

PENGENALAN KARAKTERISTIK BENCANA DAN UPAYA MITIGASINYA DI INDONESIA

Edisi II



**PELAKSANA HARIAN
BADAN KOORDINASI NASIONAL PENANGANAN BENCANA
(BAKORNAS PB)**

**PENGENALAN KARAKTERISTIK BENCANA
DAN UPAYA MITIGASINYA
DI INDONESIA**

**PELAKSANA HARIAN
BADAN KOORDINASI NASIONAL PENANGANAN BENCANA
(BAKORNAS PB)
2007**

Pengarah

Kalakhar BAKORNAS PB
Deputi Bidang Pencegahan & Kesiapsiagaan-BAKORNAS PB

Narasumber dan Tim Penulis

Dr. Prih Harjadi (BMG)
Prof. Dr. Mezak A Ratag (BMG)
Ir. Dwikorita Karnawati, MSc. Phd (UGM)
Syamsul Rizal Dipl. Seis. (Departemen ESDM)
Dr. Surono (Departemen ESDM)
Dr. Ir. Sutardi, M.Eng (Departemen PU)
Ir. Triwibowo (Departemen Kehutanan)
Ir. Hermono Sigit (KLH)
Ir. Atik Wasiati (Departemen Pertanian)
Dr. Yusharmen (Departemen Kesehatan)
Dr. Pariatmono (Ristek)
Ir. Sugeng Triutomo, DESS (Lakhar BAKORNAS PB)
Ir. B. Wisnu Widjaja, MSc. (Lakhar BAKORNAS PB)

Editor

Ir. Sugeng Triutomo DESS
Ir. B. Wisnu Widjaja, MSc
Mohd. Robi Amri, ST

Diterbitkan oleh :

Direktorat Mitigasi,
Lakhar BAKORNAS PB
Jln. Ir. H. Juanda 36
Jakarta Pusat 10120 - INDONESIA
Telp. 021 345-8400, 021 344-2772 Ext. 301, 304
Fax. 021 350 5036, 345 8500
e-mail : mitigasi@bakornaspb.go.id
website : www.bakornaspb.go.id

Pencetakan Edisi I: 2006

Pencetakan Edisi II: 2007

ISBN 978-979-96016-2-9

KATA PENGANTAR

Pada penerbitan pertama buku Panduan Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia, kami mendapat banyak permintaan agar mencetak ulang buku tersebut. Oleh karena itu, pada kesempatan ini kami lakukan penyempurnaan terhadap isi dan penambahan substansi terutama tentang gelombang pasang.

Kami menyadari bahwa apa yang telah kami tulis ini belum sepenuhnya memenuhi keinginan pembaca, tetapi kami menganggap langkah ini merupakan upaya dalam menambah pengetahuan di tengah kelangkaan pustaka tentang kebencanaan di Indonesia.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada para narasumber yang telah memberikan kontribusinya dalam ikut serta meningkatkan kemampuan nasional dalam penanggulangan bencana.

Kami masih mengharapkan masukan dan saran bagi penyempurnaan buku ini, sehingga buku ini dapat menambah ilmu pengetahuan tentang bencana di Indonesia.

Editor

KATA SAMBUTAN

Kami menyambut baik upaya yang telah dirintis oleh Direktorat Mitigasi - Pelaksana Harian BAKORNAS PB dalam menerbitkan buku panduan Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia pada edisi ke 2 ini.

Indonesia adalah negara yang rawan bencana baik alam maupun karena ulah manusia. Oleh karena itu, sudah sewajarnya kita harus mengenali berbagai jenis bencana yang ada disekitar kita, begitu pula dengan kerentanan masyarakat/penduduknya.

Oleh karena itu, buku ini sangat diperlukan oleh para pengambil keputusan, praktisi dan pelaksana yang sehari-hari berkecimpung di bidang penanggulangan bencana.

Diharapkan pula, buku ini dapat membantu berbagai pihak dalam rangka mengenali resiko bencana yang ada di wilayahnya, sehingga setiap daerah dapat menyiapkan upaya-upaya kesiagaan, mitigasi dan pencegahan lebih awal sebelum bencana terjadi.

Semoga buku panduan ini dapat memberikan manfaat dan menambah pengetahuan tentang kebencanaan di Indonesia.

Jakarta, November 2007

Kepala Pelaksana Harian
BAKORNAS PB

ttd

DR. Syamsul Ma'arif, MSi.

DAFTAR ISI

	Hal.
KATA PENGANTAR	i
SAMBUTAN	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	iv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	3
1.3 Peristilahan	3
BAB II KONSEPSI PENGURANGAN RESIKO BENCANA	5
2.1 Bahaya (<i>hazard</i>).....	8
2.2 Kerentanan (<i>Vulnerability</i>).....	11
2.3 Resiko (<i>Risk</i>).....	12
BAB III KARAKTERISTIK BENCANA	15
3.1 Banjir.....	17
3.2 Tanah Longsor.....	26
3.3 Kekeringan	33
3.4 Kebakaran Hutan dan Lahan.....	40
3.5 Angin Badai	43
3.6 Gelombang Badai/Pasang	46
3.6 Gempa Bumi	53
3.7 Tsunami	59
3.9 Letusan Gunungapi	63
3.10 Kegagalan Teknologi	71
3.11 Wabah Penyakit.....	74
BAB IV KELEMBAGAAN YANG TERKAIT DENGAN MITIGASI BENCANA	77
BAB V PENUTUP	89
BAB VI DAFTAR PUSTAKA	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Jumlah kejadian bencana di Indonesia tahun 2002 – 2006	1
Gambar 2. Jumlah korban meninggal akibat bencana di Indonesia Tahun 2002 – 2006	2
Gambar 3. Jumlah rumah rusak akibat bencana di Indonesia Tahun 2002-2006	2
Gambar 4. Bahaya, kerentanan, risiko, dan bencana	8
Gambar 5. Ilustrasi sistem tektonik lempeng	10
Gambar 6. Peta sebaran lempeng tektonik di dunia	10
Gambar 7. Matriks Risiko	13
Gambar 8. Konsepsi pengurangan risiko bencana	14
Gambar 9. Sketsa penampang melintang daerah penguasaan sungai	18
Gambar 10. Jenis-jenis longsor	27
Gambar 11. Pemadaman kebakaran hutan dan lahan melalui udara	42
Gambar 12. Pasang purnama (saat bulan purnama)	47
Gambar 13. Pasang perbani	47
Gambar 14. Fetch dan pembangkitan gelombang oleh angin/badai	49
Gambar 15. Gelombang “sea” dan “swell”	49
Gambar 16. Citra Satelit yang memperlihatkan gejala pembentukan Tropical Depression Yang dapat tumbuh menjadi Siklon	51
Gambar 17. Tropical Siklon	51
Gambar 18. Ilustrasi kejadian gempa bumi tektonik	53
Gambar 19. Ilustrasi kejadian Tsunami akibat patahan	59
Gambar 20. Penampang suatu gunungapi dan bagian-bagiannya	63
Gambar 21. Awan panas	64
Gambar 22. Letusan gunungapi	64
Gambar 23. Aliran lava	65
Gambar 24. Alur Informasi Tingkat Kegiatan Gunungapi	67

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Indikator intensitas kekeringan meteorologis	34
Tabel 2. Indikator intensitas kekeringan hidrologis	35
Tabel 3. Indikator intensitas kekeringan pertanian	35
Tabel 4. Kategori kekeringan sosial ekonomi	36
Tabel 5. Skala Saffir-Simpson	44
Tabel 6. Perbandingan antara swell dan tinggi gelombang	48
Tabel 7. Analogi skala richter	55
Tabel 8. Skala Modified Mercalli Intensity (MMI)	56

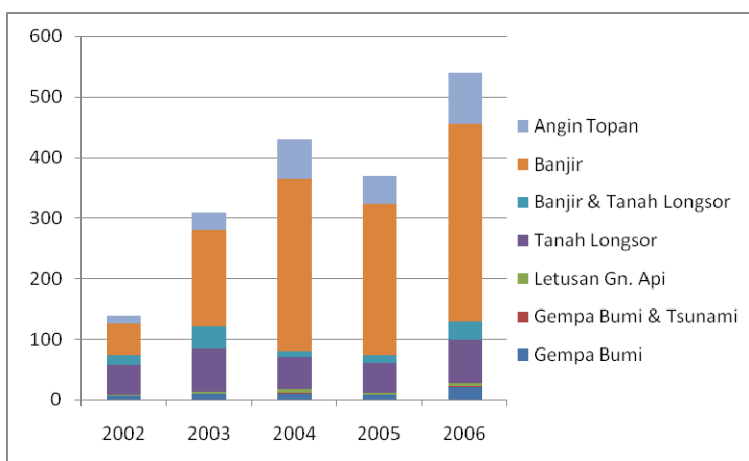
BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bencana alam dapat terjadi secara tiba-tiba maupun melalui proses yang berlangsung secara perlahan. Beberapa jenis bencana seperti gempa bumi, hampir tidak mungkin diperkirakan secara akurat kapan, dimana akan terjadi dan besaran kekuatannya. Sedangkan beberapa bencana lainnya seperti banjir, tanah longsor, kekeringan, letusan gunungapi, tsunami dan anomali cuaca masih dapat diramalkan sebelumnya. Meskipun demikian kejadian bencana selalu memberikan dampak kejutan dan menimbulkan banyak kerugian baik jiwa maupun materi. Kejutan tersebut terjadi karena kurangnya kewaspadaan dan kesiapan dalam menghadapi ancaman bahaya.

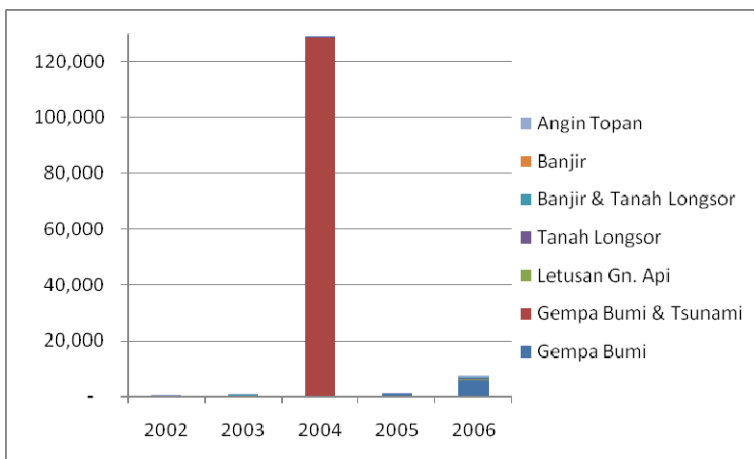
Dengan ditetapkannya Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, maka penyelenggaraan penanggulangan bencana diharapkan akan semakin baik, karena Pemerintah dan Pemerintah daerah menjadi penanggung jawab dalam penyelenggaraan penanggulangan bencana. Penanggulangan bencana dilakukan secara terarah mulai pra bencana, saat tanggap darurat, dan pasca bencana. Tahap awal dalam upaya ini adalah mengenali/mengidentifikasi terhadap sumber bahaya atau ancaman bencana.

Banyaknya jumlah kejadian bencana pada tahun 2002-2006 beserta jumlah korban dan jumlah rumah yang rusak akibat bencana tersebut, ditunjukkan dalam Gambar 1, 2 dan 3.



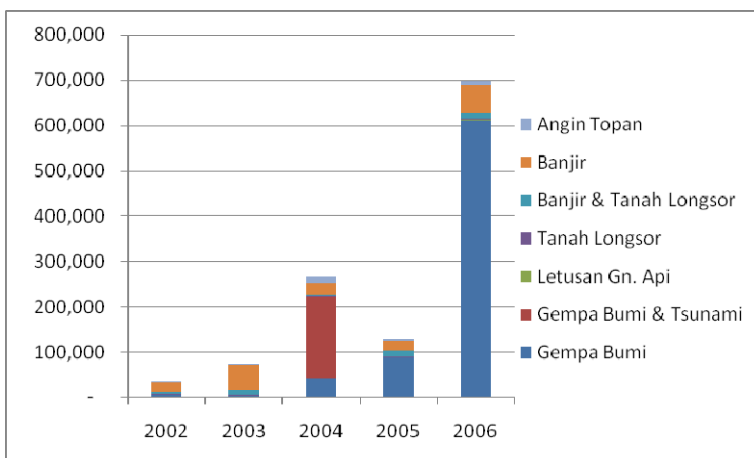
Sumber: Biro Data BAKORNAS PB

Gambar 1. Jumlah kejadian bencana di Indonesia tahun 2002 – 2006



Sumber: Biro Data BAKORNAS PB

Gambar 2. Jumlah korban meninggal akibat bencana di Indonesia Tahun 2002 - 2006



Sumber: Biro Data BAKORNAS PB

Gambar 3. Jumlah rumah rusak akibat bencana di Indonesia Tahun 2002-2006

Paling tidak ada interaksi empat faktor utama yang dapat menimbulkan bencana-bencana tersebut menimbulkan banyak korban dan kerugian besar, yaitu:

- ❑ Kurangnya pemahaman terhadap karakteristik bahaya (*hazards*)
- ❑ Sikap atau perilaku yang mengakibatkan penurunan kualitas sumberdaya alam (*vulnerability*)
- ❑ Kurangnya informasi/peringatan dini (*early warning*) yang menyebabkan ketidaksiapan
- ❑ Ketidakberdayaan/ketidakmampuan dalam menghadapi ancaman bahaya

Meskipun upaya penanggulangan bencana telah dilakukan, baik oleh Pemerintah melalui departemen/lembaga/instansi terkait serta lembaga/organisasi non pemerintah serta masyarakat, namun kejadian bencana tetap menunjukkan peningkatan baik intensitasnya maupun dampak kerugiannya. Untuk itu upaya-upaya pengurangan bencana harus tetap dilakukan dan selalu ditingkatkan. Salah satu upaya tersebut adalah dengan memberikan pengetahuan praktis tentang karakteristik bencana dan upaya-upaya mitigasinya kepada seluruh pemangku kepentingan (*stake holder*).

1.2 Maksud dan Tujuan

Buku Panduan Karakteristik Bencana dimaksudkan untuk memberikan pengetahuan dan acuan bagi pengenalan karakteristik bahaya dan bencana yang terjadi di Indonesia serta strategi mitigasi yang perlu dilakukan guna mengurangi dampak bencana atau dengan kata lain mengurangi risiko bencana.

Tujuan penyusunan buku Panduan Karakteristik Bencana di Indonesia ini adalah untuk menyamakan persepsi tentang diskripsi bencana serta langkah-langkah yang diperlukan untuk pengurangan dampaknya, sehingga diharapkan akan dapat dipergunakan sebagai acuan informasi secara akurat tentang pengurangan risiko bencana.

1.3 Peristilahan

- a. Bencana (*disaster*)
Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.
- b. Penanggulangan bencana (*disaster management*)
Penyelenggaraan penanggulangan bencana adalah serangkaian upaya yang meliputi penetapan kebijakan pembangunan yang berisiko timbulnya bencana, kegiatan pencegahan bencana, tanggap darurat, dan rehabilitasi.
- c. Bahaya (*hazard*)
Bahaya adalah suatu keadaan alam yang menimbulkan potensi terjadinya bencana.

- d. Kerentanan (*vulnerability*)
Kerentanan adalah suatu keadaan yang ditimbulkan oleh kegiatan manusia (hasil dari proses-proses fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan) yang mengakibatkan peningkatan kerawanan masyarakat terhadap bahaya.
- e. Kemampuan (*capacity*)
Kemampuan adalah penguasaan sumberdaya, cara, dan kekuatan yang dimiliki masyarakat, yang memungkinkan mereka untuk mempertahankan dan mempersiapkan diri mencegah, menanggulangi, meredam, serta dengan cepat memulihkan diri dari akibat bencana.
- f. Risiko (*risk*)
Risiko bencana adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dan kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat.
- g. Pencegahan (*prevention*)
Pencegahan bencana adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mengurangi atau menghilangkan risiko bencana, baik melalui pengurangan ancaman bencana maupun kerentanan pihak yang terancam bencana.
- h. Mitigasi (*mitigation*)
Mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana.
- i. Kesiapsiagaan (*preparedness*)
Kesiapsiagaan adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mengantisipasi bencana melalui pengorganisasian serta melalui langkah yang tepat guna dan berdaya guna.
- j. Peringatan Dini (*early warning*)
Peringatan dini adalah serangkaian kegiatan pemberian peringatan sesegera mungkin kepada masyarakat tentang kemungkinan terjadinya bencana pada suatu tempat oleh lembaga yang berwenang.
- k. Pemberdayaan masyarakat (*community empowerment*)
Pemberdayaan masyarakat adalah program atau kegiatan yang dilakukan untuk meningkatkan kemampuan masyarakat agar dapat melaksanakan penanggulangan bencana baik pada sebelum, saat maupun sesudah bencana.

BAB II

KONSEPSI PENGURANGAN RISIKO BENCANA

Konsep penanggulangan bencana mengalami pergeseran paradigma dari konvensional menuju ke holistik. Pandangan konvensional menganggap bencana itu suatu peristiwa atau kejadian yang tak terelakkan dan korban harus segera mendapatkan pertolongan, sehingga fokus dari penanggulangan bencana lebih bersifat bantuan (*relief*) dan kedaruratan (*emergency*). Oleh karena itu pandangan semacam ini disebut dengan paradigma Relief atau Bantuan Darurat yang berorientasi kepada pemenuhan kebutuhan darurat berupa: pangan, penampungan darurat, kesehatan dan pengatasan krisis. Tujuan penanggulangan bencana berdasarkan pandangan ini adalah menekan tingkat kerugian, kerusakan dan cepat memulihkan keadaan.

Paradigma yang berkembang berikutnya adalah Paradigma Mitigasi, yang tujuannya lebih diarahkan pada identifikasi daerah-daerah rawan bencana, mengenali pola-pola yang dapat menimbulkan kerawanan, dan melakukan kegiatan-kegiatan mitigasi yang bersifat struktural (seperti membangun konstruksi) maupun non-struktural seperti penataan ruang, *building code* dan sebagainya.

Selanjutnya paradigma penanggulangan bencana berkembang lagi mengarah kepada faktor-faktor kerentanan di dalam masyarakat yang ini disebut dengan Paradigma Pembangunan. Upaya-upaya yang dilakukan lebih bersifat mengintegrasikan upaya penanggulangan bencana dengan program pembangunan. Misalnya melalui perkuatan ekonomi, penerapan teknologi, pengentasan kemiskinan dan sebagainya.

Paradigma yang terakhir adalah Paradigma Pengurangan Risiko. Pendekatan ini merupakan perpaduan dari sudut pandang teknis dan ilmiah dengan perhatian kepada faktor-faktor sosial, ekonomi dan politik dalam perencanaan pengurangan bencana. Dalam paradigma ini penanggulangan bencana bertujuan untuk meningkatkan kemampuan masyarakat untuk mengelola dan menekan risiko terjadinya bencana. Hal terpenting dalam pendekatan ini adalah

memandang masyarakat sebagai subyek dan bukan obyek dari penanggulangan bencana dalam proses pembangunan.

Di Indonesia, masih banyak penduduk yang menganggap bahwa bencana itu merupakan suatu takdir. Hal ini merupakan gambaran bahwa paradigma konvensional masih kuat dan berakar di masyarakat. Pada umumnya mereka percaya bahwa bencana itu adalah suatu kutukan atas dosa dan kesalahan yang telah diperbuat, sehingga seseorang harus menerima bahwa itu sebagai takdir akibat perbuatannya. Sehingga tidak perlu lagi berusaha untuk mengambil langkah-langkah pencegahan atau penanggulangannya.

Paradigma penanggulangan bencana sudah beralih dari paradigma bantuan darurat menuju ke paradigma mitigasi/preventif dan sekaligus juga paradigma pembangunan. Karena setiap upaya pencegahan dan mitigasi hingga rehabilitasi dan rekonstruksinya telah diintegrasikan dalam program-program pembangunan di berbagai sektor.

Dalam paradigma sekarang, Pengurangan Risiko Bencana yang merupakan rencana terpadu yang bersifat lintas sektor dan lintas wilayah serta meliputi aspek sosial, ekonomi dan lingkungan. Dalam implementasinya kegiatan pengurangan risiko bencana nasional akan disesuaikan dengan rencana pengurangan risiko bencana pada tingkat regional dan internasional. Dimana masyarakat merupakan subyek, obyek sekaligus sasaran utama upaya pengurangan risiko bencana dan berupaya mengadopsi dan memperhatikan kearifan lokal (*local wisdom*) dan pengetahuan tradisional (*traditional knowledge*) yang ada dan berkembang dalam masyarakat. Sebagai subyek masyarakat diharapkan dapat aktif mengakses saluran informasi formal dan non-formal, sehingga upaya pengurangan risiko bencana secara langsung dapat melibatkan masyarakat. Pemerintah bertugas mempersiapkan sarana, prasarana dan sumber daya yang memadai untuk pelaksanaan kegiatan pengurangan risiko bencana.

Dalam rangka menunjang dan memperkuat daya dukung setempat, sejauh memungkinkan upaya-upaya pengurangan risiko bencana akan menggunakan dan memberdayakan sumber daya setempat. Ini termasuk tetapi tidak terbatas pada sumber dana, sumber daya alam, ketrampilan, proses-proses ekonomi dan sosial masyarakat.

Jadi, ada tiga hal penting terkait dengan perubahan paradigma ini, yaitu:

1. Penanggulangan bencana tidak lagi berfokus pada aspek tanggap darurat tetapi lebih pada keseluruhan manajemen risiko
2. Perlindungan masyarakat dari ancaman bencana oleh pemerintah merupakan wujud pemenuhan hak asasi rakyat dan bukan semata-mata karena kewajiban pemerintah
3. Penanggulangan bencana bukan lagi hanya urusan pemerintah tetapi juga menjadi urusan bersama masyarakat dan lembaga usaha, dimana pemerintah menjadi penanggungjawab utamanya

Sebagai salah satu tindak lanjut dalam menghadapi perubahan paradigma tersebut, pada bulan Januari tahun 2005 di Kobe - Jepang, diselenggarakan Konferensi Pengurangan Bencana Dunia (*World Conference on Disaster Reduction*) yang menghasilkan beberapa substansi dasar dalam mengurangi kerugian akibat bencana, baik kerugian jiwa, sosial, ekonomi dan lingkungan. Substansi dasar tersebut yang selanjutnya merupakan lima prioritas kegiatan untuk tahun 2005-2015 yaitu:

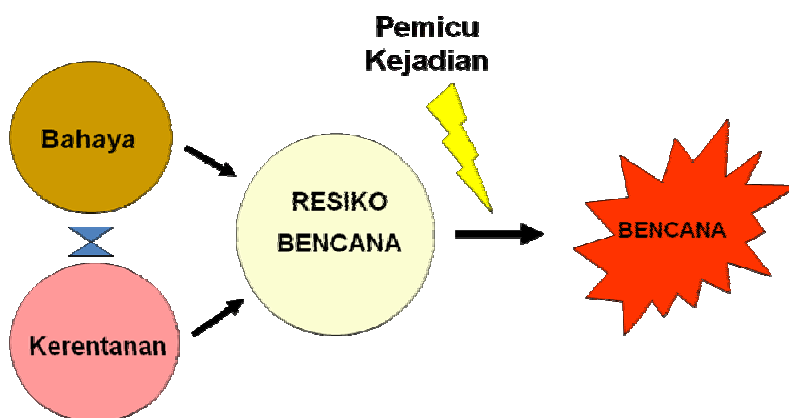
1. Meletakkan pengurangan risiko bencana sebagai prioritas nasional maupun daerah yang pelaksanaannya harus didukung oleh kelembagaan yang kuat
2. Mengidentifikasi, mengkaji dan memantau risiko bencana serta menerapkan sistem peringatan dini
3. Memanfaatkan pengetahuan, inovasi dan pendidikan untuk membangun kesadaran keselamatan diri dan ketahanan terhadap bencana pada semua tingkatan masyarakat
4. Mengurangi faktor-faktor penyebab risiko bencana
5. Memperkuat kesiapan menghadapi bencana pada semua tingkatan masyarakat agar respons yang dilakukan lebih efektif

Selama enam PELITA upaya penanggulangan bencana berjalan melalui mekanisme yang sepenuhnya dikendalikan pemerintah, terutama pemerintah pusat. Akibat dari dominasi pemerintah pusat di dalam upaya penanggulangan bencana, maka dampak yang dirasakan adalah :

- Ketergantungan daerah terhadap pemerintah pusat sangat tinggi, sehingga setiap terjadi bencana betapapun kecilnya, daerah selalu meminta bantuan kepada pusat.
- Kemampuan daerah dalam menanggulangi bencana tidak meningkat, sebagai akibat ketergantungan tersebut.
- Keterlambatan dalam penanggulangan bencana, mengingat luasnya wilayah negara Indonesia dan sebagian besar masih mengandalkan pada kemampuan pusat.

Sejalan dengan pelaksanaan otonomi daerah, di mana kewenangan penanggulangan bencana menjadi tanggungjawab daerah, maka sudah selayaknya pemerintah pusat mulai meningkatkan kemampuan pemerintah daerah dan masyarakatnya untuk dapat secara mandiri mengatasi permasalahan bencana di daerahnya. Oleh karena itu, pendekatan melalui **Paradigma Pengurangan Risiko** merupakan jawaban yang tepat untuk melakukan upaya penanggulangan bencana pada era otonomi daerah. Dalam paradigma ini, setiap individu, masyarakat di daerah diperkenalkan dengan berbagai ancaman yang ada di wilayahnya, bagaimana cara mengurangi ancaman (*hazards*) dan kerentanan (*vulnerability*) yang dimiliki, serta meningkatkan kemampuan (*capacity*) masyarakat dalam menghadapi setiap ancaman.

Secara skematis, hubungan antara ancaman, kerentanan, risiko dan kejadian bencana dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4. Bahaya, kerentanan, risiko, dan bencana

2.1 Bahaya (*hazards*)

Bahaya adalah suatu fenomena alam atau buatan yang mempunyai potensi mengancam kehidupan manusia, kerugian harta benda dan kerusakan lingkungan.

Berdasarkan United Nations-International Strategy for Disaster Reduction (UN-ISDR), bahaya ini dibedakan menjadi lima kelompok, yaitu:

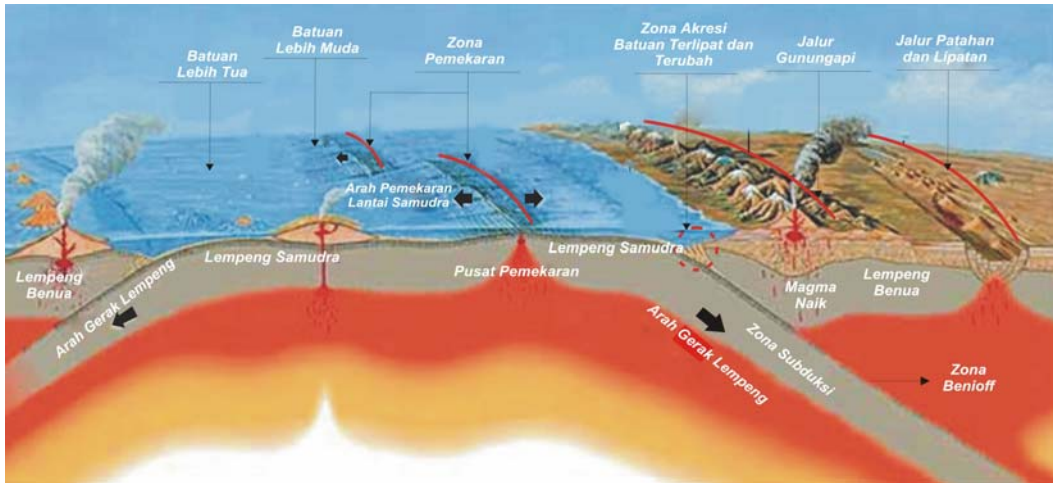
- a. Bahaya beraspek geologi, antara lain gempa bumi, Tsunami, gunung api, gerakan tanah (*mass movement*) sering dikenal sebagai tanah longsor.

- b. Bahaya beraspek hidrometeorologi, antara lain: banjir, kekeringan, angin topan, gelombang pasang.
- c. Bahaya beraspek biologi, antara lain: wabah penyakit, hama dan penyakit tanaman dan hewan/ternak.
- d. Bahaya beraspek teknologi, antara lain: kecelakaan transportasi, kecelakaan industri, kegagalan teknologi.
- e. Bahaya beraspek lingkungan, antara lain: kebakaran hutan, kerusakan lingkungan, pencemaran limbah.

Bumi tempat kita tinggal secara alami mengalami perubahan secara dinamis untuk mencapai suatu keseimbangan. Akibat proses-proses dari dalam bumi dan dari luar bumi, bumi membangun dirinya yang ditunjukkan dengan pergerakan kulit bumi, pembentukan gunungapi, pengangkatan daerah dataran menjadi pegunungan yang merupakan bagian dari proses internal. Sedangkan proses eksternal yang berupa hujan, angin, serta fenomena iklim lainnya cenderung melakukan 'perusakan' morfologi melalui proses degradasi (pelapukan batuan, erosi dan abrasi). Proses alam tersebut berjalan terus menerus dan mengikuti suatu pola tertentu yang oleh para ahli ilmu kebumiharian dapat diterangkan dengan lebih jelas sehingga dapat dipetakan. Proses perubahan secara dinamis dari bumi ini dipandang sebagai potensi ancaman bahaya bagi manusia yang tinggal di atasnya.

Sebagai ilustrasi, proses alami pembangunan bumi akibat tenaga asal dalam bumi tercermin sebagai gempa bumi (akibat pergeseran, tumbukan dan penunjaman lempeng tektonik serta aktivitas magmatik), letusan gunungapi akibat aktivitas pergerakan magma dari dalam bumi pada kondisi tekanan tinggi menerobos kulit bumi. Proses 'perusakan' morfologi akibat tenaga asal luar bumi (eksternal) tercermin dari degradasi perbukitan akibat erosi oleh air hujan yang pada kondisi ekstrim menyebabkan tanah longsor dan banjir. Pemanasan oleh sinar matahari menyebabkan dinamika di atmosfer bumi. Akibat faktor perubahan lingkungan serta gejala meteorologi dan geofisika lainnya dapat menimbulkan kondisi anomali cuaca yang terkadang ekstrim (badai, banjir atau kekeringan).

Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng/kulit bumi aktif yaitu lempeng Indo-Australia di bagian selatan, Lempeng Euro-Asia di bagian utara dan Lempeng Pasifik di bagian Timur. Ketiga lempengan tersebut bergerak dan saling bertumbukan sehingga lempeng Indo-Australia menunjani ke bawah lempeng Euro-Asia dan menimbulkan gempa bumi, jalur gunungapi, dan sesar atau patahan.



Gambar 5. Ilustrasi sistem tektonik lempeng

Penunjaman (*subduction*) lempeng Indo-Australia yang bergerak relatif ke utara dengan lempeng Euro-Asia yang bergerak ke selatan menimbulkan jalur gempa bumi dan rangkaian gunungapi aktif sepanjang Pulau Sumatera, Pulau Jawa, Bali dan Nusa Tenggara sejajar dengan jalur penunjaman kedua lempeng. Di samping itu jalur gempa bumi juga terjadi sejajar dengan jalur penunjaman, maupun pada jalur sesar regional seperti Sesar Sumatera/Semangko.



Gambar 6. Peta sebaran lempeng tektonik di dunia

Pegunungan yang terbentuk akibat proses penunjaman lempeng ini merupakan morfologi muda dengan batuan penyusun berupa material gunungapi muda yang mengalami pelapukan kuat akibat kondisi iklim tropis. Keadaan ini sangat rawan terjadinya bencana tanah longsor serta banjir khususnya banjir bandang. Perubahan lingkungan yang drastis terutama perubahan dalam pemanfaatan lahan khususnya dari areal hutan alam menjadi daerah budidaya (permukiman, perkebunan, pertanian, ladang) telah berpengaruh besar terhadap terjadinya bencana pada waktu belakangan ini.

2.2 Kerentanan (*vulnerability*)

Kerentanan (*vulnerability*) merupakan suatu kondisi dari suatu komunitas atau masyarakat yang mengarah atau menyebabkan ketidakmampuan dalam menghadapi ancaman bahaya.

Tingkat kerentanan adalah suatu hal penting untuk diketahui sebagai salah satu faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya bencana, karena bencana baru akan terjadi bila 'bahaya' terjadi pada 'kondisi yang rentan', seperti yang dikemukakan Awotona (1997:1-2): "*..... Natural disasters are the interaction between natural hazards and vulnerable condition*". Tingkat kerentanan dapat ditinjau dari kerentanan fisik (infrastruktur), sosial kependudukan, dan ekonomi.

Kerentanan fisik (infrastruktur) menggambarkan suatu kondisi fisik (infrastruktur) yang rawan terhadap faktor bahaya (*hazard*) tertentu. Kondisi kerentanan ini dapat dilihat dari berbagai indikator sebagai berikut : persentase kawasan terbangun; kepadatan bangunan; persentase bangunan konstruksi darurat; jaringan listrik; rasio panjang jalan; jaringan telekomunikasi; jaringan PDAM; dan jalan KA. Wilayah permukiman di Indonesia dapat dikatakan berada pada kondisi yang sangat rentan karena persentase kawasan terbangun, kepadatan bangunan dan bangunan konstruksi darurat di perkotaan sangat tinggi sedangkan persentase, jaringan listrik, rasio panjang jalan, jaringan telekomunikasi, jaringan PDAM, jalan KA sangat rendah.

Kerentanan sosial menggambarkan kondisi tingkat kerapuhan sosial dalam menghadapi bahaya (*hazards*). Pada kondisi sosial yang rentan maka jika terjadi bencana dapat dipastikan akan menimbulkan dampak kerugian yang besar. Beberapa indikator kerentanan sosial antara lain kepadatan penduduk, laju pertumbuhan penduduk, persentase penduduk usia tua-balita dan penduduk

wanita. Kota-kota di Indonesia memiliki kerentanan sosial yang tinggi karena memiliki prosentase yang tinggi pada indikator-indikator tersebut.

Kerentanan ekonomi menggambarkan suatu kondisi tingkat kerapuhan ekonomi dalam menghadapi ancaman bahaya (*hazards*). Beberapa indikator kerentanan ekonomi diantaranya adalah persentase rumah tangga yang bekerja di sektor rentan (sektor yang rawan terhadap pemutusan hubungan kerja) dan persentase rumah tangga miskin.

Beberapa indikator kerentanan fisik, ekonomi dan sosial tersebut di atas menunjukkan bahwa wilayah Indonesia memiliki tingkat kerentanan yang tinggi, sehingga hal ini mempengaruhi/menyebabkan tingginya risiko terjadinya bencana di wilayah Indonesia.

Berdasarkan hasil sensus penduduk tahun 2004 sebelum terjadi bencana gempa bumi dan tsunami pada tanggal 26 Desember 2004, penduduk Indonesia telah mencapai 220.953.634 jiwa, dengan kepadatan rata rata 119 jiwa/km². Sebagian besar penduduk Indonesia tinggal di Pulau Jawa dan Bali yang mencapai jumlah 134.166.118 jiwa atau 60,7 % dari seluruh penduduk Indonesia. Kepadatan penduduk di Pulau Jawa dan Bali juga paling tinggi di Indonesia yaitu mencapai 996 jiwa/km². Dalam kaitannya dengan risiko terjadinya bencana, daerah dengan kepadatan penduduk tinggi akan memiliki risiko terjadinya bencana yang lebih besar.

2.3 Risiko Bencana (*disaster risk*)

Dalam disiplin penanggulangan bencana (*disaster management*), risiko bencana adalah interaksi antara tingkat **kerentanan** daerah dengan **ancaman bahaya** (*hazards*) yang ada. Ancaman bahaya, khususnya bahaya alam bersifat tetap karena bagian dari dinamika proses alami pembangunan atau pembentukan permukaan bumi baik dari tenaga internal maupun eksternal, sedangkan tingkat kerentanan daerah dapat dikurangi, sehingga kemampuan dalam menghadapi ancaman tersebut semakin meningkat.

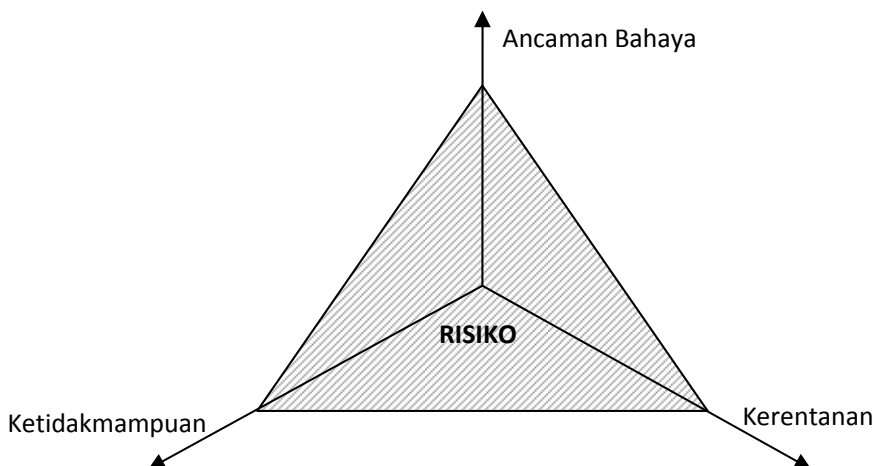
Secara umum, risiko dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Risiko} = \frac{\text{Bahaya} \times \text{Kerentanan}}{\text{Kemampuan}}$$

Atau dapat ditulis sebagai:

$$\text{Risiko} = \text{Bahaya} \times \text{Kerentanan} \times \text{Ketidakmampuan}$$

Jika ketiga variabel tersebut digambarkan adalah sebagai berikut:



Dalam kaitan ini, bahaya menunjukkan kemungkinan terjadinya kejadian baik alam maupun buatan di suatu tempat. Kerentanan menunjukkan kerawanan yang dihadapi suatu masyarakat dalam menghadapi ancaman tersebut. Ketidakmampuan merupakan kelangkaan upaya atau kegiatan yang dapat mengurangi korban jiwa atau kerusakan.

Dengan demikian maka semakin tinggi bahaya, kerentanan dan ketidakmampuan, maka semakin besar pula risiko bencana yang dihadapi.

KERENTANAN	Tinggi			
	Sedang			
	Rendah			
		Rendah	Sedang	Tinggi
		BAHAYA		

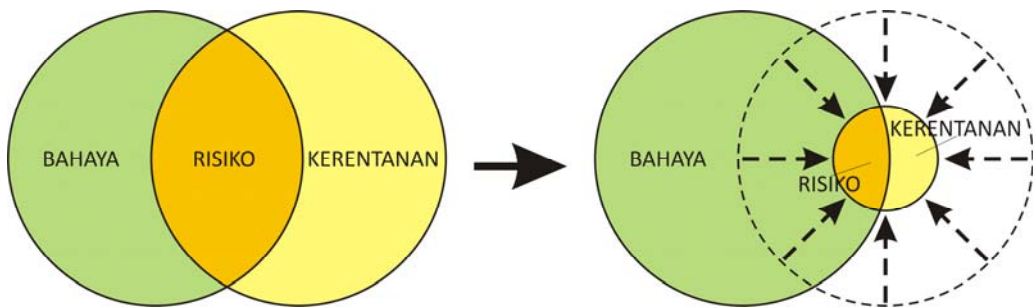
Risiko Rendah
 Risiko Sedang
 Risiko Tinggi

Gambar 7. Matriks Risiko

Berdasarkan potensi ancaman bencana dan tingkat kerentanan yang ada, maka dapat diperkirakan risiko ‘bencana’ yang akan terjadi di wilayah Indonesia

tergolong tinggi. Risiko bencana pada wilayah Indonesia yang tinggi tersebut disebabkan oleh potensi bencana/*hazards* yang dimiliki wilayah-wilayah tersebut yang memang sudah tinggi, ditambah dengan tingkat kerentanan yang sangat tinggi pula. Sementara faktor lain yang mendorong semakin tingginya risiko bencana ini adalah menyangkut pilihan masyarakat (*public choice*). Banyak penduduk yang memilih atau dengan sengaja tinggal di kawasan yang rawan/rentan terhadap bencana dengan berbagai alasan seperti kesuburan tanah, atau peluang (*opportunity*) lainnya yang dijanjikan oleh lokasi tersebut.

Dalam kaitannya dengan pengurangan risiko bencana, maka upaya yang dapat dilakukan adalah melalui pengurangan tingkat kerentanan, karena hal tersebut relatif lebih mudah dibandingkan dengan mengurangi/memperkecil bahaya/*hazard*.



Gambar 8. Konsepsi pengurangan risiko bencana

BAB III

KARAKTERISTIK BENCANA DI INDONESIA

Sebagai langkah awal dalam upaya penanggulangan bencana adalah identifikasi karakteristik bencana. Karakteristik bencana yang mengancam di Indonesia ini perlu dipahami oleh aparat pemerintah dan masyarakat terutama yang tinggal di wilayah yang rawan bencana. Upaya mengenal karakteristik bencana-bencana yang sering terjadi di Indonesia merupakan suatu upaya mitigasi karena dengan pengenalan karakteristik tersebut, kita dapat memahami perilaku dari ancaman sehingga dapat diambil langkah-langkah yang diperlukan dalam mengatasinya atau paling tidak mengurangi kemungkinan dampak yang ditimbulkannya.

Salah satu penyebab timbulnya bencana di Indonesia adalah kurangnya pemahaman terhadap karakteristik ancaman bencana. Sering kali seolah-olah bencana terjadi secara tiba-tiba sehingga masyarakat kurang siap menghadapinya, akibatnya timbul banyak kerugian bahkan korban jiwa. Padahal sebagian besar bencana dapat diprediksi waktu kejadiannya dengan tingkat ketepatan peramalan sangat tergantung dari ketersediaan dan kesiapan alat serta sumber daya manusia.

Pemahaman tentang ancaman bencana meliputi pengetahuan secara menyeluruh tentang hal-hal sebagai berikut :

- Bagaimana ancaman bahaya timbul.
- Tingkat kemungkinan terjadinya bencana serta seberapa besar skalanya
- Mekanisme perusakan secara fisik.
- Sektor dan kegiatan kegiatan apa saja yang akan sangat terpengaruh atas kejadian bencana.
- Dampak dari kerusakan.

Diskripsi karakteristik dari sejumlah bencana yang sering terjadi di Indonesia dan upaya-upaya mitigasi dan pengurangan dampaknya, ditampilkan dalam halaman berikut. Bencana tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Banjir.
- b. Tanah Longsor.

- c. Kekeringan.
- d. Kebakaran hutan dan lahan.
- e. Angin badai.
- f. Gelombang badai/pasang.
- g. Gempa bumi.
- h. Tsunami.
- i. Letusan gunungapi.
- j. Kegagalan teknologi.
- k. Wabah penyakit.

Menghadapi berbagai jenis bencana tersebut, maka dilakukan upaya mitigasi dengan prinsip-prinsip bahwa:

- Bencana adalah titik awal upaya mitigasi bagi bencana serupa berikutnya.
- Upaya mitigasi itu sangat kompleks, saling ketergantungan dan melibatkan banyak pihak
- Upaya mitigasi aktif lebih efektif dibanding upaya mitigasi pasif
- Jika sumberdaya terbatas, maka prioritas harus diberikan kepada kelompok rentan
- Upaya mitigasi memerlukan pemantauan dan evaluasi yang terus menerus untuk mengetahui perubahan situasi.

Sedangkan strategi mitigasi bencana dapat dilakukan antara lain dengan:

- Mengintegrasikan mitigasi bencana dalam program pembangunan yang lebih besar.
- Pemilihan upaya mitigasi harus didasarkan atas biaya dan manfaat.
- Agar dapat diterima masyarakat, mitigasi harus menunjukkan hasil yang segera tampak.
- Upaya mitigasi harus dimulai dari yang mudah dilaksanakan segera setelah bencana.
- Mitigasi dilakukan dengan cara meningkatkan kemampuan lokal dalam manajemen dan perencanaan.

3.1. BANJIR

a. Pengertian

Ada dua pengertian mengenai banjir:

- Aliran air sungai yang tingginya melebihi muka air normal sehingga melimpas dari palung sungai menyebabkan adanya genangan pada lahan rendah disisi sungai. Aliran air limpasan tersebut yang semakin meninggi, mengalir dan melimpasi muka tanah yang biasanya tidak dilewati aliran air.
- Gelombang banjir berjalan kearah hilir sistem sungai yang berinteraksi dengan kenaikan muka air dimuara akibat badai.

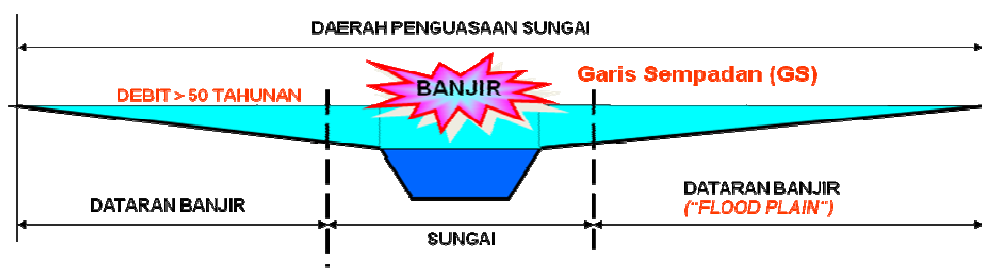
Untuk negara tropis, berdasarkan sumber airnya, air yang berlebihan tersebut dapat dikategorikan dalam empat kategori:

- Banjir yang disebabkan oleh hujan lebat yang melebihi kapasitas penyaluran sistem pengaliran air yang terdiri dari sistem sungai alamiah dan sistem drainase buatan manusia.
- Banjir yang disebabkan meningkatnya muka air di sungai sebagai akibat pasang laut maupun meningginya gelombang laut akibat badai.
- Banjir yang disebabkan oleh kegagalan bangunan air buatan manusia seperti bendungan, bendung, tanggul, dan bangunan pengendalian banjir.
- Banjir akibat kegagalan bendungan alam atau penyumbatan aliran sungai akibat runtuhnya/longsornya tebing sungai. Ketika sumbatan/bendungan tidak dapat menahan tekanan air maka bendungan akan hancur, air sungai yang terbendung mengalir deras sebagai banjir bandang. Contoh kasus banjir bandang jenis ini terjadi pada banjir di Bohorok, Kabupaten Langkat, Provinsi Sumatera Utara.

b. Penyebab

Pada umumnya banjir disebabkan oleh curah hujan yang tinggi di atas normal, sehingga sistim pengaliran air yang terdiri dari sungai dan anak sungai alamiah serta sistem saluran drainase dan kanal penampung banjir buatan yang ada tidak mampu menampung akumulasi air hujan tersebut sehingga meluap. Kemampuan/daya tampung sistem pengaliran air dimaksud tidak selamanya sama, tetapi berubah akibat sedimentasi, penyempitan sungai akibat phenomena alam dan ulah manusia, tersumbat

sampah serta hambatan lainnya. Penggundulan hutan di daerah tangkapan air hujan (*catchment area*) juga menyebabkan peningkatan debit banjir karena debit/pasokan air yang masuk ke dalam sistem aliran menjadi tinggi sehingga melampaui kapasitas pengaliran dan menjadi pemicu terjadinya erosi pada lahan curam yang menyebabkan terjadinya sedimentasi di sistem pengaliran air dan wadah air lainnya. Disamping itu berkurangnya daerah resapan air juga berkontribusi atas meningkatnya debit banjir. Pada daerah permukiman dimana telah padat dengan bangunan sehingga tingkat resapan air ke dalam tanah berkurang, jika terjadi hujan dengan curah hujan yang tinggi sebagian besar air akan menjadi aliran air permukaan yang langsung masuk ke dalam sistem pengaliran air sehingga kapasitasnya terlampaui dan mengakibatkan banjir.



Gambar 9. Sketsa penampang melintang daerah penguasaan sungai

c. Mekanisme Perusakan

Pada umumnya banjir yang berupa genangan maupun banjir bandang bersifat merusak. Aliran arus air yang cepat dan bergolak (*turbulent*) meskipun tidak terlalu dalam dapat menghanyutkan manusia, hewan dan harta benda. Aliran air yang membawa material tanah yang halus akan mampu menyeret material yang lebih berat sehingga daya rusaknya akan semakin tinggi. Air banjir yang pekat ini akan mampu merusak pondasi bangunan, pondasi jembatan dan lainnya yang dilewati sehingga menyebabkan kerusakan yang parah pada bangunan-bangunan tersebut, bahkan mampu merobohkan bangunan dan menghanyutkannya. Pada saat air banjir telah surut, material yang terbawa banjir akan diendapkan dan dapat mengakibatkan kerusakan pada tanaman, perumahan serta timbulnya wabah penyakit.

Banjir bandang (*flash flood*) biasanya terjadi pada aliran sungai yang kemiringan dasar sungainya curam. Aliran banjir yang tinggi dan sangat cepat, dapat mencapai ketinggian lebih dari 12 meter (banjir Bahorok, 2003) limpasannya dapat membawa batu besar/bongkahan dan pepohonan serta

merusak/menghanyutkan apa saja yang dilewati namun cepat surut kembali. Banjir semacam ini dapat menyebabkan jatuhnya korban manusia (karena tidak sempat mengungsi) maupun kerugian harta benda yang besar dalam waktu yang singkat.

d. Kajian Bahaya

Diperlukan kajian atas kejadian banjir yang telah terjadi sebagai data historis dan empiris yang dapat dipakai untuk menentukan tingkat kerawanan dan upaya antisipasi banjir suatu daerah. Kajian tersebut diantaranya mencakup:

- Rekaman atau catatan kejadian bencana yang telah terjadi memberikan indikasi awal akan datangnya banjir dimasa yang akan datang atau dikenal dengan dengan banjir periodik (tahunan, lima tahunan, sepuluh tahunan, limapuluh tahunan atau seratus tahunan).
- Pemetaan topografi yang menunjukkan kontur ketinggian sekitar daerah aliras/sungai yang dilengkapi dengan estimasi kemampuan kapasitas sistem hidrologi dan luas daerah tangkapan hujan (*catchment area*) serta "*plotting*" berbagai luas genangan yang pernah terjadi.
- Data curah hujan sangat diperlukan untuk menghitung kemungkinan kelebihan beban atau terlampauinya kapasitas penyaluran sistem pengaliran air baik sistem sungai maupun sistem drainase.

e. Gejala dan Peringatan Dini

Datangnya banjir diawali dengan gejala-gejala sebagai berikut:

- Curah hujan yang tinggi pada waktu yang lama merupakan peringatan akan datangnya bencana banjir di daerah rawan bencana banjir.
- Tingginya pasang laut yang disertai badai mengindikasikan akan datangnya bencana banjir beberapa jam kemudian terutama untuk daerah yang dipengaruhi pasang surut.
- Evakuasi dapat dimulai dengan telah disamai atau dilampauinya ketinggian muka banjir tertentu yang disebut muka banjir/air "*siaga*". Upaya evakuasi akan efektif jika dilengkapai dengan sistem monitoring dan peringatan yang memadai.

Sistem peringatan dini dengan menggunakan sistem telemetri pada umumnya kurang berhasil, karena keterbatasan dana untuk pemeliharaan alat dan tidak mencukupinya jumlah tenaga dan kemampuannya. Namun peringatan dini dapat dilaksanakan dengan cara yang sederhana yaitu dengan pembacaan papan duga muka air secara manual yang harus

dilaksanakan pada segala kondisi cuaca (termasuk ditengah hujan lebat), dan mengkomunikasikan perkembangan pembacaan peningkatan muka air melalui radio atau alat komunikasi yang ada. Kelemahan dari sistem peringatan dini yang ada sekarang ini adalah pada penyebaran luasan berita peringatan dini kepada masyarakat yang dapat terkena banjir pada tingkat desa. Biasanya staf dari instansi yang bertanggung jawab menerima berita dengan tepat waktu, namun masyarakat yang terkena dampak menerima peringatan hanya pada saat-saat terakhir. Penyiapan dan distribusi peta rawan banjir akan membuat masyarakat menyadari bahwa mereka hidup di daerah rawan banjir. Ramalan banjir dan sistem peringatan dini yang dipadukan dengan peta rawan banjir dan rencana evakuasi hendaknya dikomunikasikan kepada masyarakat yang berisiko terkena banjir sebagai upaya kewaspadaan/siaga, namun informasi yang aktual hendaknya disebarkan secara cepat melalui stasiun-stasiun radio setempat, telpon dan pesan singkat (SMS).

f. Parameter

Parameter atau tolok ukur ancaman/bahaya dapat ditentukan berdasarkan :

- Luas genangan (km^2 ,hektar).
- Kedalaman atau ketinggian air banjir (meter).
- Kecepatan aliran (meter/detik, km/jam).
- Material yang dihanyutkan aliran banjir (batu, bongkahan, pohon, dan benda keras lainnya).
- Tingkat kepekatan air atau tebal endapan lumpur (meter, centimeter).
- Lamanya waktu genangan (jam, hari, bulan).

g. Komponen yang Terancam

Bencana banjir mengakibatkan kerugian berupa korban manusia dan harta benda, baik milik perorangan maupun milik umum yang dapat mengganggu dan bahkan melumpuhkan kegiatan sosial-ekonomi penduduk. Uraian rinci tentang korban manusia dan kerusakan pada harta benda dan prasarana umum diuraikan sebagai berikut:

1). Manusia

- Jumlah penduduk yang meninggal dunia.
- Jumlah penduduk yang hilang.
- Jumlah penduduk yang luka-luka.
- Jumlah penduduk yang mengungsi.

2). Prasarana Umum

- Prasarana transportasi yang tergenang, rusak dan hanyut, diantaranya: jalan, jembatan dan bangunan lainnya; jalan KA, setasiun KA, terminal bus, jalan akses dan kompleks pelabuhan.
- Fasilitas sosial yang tergenang, rusak dan hanyut diantaranya: sekolah, rumah ibadah, pasar, gedung pertemuan, Puskesmas, Rumah Sakit, Kantor Pos, dan fasilitas sosial lainnya.
- Fasilitas pemerintahan, industri-jasa, dan fasilitas strategis lainnya: kantor instansi pemerintah, kompleks industri, kompleks perdagangan, instalasi listrik, pembangkit listrik, jaringan distribusi gas, instalasi telekomunikasi yang tergenang, rusak dan hanyut serta dampaknya, misal berapa lama fasilitas-fasilitas terganggu sehingga tidak dapat memberikan layanannya.
- Prasarana pertanian dan perikanan: sawah beririgasi dan sawah tadah hujan yang tergenang dan puso (penurunan atau kehilangan produksi), tambak, perkebunan, ladang, gudang pangan dan peralatan pertanian dan perikanan yang tergenang (tergenang lebih dari tiga hari dikategorikan rusak) dan rusak (terjadi penurunan atau kehilangan produksi) karena banjir.
- Prasarana pengairan: bendungan, bendung, tanggul, jaringan irigasi, jaringan drainase, pintu air, stasion pompa, dan sebagainya.

3). Harta Benda Perorangan

- Rumah tinggal yang tergenang, rusak dan hanyut.
- Harta benda (aset) diantaranya modal-barang produksi dan perdagangan, mobil, perabotan rumah tangga, dan lainnya yang tergenang, rusak dan hilang.
- Sarana pertanian-peternakan-perikanan: peternakan unggas, peternak hewan berkaki empat, dan ternaknya yang mati dan hilang. Perahu, dermaga dan sarana perikanan yang rusak dan hilang.

h. Upaya Mitigasi dan Pengurangan Bencana

Upaya mitigasi bencana banjir secara umum dapat dibagi menjadi tiga kegiatan yaitu upaya mitigasi non struktural, struktural serta peningkatan peranserta masyarakat.

1). Upaya Mitigasi Non Struktural

- Pembentukan “Kelompok Kerja” (POKJA) yang beranggotakan dinas-instansi terkait (diketuai Dinas Pengairan/Sumber Daya Air) di tingkat kabupaten/kota sebagai bagian dari Satuan Pelaksana (SATLAK) untuk melaksanakan dan menetapkan pembagian peran dan kerja atas upaya-upaya nonfisik penanggulangan mitigasi bencana banjir diantara anggota POKJA dan SATLAK, diantaranya inspeksi, pengamatan dan penelusuran atas prasarana & sarana pengendalian banjir yang ada dan langkah yang akan diuraikan pada uraian selanjutnya.
- Merekomendasikan upaya perbaikan atas prasarana dan sarana pengendalian banjir sehingga dapat berfungsi sebagaimana direncanakan.
- Memonitor dan mengevaluasi data curah hujan, banjir, daerah genangan dan informasi lain yang diperlukan untuk meramalkan kejadian banjir, daerah yang diidentifikasi terkena banjir serta daerah yang rawan banjir.
- Menyiapkan peta daerah rawan banjir dilengkapi dengan “*plotting*” rute pengungsian, lokasi pengungsian sementara, lokasi POSKO, dan lokasi pos pengamat debit banjir/ketinggian muka air banjir di sungai penyebab banjir.
- Mengecek dan menguji sarana sistim peringatan dini yang ada dan mengambil langkah-langkah untuk memeliharanya dan membentuknya jika belum tersedia dengan sarana yang paling sederhana sekalipun.
- Melaksanakan perencanaan logistik dan penyediaan dana, peralatan dan material yang diperlukan untuk kegiatan/upaya tanggap darurat, diantaranya dana persediaan tanggap darurat; persediaan bahan pangan dan air minum; peralatan penanggulangan (misalnya: *movable pump*, *dump truck*, dan lain-lain); material penanggulangan (misalnya kantong pasir, terucuk kayu/bambu, dan lain-lain); dan peralatan penyelamatan (seperti perahu karet, pelampung, dan lain-lain).
- Perencanaan dan penyiapan SOP (*Standard Operation Procedure*)/Prosedur Operasi Standar untuk kegiatan/tahap tanggap darurat yang melibatkan semua anggota SATKORLAK, SATLAK dan POSKO diantaranya identifikasi daerah rawan banjir, identifikasi rute evakuasi, penyediaan peralatan evakuasi (alat

transportasi, perahu, dan lain-lain), identifikasi dan penyiapan tempat pengungsian sementara seperti peralatan sanitasi mobile, penyediaan air minum, bahan pangan, peralatan dapur umum, obat-obatan dan tenda darurat.

- Pelaksanaan Sistem Informasi Banjir, dengan diseminasi langsung kepada masyarakat dan penerbitan *press release*/penjelasan kepada press dan penyebar luasan informasi tentang banjir melalui media masa cetak maupun elektronik yaitu station TV dan station radio.
- Melaksanakan pelatihan evakuasi untuk mengecek kesiapan masyarakat, SATLAK dan peralatan evakuasi, dan kesiapan tempat pengungsian sementara beserta perlengkapannya.
- Mengadakan rapat-rapat koordinasi di tingkat BAKORNAS, SATKORLAK, SATLAK, dan POKJA Antar Dinas/instansi untuk menentukan beberapa tingkat dari risiko bencana banjir berikut konsekuensinya dan pembagian peran diantara instansi yang terkait, serta pengenalan/diseminasi kepada seluruh anggota SATKORLAK, SATLAK, dan POSKO atas SOP dalam kondisi darurat dan untuk menyepakati format dan prosedur arus informasi/laporan.
- Membentuk jaringan lintas instansi/sector dan LSM yang bergerak dibidang kepedulian terhadap bencana serta dengan media masa baik cetak maupun elektronik (stasion TV dan radio) untuk mengadakan kampanye peduli bencana kepada masyarakat termasuk penyaluran informasi tentang bencana banjir.
- Melaksanakan pendidikan masyarakat atas pemetaan ancaman banjir dan risiko yang terkait serta penggunaan material bangunan yang tahan air/banjir.

2). Upaya Mitigasi Struktural

- Pembangunan tembok penahan dan tanggul disepanjang sungai, tembok laut sepanjang pantai yang rawan badai atau tsunami akan sangat membantu untuk mengurangi bencana banjir pada tingkat debit banjir yang direncanakan.
- Pengaturan kecepatan aliran dan debit air permukaan dari daerah hulu sangat membantu mengurangi terjadinya bencana banjir. Beberapa upaya yang perlu dilakukan untuk mengatur kecepatan air dan debit aliran air masuk kedalam sistem pengaliran

diantaranya adalah dengan reboisasi dan pembangunan sistem peresapan serta pembangunan bendungan/waduk.

- Pengerukan sungai, pembuatan sudetan sungai baik secara saluran terbuka maupun tertutup atau terowongan dapat membantu mengurangi terjadinya banjir.

3). Peranserta Masyarakat

Masyarakat baik sebagai individu maupun masyarakat secara keseluruhan dapat berperan secara signifikan dalam manajemen bencana banjir yang bertujuan untuk memitigasi dampak dari bencana banjir. Peranan dan tanggung jawab masyarakat dapat dikategorikan dalam dua aspek yaitu aspek penyebab dan aspek partisipatif.

- Aspek penyebab, jika beberapa peraturan yang sangat berpengaruh atas faktor-faktor penyebab banjir dilaksanakan atau dipatuhi akan secara signifikan akan mengurangi besaran dampak bencana banjir, faktor-faktor tersebut adalah:
 - Tidak membuang sampah/limbah padat ke sungai, saluran dan sistem drainase;
 - tidak membangun jembatan dan atau bangunan yang menghalangi atau mempersempit palung aliran sungai;
 - tidak tinggal dalam bantaran sungai;
 - tidak menggunakan dataran retensi banjir untuk permukiman atau untuk hal-hal lain diluar rencana peruntukannya;
 - menghentikan penggundulan hutan di daerah tangkapan air,
 - menghentikan praktek pertanian dan penggunaan lahan yang bertentangan dengan kaidah-kaidah konservasi air dan tanah;
 - dan
 - ikut mengendalikan laju urbanisasi dan pertumbuhan penduduk.
- Aspek partisipatif, dalam hal ini partisipasi atau kontribusi dari masyarakat dapat mengurangi dampak bencana banjir yang akan diderita oleh masyarakat sendiri, partisipasi yang diharapkan mencakup:
 - ikut serta dan aktif dalam latihan-latihan (gladi) upaya mitigasi bencana banjir misalnya kampanye peduli bencana, latihan kesiapan penanggulangan banjir dan evakuasi, latihan peringatan dini banjir dan sebagainya;

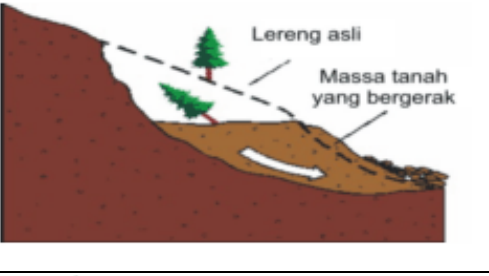
- ikut serta dan aktif dalam program desain & pembangunan rumah tahan banjir antara lain rumah tingkat, penggunaan material yang tahan air dan gerusan air;
- ikut serta dalam pendidikan publik yang terkait dengan upaya mitigasi bencana banjir;
- ikut serta dalam setiap tahapan konsultasi publik yang terkait dengan pembangunan prasarana pengendalian banjir dan upaya mitigasi bencana banjir;
- melaksanakan pola dan waktu tanam yang mengadaptasi pola dan kondisi banjir setempat untuk mengurangi kerugian usaha dan lahan pertanian dari banjir; dan
- mengadakan gotong-royong pembersihan saluran drainase yang ada dilingkungannya masing-masing.

3.2. TANAH LONGSOR

a. Pengertian

Longsor merupakan salah satu jenis gerakan massa tanah atau batuan, ataupun percampuran keduanya, menuruni atau keluar lereng akibat dari terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng tersebut.

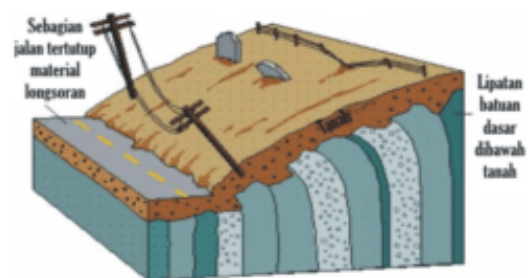
Ada 6 jenis tanah longsor, yakni: longsor translasi, longsor rotasi, pergerakan blok, runtuh batu, rayapan tanah, dan aliran bahan rombakan. Jenis longsor translasi dan rotasi paling banyak terjadi di Indonesia. Sedangkan longsor yang paling banyak memakan korban jiwa manusia adalah aliran bahan rombakan.

<p>Longsor Translasi, Longsor translasi adalah ber-geraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai.</p>	 <p>The diagram illustrates a cross-section of a hillside with a tree on the surface. A dashed line represents the original slope ('Lereng asli'). A solid line below it represents a flat failure surface ('bidang gelincir berbentuk rata'). A mass of soil and rock ('Massa tanah yang bergerak') is shown sliding down this surface.</p>
<p>Longsor Rotasi, Longsor rotasi adalah bergerak-nya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung.</p>	 <p>The diagram shows a cross-section of a hillside with two trees. A dashed line represents the original slope ('Lereng asli'). A solid line below it represents a curved failure surface ('bidang gelincir berbentuk cekung'). A mass of soil and rock ('Massa tanah yang bergerak') is shown sliding down this curved surface.</p>
<p>Pergerakan Blok, Pergerakan blok adalah perpindahan batuan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk rata. Longsor ini disebut juga longsor translasi blok batu.</p>	 <p>The diagram depicts a cross-section of a hillside with a tree. A dashed line indicates the 'Posisi Awal' (initial position) of a rigid block. A solid line below it shows a flat failure surface. The block is shown as a solid mass ('Blok yang bergerak') that has shifted down the slope.</p>

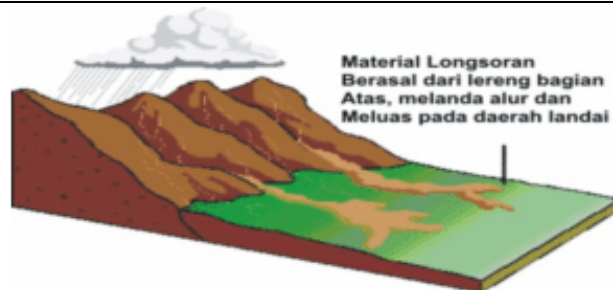
Runtuhan Batu, Runtuhan batu terjadi ketika sejumlah besar batuan atau material lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. Umumnya terjadi pada lereng yang terjal hingga menggantung terutama di daerah pantai. Batu-batu besar yang jatuh dapat menyebabkan kerusakan yang parah.



Rayapan Tanah, Rayapan Tanah adalah jenis tanah longsor yang bergerak lambat. Jenis tanahnya berupa butiran kasar dan halus. Jenis tanah longsor ini hampir tidak dapat dikenali. Setelah waktu yang cukup lama longsor jenis rayapan ini bisa menyebabkan tiang-tiang telepon, pohon, atau rumah miring ke bawah.



Aliran Bahan Rombakan, Jenis tanah longsor ini terjadi ketika massa tanah bergerak didorong oleh air. Kecepatan aliran tergantung pada kemiringan lereng, volume dan tekanan air, dan jenis materialnya. Gerakannya terjadi di sepanjang lembah dan mampu mencapai ratusan meter jauhnya. Di beberapa tempat bisa sampai ribuan meter seperti di daerah aliran sungai di sekitar gunungapi. Aliran tanah ini dapat menelan korban cukup banyak.



Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, ESDM

Gambar 10. Jenis-jenis longsor

b. Penyebab.

Tanah longsor terjadi karena ada gangguan kestabilan pada tanah/batuan penyusun lereng. Penyebab longsor dapat dibedakan menjadi penyebab yang berupa :

- Faktor pengontrol gangguan kestabilan lereng
- Proses pemicu longsor

Gangguan kestabilan lereng ini dikontrol oleh kondisi morfologi (terutama kemiringan lereng), kondisi batuan ataupun tanah penyusun lereng dan kondisi hidrologi atau tata air pada lereng. Meskipun suatu lereng rentan atau berpotensi untuk longsor, karena kondisi kemiringan lereng, batuan/tanah dan tata airnya, namun lereng tersebut belum akan longsor atau terganggu kestabilannya tanpa dipicu oleh proses pemicu.

Faktor pengontrol gangguan kestabilan lereng:

- Penggundulan hutan, tanah longsor umumnya banyak terjadi di daerah yang relatif gundul dimana pengikatan air tanah sangat kurang.
- Batuan endapan gunungapi dan batuan sedimen berukuran pasir dan campuran antara kerikil, pasir, dan lempung umumnya kurang kuat. Batuan tersebut akan mudah menjadi tanah bila mengalami proses pelapukan dan umumnya rentan terhadap tanah longsor bila terdapat pada lereng yang terjal.
- Jenis tanah yang kurang padat adalah tanah lempung atau tanah liat dengan ketebalan lebih dari 2,5 m dan sudut lereng cukup tinggi memiliki potensi untuk terjadinya tanah longsor terutama bila terjadi hujan. Selain itu tanah ini sangat rentan terhadap pergerakan tanah karena menjadi lembek terkena air dan pecah ketika hawa terlalu panas.
- Ancaman tanah longsor biasanya dimulai pada bulan November karena meningkatnya intensitas curah hujan. Musim kering yang panjang akan menyebabkan terjadinya penguapan air di permukaan tanah dalam jumlah besar. Hal itu mengakibatkan munculnya pori-pori atau rongga tanah hingga terjadi retakan dan merekahnya tanah permukaan.
- Lereng atau tebing yang terjal akan memperbesar gaya pendorong. Lereng yang terjal terbentuk karena pengikisan air sungai, mata air, air laut, dan angin.

- Tanah longsor banyak terjadi di daerah tata lahan persawahan, perladangan, dan adanya genangan air di lereng yang terjal. Pada lahan persawahan akarnya kurang kuat untuk mengikat butir tanah dan membuat tanah menjadi lembek dan jenuh dengan air sehingga mudah terjadi longsor. Sedangkan untuk daerah perladangan penyebabnya adalah karena akar pohonnya tidak dapat menembus bidang longsoran yang dalam dan umumnya terjadi di daerah longsoran lama.

Proses pemicu longsor dapat berupa:

- Peningkatan kandungan air dalam lereng, sehingga terjadi akumulasi air yang merenggangkan ikatan antar butir tanah dan akhirnya mendorong butir-butir tanah untuk longsor. Peningkatan kandungan air ini sering disebabkan oleh meresapnya air hujan, air kolam/selokan yang bocor atau air sawah ke dalam lereng
- Getaran pada lereng akibat gempa bumi ataupun ledakan, penggalian, getaran alat/kendaraan. Gempabumi pada tanah pasir dengan kandungan air sering mengakibatkan *liquefaction* (tanah kehilangan kekuatan geser dan daya dukung, yang diiringi dengan penggenangan tanah oleh air dari bawah tanah).
- Peningkatan beban yang melampau daya dukung tanah atau kuat geser tanah. Beban yang berlebihan ini dapat berupa beban bangunan ataupun pohon-pohon yang terlalu rimbun dan rapat yang ditanam pada lereng lebih curam dari 40 derajat.
- Pemotongan kaki lereng secara sembarangan yang mengakibatkan lereng kehilangan gaya penyangga.
- Akibat susutnya muka air yang cepat di danau/waduk dapat menurunkan gaya penahan lereng, sehingga mudah terjadi longsor dan penurunan tanah yang biasanya diikuti oleh retakan.

c. Mekanisme Perusakan

Gerakan tanah atau tanah longsor merusakkan jalan, pipa dan kabel baik akibat gerakan di bawahnya atau karena penimbunan material hasil longsor. Gerakan tanah yang berjalan lambat menyebabkan penggelembungan (*tilting*) dan bangunan tidak dapat digunakan. Retakan pada tanah menyebabkan fondasi bangunan terpisah dan menghancurkan utilitas lainnya didalam tanah. Runtuhan lereng yang tiba tiba dapat menyeret permukiman turun jauh di bawah lereng.

Runtuhan batuan (*rockfalls*) yang berupa luncuran batuan dapat menerjang bangunan-bangunan atau permukiman di bawahnya. Aliran butiran (*debris flow*) dalam tanah yang lebih lunak, menyebabkan aliran lumpur yang dapat mengubur bangunan permukiman, menutup aliran sungai sehingga menyebabkan banjir, dan menutup jalan. *Liquefaction* adalah proses terpisahnya air didalam pori-pori tanah akibat getaran sehingga tanah kehilangan daya dukung terhadap bangunan yang ada di atasnya sebagai akibatnya bangunan akan amblas atau terjungkal.

d. Kajian Bahaya

- 1) Identifikasi morfologi dan endapan-endapan longsor masa lalu dengan metoda geologi teknik/geoteknik, untuk memperhitungkan kemungkinan kejadian longsor kembali yang mengancam pemukiman atau prasarana penting.
- 2) Identifikasi faktor pengontrol yang dominan mengganggu kestabilan lereng, serta kemungkinan faktor pemicu seperti gempa bumi, badai/hujan deras, dan sebagainya.
- 3) Pemetaan topografi untuk mengetahui tingkat kelerengan.
- 4) Pemetaan geologi untuk mengetahui stratigrafi lereng, mengetahui jenis tanah dan batuan penyusun lereng dan sifat keteknikannya, serta mengetahui sebaran tanah/batuan tersebut.
- 5) Pemetaan geohidrologi untuk mengetahui kondisi air tanah.
- 6) Pemetaan tingkat kerentanan gerakan massa tanah/longsoran dengan cara mengkombinasikan atau menampalkan hasil penyelidikan di point 1) dan 2), serta hasil pemetaan di point 3), 4) dan 5).
- 7) Identifikasi pemanfaatan lahan yang berupa daerah tanah urugan, timbunan sampah atau tanah.
- 8) Antisipasi bahaya longsor susulan pada endapan longsoran yang baru terjadi.

e. Gejala dan Peringatan dini

- Muncul retakan memanjang atau lengkung pada tanah atau pada konstruksi bangunan, yang biasa terjadi setelah hujan.
- Terjadi penggembungan pada lereng atau pada tembok penahan.
- Tiba-tiba pintu atau jendela rumah sulit dibuka, kemungkinan akibat deformasi bangunan yang terdorong oleh massa tanah yang bergerak.
- Tiba-tiba muncul rembesan atau mata air pada lereng.

- Apabila pada lereng sudah terdapat rembesan air/mata air, air tersebut tiba-tiba menjadi keruh bercampur lumpur.
- Pohon-pohon atau tiang-tiang miring searah kemiringan lereng.
- Terdengar suara gemuruh atau suara ledakan dari atas lereng.
- Terjadi runtuh atau aliran butir tanah/kerikil secara mendadak dari atas lereng.

f. Parameter

- Volume material yang bergerak/longsor (m^3)
- Luas daerah yang terkubur (m^2)
- Kecepatan gerakan (cm/hari, m/jam)
- Ukuran bongkah batuan (diameter, berat, volume)
- Jenis dan intensitas kerusakan (rumah)
- Jumlah korban (jiwa).

g. Komponen yang Terancam

- Permukiman yang dibangun pada lereng yang terjal dan tanah yang lunak, atau dekat tebing sungai.
- Permukiman yang dibangun di bawah lereng yang terjal.
- Permukiman yang dibangun di mulut sungai yang berasal dari pegunungan di atasnya (dekat dengan pegunungan/perbukitan), rawan terhadap banjir bandang.
- Jalan dan prasarana komunikasi yang melintasi lembah dan perbukitan.
- Bangunan tembok.
- Bangunan dengan fondasi yang lemah.
- Struktur bangunan dengan fondasi tidak menyatu.
- Utilitas bawah tanah, pipa air, pipa gas dan pipa kabel.

h. Upaya Mitigasi dan Pengurangan Bencana

- Hindarkan daerah rawan bencana untuk pembangunan permukiman dan fasilitas utama lainnya.
- Mengurangi tingkat keterjalan lereng.
- Meningkatkan/memperbaiki dan memelihara drainase baik air permukaan maupun air tanah (fungsi drainase adalah untuk menjauhkan air dari lereng, menghindari air meresap ke dalam lereng atau menguras

air dalam lereng ke luar lereng. Jadi drainase harus dijaga agar jangan sampai tersumbat atau meresapkan air ke dalam tanah).

- Pembuatan bangunan penahan, jangkar (*anchor*) dan *pillling*.
- Terasering dengan system drainase yang tepat (drainase pada teras-teras dijaga jangan sampai menjadi jalan meresapnya air ke dalam tanah).
- Penghijauan dengan tanaman yang sistem perakarannya dalam dan jarak tanam yang tepat (khusus untuk lereng curam, dengan kemiringan lebih dari 40 derajat atau sekitar 80 % sebaiknya tanaman tidak terlalu rapat serta diselingi dengan tanaman – tanaman yang lebih pendek dan ringan, di bagian dasar ditanam rumput).
- Sebaiknya dipilih tanaman lokal yang digemari masyarakat, dan tanaman tersebut harus secara teratur dipangkas ranting-rantingnya/ cabang-cabangnya atau dipanen.
- Khusus untuk aliran butir dapat diarahkan dengan pembuatan saluran.
- Khusus untuk runtuh batu dapat dibuatkan tanggul penahan baik berupa bangunan konstruksi, tanaman maupun parit.
- Pengenalan daerah yang rawan longsor.
- Identifikasi daerah yang aktif bergerak, dapat dikenali dengan adanya rekahan rekahan berbentuk ladam (tapal kuda).
- Hindarkan pembangunan di daerah yang rawan longsor.
- Mendirikan bangunan dengan fondasi yang kuat.
- Melakukan pemadatan tanah disekitar perumahan.
- Stabilisasi lereng dengan pembuatan terase dan penghijauan.
- Pembuatan tanggul penahan untuk runtuh batuan (*rock fall*).
- Penutupan rekahan rekahan diatas lereng untuk mencegah air masuk secara cepat kedalam tanah.
- Pondasi tiang pancang sangat disarankan untuk menghindari bahaya *liquifaction*.
- Pondasi yang menyatu, untuk menghindari penurunan yang tidak seragam (*differential settlement*).
- Utilitas yang ada didalam tanah harus bersifat fleksibel.
- Dalam beberapa kasus relokasi sangat disarankan

3.3. KEKERINGAN

a. Pengertian

Kekeringan adalah hubungan antara ketersediaan air yang jauh di bawah kebutuhan air baik untuk kebutuhan hidup, pertanian, kegiatan ekonomi dan lingkungan.

Untuk memudahkan dalam memahami masalah kekeringan, berikut diuraikan klasifikasi kekeringan yang terjadi secara alamiah dan atau ulah manusia, sebagai berikut:

1). Kekeringan Alamiah

- Kekeringan Meteorologis berkaitan dengan tingkat curah hujan di bawah normal dalam satu musim. Pengukuran kekeringan meteorologis merupakan indikasi pertama adanya kekeringan.
- Kekeringan Hidrologis berkaitan dengan kekurangan pasokan air permukaan dan air tanah. Kekeringan ini diukur berdasarkan elevasi muka air sungai, waduk, danau dan elevasi muka air tanah. Ada tenggang waktu mulai berkurangnya hujan sampai menurunnya elevasi muka air sungai, waduk, danau dan elevasi muka air tanah. Kekeringan hidrologis bukan merupakan indikasi awal adanya kekeringan.
- Kekeringan Pertanian berhubungan dengan kekurangan lengas tanah (kandungan air dalam tanah) sehingga tidak mampu memenuhi kebutuhan tanaman tertentu pada periode waktu tertentu pada wilayah yang luas. Kekeringan pertanian ini terjadi setelah gejala kekeringan meteorologi.
- Kekeringan Sosial Ekonomi berkaitan dengan kondisi dimana pasokan komoditi ekonomi kurang dari kebutuhan normal akibat terjadinya kekeringan meteorologi, hidrologi, dan pertanian.

2). Kekeringan Antropogenik.

Kekeringan yang disebabkan karena ketidak-taatan pada aturan terjadi karena:

- Kebutuhan air lebih besar dari pasokan yang direncanakan akibat ketidaktaatan pengguna terhadap pola tanam/penggunaan air.
- Kerusakan kawasan tangkapan air, sumber-sumber air akibat perbuatan manusia.

b. Penyebab

Dari data historis, kekeringan di Indonesia sangat berkaitan erat dengan fenomena ENSO (El-Nino Southern Oscillation). Pengamatan dari tahun 1844, dari 43 kejadian kekeringan di Indonesia, hanya enam kejadian yang tidak berkaitan dengan kejadian El-Nino. Namun demikian dampak kejadian El-Nino terhadap keragaman hujan di Indonesia beragam menurut lokasi. Pengaruh El-Nino kuat pada wilayah yang pengaruh sistem monsoon kuat, lemah pada wilayah yang pengaruh sistem equatorial kuat, dan tidak jelas pada wilayah yang pengaruh lokal kuat. Pengaruh El-Nino lebih kuat pada musim kemarau dari pada musim hujan. Pengaruh El-Nino pada keragaman hujan memiliki beberapa pola:

- (i) akhir musim kemarau mundur dari normal,
- (ii) awal masuk musim hujan mundur dari normal,
- (iii) curah hujan musim kemarau turun tajam dibanding normal,
- (iv) deret hari kering semakin panjang, khususnya di daerah Indonesia bagian timur.

c. Mekanisme Perusakan

Kekeringan akan berdampak pada kesehatan manusia, tanaman serta hewan baik langsung maupun tidak langsung. Kekeringan menyebabkan pepohonan akan mati dan tanah menjadi gundul yang pada saat musim hujan menjadi mudah tererosi dan banjir. Dampak dari bahaya kekeringan ini seringkali secara gradual/lambat, sehingga jika tidak dimonitor secara terus menerus akan mengakibatkan bencana berupa hilangnya bahan pangan akibat tanaman pangan dan ternak mati, petani kehilangan mata pencaharian, banyak orang kelaparan dan mati, sehingga berdampak urbanisasi.

d. Kajian Indikator Kekeringan

1). Alamiah.

a). Kekeringan meteorologis/klimatologis.

Intensitas kekeringan menurut definisi meteorologis adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Indikator intensitas kekeringan meteorologis

Intensitas Kekeringan Meteorologis	Curah Hujan
Kering (curah hujan di bawah normal)	70% - 85% dari normal
Sangat Kering (curah hujan jauh di bawah normal)	50% - 70% dari normal
Amat sangat kering (curah hujan amat jauh di bawah normal)	< 50% dari normal

b). Kekeringan hidrologis.

Intensitas kekeringan menurut definisi hidrologis adalah sbb :

Tabel 2. Indikator intensitas kekeringan hidrologis

Intensitas Kekeringan Hidrologis	Debit Air Sungai
Kering	mencapai periode ulang aliran periode 5 tahunan
Sangat Kering	mencapai periode ulang aliran jauh di bawah periode 25 tahunan
Amat sangat kering	mencapai periode ulang aliran amat jauh di bawah periode 50 tahunan

c). Kekeringan pertanian.

Intensitas kekeringan menurut definisi pertanian dinilai berdasarkan prosentase luas daun yang kering untuk tanaman padi:

Tabel 3. Indikator intensitas kekeringan pertanian

Intensitas Kekeringan Pertanian	Prosentase Daun kering
Kering (terkena ringan s/d sedang)	$\frac{1}{4}$ daun kering dimulai pada bagian ujung daun
Sangat kering (terkena berat)	$\frac{1}{4}$ - $\frac{2}{3}$ daun kering dimulai pada bagian ujung daun
Amat sangat kering (Puso)	semua bagian daun kering

Apabila dinilai dari segi penurunan produksi, terkena ringan s/d berat diperkirakan kehilangan hasil bisa mencapai 75% dengan rata-rata sekitar 50%. Dan puso apabila kehilangan hasil diatas 95%.

Untuk kekeringan ditinjau dari kehutanan dinilai dari Keetch Byram Drough Index (KBDI) :

- Kering (Kekeringan rendah) : 0 – 999
- Sangat kering : 1000 – 1499
- Amat sangat kering \geq 1500

d). Kekeringan sosial ekonomi.

Intensitas kekeringan menurut definisi sosial ekonomi dapat dinilai dari tingkat kerawanan pangan dengan klasifikasi sebagai berikut:

- Kering
- Sangat kering
- Amat sangat kering

Atau dapat juga dinilai dari ketersediaan air minum/bersih :

Tabel 4. Kategori kekeringan sosial ekonomi

No	Kategori	Ketersediaan Air (Lt/Orang/hari)	Pemenuhan Kebutuhan Untuk	Jarak ke Sumber Air (Km)
1	Kering (Langka Terbatas)	> 30 < 60	Minum, Masak, Cuci alat makan/masak, mandi terbatas	0,1 – 0,5
2	Sangat Kering (Langka)	> 10 < 30	Minum, Masak, Cuci alat makan/masak	0,5 – 3
3	Amat Sangat Kering (Kritis)	< 30	Minum, masak	> 3

2). Antropogenik.

Intensitas kekeringan akibat ulah manusia terjadi apabila :

- Rawan : apabila tingkat penutupan tajuk (*crown cover*) 40% - 50%
- Sangat rawan : apabila tingkat penutupan tajuk (*crown cover*) 20% - 40%
- Amat sangat rawan : apabila tingkat penutupan tajuk (*crown cover*) di DAS < 20%

e. Gejala Terjadinya Kekeringan

- Kekeringan berkaitan dengan menurunnya tingkat curah hujan di bawah normal dalam satu musim. Pengukuran kekeringan meteorologis merupakan indikasi pertama adanya kekeringan.
- Tahap kekeringan selanjutnya adalah terjadinya kekurangan pasokan air permukaan dan air tanah. Kekeringan ini diukur berdasarkan elevasi muka air sungai, waduk, danau dan elevasi muka air tanah. Ada tenggang waktu mulai berkurangnya hujan sampai menurunnya elevasi muka air sungai, waduk, danau dan elevasi muka air tanah. Kekeringan hidrologis bukan merupakan indikasi awal adanya kekeringan.
- Kekeringan pada lahan pertanian ditandai dengan kekurangan lengas tanah (kandungan air dalam tanah) sehingga tidak mampu memenuhi kebutuhan tanaman tertentu pada fase tertentu pada wilayah yang luas yang menyebabkan tanaman menjadi rusak/mengering.

f. Komponen Yang Terancam Bencana

1). Komponen Sosial:

- Kekurangan pangan (menurunnya tingkat nutrisi, malnutrisi, kelaparan) ;
- Kehilangan nyawa ;
- Keamanan publik dari kebakaran hutan dan lahan peternakan/padang rumput ;
- Konflik antar pengguna air ;
- Penurunan kesehatan yang terkait dengan masalah debit air rendah (hilangnya aliran penggelontor untuk limbah, bertambahnya konsentrasi polusi, dll) ;
- Ketidaksamaan atas distribusi dampak kekeringan/pertolongannya ;
- Menurunnya kondisi kehidupan di daerah perdesaan ;
- Bertambahnya kemiskinan ;
- Menurunnya kualitas hidup ;
- Ketegangan/kerusakan sosial ;
- Migrasi penduduk (dari perdesaan ke perkotaan).

2). Komponen Ekonomi:

- Kehilangan dari produksi tanaman.
 - Kehilangan produksi tahunan dan tanaman perennial, kerusakan pada kualitas tanaman.
 - Penyebaran/berkembang-biaknya serangga.
 - Penyakit tanaman.
 - Kerusakan yang diakibatkan oleh stawa liar kepada tanaman.
- Kehilangan produksi peternakan dan produksi susu sapi.
 - Berkurangnya produktivitas lahan peternakan.
 - Berkurangnya cadangan ternak.
 - Berkurangnya/pembatasan tanah-tanah publik untuk padang rumput.
 - Mahalnya/ketidakersediaan pakan ternak.
 - Tingginya angka kematian ternak.
 - Bertambahnya predator.
 - Kebakaran dalam daerah peternakan.

- Kehilangan produksi kayu.
 - Kebakaran hutan.
 - Penyakit pada pepohonan.
 - Berkembangnya serangga.
 - Penurunan produksi lahan hutan.
 - Kehilangan produksi perikanan air tawar
 - Rusaknya habitat ikan air tawar.
 - Kehilangan ikan-ikan kecil karena berkurangnya aliran.
 - Menurunnya pertumbuhan ekonomi nasional, menjadi hambatan dari perkembangan ekonomi.
 - Kehilangan pendapatan untuk petani dan usaha-usaha lainnya yang terkena dampak.
 - Kehilangan dari usaha-usaha pariwisata.
 - Kehilangan pada produser dan penjual peralatan pariwisata.
 - Bertambahnya kebutuhan energi dan pengurangan pasokan energi karena pengurangan pembangkitan listrik yang terkait dengan kekeringan.
 - Biaya pengganti energi listrik tenaga air yang lebih mahal yang berasal dari energi minyak untuk industri dan pelanggan.
- 3). Komponen Lingkungan:
- Kerusakan pada spesies binatang
 - Habitat satwa liar.
 - Berkurangnya pakan dan air minum.
 - Penyakit.
 - Bertambahnya kerentanan atas predator (dari spesies yang berkonsentrasi di sekitar air).
 - Erosi tanah yang berasal dari air dan angin.
 - Kerusakan pada spesies ikan air tawar.
 - Kerusakan pada spesies tumbuhan.
 - Dampak atas kualitas air (meningkatnya kadar salinitas air).
 - Dampaknya atas kualitas udara (debu, polutan).
 - Kualitas visual dan *landscape*/panorama (debu, tumbuhan penutup).

g. Upaya Mitigasi dan Pengurangan Bencana

Penanggulangan kekeringan disusun dan dirancang berdasarkan kepada hasil peramalan dan *monitoring*, hasil dari penilaian kemungkinan dampak atau besar dampak, ketersediaan dana dan teknologi antisipasi, mitigasi, dan pemulihan, kesiapan kelembagaan dan SDM.

Adapun upaya mitigasi dan pengurangan bencana yang dapat dilakukan diantaranya:

- Penyusunan peraturan pemerintah tentang pengaturan sistem pengiriman data iklim dari daerah ke pusat pengolahan data.
- Penyusunan PERDA untuk menetapkan skala prioritas penggunaan air dengan memperhatikan *historical right* dan azas keadilan.
- Pembentukan pokja dan posko kekeringan pada tingkat pusat dan daerah.
- Penyediaan sarana komunikasi khusus antar Pokja/Posko Daerah dan Pokja/Posko Pusat.
- Penyediaan anggaran khusus untuk pengembangan/perbaikan jaringan pengamatan iklim pada daerah-daerah rawan kekeringan.
- Penyiapan dana, sarana dan prasarana (termasuk sistem distribusinya) untuk pelaksanaan program antisipatif dan mitigasi dampak kekeringan yang tidak terikat dengan sistem tahun anggaran sehingga langkah operasional dapat dilakukan tepat waktu.
- Penyusunan sistem penilaian wilayah rawan dan potensi dampak kekeringan yang terkomputerisasi sampai tingkat desa.
- Penyusunan peta rawan kekeringan di Indonesia.
- Penentuan teknologi antisipatif (pembuatan embung, teknologi pemanenan hujan, penyesuaian pola tanam dan teknologi budidaya dll) dan sistem pengaliran air irigasi yang disesuaikan dengan hasil prakiraan iklim.
- Peningkatan kemampuan tenaga lokal dalam melokalisasikan prakiraan iklim yang bersifat global.
- Pengembangan sistem *reward* dan *punishment* bagi masyarakat yang melakukan upaya konservasi dan rehabilitasi sumberdaya air dan lahan.

3.4. KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN

a. Pengertian

Kebakaran hutan dan lahan, adalah perubahan langsung atau tidak langsung terhadap sifat fisik dan atau hayatinya yang menyebabkan kurang berfungsinya hutan atau lahan dalam menunjang kehidupan yang berkelanjutan sebagai akibat dari penggunaan api yang tidak terkendali maupun faktor alam yang dapat mengakibatkan terjadinya kebakaran hutan dan atau lahan.

b. Penyebab

- Aktivitas manusia yang menggunakan api di kawasan hutan dan lahan, sehingga menyebabkan bencana kebakaran.
- Faktor alam yang dapat memicu terjadinya kebakaran hutan dan lahan.
- Jenis tanaman yang sejenis dan memiliki titik bakar yang rendah serta hutan yang terdegradasi menyebabkan semakin rentan terhadap bahaya kebakaran.
- Angin yang cukup besar dapat memicu dan mempercepat menjalarnya api.
- Topografi yang terjal semakin mempercepat merembetnya api dari bawah ke atas.

c. Mekanisme Perusakan

Kebakaran hutan dan lahan yang terjadi sebagian besar dipengaruhi oleh faktor manusia yang sengaja melakukan pembakaran dalam rangka penyiapan lahan. Disamping itu juga bisa terjadi kebakaran akibat kelalaian, serta karena faktor alam. Kebakaran terjadi karena adanya bahan bakar, oksigen dan panas. Kerusakan lingkungan akibat kebakaran antara lain berupa hilangnya flora dan fauna serta terganggunya ekosistem. Bahkan dapat menyebabkan kerusakan sarana dan prasarana, permukiman serta korban jiwa manusia. Dampak lebih lanjut akibat asap yang ditimbulkan dapat berpengaruh pada kesehatan manusia terutama gangguan pernafasan serta gangguan aktivitas kehidupan sehari hari, antara lain terganggunya lalu lintas udara, air dan darat.

d. Kajian Bahaya

- Prediksi cuaca untuk mengetahui datangnya musim kering/kemarau.

- Monitoring titik api serta menetapkan daerah rawan kebakaran hutan dan lahan.
- Pemetaan daerah rawan bencana kebakaran berdasarkan kejadian masa lalu dan meningkatnya aktivitas manusia untuk mengetahui tingkat kerawanan suatu kawasan.
- Pemetaan daerah tutupan lahan serta jenis tanaman sebagai bahan bakar.
- Pemetaan tata guna lahan.

e. Gejala dan Peringatan Dini

- Adanya aktivitas manusia menggunakan api di kawasan hutan dan lahan.
- Ditandai dengan adanya tumbuhan yang meranggas.
- Kelembaban udara rendah.
- Kekeringan akibat musim kemarau yang panjang.
- Peralihan musim menuju kemarau.
- Meningkatnya migrasi satwa keluar habitatnya.

f. Parameter

- Luas areal yang terbakar (hektar)
- Luas areal yang terpengaruh oleh kabut asap (hektar)
- Fungsi kawasan yang terbakar (Taman Nasional, Cagar Alam, Hutan Lindung, dll).
- Jumlah penderita penyakit saluran pernafasan atas (ISPA).
- Menurunnya keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa liar.
- Menurunnya fungsi ekologis.
- Tingkat kerugian ekonomi yang ditimbulkan.

g. Komponen yang Terancam

- Kerusakan ekologis yang mempengaruhi sistem penunjang kehidupan.
- Hilangnya potensi kekayaan hutan.
- Tanah yang terbuka akibat hilangnya tanaman sangat rentan terhadap erosi pada saat musim hujan sehingga akan menyebabkan longsor di daerah hulu dan banjir di daerah hilir.
- Penurunan kualitas kesehatan masyarakat untuk daerah yang luas disekitar daerah kebakaran.

- Turunnya pendapatan pemerintah dan masyarakat akibat terganggunya transportasi dan aktivitas ekonomi.
- Musnahnya aset negara dan sarana, prasarana vital.

h. Upaya Mitigasi dan Pengurangan Bencana

- Kampanye dan sosialisasi kebijakan pengendalian kebakaran lahan dan hutan.
- Peningkatan masyarakat peduli api (MPA).
- Peningkatan penegakan hukum
- Pembentukan pasukan pemadaman kebakaran khususnya untuk penanggulangan kebakaran secara dini.
- Pembuatan waduk (embung) di daerahnya untuk pemadaman api.
- Pembuatan sekat bakar, terutama antara lahan, perkebunan, pertanian dengan hutan.
- Hindarkan pembukaan lahan dengan cara pembakaran.
- Hindarkan penanaman tanaman sejenis untuk daerah yang luas.
- Melakukan pengawasan pembakaran lahan untuk pembukaan lahan secara ketat.
- Melakukan penanaman kembali daerah yang telah terbakar dengan tanaman yang heterogen.
- Partisipasi aktif dalam pemadaman awal kebakaran di daerahnya.
- Pengembangan teknologi pembukaan lahan tanpa membakar (pembuatan kompos, briket arang dll).
- Kesatuan persepsi dalam pengendalian kebakaran lahan dan hutan.
- Penyediaan dana tanggap darurat untuk penanggulangan kebakaran lahan dan hutan disetiap unit kerja terkait.
- Pengelolaan bahan bakar secara intensif untuk menghindari kebakaran yang lebih luas.



Gambar 11. Pemadaman kebakaran hutan dan lahan melalui udara

3.5. ANGIN BADAI

a. Pengertian

Pusaran angin kencang dengan kecepatan angin 120 km/jam atau lebih yang sering terjadi di wilayah tropis di antara garis balik utara dan selatan, kecuali di daerah-daerah yang sangat dekat dengan khatulistiwa.

b. Penyebab

Angin kencang ini disebabkan oleh perbedaan tekanan dalam suatu sistem cuaca. Angin paling kencang yang terjadi di daerah tropis ini umumnya berpusar dengan radius ratusan kilometer di sekitar daerah sistem tekanan rendah yang ekstrem. Sistem pusaran ini bergerak dengan kecepatan sekitar 20 km/jam. Di Indonesia, angin ini dikenal sebagai badai, di Samudra Pasifik sebagai angin taifun (*typhoon*), di Samudra Hindia disebut siklon (*cyclone*), dan di Amerika dinamakan *hurricane*.

c. Mekanisme Perusakan

Tekanan dan hisapan dari tenaga angin meniup selama beberapa jam. Tenaga angin yang kuat dapat merobohkan bangunan. Umumnya kerusakan dialami oleh bangunan dan bagian yang non struktural seperti atap, antena, papan reklame, dan sebagainya. Badai yang terjadi di laut atau danau dapat menyebabkan kapal tenggelam. Kebanyakan angin badai disertai dengan hujan deras yang dapat menimbulkan bencana lainnya seperti tanah longsor dan banjir.

d. Kajian Bahaya

Data kecepatan dan arah angin dari stasiun dan satelit meteorologi memberikan informasi tentang kuat dan pola pergerakan angin di suatu daerah. Faktor lokal seperti topografi, vegetasi dan daerah permukiman dapat berpengaruh terhadap cuaca lokal. Catatan kejadian angin badaidimasa lalu dapat digunakan untuk mengetahui pola umum kejadian angin badaidimasa yang akan datang.

e. Gejala dan Peringatan dini

Badai tropis dapat terjadi secara mendadak, tetapi sebagian besar badai tersebut terbentuk melalui suatu proses selama beberapa jam atau hari yang dapat diikuti melalui satelite cuaca. *Monitoring* dengan menggunakan *sattelite* ini dapat untuk mengetahui arah dari serangan aingin badai

sehingga cukup waktu untuk memberikan peringatan dini. Meskipun demikian perubahan system cuaca sangat kompleks sehingga sulit dibuat prediksi secara cepat dan akurat.

f. Parameter

Skala kecepatan angin digunakan untuk mengukur atau mengkasifikasikan kekuatan angin badai diusulkan oleh Hebert Saffir yang dikenal dengan skala **Saffir-Simpson**. Skala ini mempunyai tingkatan 1 sampai dengan 5.

Tabel 5. Skala Saffir-Simpson

Tingkat/Level	Kecepatan angin Km/Jam	Tingkat Kerusakan
1	120 - 153	Sedikit
2	154 - 177	Sedang
3	178 - 209	Luas
4	210 - 249	Hebat
5	> 250	Sangat Hebat

Sebagai contoh Badai Mitch tahun 1998 di Karibia dan Honduras serta Badai Cathrina di New Orleans Amerika Serikat tahun 2005, keduanya memiliki kekuatan/level 5. Di Indonesia, umumnya yang disebut angin badai terjadi pada level 1 atau kurang.

g. Komponen yang Terancam

- Struktur bangunan yang ringan atau perumahan yang terbuat dari kayu
- Bangunan bangunan sementara atau semi permanen
- Atap bangunan
- Material bangunan tambahan yang menempel kurang kuat pada bangunan utama seperti papan, seng, asbes, dan sebagainya.
- Pohon, pagar serta tanda tanda lalulintas dan papan reklame
- Tiang tiang kabel listrik yang tinggi
- Kapal-kapal penangkap ikan atau bangunan industri maritim lainnya yang terletak disekitar pantai

h. Upaya Mitigasi dan Pengurangan Bencana

- Struktur bangunan yang memenuhi syarat teknis untuk mampu bertahan terhadap gaya angin

- Perlunya penerapan aturan standar bangunan yang memperhitungkan beban angin khususnya di daerah yang rawan angin badai
- Penempatan lokasi pembangunan fasilitas yang penting pada daerah yang terlindung dari serangan angin badai
- Penghijauan di bagian atas arah angin untuk meredam gaya angin
- Pembangunan bangunan umum yang cukup luas yang dapat digunakan sebagai tempat penampungan sementara bagi orang maupun barang saat terjadi serangan angin badai.
- Pembangunan rumah yang tahan angin
- Pengamanan/perkuatan bagian bagian yang mudah diterbangkan angin yang dapat membahayakan diri atau orang lain disekitarnya
- Kesiapsiagaan dalam menghadapi angin badai, mengetahui bagaimana cara penyelamatan diri
- Pengamanan barang barang disekitar rumah agar terikat/dibangun secara kuat sehingga tidak diterbangkan angin
- Untuk para nelayan, supaya menambatkan atau mengikat kuat kapal kapalnya

3.6. GELOMBANG PASANG/BADAI

a. Pengertian

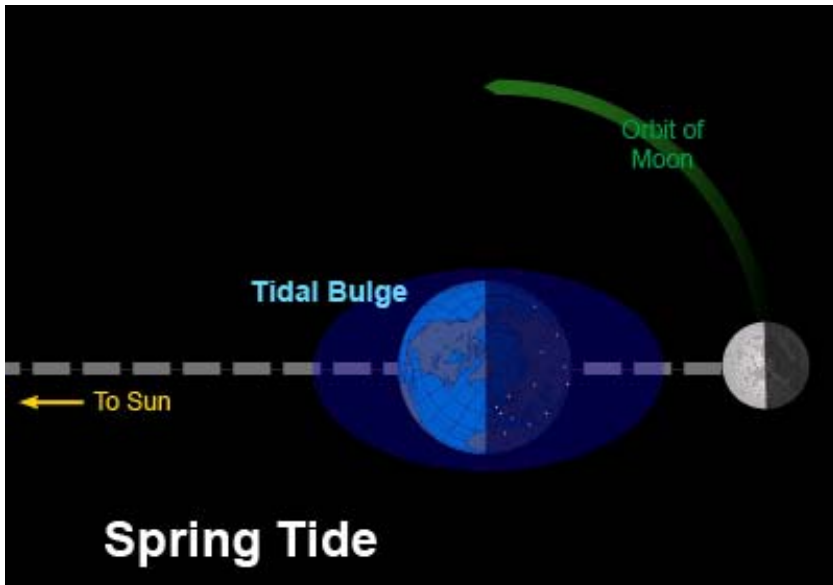
Pengertian gelombang laut (ideal) adalah pergerakan naik turunnya muka air laut yang membentuk lembah dan bukit mengikuti gerak sinusoidal.

Pengertian gelombang yang dijelaskan di atas merupakan gelombang periode singkat (*wave of short period*), yang biasanya dibangkitkan oleh tiupan angin di permukaan laut. Selain tipe gelombang diatas, terdapat juga gelombang periode panjang (*wave of long period*) yang mempunyai periode lebih lama dari gelombang yang disebabkan oleh angin. Beberapa proses alam yang terjadi dalam waktu yang bersamaan akan membentuk variasi muka air laut dengan periode yang panjang. Yang termasuk dalam kategori gelombang periode panjang, antara lain: gelombang pasang surut (*astronomical tide/tidal wave*), gelombang tsunami, dan gelombang badai (*storm wave*).

Gelombang pasang surut (pasut) adalah gelombang yang ditimbulkan oleh gaya tarik menarik antara bumi dengan planet-planet lain terutama dengan bulan dan matahari. Gelombang ini mempunyai periode sekitar 12,4 jam dan 24 jam. Gelombang pasut juga mudah diprediksi dan diukur, baik besar dan waktu terjadinya. Sedangkan gelombang tsunami dan gelombang badai tidak dapat diprediksi kapan terjadinya.

Berdasarkan faktor pembangkitnya, pasang surut dapat dibagi dalam dua kategori yaitu: pasang purnama (pasang besar, *spring tide*) dan pasang perbani (pasang kecil, *neap tide*).

Pada setiap sekitar tanggal 1 dan 15 (saat bulan mati dan bulan purnama) posisi bulan-bumi-matahari berada pada satu garis lurus (Gambar 12), sehingga gaya tarik bulan dan matahari terhadap bumi saling memperkuat. Dalam keadaan ini terjadi pasang purnama dimana tinggi pasang sangat besar dibanding pada hari-hari yang lain.



Gambar 12. Pasang purnama (saat bulan purnama).

Sedangkan pada sekitar tanggal 7 dan 21, dimana bulan dan matahari membentuk sudut siku-siku terhadap bumi (Gambar 13) maka gaya tarik bulan dan matahari terhadap bumi saling mengurangi. Dalam keadaan ini terjadi pasang perbani, dimana tinggi pasang yang terjadi lebih kecil dibanding dengan hari-hari yang lain.



Gambar 13. Pasang perbani.

Tabel 6. Perbandingan antara *swell* dan tinggi gelombang.

Tinggi swell	Tinggi Gelombang	
¼m	Setinggi paha	2-3'
½m	Setinggi pinggang	3-4'
1m	Setinggi pinggang hingga kepala	5-6'
1¼m	Hingga 1½ kali diatas kepala	6-8'
1½m	Lebih dari 1½ kali tinggi kepala	8-10'
2m	Lebih dari 2 kali tinggi kepala	10-12'
2½m	Lebih dari 2½ kali tinggi kepala	12-15'
3m	Sekitar 3 kali tinggi kepala	15-18'
3-4m	3-4 kali tinggi kepala	18-24'
4-5m	4-5 kali tinggi kepala	24-32'
5-6m	5-6 kali tinggi kepala	32-40'
6-7m	6-7 kali tinggi kepala	40-48'
8-9m	8-9 kali tinggi kepala	50-60'

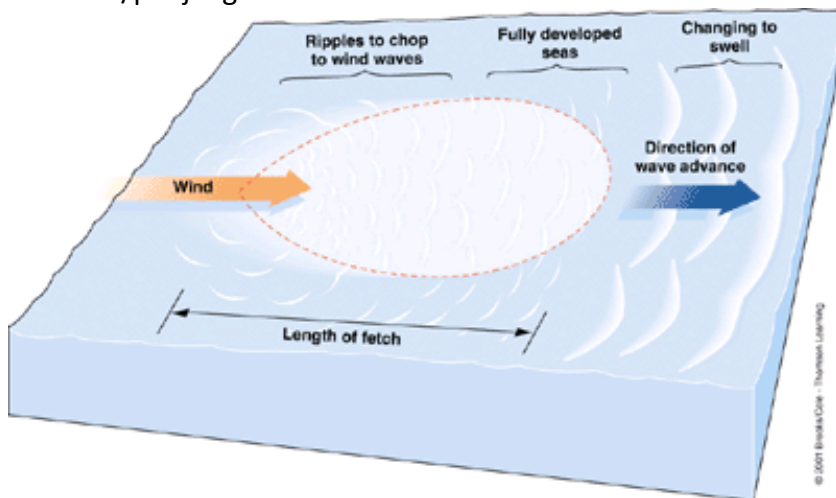
Gelombang badai (*Storm wave*) adalah gelombang tinggi yang ditimbulkan karena efek terjadinya siklon tropis disekitar wilayah Indonesia, dan berpotensi kuat menimbulkan bencana alam. Indonesia bukan daerah lintasan siklon tropis, tetapi keberadaan siklon tropis akan memberikan pengaruh kuat terjadinya angin kencang, gelombang tinggi disertai hujan deras. Secara fisis siklon tropis merupakan sistim tekanan rendah yang mempunyai angin berputar (siklonik) yang berasal dari daerah tropis dengan kecepatan rata-rata (34 – 64) knots disekitar pusatnya.

b. Penyebab

Angin dengan kecepatan besar (badai, *storm*) yang terjadi di atas permukaan laut bisa membangkitkan fluktuasi muka air laut yang besar di sepanjang pantai. Apalagi jika badai tersebut cukup kuat dan daerah pantai dangkal dan luas.

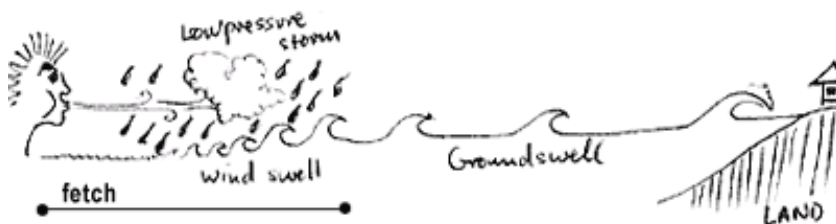
Banyaknya variabel dan kompleksitas yang menyertai badai ini, menyebabkan perkiraan dan penentuan elevasi muka air selama terjadinya badai sulit diprediksi. Variabel-variabel tersebut melibatkan antara lain interaksi antara angin dan air, perbedaan tekanan atmosfer, dan lain-lain.

Besarnya perubahan elevasi muka air tergantung pada kecepatan angin, fetch, kedalaman air, dan kemiringan dasar. *Fetch* adalah panjang daerah di atas mana angin berhembus dengan kecepatan dan arah konstan. Panjang fetch membatasi waktu yang diperlukan gelombang untuk terbentuk karena pengaruh angin (mempengaruhi waktu untuk mentransfer energi angin ke gelombang). *Fetch* ini berpengaruh pada periode dan tinggi gelombang yang dibangkitkan (Gambar 14). Gelombang dengan periode panjang akan terjadi jika *fetch* besar/panjang.



Gambar 14. Fetch dan pembangkitan gelombang oleh angin/badai.

Gelombang angin di lokasi pembangkitannya masih relatif curam. Gelombang di lokasi pembangkitan disebut *sea*. Selain bentuknya yang curam, gelombang *sea* belum berpuncak panjang. Setelah menjalar gelombang menjadi lebih landai dan berpuncak panjang. Gelombang ini disebut *swell*.



Gambar 15. Gelombang "sea" dan "swell".

Siklon tropis sesuai namanya yaitu tumbuh disekitar daerah tropis terutama yang mempunyai suhu muka laut hangat, terbentuknya siklon tropis karena adanya wilayah perairan yang luas dengan suhu muka laut tinggi ($> 27^{\circ} \text{C}$) sehingga udara lapisan bawah Atmosfer terangkat (Sistim Konveksi Skala Meso). Pengangkatan masa udara dengan konvergensi pada lapis bawah dan divergensi di lapis atas disertai geser angin (*wind shear*) vertikal lemah, dengan adanya gaya Koriolli yang menimbulkan gaya sentrifugal menjauhi katulistiwa dengan itu karenanya siklon tropis tumbuh aktif di daerah lintang bumi ($10^{\circ} - 20^{\circ}$) LU/LS.

c. Mekanisme Perusakan

Gelombang pasang/badai (*high tide*) terjadi dalam periode yang cukup lama (beberapa menit bahkan hingga beberapa jam) dengan ketinggian gelombang yang bervariasi. Selama proses tersebut, dapat merusak/menghancurkan kehidupan dan bangunan di daerah pantai. Gelombang ini dapat meneggelamkan kapal-kapal, merobohkan bangunan-bangunan, jembatan, merusak jalan raya, memutuskan jaringan listrik, jaringan telepon dan infrastruktur lainnya terutama yang berdekatan dengan pantai.

Gelombang badai (*storm surge*) dapat memutar air dan menimbulkan gelombang yang tinggi sehingga mengganggu pelayaran dan berpotensi menenggelamkan kapal. Tahap purnya siklon tropis terjadi pada saat mencapai lautan yang dingin atau memasuki daratan karena sumber energi panas laten mengecil, melemah akhirnya mati.

d. Kajian Bahaya

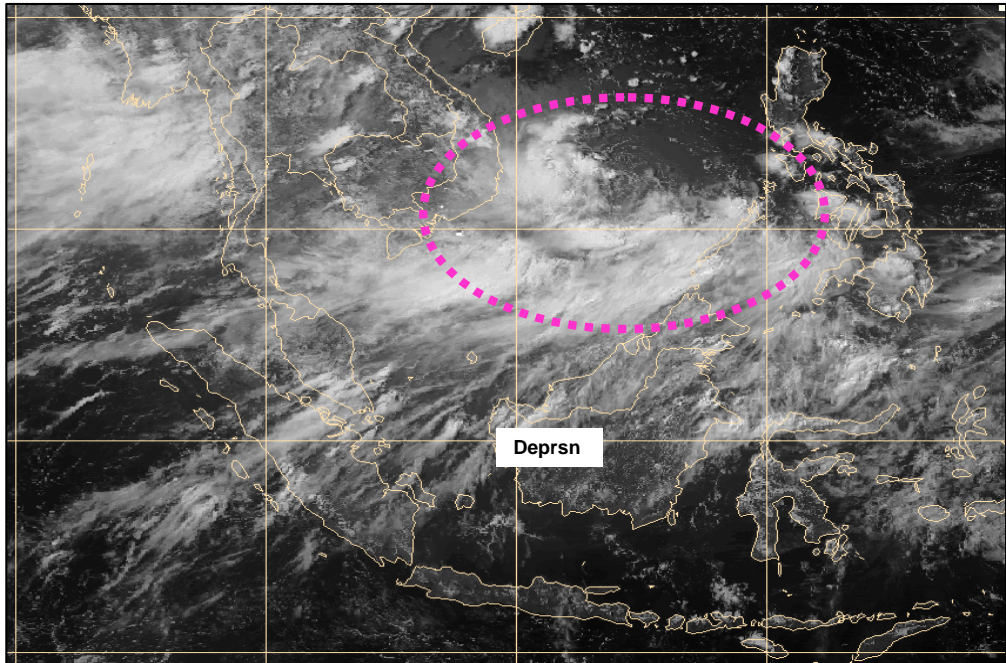
Keberadaan siklon tropis dapat menyebabkan kondisi cuaca yang ekstrim, baik daerah sekitar maupun daerah lintasannya.

Jumlah Badai tropis yang terjadi setiap tahun tumbuh di belahan bumi utara rata-rata 57 kejadian, dan di belahan bumi selatan rata-rata 26.

Identifikasi lintasan siklon tropis sekitar wilayah perairan Indonesia yaitu: Samudra Hindia sebelah Barat dan Selatan, sebelah utara Australia dan Pasifik barat dan sampai Laut Cina selatan.

e. Gejala dan Peringatan dini

Pemantauan Gejala sistim konvergensi tekanan rendah dapat berkembang menjadi Tropical Depresi dan tumbuh menjadi Tropical Siklon.



Gambar 16. Citra Satelit yang memperlihatkan gejala pembentukan Tropical Depression Yang dapat tumbuh menjadi Siklon



Tropical Cyclone "Pancho" (Category 4) 15:00 local time 21 January 1997

Gambar 17.: Tropical Siklon.

f. Parameter

- Tinggi gelombang (meter).
- Panjang sapuan gelombang pasang ke daratan (m atau km).
- Luas daerah yang terkena sapuan gelombang (km²).

g. Komponen yang Terancam

- Struktur bangunan yang ringan atau perumahan yang terbuat dari kayu
- Bangunan sementara atau semi permanen.
- Bangunan-bangunan yang dimensi lebarnya sejajar dengan garis pantai.
- Material bangunan tambahan yang menempel kurang kuat pada bangunan utama seperti papan, seng, asbes dsb.
- Bangunan dan fasilitas telekomunikasi, listrik dan air bersih.
- Kapal kapal penangkap ikan atau bangunan industri maritim lainnya yang terletak disekitar pantai.
- Jembatan dan jalan di daerah dataran pantai.
- Sawah, ladang, tambak, kolam budidaya perikanan.

h. Upaya Mitigasi dan Pengurangan Bencana

- Reklamasi pantai.
- Pembangunan pemecah ombak (*break water*).
- Penataan bangunan disekitar pantai.
- Pengembangan kawasan hutan bakau.
- Pembangunan tembok penahan ombak.

3.7. GEMPA BUMI

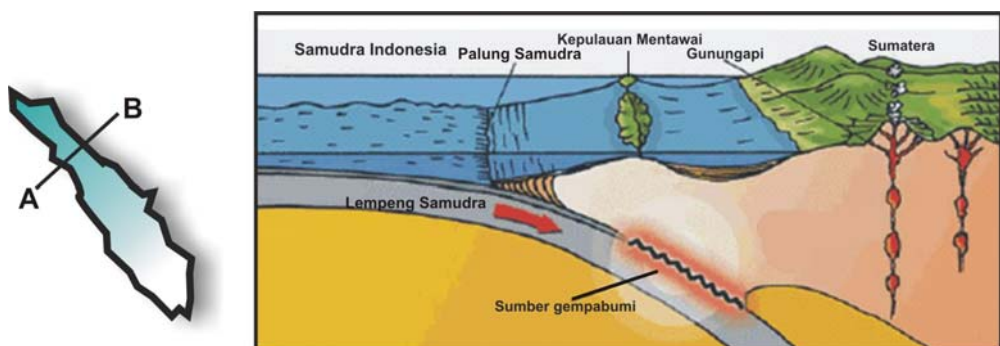
a. Pengertian

Gempabumi adalah berguncangnya bumi yang disebabkan oleh tumbukan antar lempeng bumi, patahan aktif aktivitas gunungapi atau runtuhannya batuan. Kekuatan gempabumi akibat aktivitas gunungapi dan runtuhannya batuan relatif kecil sehingga kita akan memusatkan pembahasan pada gempabumi akibat tumbukan antar lempeng bumi dan patahan aktif.

Gempabumi merupakan peristiwa pelepasan energi yang menyebabkan dislokasi (pergeseran) pada bagian dalam bumi secara tiba-tiba.

b. Penyebab

- Proses tektonik akibat pergerakan kulit/lempeng bumi
- Aktivitas sesar dipermukaan bumi
- Pergerakan geomorfologi secara lokal, contohnya terjadinya runtuhannya tanah
- Aktivitas gunungapi
- Ledakan Nuklir



Gambar 18. Ilustrasi kejadian gempa bumi tektonik

c. Mekanisme Perusakan

Energi getaran gempa dirambatkan keseluruhan bagian bumi. Di permukaan bumi, getaran tersebut dapat menyebabkan kerusakan dan runtuhnya struktur bangunan sehingga dapat menimbulkan korban jiwa. Getaran gempa ini juga dapat memicu terjadinya tanah longsor, runtuhannya batuan dan kerusakan tanah lainnya yang merusakkan permukiman disekitarnya.

Getaran gempa bumi juga dapat menyebabkan bencana ikutan yang berupa kebakaran, kecelakaan industri dan transportasi dan juga banjir akibat runtuhnya bendungan dan tanggul tanggul penahan lainnya.

d. Kajian Bahaya

- Kajian mengenai kejadian–kejadian gempabumi di masa lalu dan pencatatan ukuran dan dampak bencana secara akurat
- Kajian mengenai kemungkinan pengulangan kejadian gempabumi di tempat yang sama.
- Identifikasi sistem patahan dan pemetaan daerah rawan gempabumi.

e. Gejala dan Peringatan dini

- Kejadian mendadak
- Belum ada metode untuk pendugaan secara akurat

f. Parameter

Secara umum parameter gempabumi terdiri dari:

- a. Waktu kejadian gempabumi (jam, menit, detik)
- b. Lokasi pusat gempabumi dipermukaan bumi/episenter (koordinat lintang dan bujur)
- c. Kedalaman sumber gempabumi (km)
- d. Kekuatan/magnitudo gempabumi (skala richter)
- e. Intensitas gempabumi (MMI)

Magnitudo gempabumi menunjukkan besarnya energi yang dilepaskan pada pusat gempabumi/hiposenter. Ukuran dan luas daerah kerusakan akibat gempa bumi secara kasar berhubungan dengan besarnya energi yang dilepaskan. Skala magnitudo gempabumi biasanya dinyatakan dalam skala Richter.

Tabel 7. Anologi skala richter

SKALA RICHTER	SETARA BAHAN PELEDAK	CONTOH (Estimasi)
- 1,5	3 kg	Pecahan batu di meja laboratorium
1,0	15 kg	Ledakan pada konstruksi
1,5	160 kg	Bom konvensional Perang Dunia II
2,0	1 ton	Ledakan di pertambangan
2,5	4,6 ton	Bom rakitan PD II
3,0	29 ton	Ledakan MOAB, 2003
3,5	73 ton	Kecelakaan Chelyabinsk, 1957
4,0	1 kilo ton	Bom atom kecil
4,5	5 kilo ton	Rata-rata Tornado (energi total)
5,0	32 kilo ton	Bom atom Hiroshima/Nagasaki
5,5	80 kilo ton	Gempabumi Little Skull, Amerika Serikat, 1992
6,0	1 mega ton	Gempabumi Bantul, DIY, 2006
6,5	5 mega ton	Gempabumi Northridge, 1994
7,0	32 mega ton	Gempabumi Awaji-Hansin, Kobe, Jepang, 1995
7,5	160 mega ton	Gempabumi Landers, Amerika Serikat, 1992
8,0	1 giga ton	Gempabumi Nias, Sumatera Utara, 2005
8,5	5 giga ton	Gempabumi Anchorage, Amerika Serikat, 1964
9,0	32 giga ton	Gempabumi NAD-Sumut, Indonesia, 2004

Skala intensitas menunjukkan kerusakan akibat getaran pada lokasi kerusakan. Intensitas merupakan fungsi dari:

- magnitudo,
- jarak dan kedalaman,
- kondisi tanah/batuan.

Berikut adalah contoh skala Modified Mercalli Intensity (MMI) yang digunakan untuk menunjukkan intensitas guncangan gempa bumi.

Tabel 8. Skala Modified Mercalli Intensity (MMI)

Skala	Keterangan
I	Sangat jarang /hampir tidak ada orang dapat merasakan. Tercatat pada alat seismograf
II	Terasa oleh sedikit sekali orang terutama yang ada di gedung tinggi, sebagian besar orang tidak dapat merasakan
III	Terasa oleh sedikit orang, khususnya yang berada di gedung tinggi. Mobil parkir sedikit bergetar, getaran seperti akibat truk yang lewat
IV	Pada siang hari akan terasa oleh banyak orang dalam ruangan, diluar ruangan hanya sedikit yang bisa merasakan. Pada malam hari sebagian orang bisa terbangun. Piring, jendela, pintu, dinding mengeluarkan bunyi retakan, lampu gantung bergoyang.
V	Dirasakan hampir oleh semua orang, pada malam hari sebagian besar orang tidur akan terbangun, barang-barang diatas meja terjatuh, plesteran tembok retak, barang-barang yang tidak stabil akan roboh, pandulum jam dinding akan berhenti.
VI	Dirasakan oleh semua orang, banyak orang ketakutan/panik, berhamburan keluar ruangan, banyak perabotan yang berat bergeser, plesteran dinding retak dan terkelupas, cerobong asap pabrik rusak
VII	Setiap orang berhamburan keluar ruangan, kerusakan terjadi pada bangunan yang desain konstruksinya jelek, kerusakan sedikit sampai sedang terjadi pada bangunan dengan desain konstruksi biasa. Bangunan dengan konstruksi yang baik tidak mengalami kerusakan yang berarti.
VIII	Kerusakan luas pada bangunan dengan desain yang jelek, kerusakan berarti pada bangunan dengan desain biasa dan sedikit kerusakan pada bangunan dengan desain yang baik. Dinding panel akan pecah dan lepas dari framenya, cerobong asap pabrik runtuh, perabotan yang berat akan terguling, pengendara mobil terganggu.
IX	Kerusakan berarti pada bangunan dengan desain konstruksi yang baik, pipa pipa bawah tanah putus, timbul retakan pada tanah.
X	Sejumlah bangunan kayu dengan desain yang baik rusak, sebagian besar bangunan tembok rusak termasuk fondasinya. Retakan pada tanah akan semakin banyak, tanah longsor pada tebing tebing sungai dan bukit, air sungai akan melimpas di atas tanggul.
XI	Sangat sedikit bangunan tembok yang masih berdiri, Jembatan putus, Retakan pada tanah sangat banyak/luas, jaringan pipa bawah tanah hancur dan tidak berfungsi, rel kereta api bengkok dan bergeser.
XII	Kerusakan total, gerakan gempa terlihat bergelombang diatas tanah, benda benda berterbangan keudara.

g. Komponen yang Terancam

- Perkampungan padat dengan konstruksi yang lemah dan padat penghuni.
- Bangunan dengan desain teknis yang buruk, bangunan tanah, bangunan tembok tanpa perkuatan.
- Bangunan dengan atap yang berat.
- Bangunan tua dengan dengan kekuatan lateral dan kualitas yang rendah.
- Bangunan tinggi yang dibangun diatas tanah lepas/ tidak kompak.
- Bangunan diatas lereng yang lemah/tidak stabil.
- Infrastruktur diatas tanah atau timbunan.
- Bangunan Industri kimia dapat menimbulkan bencana ikutan.

h. Upaya Mitigasi dan Pengurangan Bencana

- Bangunan harus dibangun dengan konstruksi tahan getaran/gempa.
- Perkuatan bangunan dengan mengikuti standar kualitas bangunan.
- Pembangunan fasilitas umum dengan standar kualitas yang tinggi.
- Perkuatan bangunan bangunan vital yang telah ada.
- Rencanakan penempatan pemukiman untuk mengurangi tingkat kepadatan hunian di daerah rawan bencana.
- Asuransi.
- Zonasi daerah rawan bencana dan pengaturan penggunaan lahan.
- Pendidikan kepada masyarakat tentang gempabumi.
- Membangun rumah dengan konstruksi yang aman terhadap gempa bumi.
- Masyarakat waspada terhadap risiko gempa bumi.
- Masyarakat mengetahui apa yang harus dilakukan jika terjadi gempa bumi.
- Masyarakat mengetahui tentang pengamanan dalam penyimpanan barang barang yang berbahaya bila terjadi gempabumi.
- Ikut serta dalam pelatihan program upaya penyelamatan dan kewaspadaan masyarakat terhadap gempa bumi.
- Pembentukan kelompok aksi penyelamatan bencana dengan pelatihan pemadaman kebakaran dan pertolongan pertama.

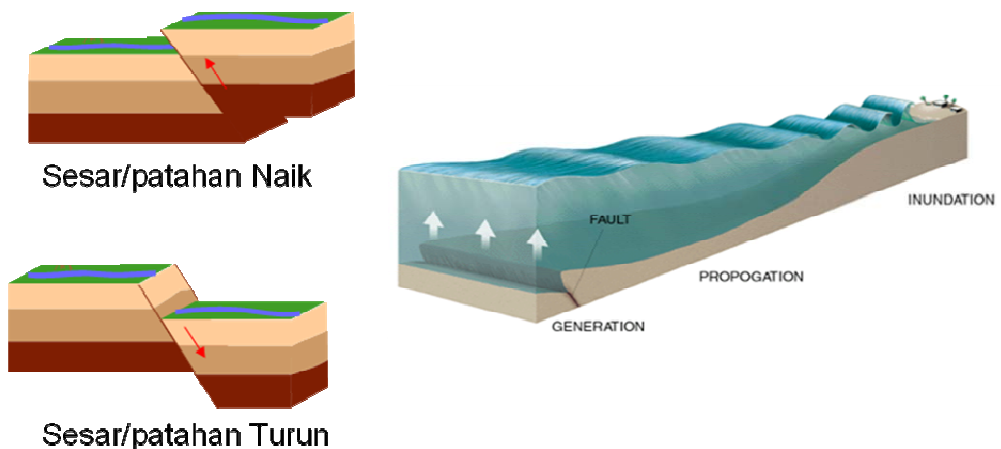
- Persiapan alat pemadam kebakaran, peralatan penggalian, dan peralatan perlindungan masyarakat lainnya.
- Rencana kontingensi/kedaruratan untuk melatih anggota keluarga dalam menghadapi gempa bumi.

3.8. TSUNAMI

a. Pengertian

Tsunami berasal dari bahasa Jepang. “tsu” berarti pelabuhan, “nami” berarti gelombang sehingga secara umum diartikan sebagai pasang laut yang besar di Pelabuhan.

Tsunami dapat diartikan sebagai gelombang laut dengan periode panjang yang ditimbulkan oleh gangguan impulsif dari dasar laut. Gangguan impulsif tersebut bisa berupa gempa bumi tektonik, erupsi vulkanik atau longsoran.



Gambar 19. Ilustrasi kejadian Tsunami akibat patahan

b. Penyebab

Ada beberapa penyebab terjadinya tsunami :

- Gempabumi yang diikuti dengan dislokasi/perpindahan masa tanah/batuan yang sangat besar di bawah air (laut/danau).
- Tanah longsor di bawah tubuh air/laut.
- Letusan gunungapi di bawah laut dan gunungapi pulau.

c. Mekanisme Perusakan

Tsunami mempunyai kecepatan yang berbanding lurus dengan kedalaman laut semakin besar kedalam laut maka kecepatan tsunami semakin besar. Selama perjalanan dari tengah laut (pusat terbentuknya Tsunami) menuju pantai, kecepatan semakin berkurang karena gesekan dengan dasar laut

yang semakin dangkal. Akibatnya tinggi gelombang dipantai menjadi semakin besar karena adanya penumpukan masa air akibat dari penurunan kecepatan. Ketika mencapai pantai, kecepatan Tsunami yang naik ke daratan (*run-up*) berkurang menjadi sekitar 25 – 100 Km/jam. Gelombang yang berkecepatan tinggi ini bisa menghancurkan kehidupan di daerah pantai dan kembalinya air ke laut setelah mencapai puncak gelombang (*run-down*) bisa menyeret segala sesuatu kelaut. Dataran rendahpun dapat menjadi tergenang membentuk lautan baru. Tsunami dapat merobohkan bangunan-bangunan, jembatan, merusak jalan raya, memutuskan jaringan listrik, jaringan telepon dan infrastruktur lainnya. Sarana air bersih, lahan pertanian dan kesuburan tanah pun terganggu karena terkontaminasi air laut.

d. Kajian Bahaya

- Kejadian-kejadian tsunami di masa lalu (*paleo-tsunami*) perlu didata dan dijadikan *data base* untuk mengetahui karakteristik kejadian bencana tsunami di suatu tempat. Perulangan kejadian bencana ini sangat dimungkinkan pada suatu periode waktu yang bervariasi. Akan tetapi untuk Tsunami yang tergolong besar, periode perulangannya dapat mencapai ratusan bahkan mungkin ribuan tahun.
- Identifikasi sistem tektonik , struktur geologi dan morfologi daerah dasar laut khususnya disekitar zona tumbukan (*subduction zone*)
- Pemetaan daerah risiko bencana Tsunami dapat dibuat berdasarkan sejarah kejadian tsunami serta pemodelan secara komputer pada daerah dataran pantai.

e. Gejala dan Peringatan dini

- Gelombang air laut datang secara mendadak dan berulang dengan energi yang sangat kuat
- Kejadian mendadak dan pada umumnya di Indonesia didahului dengan gempa bumi besar dan susut laut.
- Terdapat selang waktu antara waktu terjadinya gempa bumi sebagai sumber Tsunami dan waktu tiba Tsunami di pantai mengingat kecepatan gelombang gempa jauh lebih besar dibandingkan kecepatan Tsunami.
- Metode untuk pendugaan secara cepat dan akurat memerlukan teknologi tinggi.
- Di Indonesia pada umumnya Tsunami terjadi dalam waktu kurang dari 40 menit setelah terjadinya gempa bumi besar di bawah laut.

f. Parameter

- Ketinggian tsunami yang naik ke daratan (*run-up*). *Run-up* tsunami tertinggi di Indonesia yang pernah tercatat adalah 36 meter yang terjadi pada saat letusan Gunung Krakatau 1883.
- Panjang sapuan tsunami ke daratan (m atau km).
- Luas daerah yang terkena sapuan gelombang (km²).

g. Komponen yang Terancam

- Struktur bangunan yang ringan atau perumahan yang terbuat dari kayu
- Bangunan bangunan sementara atau semi permanen.
- Bangunan-bangunan yang dimensi lebarnya sejajar dengan garis pantai.
- material bangunan tambahan yang menempel kurang kuat pada bangunan utama seperti papan, seng, asbes, dan sebagainya.
- Bangunan dan fasilitas telekomunikasi, listrik dan air bersih.
- Kapal kapal penangkap ikan atau bangunan industri maritim lainnya yang terletak disekitar pantai.
- Jembatan dan jalan di daerah dataran pantai.
- Sawah, ladang, tambak, kolam budidaya perikanan.

h. Upaya Mitigasi dan Pengurangan Bencana

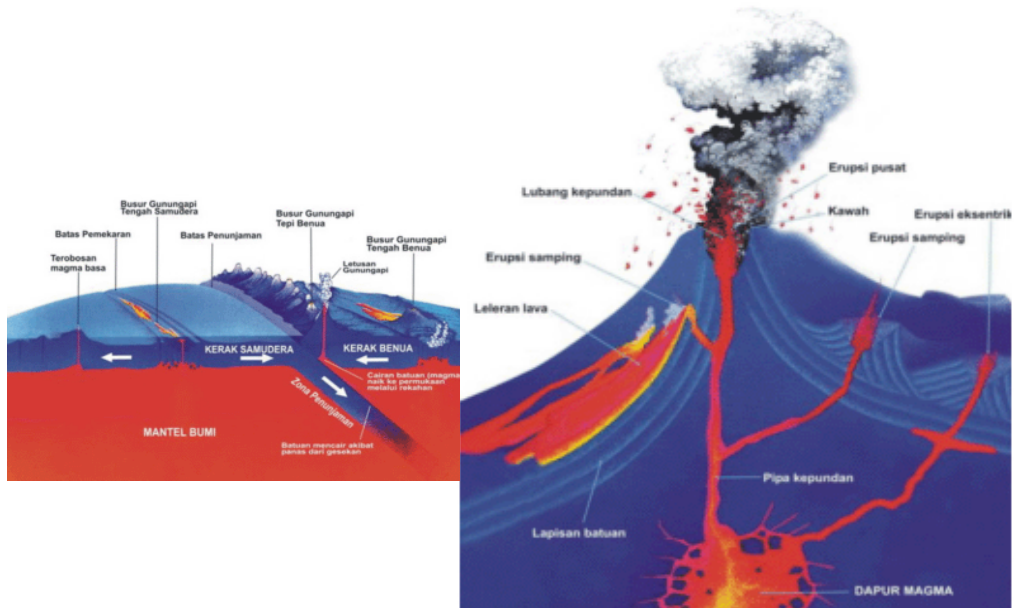
- Peningkatan kewaspadaan dan kesiapsiagaan terhadap bahaya Tsunami
- Pendidikan kepada masyarakat tentang bahaya Tsunami.
- Pembangunan *Tsunami Early Warning System* (TEWS).
- Pembangunan tembok penahan Tsunami pada garis pantai yang berisiko.
- Penanaman mangrove serta tanaman lainnya sepanjang garis pantai meredam gaya air tsunami.
- Pembangunan tempat-tempat evakuasi yang aman di sekitar daerah pemukiman. Tempat/bangunan ini harus cukup tinggi dan mudah diakses untuk menghindari ketinggian Tsunami.
- Peningkatan pengetahuan masyarakat lokal tentang pengenalan tanda-tanda tsunami dan cara-cara penyelamatan diri terhadap bahaya tsunami.
- Pembangunan rumah yang tahan terhadap bahaya tsunami.

- Mengenal karakteristik dan tanda-tanda bahaya tsunami di lokasi sekitarnya.
- Memahami cara penyelamatan jika terlihat tanda-tanda tsunami.
- Meningkatkan kewaspadaan dan kesiapsiagaan dalam menghadapi tsunami.
- Memberikan laporan sesegera mungkin jika mengetahui tanda-tanda akan terjadinya tsunami kepada petugas yang berwenang: Kepala Desa, Polisi, stasiun radio, SATLAK PB dan institusi terkait.
- Melengkapi diri dengan alat komunikasi.

3.9. LETUSAN GUNUNGAPI

a. Pengertian

Gunungapi adalah bentuk timbunan (kerucut dan lainnya) di permukaan bumi yang dibangun oleh timbunan rempah letusan, atau tempat munculnya batuan lelehan (magma)/rempah lepas/gas yang berasal dari bagian dalam bumi.



Gambar 20. Penampang suatu gunungapi dan bagian-bagiannya.
(Modifikasi dari Krafft, 1989)

b. Penyebab

- Pancaran magma dari dalam bumi yang berasosiasi dengan arus konveksi panas
- Proses tektonik dari pergerakan dan pembentukan lempeng/ kulit bumi
- Akumulasi tekanan dan temperatur dari fluida magma menimbulkan pelepasan energi

c. Mekanisme Perusakan

Bahaya letusan gunungapi dibagi dua berdasarkan waktu kejadiannya, yaitu bahaya utama (primer) dan bahaya ikutan (sekunder). Kedua jenis bahaya tersebut masing-masing mempunyai risiko merusak dan mematikan.

1). Bahaya Utama (primer)

Bahaya utama (sering juga disebut bahaya langsung) letusan gunungapi adalah bahaya yang langsung terjadi ketika proses peletusan sedang berlangsung. Jenis bahaya tersebut adalah awanpanas (*pyroclastic flow*), lontaran batu (pijar), hujan abu lebat, leleran lava (*lava flow*), dan gas beracun.

Awanpanas adalah campuran material letusan antara gas dan bebatuan (segala ukuran) terdorong ke bawah akibat densitasnya yang tinggi dan merupakan adonan yang jenuh menggulung secara turbulensi bagaikan gulungan awan yang menyusuri lereng. Selain suhunya sangat tinggi, antara 300 - 700° C, kecepatan luncurnya-pun sangat tinggi, > 70 km per jam (tergantung kemiringan lereng).



Gambar 21. Awan panas

Lontaran material (pijar) terjadi ketika letusan (magmatik) berlangsung. Jauhnya lontaran sangat bergantung dari besarnya energi letusan, bisa mencapai ratusan meter jauhnya. Selain suhunya tinggi (> 200°C), ukurannya-pun besar (garis tengah >10 cm) sehingga dapat membakar sekaligus melukai, bahkan mematikan makhluk hidup. Lazim juga disebut sebagai “bom vulkanik”

Hujan abu lebat terjadi ketika letusan gunungapi sedang berlangsung. Material yang berukuran halus (abu & pasir halus) diterbangkan angin dan jatuh sebagai hujan abu, arahnya tergantung arah angin. Karena ukurannya halus, maka berbahaya bagi pernafasan, mata, dapat mencemari air tanah, merusak tetumbuhan (terutama daun),



Gambar 22. Letusan gunungapi

korosif pada atap zeng karena mengandung unsure-unsur kimia yang bersifat asam serta pesawat terbang (terutama yang bermesin jet).

Lava adalah magma yang mencapai permukaan, sifatnya liquid (cairan kental) dan bersuhu tinggi, antara 700 – 1200°C. Karena cair, maka lava umumnya mengalir mengikuti lereng/lembah dan membakar apa saja yang dilaluinya. Bila lava tersebut sudah dingin, maka berubah wujud menjadi batu (batuan beku) dan daerah yang dilaluinya menjadi ladang batu.



Gambar 23. Aliran lava

Gas racun yang muncul dari gunungapi tidak selalu didahului oleh letusan, tetapi dapat keluar dengan sendirinya melalui celah bebatuan yang ada, meskipun kerap kali diawali oleh letusan. Gas utama yang biasa muncul dari celah bebatuan gunungapi adalah CO₂, H₂S, HCl, SO₂, dan CO. Yang paling kerap dan sering menjadi penyebab kematian adalah CO₂. Sifat gas jenis ini lebih berat dari udara sehingga cenderung menyelinap di dasar lembah atau cekungan terutama bila malam hari, cuaca kabut atau tidak berangin, karena dalam suasana tersebut konsentrasinya akan bertambah besar. G. Tangkubanperahu, G. Dieng, G. Ciremei, dan G. Papandayan terkenal memiliki karakteristik letusan gas dan sering meminta korban karena keberadaan gas yang dikandungnya dan dikenal memiliki “Lembah Maut”.

Tsunami atau gelombang pasang akibat letusan gunungapi bisa terjadi, tetapi pada umumnya pada gunungapi pulau. Ketika terjadi letusan materialnya masuk ke dalam laut dan mendorong air laut ke arah pantai dan menimbulkan gelombang pasang. Makin besar volume material letusan makin besar gelombang yang terangkat ke darat, contoh kasus Letusan G. Krakatau 1883.

2). Bahaya Ikutan (sekunder)

Bahaya ikutan letusan gunungapi adalah bahaya yang terjadi setelah proses peletusan berlangsung.

Bila suatu gunungapi meletus akan terjadi penumpukan material dalam berbagai ukuran di puncak dan lereng bagian atas. Pada saat musim hujan tiba sebagian material tersebut akan terbawa oleh air hujan dan tercipta adonan lumpur turun ke lembah sebagai banjir bebatuan, banjir tersebut disebut **lahar**.

d. Kajian Bahaya

- Identifikasi gunungapi aktif (Data Gunungapi Indonesia, Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral)
- Tingkat aktivitas gunungapi berdasarkan catatan sejarah
- Penelitian dengan metoda geologi, geofisika, dan geokimia dapat untuk mengetahui aktivitas/kegiatan gunungapi.

e. Gejala dan Peringatan dini

1). Status Kegiatan Gunungapi

- Aktif-Normal (level 1)

Kegiatan gunungapi baik secara visual, maupun dengan instrumentasi tidak ada gejala perubahan kegiatan

- Waspada (level 2)

Berdasarkan hasil pengamatan visual dan instrumentasi mulai terdeteksi gejala perubahan kegiatan, misalnya jumlah gempa vulkanik, suhu kawah (solfatara/fumarola) meningkat dari nilai normal

- Siaga (level 3)

Kenaikan kegiatan semakin nyata. Hasil pantauan visual dan seismik berlanjut didukung dengan data dari instrumentasi lainnya

- Awal (level 4)

Semua data menunjukkan bahwa letusan utama segera menjelang. Letusan-letusan asap/abu sudah mulai terjadi

2). Mekanisme Pelaporan

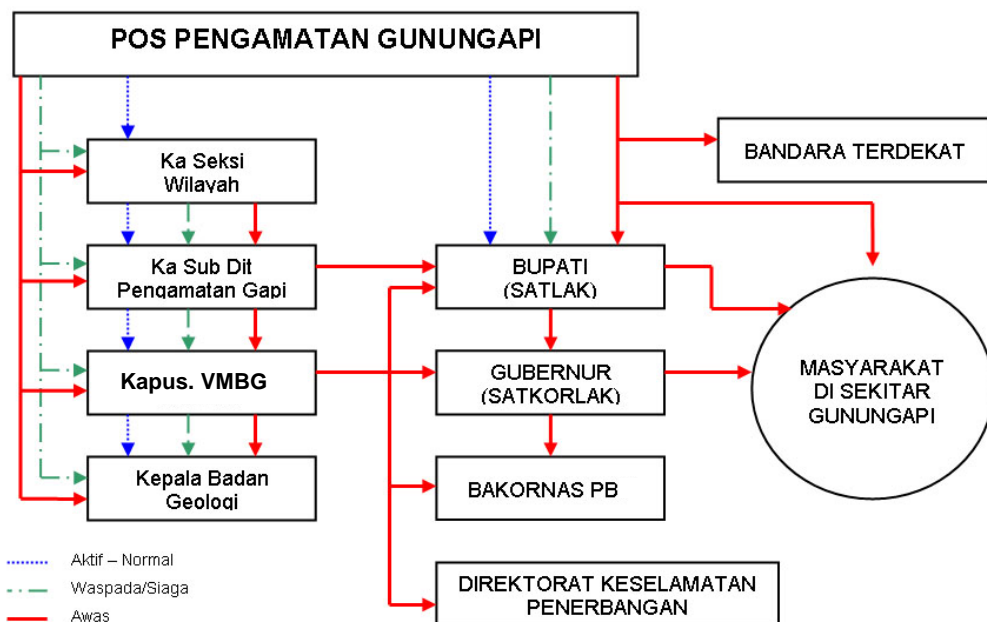
- Aktif-Normal

Setiap dua kali sehari dilaporkan kegiatan gunungapi dari Pos PGA ke Kantor DVMBG melalui radio SSB.

Laporan bulanan disampaikan oleh Pengamat Gunungapi ke Kantor DVMBG ditembuskan kepada Pemprov dan PemKab

- Waspada
Selain laporan harian dan laporan bulanan dibuat laporan mingguan disampaikan kepada Kepala Badan Geologi
- Siaga dan Awas
Tim Tanggap Darurat membuat laporan harian dan evaluasi mingguan disampaikan kepada Direktur DVMBG ditembuskan kepada Kepala Badan Geologi, Pemprov/Pemkab, Bakornas PB, dan Direktorat Keselamatan Penerbangan

ALUR INFORMASI TINGKAT KEGIATAN GUNUNGAPI



Gambar 24. Alur Informasi Tingkat Kegiatan Gunungapi

f. Parameter

- Besaran letusan
- Jenis letusan
- Arah aliran material
- Volume material letusan yang dimuntahkan (m^3)
- Lama letusan berlangsung (detik, menit, jam, hari)
- Radius jatuhnya material (km^2) dan ketebalan endapannya (m)

g. Komponen yang Terancam

- Mahluk hidup dan harta benda yang ada disekitar pusat letusan atau kawasan rawan bencana
- Semua bangunan dapat terbakar atau rubuh dilanda material letusan
- Atap rumah terutama yang terbuat dari seng mudah korosif akibat hujan abu (mengandung sulfur)
- Atap dan rumah yang terbuat dari kayu atau dari bahan yang mudah terbakar lainnya
- Sumber air minum (terutama yang terbuka) mudah tercemar oleh debu gunungapi
- Atap bangunan yang lemah tidak tahan terhadap endapan abu
- Taman rusak menimbulkan gagal panen, cadangan pangan terganggu
- Material letusan, terutama abu dapat mengakibatkan gangguan pernapasan (ISPA) dan sakit mata

h. Upaya Mitigasi dan Pengurangan Bencana**1). Strategi Mitigasi**

- Perencanaan lokasi pemanfaatan lahan untuk aktivitas penting harus jauh atau diluar dari kawasan rawan bencana
- Hindari tempat tempat yang memiliki kecenderungan untuk dialiri lava dan atau lahar
- Perkenalkan struktur bangunan tahan api
- Penerapan desain bangunan yang tahan terhadap tambahan beban akibat abu gunungapi
- Membuat barak pengungsian yang permanen, terutama di sekitar gunungapi yang sering meletus, misalnya G. Merapi (DIY, Jateng), G. Semeru (Jatim), G. Karangetang (Sulawesi Utara) dsb.
- Membuat fasilitas jalan dari tempat pemukiman ke tempat pengungsian untuk memudahkan evakuasi
- Menyediakan alat transportasi bagi penduduk bila ada perintah pengungsian
- Kewaspadaan terhadap risiko letusan gunung api di daerahnya
- Identifikasi daerah bahaya (dapat dilihat pada Data Dasar Gunungapi Indonesia atau Peta Kawasan Rawan Bencana Gunungapi)
- Tingkatkan kemampuan pemadaman api.

- Buat tempat penampungan yang kuat dan tahan api untuk kondisi kedaruratan.
- Masyarakat yang bermukim di sekitar gunungapi harus mengetahui posisi tempat tinggalnya pada Peta Kawasan Rawan Bencana Gunungapi (penyuluhan).
- Masyarakat yang bermukim di sekitar gunungapi hendaknya faham cara menghindar dan tindakan yang harus dilakukan ketika terjadi letusan gunungapi (penyuluhan).
- Pahami arti dari peringatan dini yang diberikan oleh aparat/pengamat gunungapi (penyuluhan).
- Bersedia melakukan koordinasi dengan aparat/pengamat gunungapi.

2). Upaya pengurangan bencana

- Sebelum Krisis/Letusan

Berbagai upaya dapat dilakukan untuk menghindari, atau meminimalkan korban (jiwa dan harta) akibat letusan gunungapi, antara lain:

- Mengamati kegiatan gunungapi setiap saat. Upaya ini dapat dilakukan dari tempat yang permanent, misalnya Pos Pengamatan Gunungapi.
- Menentukan status kegiatan gunungapi.
- Melakukan penelitian ilmiah secara temporer dan berkala.
- Melakukan pemetaan geologi untuk mengetahui sejarah kegiatan suatu gunungapi dimasa lalu.
- Melakukan pemetaan kawasan rawan bencana. Upaya ini berguna untuk menentukan suatu wilayah atau aeral yang berbahaya atau aman untuk dihuni atau digarap sebagai lahan pertanian dan sebagainya.
- Membuat cek/sabo dam untuk mengarahkan aliran lahar agar tidak melanda pemukiman, persawahan/kebun atau fasilitas lainnya.
- Melakukan sosialisasi dan penyuluhan secara berkala kepada penduduk yang bermukim di sekitar gunungapi.

- Saat Krisis/Letusan

- Memberangkatkan Tim Tanggap Darurat ke lokasi bencana.
- Meningkatkan pengamatan.

- Menentukan status kegiatan gunungapi dan melaporkannya sesuai dengan protap.
- Memberikan rekomendasi teknis kepada Pemprov/Pemkab sesuai dengan protap, termasuk saran pengungsian penduduk.
- Setelah Krisis/Letusan
 - Menurunkan status kegiatan gunungapi.
 - Menginventarisir data letusan termasuk sebaran dan volume material letusan.
 - Mengidentifikasi daerah yang terancam bahaya sekunder (lahar).
 - Memberikan rekomendasi teknis kepada Pemprov/Pemkab sesuai dengan protap, termasuk pengembalian pengungsi dan potensi ancaman lahar.

3.10. KEGAGALAN TEKNOLOGI

a. Pengertian

Semua kejadian bencana yang diakibatkan oleh kesalahan desain, pengoperasian, kelalaian dan kesengajaan manusia dalam penggunaan teknologi dan atau industri.

b. Penyebab

- Kebakaran.
- Kegagalan/kesalahan desain keselamatan pabrik.
- Kesalahan prosedur pengoperasian pabrik.
- Kerusakan komponen.
- Kebocoran reaktor nuklir.
- Kecelakaan transportasi (darat, laut dan udara).
- Sabotase atau pembakaran akibat kerusuhan.
- Dampak ikutan dari bencana alam (gempa bumi, banjir, longsor, dsb).

c. Mekanisme Perusakan

Ledakan menyebabkan korban jiwa, luka-luka dan kerusakan bangunan dan infrastruktur. Kecelakaan transportasi membunuh dan melukai penumpang dan awak kendaraan, dan juga dapat menimbulkan pencemaran. Kebakaran pada industri dapat menimbulkan suhu yang sangat tinggi dan menimbulkan kerusakan pada daerah yang luas. Zat-zat pencemar (polutan) yang terlepas di air dan udara akan dapat menyebar pada daerah yang sangat luas dan menimbulkan pencemaran pada udara, sumber air minum, tanaman pertanian, dan tempat persediaan pangan, sehingga menyebabkan daerah tersebut tidak dapat dihuni, satwa akan binasa, dan sistem ekologi terganggu. Bencana kegagalan teknologi pada skala yang besar akan dapat mengancam kestabilan ekologi secara global.

d. Kajian Bahaya

- Inventarisasi dan pemetaan lokasi bahan-bahan berbahaya serta karakteristiknya.
- Pemetaan rute transportasi bahan bahan berbahaya.
- Peta zonasi daerah rawan bahaya pencemaran jika terjadi kecelakaan industri.

- Pemetaan jalur transportasi yang rawan kecelakaan berdasarkan catatan kejadian pada masa lalu.

e. Gejala dan Peringatan dini

- Kejadian sangat cepat (dalam hitungan menit atau jam) dan secara tiba-tiba.
- Desain pabrik/Industri harus dilengkapi dengan sistem monitoring dan sistem peringatan akan bahaya kebakaran, kerusakan komponen/peralatan dan terjadinya kondisi bahaya lainnya.
- Pelepasan bahan-bahan pencemar yang berbahaya pada umumnya tidak terlalu cepat sehingga masih memungkinkan untuk memberikan peringatan dan evakuasi pekerja pabrik dan masyarakat disekitarnya.
- Ledakan pabrik dalam beberapa kasus dapat diantisipasi.

f. Parameter

- Jumlah zat pencemar yang ditumpahkan.
- Suhu (derajat celcius).
- Luas areal yang rusak akibat ledakan (m^2 atau km^2).
- Luas areal yang terkontaminasi (m^2 atau km^2).
- Intensitas/kadar pencemaran (diukur dalam satuan ppm atau *parts per million*, tingkat radiasi, dsb).

g. Komponen yang Terancam

- Pabrik atau kendaraan pabrik maupun pegawai.
- Penumpang atau penduduk serta bangunan di sekitarnya.
- Cadangan pangan/tanaman pertanian, sumber air, flora dan fauna, di daerah sekitarnya (dapat mencapai ratusan kilometer dalam kasus seperti radioaktif serta polutan yang tersebar dari udara).

h. Upaya Mitigasi dan Pengurangan Bencana

- Kurangi atau hilangkan bahaya yang telah di identifikasikan.
- Tingkatkan ketahanan terhadap kebakaran dengan menggunakan material bangunan ataupun peralatan pabrik yang tahan api.
- Bangun daerah penyangga atau penghalang api serta penyebaran/pengurai asap.

- Tingkatkan fungsi sistem deteksi dan peringatan dini.
- Perencanaan kesiapsiagaan dalam peningkatan kemampuan pemadaman kebakaran dan penanggulangan asap, tanggap darurat dan evakuasi bagi pegawai serta penduduk di sekitar .
- Sosialisasikan rencana-rencana penyelamatan kepada pegawai dan penduduk sekitarnya dengan bekerja sama dengan instansi terkait.
- Tingkatkan kemampuan pertahanan sipil dan otoritas kedaruratan.
- Batasi dan kurangi kapasitas penampungan bahan-bahan kimia yang berbahaya dan mudah terbakar.
- Tingkatkan standar keselamatan di pabrik dan standar keselamatan desain peralatan.
- Antisipasi kemungkinan bahaya dalam desain pabrik.
- Buat prosedur operasi penyelamatan jika terjadi kecelakaan teknologi.
- Pindahkan bahan/material yang berbahaya dan beracun.
- Buat aturan perundangan.
- Perencanaan kesiapsiagaan.
- Secara proaktif melakukan *monitoring* tingkat pencemaran sehingga standard keselamatan tidak akan terlampaui.
- Persiapkan rencana evakuasi penduduk ke tempat yang aman.

3.11. WABAH PENYAKIT

a. Pengertian

Wabah adalah kejadian berjangkitnya suatu penyakit menular dalam masyarakat yang jumlah penderitanya meningkat secara nyata melebihi dari pada keadaan yang lazim pada waktu dan daerah tertentu serta dapat menimbulkan malapetaka.

b. Penyebab

Secara umum penyebab wabah dikelompokkan sebagai berikut:

- Toksin (kimia & biologi).
- Infeksi (virus, bakteri, protozoa dan cacing).

c. Mekanisme Perusakan

Wabah penyakit menular dapat menimbulkan dampak kepada masyarakat yang sangat luas meliputi:

- Jumlah pesakitan, bila wabah tidak dikendalikan maka dapat menyerang masyarakat dalam jumlah yang sangat besar, bahkan sangat dimungkinkan wabah akan menyerang lintas negara bahkan lintas benua.
- Jumlah kematian, apabila jumlah penderita tidak berhasil dikendalikan, maka jumlah kematian juga akan meningkat secara tajam, khususnya wabah penyakit menular yang masih relatif baru seperti Flu Burung dan SARS.
- Aspek ekonomi, dengan adanya wabah maka akan memberikan dampak pada merosotnya roda ekonomi, sebagai contoh apabila wabah flu burung benar terjadi maka triliunan aset usaha perunggasan akan lenyap. Begitu juga akibat merosotnya kunjungan wisata karena adanya *travel warning* dari beberapa negara maka akan melumpuhkan usaha biro perjalanan, hotel maupun restoran.
- Aspek politik, bila wabah terjadi maka akan menimbulkan keresahan masyarakat yang sangat hebat, dan kondisi ini sangat potensial untuk dimanfaatkan oleh pihak-pihak tertentu guna menciptakan kondisi tidak stabil.

d. Kajian Bahaya

- Pemetaan faktor risiko terjadinya wabah.

- Pemetaan populasi berisiko.
- Pemetaan potensi.
- Sistem Kewaspadaan Dini (SKD).
- *Surveilans* Epidemiologi.

e. Gejala dan Peringatan dini

Wabah terjadi akan diawali dalam skala kecil baik jumlah kasus, kematian maupun daerah yang terserang.

- Bila kondisi awal ini tidak dapat segera diatasi maka akibat yang lebih luas akan segera terjadi, misalnya banyaknya penduduk yang terserang, jumlah kematian, lumpuhnya sistem pelayanan umum termasuk pelayanan bidang kesehatan.
- Akan timbul kepanikan masyarakat yang sangat luas dan ini dapat menimbulkan ancaman bagi stabilitas suatu negara.

f. Parameter

- Tingkat Kesakitan.
- Jumlah Penderita (jiwa).
- Jumlah Kecacatan (jiwa).
- Jumlah Kematian (jiwa).
- Kecepatan penularan (jiwa/bulan atau jiwa per tahun).

g. Komponen yang Terancam

Secara umum dampak dari wabah penyakit ini tidak mengancam sarana dan prasarana, tetapi hanya menyebabkan kerusakan/kerugian berupa korban manusia.

h. Upaya Mitigasi dan Pengurangan Bencana

- Menyiapkan masyarakat secara luas termasuk aparat pemerintah khususnya di jajaran kesehatan dan lintas sektor terkait untuk memahami risiko bila wabah terjadi serta bagaimana cara-cara menghadapinya bila suatu wabah terjadi melalui kegiatan sosialisasi yang berkesinambungan.
- Menyiapkan produk hukum yang memadai untuk mendukung upaya upaya pencegahan, respon cepat serta penanggulangan bila wabah terjadi.

- Menyiapkan infrastruktur untuk upaya penanggulangan seperti sumberdaya manusia yang profesional, sarana pelayanan kesehatan, sarana komunikasi, transportasi, logistik serta pembiayaan operasional.
- Upaya penguatan *surveilans* epidemiologi untuk identifikasi faktor risiko dan menentukan strategi intervensi dan penanggulangan maupun respon dini di semua jajaran.
- Pengendalian faktor risiko.
- Deteksi secara dini.
- Merespon dengan cepat.

BAB IV

KELEMBAGAAN YANG TERKAIT DENGAN MITIGASI BENCANA

Upaya penanggulangan bencana meliputi kegiatan-kegiatan pencegahan, mitigasi, kesiapan, tanggap darurat dan pemulihan yang dilakukan pada sebelum, pada saat, dan setelah bencana.

Mengingat luasnya spektrum kegiatan penanganan bencana dan jenis bencana, maka instansi ataupun lembaga yang terkait dengan penanggulangan bencana juga sangat banyak.

Setiap lembaga mempunyai peran tertentu pada suatu tahapan dan jenis bencana disesuaikan dengan tugas pokok dan fungsi masing-masing.

Khusus upaya yang dilakukan pada tahap pra bencana (pencegahan, mitigasi dan kesiapan), peran lembaga-lembaga penelitian, perguruan tinggi, departemen dan lembaga non departemen sangat penting.

Berikut adalah daftar lembaga atau departemen yang merupakan sektor penjurur (*leading sector*) untuk jenis-jenis bencana tertentu.

1. BANJIR

INSTANSI	KEGIATAN
DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM DITJEN SUMBER DAYA AIR Jl. Pattimura 20, Jakarta Selatan (12110) Telp : (021) 726-2366, 722-9755 Fax: : (021) 726-1292 Website : www.pu.go.id	Pemetaan daerah rawan banjir, peringatan dini, mitigasi struktural (pembuatan tanggul, normalisasi sungai)
DEPARTEMEN DALAM NEGERI Dirjen PUM Direktorat Manajemen Pencegahan dan Penanggulangan Bencana Jl. Kebon Sirih No. 11 – Jakarta Pusat Telp : (021) 2300024; Fax : (021) 315-7173 Website : www.depdagri.go.id	Memfasilitasi Pemerintah Daerah dalam menanggulangi bencana

INSTANSI	KEGIATAN
<p>KEMENTERIAN NEGARA RISET DAN TEKNOLOGI DEPUTI BIDANG PENDAYAGUNAAN DAN PEMASYARAKATAN IPTEK ASISTEN DEPUTI URUSAN ANALISIS KEBUTUHAN IPTEK Gedung II BPPT lantai 6 Jl. M. H. Thamrin 8, Jakarta Pusat (10340) Telp : (021) 316 9169 Fax : (021) 314 8192 Website : www.pirba.ristek.go.id e-mail : ad-akipt@ristek.go.id</p>	<p>Penyusunan master-plan waduk resapan di Jakarta untuk pencegahan bencana banjir</p>
<p>BADAN METEROLOGI DAN GEOFISIKA (BMG) Jl. Angkasa I no 2, Kemayoran Jakarta 10720 Telp : (021) 654-6312, 654-6318 Fax : (021) 654-6314 Website : www.bmg.go.id</p>	<p>Deteksi dini anomali cuaca yang dapat mengakibatkan bencana hydrometeorologi (banjir, tanah longsor, kekeringan)</p>

2. TANAH LONGSOR

INSTANSI	KEGIATAN
<p>DEPARTEMEN ENERGI DAN SUMBERDAYA MINERAL Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi Jl. Diponegoro no 57, Bandung, 40122 Telp : (022) 727-2606, 7273706 Fax : (022) 720-2761 e-mail : vsi@vsi.esdm.go.id Website : www.vsi.esdm.go.id</p>	<p>Pemetaan daerah kerentanan gerakan tanah, tanggap darurat</p>
<p>BADAN METEROLOGI DAN GEOFISIKA (BMG) Jl. Angkasa I no 2, Kemayoran Jakarta 10720 Telp : (021) 424-6321, 654-6316 Fax : (021) 654-6316 Website : www.bmg.go.id</p>	<p>Deteksi dini anomali cuaca pemicu tanah longsor</p>
<p>DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM, DITJEN SUMBER DAYA AIR Jl. Pattimura 20, Jakarta Selatan (12110) Telp : (021) 726-2366, Fax : (021) 722-9755 Website : www.pu.go.id</p>	<p>Mitigasi struktural (perkuatan lereng)</p>

INSTANSI	KEGIATAN
<p>DEPARTEMEN DALAM NEGERI Dirjen PUM Direktorat Manajemen Pencegahan dan Penanggulangan Bencana Jl. Kebon Sirih No. 11 – Jakarta Pusat Telp : (021) 2300024 Fax : (021) 315-7173 Website : www.depdagri.go.id</p>	<p>Memfasilitasi Pemerintah Daerah dalam menanggulangi bencana</p>

3. KEKERINGAN

INSTANSI	KEGIATAN
<p>DEPARTEMEN PERTANIAN a. Ditjen Tanaman Pangan Jl. AUP Pasar Minggu Telp : (021) 780-5652, 780-6213 Fax : (021) 780-5652 Website : www.deptan.go.id</p> <p>b. Ditjen Pengelolaan Lahan dan Air Kantor Pusat Departemen Pertanian, Gedung D Lantai 8 dan 9, Jl. Harsono RM No. 3 Ragunan - Jakarta Selatan 12550 Telp : (021) 781-6080, Fax : (021) 781-6081 Website : www.deptan.go.id</p>	<p>Peringatan dini, pemetaan daerah Rawan Pangan, penyediaan bantuan sarana produksi</p> <p>Peringatan dini, prasarana irigasi sekunder dan tersier</p>
<p>DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM, DITJEN SUMBER DAYA AIR Jl. Pattimura 20, Jakarta Selatan 12110 Telp : (021) 726-2366, Fax : (021) 722-9755 Website : www.pu.go.id</p>	<p>Penyediaan Sarana dan prasarana Irigasi Primer</p>
<p>KEMENTERIAN NEGARA RISET DAN TEKNOLOGI DEPUTI BIDANG PENDAYAGUNAAN DAN PEMASYARAKATAN IPTEK ASISTEN DEPUTI URUSAN ANALISIS KEBUTUHAN IPTEK Gedung II BPPT lantai 6 Jl. M. H. Thamrin 8, Jakarta Pusat (10340) Telp : (021) 316 9169 Fax : (021) 314 8192 Website : www.pirba.ristek.go.id e-mail : ad-akipt@ristek.go.id</p>	<p>Penyusunan master-plan waduk resapan di Jakarta untuk pencegahan bencana kekeringan</p>

INSTANSI	KEGIATAN
<p>BADAN METEROLOGI DAN GEOFISIKA (BMG) Jl. Angkasa I no 2, Kemayoran Jakarta 10720 Telp : (021) 424-6321, 654-6316 Fax : (021) 654-6316 Website : www.bmg.go.id</p>	<p>Deteksi dini anomaly cuaca penyebab kekeringan</p>
<p>DEPARTEMEN DALAM NEGERI Dirjen PUM Direktorat Manajemen Pencegahan dan Penanggulangan Bencana Jl. Kebon Sirih No. 11 – Jakarta Pusat Telp : (021) 2300024; Fax : (021) 315-7173 Website : www.depdagri.go.id</p>	<p>Memfasilitasi Pemerintah Daerah dalam menanggulangi bencana</p>

4. KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN

INSTANSI	KEGIATAN
<p>DEPARTEMEN KEHUTANAN Dit Pengendalian Kebakaran Hutan Gedung Manggala Wanabhakti Blok VII Lt. 13 Jl. Gatot Subroto, Senayan - Jakarta 10270 Telp : (021) 570-4618 Fax : (021) 570-4618 Website : www.dephut.go.id</p>	<p>Pencegahan, pemadaman dan penanganan pasca kebakaran hutan</p>
<p>KEMENTERIAN NEGARA LINGKUNGAN HIDUP Jl. DI Panjaitan Kav. 24, Kebon Nanas - Jakarta Timur Telp : (021) 851-4392 Fax : (021) 851-4392 e-mail : poskodan@menlh.go.id Website : www.menlh.go.id</p>	<p>Deteksi dini, peringatan dini dan advokasi dan penegakan hukum</p>
<p>KEMENTERIAN NEGARA RISET DAN TEKNOLOGI DEPUTI BIDANG PENDAYAGUNAAN DAN PEMASYARAKATAN IPTEK ASISTEN DEPUTI URUSAN ANALISIS KEBUTUHAN IPTEK Gedung II BPPT lantai 6 Jl. M. H. Thamrin 8, Jakarta Pusat (10340) Telp : (021) 316 9169; Fax : (021) 314 8192 Website : www.pirba.ristek.go.id e-mail : ad-akipt@ristek.go.id</p>	<p>Penyusunan rencana pengembangan <i>Indonesia Fire Watch and Warning Systems</i> (Ina-FWWS)</p>

INSTANSI	KEGIATAN
<p>BADAN METEROLOGI DAN GEOFISIKA (BMG) Jl. Angkasa I no 2, Kemayoran Jakarta 10720 Telp : (021) 654-6312, 654-6318 Fax : (021) 654-6314 Website : www.bmg.go.id</p>	<p>Deteksi dini dan identifikasi daerah rawan kebakaran</p>
<p>DEPARTEMEN DALAM NEGERI Dirjen PUM Direktorat Manajemen Pencegahan dan Penanggulangan Bencana Jl. Kebon Sirih No. 11 – Jakarta Pusat Telp : (021) 2300024 Fax : (021) 315-7173 Website : www.depdagri.go.id</p>	<p>Memfasilitasi Pemerintah Daerah dalam menanggulangi bencana</p>
<p>LAPAN, Pusat Pengembangan Pemanfaatan dan Teknologi Penginderaan Jauh Bidang Pemantauan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (PSDAL) Jl. Lapan No. 70, Pekayon - Pasar Rebo Jakarta 13710, Indonesia Telp : (021) 871-0274 , Fax : (021) 872-2733 Website : www.lapanrs.com</p>	<p>Deteksi dini dan identifikasi daerah rawan kebakaran</p>

5. ANGIN BADAI

INSTANSI	KEGIATAN
<p>BADAN METEROLOGI DAN GEOFISIKA (BMG) Jl. Angkasa I No 2, Kemayoran Jakarta 10720 Telp : (021) 654-6312, 654-6318 Fax : (021) 654-6314 Website : www.bmg.go.id</p>	<p>Deteksi dan peringatan dini anomali cuaca</p>
<p>LAPAN, Pusat Pengembangan Pemanfaatan dan Teknologi Penginderaan Jauh, Bidang Pemantauan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (PSDAL) Jl. LAPAN No. 70, Pekayon - Pasar Rebo Jakarta 13710, Indonesia Telp : (021) 8710274 , Fax : (021) 8722733 Website : www.lapanrs.com</p>	<p>Deteksi dini, prediksi anomali cuaca</p>

INSTANSI	KEGIATAN
DEPARTEMEN DALAM NEGERI Dirjen PUM Direktorat Manajemen Pencegahan dan Penanggulangan Bencana Jl. Kebon Sirih No. 11 – Jakarta Pusat Telp : (021) 2300024 ; Fax : (021) 315-7173 Website : www.depdagri.go.id	Menfasilitasi Pemerintah Daerah dalam menanggulangi bencana

6. GEMPA BUMI

INSTANSI	KEGIATAN
BADAN METEROLOGI DAN GEOFISIKA (BMG) Jl. Angkasa I No 2, Kemayoran Jakarta 10720 Telp : (021) 424-6321, 654-6316 Fax : (021) 654-6316 Website : www.bmg.go.id	Informasi dini dan mitigasi, Pemetaan daerah rawan gempa
DEPARTEMEN ENERGI DAN SUMBERDAYA MINERAL Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi Jl. Diponegoro No 57 - Bandung, 40122 Telp : (022) 727-2606, 727-3706 Fax : (022) 720-2761 e-mail : vsi@vsi.esdm.go.id Website : www.vsi.esdm.go.id	Pemetaan sesar aktif, mitigasi, penyuluhan
DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM Badan Penelitian dan Pengembangan Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman Jl. Panyaungang-Cileunyi Wetan, Kab. Bandung 40393 Po Box 812 – Bandung 40008 Telp : (022) 779-8393, Fax : (022) 779-8392 e-mail : kapuskim@bdg.centrin.net.id Website : www.pu.go.id	Standarisasi bangunan tahan gempa
DEPARTEMEN DALAM NEGERI Dirjen PUM Direktorat Manajemen Pencegahan dan Penanggulangan Bencana Jl. Kebon Sirih No. 11 – Jakarta Pusat Telp : (021) 2300024 Fax : (021) 315-7173 Website : www.depdagri.go.id	Menfasilitasi Pemerintah Daerah dalam menanggulangi bencana

INSTANSI	KEGIATAN
<p>KEMENTERIAN NEGARA RISET DAN TEKNOLOGI DEPUTI BIDANG PENDAYAGUNAAN DAN PEMASYARAKATAN IPTEK ASISTEN DEPUTI URUSAN ANALISIS KEBUTUHAN IPTEK Gedung II BPPT lantai 6 Jl. M. H. Thamrin 8, Jakarta Pusat (10340) Telp : (021) 316 9169 Fax : (021) 314 8192 Website : www.pirba.ristek.go.id e-mail : ad-akipt@ristek.go.id</p>	Koordinasi pemasangan jaringan peralatan <i>accelerometer</i> (pengukur getaran kuat)

7. TSUNAMI

INSTANSI	KEGIATAN
<p>KEMENTERIAN NEGARA RISET DAN TEKNOLOGI DEPUTI BIDANG PENDAYAGUNAAN DAN PEMASYARAKATAN IPTEK ASISTEN DEPUTI URUSAN ANALISIS KEBUTUHAN IPTEK Gedung II BPPT lantai 6 Jl. M. H. Thamrin 8, Jakarta Pusat (10340) Telp : (021) 316 9169; Fax : (021) 314 8192 Website : www.pirba.ristek.go.id e-mail : ad-akipt@ristek.go.id</p>	Koordinasi pengembangan Sistem Peringatan Dini Tsunami di Indonesia (<i>Indonesian Tsunami Early-warning Systems, Ina-TEWS</i>)
<p>BADAN METEROLOGI DAN GEOFISIKA (BMG) Jl. Angkasa I No 2, Kemayoran Jakarta 10720 Telp : (021) 424-6321, 654-6316 Fax : (021) 654-6316 Website : www.bmg.go.id</p>	Peringatan dini, pemetaan rawan tsunami
<p>BAKOSURTANAL Jl. Raya Jakarta-Bogor, Km 46, Bogor Telp : (021) 879-07730; Fax : (021) 879-07730 e-mail : info@bakosurtanal.go.id Website : www.bakosurtanal.go.id</p>	Deteksi dini pasang surut air laut.
<p>DEPARTEMEN ENERGI DAN SUMBERDAYA MINERAL Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi Jl. Diponegoro No 57 - Bandung, 40122 Telp : (022) 727-2606, 727-3706 Fax : (022) 720-2761 e-mail : vsj@vsj.esdm.go.id Website : www.vsj.esdm.go.id</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pemetaan daerah rawan Tsunami • Pemetaan tingkat kerusakan pasca Tsunami

INSTANSI	KEGIATAN
<p>BADAN PENGKAJIAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI a. Deputi Bidang Teknologi Pengembangan Sumberdaya Alam BPPT Gedung II Lt. 19 Jl. M. H. Thamrin No.8 Jakarta Pusat - 10340 Indonesia Telp : (021) 316-9706, Fax : (021) 316-9720 Website : www.tisda.bppt.go.id</p> <p>b. Deputi Bidang Teknologi Energi, Material dan Lingkungan BPPT Gedung II Lt. 19 , Jl. M. H. Thamrin No.8 Jakarta Pusat - 10340 Indonesia Telp : (021) 316-9706, Fax : (021) 316-9720 Website : www.bppt.go.id</p>	<p>Geoscience, instalasi dan maintenance alat pemantau gelombang tsunami DART (buoys)</p> <p>Manajemen data kelautan yang dipantau dengan menggunakan DART/Bouys</p>
<p>LIPI, Deputi Bidang Ilmu Pengetahuan Kebumihan Pusat Penelitian Geoteknologi, Kompleks LIPI, Gedung 70 Jl. Cisitua Sangkuriang, Bandung 40135 Telp : (022) 250-3654, 250-3597, Fax : (022) 250-4593 Website : http://www.geotek.lipi.go.id</p>	<p>Edukasi dan sosialisasi Sistem Peringatan Dini Tsunami di Indonesia</p>
<p>DEPARTEMEN KELAUTAN DAN PERIKANAN Ditjen Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil Jl. Merdeka Timur No. 16, Jakarta Telp : (021) 352-2059, Fax : (021) 352-2040 Website : www.dkp.go.id</p>	<p>Mitigasi bencana di daerah pesisir serta pulau-pulau kecil</p>
<p>DEPARTEMEN DALAM NEGERI Dirjen PUM Direktorat Manajemen Pencegahan dan Penanggulangan Bencana Jl. Kebon Sirih No. 11 – Jakarta Pusat Telp : (021) 2300024 Fax : (021) 315-7173 Website : www.depdagri.go.id</p>	<p>Menfasilitasi Pemerintah Daerah dalam menanggulangi bencana</p>

8. GELOMBANG BADAI

INSTANSI	KEGIATAN
BADAN METEROLOGI DAN GEOFISIKA (BMG) Jl. Angkasa I No 2 Kemayoran Jakarta 10720 Telp : (021) 424-6321, 654-6316 Fax : (021) 654-6316 Website : www.bmg.go.id	Peringatan dini, pemetaan rawan gelombang badai
DEPARTEMEN KELAUTAN DAN PERIKANAN Ditjen Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil Jl. Merdeka Timur No. 16, Jakarta Telp : (021) 352-2059, Fax : (021) 352-2040 Website : www.dkp.go.id	Peringatan dini, pemetaan rawan gelombang badai
LIPI, Deputi Bidang Ilmu Pengetahuan Kebumian Pusat Penelitian Geoteknologi, Kompleks LIPI, Gedung 70 Jl. Cisitua Sangkuriang, Bandung 40135 Telp : (022) 250-3654, 250-3597, Fax : (022) 250-4593 Website : http://www.geotek.lipi.go.id	Edukasi dan sosialisasi Sistem Peringatan Dini Gelombang Badai di Indonesia
DEPARTEMEN DALAM NEGERI Dirjen PUM Direktorat Manajemen Pencegahan dan Penanggulangan Bencana Jl. Kebon Sirih No. 11 – Jakarta Pusat Telp : (021) 2300024 Fax : (021) 315-7173 Website : www.depdagri.go.id	Memfasilitasi Pemerintah Daerah dalam menanggulangi bencana

9. LETUSAN GUNUNGAPI

INSTANSI	KEGIATAN
DEPARTEMEN ENERGI DAN SUMBERDAYA MINERAL Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi Jl. Diponegoro no 57, Bandung, 40122 Telp : (022) 727-2606, 727-3706, Fax : (022) 720-2761 e-mail : vsi@vsi.esdm.go.id Website : www.vsi.esdm.go.id	Monitoring kegiatan gunungapi, pemetaan kawasan rawan bencana, mitigasi bencana gunungapi, peringatan dini

INSTANSI	KEGIATAN
<p>DEPARTEMEN DALAM NEGERI Dirjen PUM Direktorat Manajemen Pencegahan dan Penanggulangan Bencana Jl. Kebon Sirih No. 11 Jakarta Pusat Telp : (021) 2300024 Fax : (021) 315-7173 Website : www.depdagri.go.id</p>	<p>Memfasilitasi Pemerintah Daerah dalam menanggulangi bencana</p>

10. KEGAGALAN TEKNOLOGI

INSTANSI	KEGIATAN
<p>DEPARTEMEN PERINDUSTRIAN Jalan Gatot Subroto Kav. 52-53 Jakarta Selatan 12950 Telp : (021) 525-2194, Fax: (021) 526-1086 Website : www.deprin.go.id</p>	<p>Regulasi tentang pendirian pabrik</p>
<p>DEPARTEMEN PERHUBUNGAN Jl. Medan Merdeka Barat No 8 Jakarta 10110 Telp : (021) 381-1308 Website : www.dephub.go.id</p>	<p>Regulasi transportasi</p>
<p>BADAN PENGKAJIAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI (BPPT), Deputi Bidang Teknologi Energi, Material dan Lingkungan BPPT Gedung II Lt. 19 Jl. M. H. Thamrin No.8 Jakarta Pusat - 10340 Indonesia Telp : (021) 316-9706, Fax : (021) 316-9720 Website : www.bppt.go.id</p>	<p>Kajian kelayakan penggunaan teknologi</p>
<p>KEMENTERIAN NEGARA LINGKUNGAN HIDUP Jl. DI Panjaitan Kav. 24 Kebon Nanas Jakarta Timur Telp./Fax : (021) 851-4392 e-mail : poskodan@menlh.go.id web : www.menlh.go.id</p>	<p>Kajian kelayakan lingkungan, analisis dampak lingkungan, mitigasi dan penanganan bencana lingkungan</p>

INSTANSI	KEGIATAN
<p>BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR Jl. Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120, INDONESIA PO.Box. 4005 JKT 10040 Telp : (021) 638-58269/70, Fax : (021) 638 58275 E-mail : info@bapeten.go.id Website : www.bapeten.go.id</p>	Regulasi dan pengawasan penggunaan bahan-bahan radioaktif
<p>DEPARTEMEN DALAM NEGERI Dirjen PUM Direktorat Manajemen Pencegahan dan Penanggulangan Bencana Jl. Kebon Sirih No. 11 – Jakarta Pusat Telp : (021) 2300024; Fax : (021) 315-7173 Website : www.depdagri.go.id</p>	Memfasilitasi Pemerintah Daerah dalam menanggulangi bencana

11. WABAH PENYAKIT

INSTANSI	KEGIATAN
<p>DEPARTEMEN KESEHATAN Ditjen Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan (PP dan PL) Jl. Percetakan Negara 29 Jakarta Pusat Telp : (021) 424-0611 Fax : (021) 424-0611, 420-7807 Website : www.depkes.go.id</p>	Pemantauan, pencegahan dan pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan.
<p>DEPARTEMEN PERTANIAN Ditjen Peternakan Jl. Harsono RM 3, Gedung C Lantai 6 Ragunan Jakarta Selatan Telp : (021) 782-7912; Fax : (021) 782-7774 email : ditjennak@deptan.go.id Website : www.ditjennak.go.id</p>	Pemantauan, pencegahan dan pemberantasan wabah penyakit ternak.
<p>DEPARTEMEN DALAM NEGERI Dirjen PUM Direktorat Manajemen Pencegahan dan Penanggulangan Bencana Jl. Kebon Sirih No. 11 – Jakarta Pusat Telp : (021) 2300024 Fax : (021) 315-7173 Website : www.depdagri.go.id</p>	Memfasilitasi Pemerintah Daerah dalam menanggulangi bencana

12. LAIN-LAIN

Beberapa Universitas di Indonesia telah mengembangkan Pusat Studi Bencana yang bertujuan untuk meneliti dan mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi yang terkait dengan pengurangan resiko bencana. Diantara universitas tersebut diantaranya adalah sebagaimana dalam table dibawah ini.

INSTANSI	KEGIATAN
<p>PUSAT STUDI BENCANA UNIVERSITAS GADJAH MADA (UGM) Bulaksumur C-16 Yogyakarta 55281 Telp : (0274) 901-978, 548-812 Fax : (0274) 548-812 e-mail : psba@ugm.ac.id Website : www.psba.ugm.ac.id</p>	<p>Penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pengurangan resiko bencana</p>
<p>KELOMPOK PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN MITIGASI BENCANA (RESEARCH GROUP ON DISASTER MITIGATION) INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG (ITB) Gedung Litbang integrasi dan Aplikasi, PMB ITB lantai 8 Jl. Ganesha no 10, Bandung-40132 Telp : (022) 250-8125, 250-4987/250-4256 ext. 1819 Fax : (022) 250-8125 Website : www.kppmb.itb.ac.id</p>	<p>Penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pengurangan resiko bencana</p>
<p>PUSAT STUDI BENCANA INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER (ITS) Komplek kampus ITS Jl Arif Rahman Hakim, Sukolilo, Surabaya 60111 Telp : (031) 599-4251-55 ext. 1322 Fax : (031) 599-6670 e-mail : psb_its@yahoo.com psb@its.ac.id</p>	<p>Penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pengurangan resiko bencana</p>

BAB V PENUTUP

Buku Panduan Pengenalan Karakteristik Bencana di Indonesia dan Upaya Mitigasinya ini disusun guna memenuhi kebutuhan yang mendesak bagi para pelaku/praktisi penanggulangan bencana di daerah.

Sebagai tahap awal tentunya penyusunan buku panduan ini masih belum sempurna. Oleh karena itu saran perbaikan dan koreksi sangat diperlukan guna memberikan informasi tentang karakteristik bencana yang komprehensif di Indonesia.

Diharapkan, panduan ini digunakan sebagai pemicu bagi penerbitan Buku Karakteristik Bencana yang lebih baik dan sesuai kebutuhan.

DAFTAR PUSTAKA

A.W. Coburn, R.J.S. Spence, and A. Pomonis, 1994, *Disaster Mitigation*, 2nd Edition, Disaster Management Training Programme, UNDP

Barbara Tufty, 1969, *1001 Question Answerd About Earthquakes, Avalanches, Floods and Other Natural Disaster*, Dover Publications, Inc., New York.

John N. Louie, Ph.D., 1996, *What is Richter Magnitude?*, University of Nevada
<http://www.seismo.unr.edu/ftp/pub/louie/class/100/magnitude.html>

_____, 2007, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi,
www.vsi.esdm.go.id

_____, 2007, UU Nomor 24 tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana.

_____, 2005, Rencana Aksi Nasional Pengurangan Risiko Bencana 2006-2007



BAKORNAS PB

Jl. Ir. H. Juanda No 36

Jakarta Pusat-10120, INDONESIA

Telp. +62 21 3248400, 3442734, 3442985

Fax. +62 21 3505075, 3458500, 3505036

Website : www.bakornaspb.go.id

ISBN 978-979-96016-2-9