp. (021) 858 3385
Korlantas Polri	Korlantas Polri Jl. Letjen M.T. Haryono No.37-38, RW.2, Cikoko, Kec. Pancoran, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12770	Pusat Pengendali Lalu Lintas Nasional (NTMC) Polri Call Centre: 1-500-669 SMS: 9119 Whatsapp Chat: 081901500669
Sat KBRN Gegana Brimob Polri	Sat KBRN Gegana Brimob Polri Jl. Komjen Pol. M. Jasin, Kelapa Dua, Cimanggis Depok 16451	Hotline Sat KBR: 08119494077 Fax: 021-2282-0104
Puslabfor Polri	Puslabfor Polri Jl. Raya Babakan Madang No.67 Cipambuan, Kec. Babakan Madang, Bogor, Jawa Barat, 16810	Telp. (021) 87954383
Basarnas	Basarnas Command Center (BCC) Gd. Basarnas, Jalan Angkasa Blok B.15 KAV 2-3 Kemayoran, Jakarta Pusat, Indonesia	Emergency Call: 115 Tel. (021) 65867510/65867511 Fax. (021) 65867512 Email: rcc.indonesia@basarnas.go.id
BNPT	Deputi Bidang Penindakan, dan Pembinaan Kemampuan	Telp. (021) 29339666/2933667 Email: humas@bnpt.go.id

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 124

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

	Badan Nasional Penanggulangan Terorisme Jalan Anyar 12 2 1, Sukahati, Kec. Citeureup, Bogor, Jawa Barat 16810	
BMKG Klimatologi	Pusat Informasi Perubahan Iklim Deputi Bidang Klimatologi Jl. Angkasa 1 No.2, RW.10, Gn. Sahari Sel., Kec. Kemayoran, Kota Jakarta Pusat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10610	Telp.4246321 Ext. 2312 Call Center: 196 Email: puspiper@bmgk.go.id
BMKG Meteorologi	Pusat Meteorologi Penerbangan Jl. Angkasa 1 No.2, RW.10, Gn. Sahari Sel., Kec. Kemayoran, Kota Jakarta Pusat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10610	Telp. (021) 654 6315 Call center: 196 Emal: info.meteo@bmgk.go.id
BMKG Geofisika	Pusat Gempabumi dan Tsunami Jl. Angkasa 1 No.2, RW.10, Gn. Sahari Sel., Kec. Kemayoran, Kota Jakarta Pusat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10610	Telp. (021) 654 6316 Call center: 196 Email: info.geof@bmgk.go.id
Kementerian Kesehatan Pusat Krisis Kesehatan	Pusat Krisis Kesehatan Gedung Suyudi Lantai 6, Jl. H. R. Rasuna Said No.4-9, RT.1/RW.2, Kuningan, Kuningan Tim., Kecamatan Setiabudi, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12950	Telp. (021) 520 1590 Sistem Penanggulangan Gawat Darurat Terpadu (SPGDT): 119 Email: kontak@kemkes.go.id

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 125

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Kementerian Komunikasi dan Informasi	Portal Layanan Panggilan Darurat Jl. Merdeka Barat no. 9, Jakarta 10110	Hotline 112 Telp. (021) 3514534 WhatsApp: +62 815-1945-6822 PPI: 159 Email: layanan112@kominfo.go.id
Kementerian Pertanian RI	Badan Ketahanan Pangan Jl. Harsono RM No.3, RT.5/RW.7, Ragunan, Kec. Ps. Minggu, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12550	Telp/ Fax. (021) 7807377 Email: bkp@pertanian.go.id
Kementerian Perhubungan	Kantor pusat Kemenhub (Sesjen, Itjen, Ditjen Darat, KA, Laut, Udara) Jl. Medan Merdeka Barat No.8 Gambir, Jakarta 10110	Telp. 021-3811308 Email: info151@dephub.go.id Puskodal Hubla: 151 Call center Maritime Safety Information (MSI): 085216221177
Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan	Direktorat Pemulihan Kontaminasi Dan Tanggap Darurat Limbah B3 Ditjen Pengelolaan Sampah Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Jl. D.I. Panjaitan Kav. 24 Kebon Nanas Jakarta Timur, Gedung A Lantai 4 - Indonesia 13410	Telp. (021) 85904930

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 126

	DIREKTORAT KETEKNIKAN DAN KESIAPSIAGAAN NUKLIR BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Judul	Panduan Teknis Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Pengangkutan Zat Radioaktif

Kementerian Dalam Negeri	Direktorat Manajemen Penanggulangan Bencana dan Kebakaran Jalan Medan Merdeka Utara No. 7, Jakarta Pusat 10110	Telp. (021) 3521535 Email: info@ditjenbinaadwil.kemendagri.go.id
Kementerian Kelautan dan Perikanan	Badan Karantina Ikan, Pengendalian Mutu, dan Keamanan Hasil Perikanan Gedung Mina Bahari 2, Lantai 6, Jl. Medan Merdeka Timur, No. 16, Jakarta 10110	Telp. (021) 3519070 Fax. (021) 3513282
IAEA	Incident and Emergency Centre (IEC), Department of Nuclear Safety and Security IAEA, P.O.Box 100, Wagramer Strasse 5 A-1400 Vienna, Austria	+43 (1) 2600 + 0 Official.Mail@iaea.org

No. Dok. : PT/DKKN/02/2024	Tanggal : 28 November 2024
Revisi : 0	Hal : 127